

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR*
DI KAPAL MT. SAVIR LION**



LASO ALFASA YUSUF
NIT 09.21.010.1.02

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR*
DI KAPAL MT. SAVIR LION**



LASO ALFASA YUSUF
NIT 09.21.010.1.02

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : LASO ALFASA YUSUF

Nomor Induk Taruna : 09.21.010.1.02

Program Studi : D-IV TRPK

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya tulis dengan judul:

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI
KAPAL MT. SAVIR LION**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Tugas Akhir tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 23 FEBRUARI 2026


The stamp includes the text: "SEKOLAH PELAYARAN SURABAYA", "METERAI TEMPEL", and "NO. DAN/2016.35761".

LASO ALFASA YUSUF

NIT. 09.21.010.1.02

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN
TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH
WATER GENERATOR* DI KAPAL MT. SAVIR LION

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : LASO ALFASA YUSUF

NIT : 0921010102

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan***
Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 25-09-2025

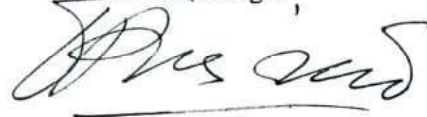
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Agus Prawoto, S. Si.T, MM.)
Penata Tk I (III/d)
NIP. 197808172009121001

Dosen Pembimbing II,



(Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP)
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196602161993032001

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Antonius Edy Kristiyono, M.Pd.)
Penata Tk I (III/d)
NIP. 196905312003121001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN
TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH
WATER GENERATOR* DI KAPAL MT. SAVIR LION

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : LASO ALFASA YUSUF

NIT : 0921010102

Jenis Tugas Akhir : ~~Prototype~~ / ~~Proyek~~ / Karya Ilmiah Terapan*

Keterangan: *(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 29 Januari 2025

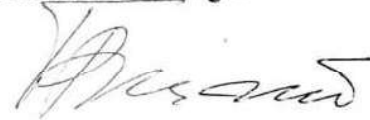
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Agus Prawoto, S. Si.T, MM.)
Penata Tk I (III/d)
NIP. 197808172009121001



(Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP)
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 196602161993032001

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Antonius Edy Kristiyono, M.Pd.)
Penata Tk I (III/d)
NIP. 196905312003121001

**PENGESAHAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI
AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI KAPAL MT. SAVIR
LION**

Disusun oleh:

LASO ALFASA YUSUF
NIT. 0921010102

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 29 September 2025

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



(Aziz Nugroho, SE., M.Pd)
NIP.1975032211998081001

Dosen Penguji II



(Agus Prawoto, S.Si.T, MM)
NIP.197808172009121001

Dosen Penguji III



(Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP)
NIP.196602161993032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



(Antonius Edy Kristiyono, M.Pd)
NIP.196905312003121001

**PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI
AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI KAPAL MT. SAVIR
LION**

Disusun oleh:

**LASO ALFASA YUSUF
NIT. 0921010102**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 02 Februari 2026

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



(SHOFA DAI ROBBI, S.T,
M.T.)

NIP. 198203022006041001

Dosen Penguji II



(AGUS PRAWOTO, S. Si.T,
MM)

NIP. 197808172009121001

Dosen Penguji III

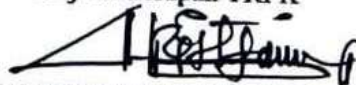


(WULAN MARLIA SANDI,
M.Pd)

NIP. 198903262023212017

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Sarjana Terapan TRPK



(ANTONIUS EDY KRISTIYONO M.Mar.E, M.Pd)

NIP. 196905312003121001

ABSTRAK

LASO ALFASA YUSUF, Analisis Pengaruh Tingkat Kevakuman Terhadap Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* Di Kapal Mt. Savir Lion Karya Ilmiah Terapan, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Bapak Agus Prawoto dan Ibu Dr. Trisnowati Rahayu.

Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana tingkat kevakuman memengaruhi produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* (FWG) tipe Sondex SFD23/35 di kapal MT. Savir Lion. FWG merupakan mesin penting di kapal karena menyediakan air tawar untuk kebutuhan sehari-hari, baik untuk akomodasi maupun untuk keperluan ruang mesin. Selama penulis melaksanakan praktek berlayar, produksi air tawar mengalami penurunan yang cukup besar—dari kapasitas normal 10–15 ton per hari menjadi sekitar 5 ton per hari. Kondisi ini menimbulkan kendala dalam pemenuhan kebutuhan air di kapal. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui observasi langsung, wawancara dengan masinis yang bertanggung jawab, serta peninjauan dokumen operasional FWG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kevakuman terutama disebabkan oleh melemahnya tekanan pada ejector pump, kerusakan pada air ejector, penyumbatan pada jalur kondensor, serta penumpukan kerak pada plate evaporator. Setelah dilakukan perawatan seperti pembersihan plate, perbaikan sistem pemipaan, dan penggantian air ejector, tingkat kevakuman kembali meningkat dan produksi air tawar pulih ke kondisi normal. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa tingkat kevakuman merupakan faktor utama yang menentukan efisiensi proses penguapan di dalam FWG. Semakin stabil dan kuat kevakumannya, semakin optimal produksi air tawar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perawatan rutin, pemeriksaan berkala, dan pemantauan tekanan sistem sangat diperlukan untuk memastikan FWG dapat beroperasi dengan baik selama pelayaran.

Kata kunci: fresh water generator, kevakuman, ejector pump, produksi air tawar, MT Savir Lion.

ABSTRACT

LASO ALFASA YUSUF, “*Analysis of the Influence of Vacuum Level on Freshwater Production in the Fresh Water Generator Aboard MT Savir Lion,*” *Applied Scientific Work, Merchant Marine Of Surabaya. Supervised by Mr. Agus Prawoto and Dr. Trisnowati Rahayu.*

This research focuses on understanding how the vacuum level affects the freshwater production of the Sondex SFD23/35 Fresh Water Generator (FWG) on board MT Savir Lion. The FWG plays an essential role on the ship because it supplies freshwater for daily needs, including accommodation and engine-room operations. During the author’s sea practice, the FWG’s production dropped significantly—from its normal output of 10–15 tons per day to only around 5 tons per day. This situation caused difficulties in meeting the ship’s daily water requirements. The research uses a qualitative descriptive method, which includes direct observation, interviews with the engineers responsible for the equipment, and reviewing operational records. The results show that the decrease in vacuum level was mainly caused by weak ejector pump pressure, a faulty air ejector, blockages in the condenser pipelines, and scale buildup on the evaporator plates. After maintenance was carried out—such as cleaning the plates, repairing the pipelines, and replacing the air ejector—the vacuum level improved and the freshwater production returned to normal. Overall, this study highlights that vacuum level is a crucial factor in the evaporation process. When the vacuum is stable and strong, the FWG can produce freshwater more efficiently. Therefore, regular maintenance, routine inspections, and continuous monitoring of the system are needed to ensure the FWG operates properly during the voyage.

Keywords: *Fresh Water Generator, vacuum level, ejector pump, freshwater production, MT Savir Lion.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan proposal Karya Ilmiah Terapan ini yang berjudul “ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MT. SAVIR LION”.

Dalam proses penyelesaian Karya Ilmiah Terapan banyak pihak yang telah membantu dan memberikan arahan dalam penyelesaian. Jadi izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bpk Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bpk Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.pd,M.Mar.E selaku ketua prodi TRPK.
3. Bpk Agus Prawoto, S.Si. T.,M.M selaku dosen pembimbing I dan Ibu Dr. Trisnowati Rahayu, M.AP selaku dosen pembimbing II.
4. Seluruh dosen jurusan Teknik Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan arahan selama penyelesaian proposal Karya Ilmiah Terapan ini.
5. Panutan dan motivasiku, bapak Zahri Yusuf, S.E serta pintu surgaku ibu Yudith Fatimah, A.Md yang telah memberikan nasehat, motivasi, dukungan, serta doa yang tiada henti kepada penulis selama proses perkuliahan ini.
6. Adik kandung penulis, Keiko Leota Yusuf yang sudah memberikan dukungan serta doa yang tiada henti.
7. Safirra Putri Meirani, S.Kep., Ns yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis dan tidak henti-hentinya memberikan semangat dan dukungan untuk menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini.
8. Seluruh crew kapal MT. SAVIR LION yang telah membimbing saya selama praktek berlayar.
9. Seluruh rekan kasta mataram AD-AB yang telah menjadi keluarga kedua dan menjadi tempat berkeluh kesah penulis.

Saya berharap semoga penulisan karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulisnya sehingga menambah pengetahuan tentang pengoptimalisasian *fresh water generator* di kapal.

Surabaya, 23 Februari 2026

LASO ALFASA YUSUF
NIT. 0921010102

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN	v
LEMBAR PENGESAHAN HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	9
B. Landasan Teori	10
C. Kerangka Penelitian	40
BAB III METODE PENELITIAN	41

A. Jenis Penelitian.....	41
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	44
C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data.....	45
D. Teknik Analisis Data	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	51
B. Hasil Penelitian	58
C. Pembahasan.....	81
BAB V PENUTUP.....	87
A. Kesimpulan	87
B. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Fresh Water Generator</i>	12
Gambar 2.2 Sistem Kerja <i>Fresh Water Generator</i>	12
Gambar 2. 3 Single-Stage Vacuum Distillation	13
Gambar 2.4 Low Pressure Evaporator	14
Gambar 2.5 Vacuum Distillation Type	16
Gambar 2.6 Reverse Osmosis (RO) Plant.....	17
Gambar 2.7 Plate Type Fresh Water Generator	19
Gambar 2.8 Multi-Stage Flash Distillation (MSF)	20
Gambar 2.9 Vapor Compression Distillation (VCD)	21
Gambar 2.10 Solar Powered Fresh Water Generator	22
Gambar 2.10 Rumus Persamaan Titik Didih Terhadap Tekanan	24
Gambar 2.12 Evaporator	27
Gambar 2.13 Kondensor	28
Gambar 2. 14 Ejector Pump	28
Gambar 2. 15 Air Ejector	30
Gambar 2. 16 Salinometer.....	31
Gambar 2. 17 Destillate Pump	32
Gambar 2. 18 Flow Meter	33
Gambar 2. 19 Pressure Vacuum Gauge.....	34
Gambar 2.20 Kerangka Penelitian	40
Gambar 4. 1 Kapal MT. Savir Lion.....	55
Gambar 4. 2 <i>Crew List</i>	56
Gambar 4. 3 <i>Ship Particular</i>	57
Gambar 4. 4 <i>Fresh Water Generator</i> MT. Savir Lion.....	59
Gambar 4. 6 Air Ejector	63
Gambar 4.7 Impeller Ejector Pump Korosi.....	64
Gambar 4. 8 Pipa Air Laut Kondensor.....	66
Gambar 4. 9 Penggantian <i>Air Ejector</i>	70
Gambar 4. 10 Pembersihan Plate Evaporator Dan Kondensor	71
Gambar 4. 11 Pemasangan Plate Setelah Proses Maintenance	72
Gambar 4. 12 Toolbox Meeting Di <i>Engine Room</i> Kapal	72
Gambar 4.13 Diagram <i>fishbone</i>	75
Gambar 4.14 Diagram <i>fishbone methods</i>	76
Gambar 4.15 Diagram <i>fishbone enviroment</i>	77
Gambar 4.16 Diagram <i>fishbone material</i>	78
Gambar 4.17 Diagram <i>fishbone man</i>	79
Gambar 4.18 Diagram <i>fishbone machine</i>	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Peneliti Sebelumnya.....	9
Tabel 4. 1 Spesifikasi <i>Fresh Water Generator</i>	58
Tabel 4. 2 Penurunan <i>Pressure Ejector Pump</i>	60
Tabel 4. 3 Setelah Dilakukan Maintenance <i>Ejector Pump</i>	61
Gambar 4. 5 Tekanan Pompa Ejector	61
Tabel 4. 4 Penurunan Produksi Air Tawar.....	62
Tabel 4. 5 Peningkatan Produksi Air Tawar Setelah <i>Maintenance</i>	63
Tabel 4. 6 Penurunan tingkat kevakuman	65
Tabel 4. 7 Tingkat Kevakuman Setelah <i>Maintenance</i>	66
Tabel 4. 8 Hasil Wawancara	67
Tabel 4. 9 Hasil 5 Whys berdasarkan <i>fourth Engineer</i>	74
Tabel 4. 10 Hasil 5 Whys berdasarkan Chief Engineer.....	74
Tabel 4. 11 Evaluasi Faktor <i>Methods</i>	76
Tabel 4. 12 Evaluasi Faktor <i>Environment</i>	77
Tabel 4. 13 Evaluasi Faktor Material	78
Tabel 4. 14 Evaluasi Faktor <i>Man</i>	79
Tabel 4. 15 Evaluasi Faktor <i>Machine</i>	80

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal merupakan tulang punggung perdagangan global yang memungkinkan perpindahan barang dalam volume besar antar wilayah. Menurut Kemenhub (2008), kategori kapal sangatlah luas, mencakup semua jenis kendaraan air (bermesin maupun layar), kendaraan bawah air, hingga struktur terapung lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa definisi kapal dalam hukum pelayaran Indonesia mencakup fungsi yang sangat beragam, tidak sekadar transportasi laut biasa.

Untuk memastikan pelayaran yang baik, kapal harus memiliki persediaan air tawar yang cukup untuk memenuhi kebutuhan ruang mesin dan akomodasi selama pelayaran panjang. Mesin utama dan mesin bantu merupakan bagian integral dari lintasan kapal. Karena *fresh water generator* merupakan mesin bantu penting yang mengubah air laut menjadi air tawar, kapal kini diharuskan untuk menyertakan pesawat bantu untuk generator air tawar.

Air tawar merupakan kebutuhan fundamental bagi makhluk hidup, termasuk dalam lingkup operasional pelayaran. Di atas kapal, ketersediaan air tawar memiliki urgensi yang tinggi, baik untuk menunjang sanitasi dan kebutuhan domestik awak kapal serta untuk mendukung fungsi teknis. Hal ini mencakup penggunaan air sebagai media pendingin mesin induk dan mesin bantu, air pengisi ketel uap, hingga keperluan pembersihan tangki serta pemeliharaan kapal lainnya. Pada umumnya penyediaan air tawar di dapat dari

darat, dan tentunya biaya cukup mahal untuk bunker air tawar, serta sangat tidak efisien untuk operasi kapal tanker yang membutuhkan air tawar yang cukup banyak untuk kebutuhan *auxiliary boiler* untuk operasi bongkar muat dan *heating cargo*.

Jika kapal akan berlayar jauh dengan jangka waktu yang cukup lama maka kebutuhan air tawar akan meningkat juga, tidak mungkin kita menampung banyak air tawar di kapal, karena itu akan mengurangi daya angkut kapal serta beresiko dalam *pelayaran* yaitu air tawar habis. Maka dari itu kita perlu adanya pesawat yang dapat mengolah air laut menjadi air tawar.

Menurut Ramadhan (2022) prinsip kerja *fresh water generator* bertumpu pada konversi air laut menjadi air tawar melalui mekanisme pemanasan dalam kondisi vakum yang *diikuti* dengan proses kondensasi. Sebelum dialirkan ke tangki penampungan, air hasil penyulingan wajib melewati uji salinitas. Standar kadar garam yang diperbolehkan maksimal adalah 10 ppm. Apabila hasil sensor menunjukkan angka di atas ambang batas tersebut, sistem akan memproses ulang air secara otomatis hingga memenuhi kriteria standar sebelum akhirnya siap di konsumsi.

Dalam prosesnya, tingkat kevakuman di dalam evaporator *Fresh Water Generator* memainkan peran penting dalam efisiensi proses evaporasi. Kevakuman yang baik memungkinkan air laut mendidih pada suhu yang lebih rendah (di bawah 48 °C), sehingga meningkatkan efisiensi energi dan jumlah produksi air tawar. Namun, jika tingkat kevakuman turun akibat kebocoran, penyumbatan, atau kerusakan sistem *ejector*.

Dalam pengoprasian *fresh water generator* bekerja dengan prinsip menurunkan tekanan di ruang evaporator agar titik didih air laut juga menurun sehingga proses penguapan dapat berlangsung meski menggunakan panas buang dari mesin utama. Dengan cara ini, kapal mampu memproduksi air tawar tanpa harus membawa persediaan dalam jumlah besar (Hartanto, 2020) yang berlangsung setiap hari untuk menghasilkan air tawar, pasti akan ada waktu dimana produksi air tawar menurun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas yang disebabkan kerusakan atau gangguan-gangguan yang timbul saat pengoprasianya, dan dalam hal ini para ahli mesin kapal dituntut untuk tanggap sedapat mungkin dalam segi ketrampilan dan dituntut untuk sedapat mungkin.

Penelitian Purustoma & Riyanto (2023) di kapal MT. Galunggung yang berjudul “Optimalisasi Kinerja *Fresh Water Generator* Dalam Rangka Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar di kapal MT. Galunggung”. Penulis studi ini menjelaskan bagaimana panas rendah yang diterima oleh evaporator dan tingkat vakum rendah pada generator air tawar menyebabkan terganggunya pengiriman panas di FWG. Hal ini mengakibatkan tingkat vakum yang lebih rendah dari ideal, yang memengaruhi jumlah air tawar yang diproduksi dibandingkan dengan kondisi normal.

Salah satu faktor utama yang menentukan kapasitas produksi FWG adalah tingkat kevakuman dalam ruang evaporator. Tingkat kevakuman yang lebih rendah menyebabkan titik didih air semakin turun, sehingga laju penguapan meningkat dan volume air tawar yang dihasilkan lebih besar. Studi termodinamika modern menunjukkan bahwa variasi tekanan vakum berpengaruh langsung terhadap fluks penguapan dan produksi distilat.

Misalnya, pemodelan sistem vacuum evaporation memperlihatkan bahwa penurunan tekanan operasi meningkatkan laju produksi secara signifikan pada laju aliran air laut yang sama (Gkoutas et al., 2022). Hasil serupa ditemukan pada sistem distilasi membran vakum, di mana semakin rendah tekanan ruang evaporator, semakin tinggi permeation flux yang dihasilkan (Ismael et al., 2023). Temuan-temuan ini menegaskan pentingnya menjaga kondisi kevakuman yang optimal agar FWG dapat beroperasi dengan efisiensi tinggi.

Selain itu, penelitian terbaru juga menyoroti perkembangan desain FWG berbasis multi-stage dan mechanical vapour compression (MVC) yang semakin menekankan peran kevakuman dalam peningkatan produksi. Sistem multi-stage dengan pemanasan permukaan menunjukkan efisiensi yang lebih baik karena memanfaatkan perbedaan tekanan vakum pada tiap tahap untuk memaksimalkan laju penguapan (Liu, 2022). Demikian pula, studi tentang MVC menegaskan bahwa kestabilan vakum berpengaruh langsung terhadap jumlah uap yang dapat dikompresi dan dikondensasikan kembali menjadi air tawar (Date et al., 2022). Bahkan, eksperimen terbaru memperlihatkan bahwa variasi desain modul distilasi vakum, baik vertikal maupun horizontal, menghasilkan perbedaan produksi yang signifikan ketika diuji pada kondisi kevakuman berbeda (Zhang et al., 2024). Dengan demikian, penelitian tentang pengaruh tingkat kevakuman terhadap produksi air tawar pada FWG menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional kapal sekaligus mendukung keberlanjutan sektor maritim.

Menurut Mahadir (2023) gangguan yang timbul pada *fresh water generator* terdapat beberapa macam, seperti terjadinya penyempitan aliran pada

ejector, dan adanya endapan padat seperti kerak yang menempel pada plat evaporator dan kondensor yang dapat mengurangi panas dan jumlah air laut yang masuk ke evaporator.

Pada tanggal 21 November 2024 saat penulis melakukan praktek laut di kapal MT. Savir Lion, Selama pelayaran dari Rusia menuju Turki, terjadi penurunan signifikan pada produksi air tawar oleh *fresh water generator*. Kapasitas produksi yang biasanya mencapai 10-15 ton per hari merosot hingga hanya 5 ton per hari. Hal ini mengakibatkan difisit kebutuhan harian kapal yang mencapai 8 ton per hari, sehingga mengganggu operasional permesinan dan kebutuhan akomodasi kru. Penurunan perform aini diidentifikasi akibat rendahnya tekanan pada *ejector supply pump* serta adanya kerusakan pada *air ejector* yang menyebabkan kegagalan pencapaian tekanan vakum yang optimal. Banyak faktor penyebab hilangnya serta turunnya kevakuman pada saat pengoprasian *fresh water generator*, seperti kebocoran sistem, kerusakan pada air ejector, serta kurangnya kapasitas volume air laut yang digunakan oleh ejector suply pump untuk proses kevakuman.

Dengan masalah penurunan kevakuman pada *fresh water generator* maka penulis melakukan penelitian agar dapat mengoptimalkan kembali kinerja khususnya pada tingkat kevakuman dalam *fresh water generator* sehingga dapat mempertahankan hasil produksi air tawar sesuai dengan kapasitas mesin tersebut.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas kapal, maka dalam karya ilmiah terapan ini penulis mengangkat judul.

“ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI KAPAL MT. SAVIR LION”

Motivasi utama penulis dalam menyusun penelitian ini adalah untuk mendalami urgensi *fresh water generator* dalam menunjang operasional kapal. Selain itu, penulis ingin mengkaji lebih jauh mengenai langkah-langkah teknis dan Tindakan korektif yang diperlukan dalam mengatasi kendala fungsional pada pesawat tersebut.

B. Rumusan Masalah

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan penurunan tingkat kevakuman pada *fresh water generator* di atas kapal ?
2. Bagaimana upaya mengatasi penurunan produksi air tawar pada *fresh water generator* di atas kapal ?

C. Batasan Masalah

Mengingat begitu luasnya permasalahan yang timbul dari pemahaman judul, maka diperlukan adanya batasan masalah. Hal ini untuk menghindari terjadinya perluasan pada masalah serta pembahasannya. Maka penelitian ini berfokus pada *fresh water generator* Sondex SFD freshwater distiller tipe SFD23/35. Penelitian ini dilakukan pada saat melaksanakan praktek laut di kapal MT. Savir Lion pada tanggal 31 Januari 2024 sampai dengan 31 Januari 2025.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor penyebab menurunnya tingkat kevakuman *fresh water generator* di kapal.
2. Untuk mengetahui bagaimana upaya yang dilakukan untuk menangani menurunnya produksi air tawar pada *fresh water generator* di kapal.

E. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan bisa memberikan manfaat, adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Memberikan kontribusi berupa informasi dan wawasan baru bagi civitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya mengenai kinerja serta manajemen perawatan komponen *Fresh Water Generator (FWG)*.
 - b. Berfungsi sebagai data sekunder dan referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan studi yang berkaitan dengan optimalisasi sistem permesinan kapal.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Bagi crew kapal dan perusahaan

Memberikan panduan teknis bagi awak kapal dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah penurunan tekanan pada FWG,serta menjadi rujukan dalam prosedur perawatan untuk memastikan keandalan alat di atas kapal.
 - b. Bagi politeknik pelayaran surabaya

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahahan koleksi

referensi ilmiah yang dapat digunakan oleh taruna/i sebagai sumber literatur dalam menunjang proses pembelajaran.

c. Bagi penulis & taruna – taruni

Penelitian ini berfungsi sebagai sarana bagi penulis untuk mendalami fenomena teknis yang dikaji sekaligus mengimplementasikan teori-teori yang dipelajari selama masa pendidikan. Hasil studi ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan bagi taruna/i Politeknik Pelayaran Surabaya serta memperkaya materi instruksional dalam proses pembelajaran di kelas. Secara profesional, penelitian ini membekali penulis dengan kompetensi praktis dalam menjalankan tugas sebagai perwira mesin, khususnya dalam menjaga performa optimal *fresh water generator* guna menjamin kelancaran operasioanl kapal selama pelayaran.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Referensi ilmiah digunakan sebagai landasan pendukung agar proses pembahasan berjalan sistematis dan konsisten dengan topik utama. Penelitian ini mengintegrasikan hasil kajian terdahulu sebagai materi komparasi dan pendukung guna memperkaya perspektif serta menjaga relevansi pembahasan.

Tabel 2. 1 Review Peneliti Sebelumnya

Sumber data : I Komang, 2023; Mahadir, 2023

NO	NAMA	JUDUL	HASIL	PERBEDAAN
1.	I Komang Gita Purusotama , Budi Riyanto (2023)	Optimalisasi Kinerja <i>Fresh Water Generator</i> dalam rangka pemenuhan kebutuhan air tawar di kapal MT. Galunggung	Faktor penyebab tidak optimalnya kinerja fresh water generator adalah kurangnya perawatan yang dilakukan oleh masinis yang bertanggung jawab sehingga fresh water generator tidak bekerja dengan baik.	Penelitian ini dikembangkan berdasarkan kajian terdahulu dengan memberi fokus spesifik yang belum banyak dibahas, yakni mengenai variasi jenis <i>fresh water generator</i> serta signifikansi tingkat kevakuman. Oleh karena itu, penulis melakukan pendalaman melalui penelitian berjudul “Pengaruh Tingkat Kevakuman Terhadap Produksi Air Tawar Pada <i>Fresh Water Generator</i> Di Kapal MT. Savir Lion”
2.	Mahadir, Syah Risal (2023)	Analisis Menurunnya Produksi Air Tawar pada <i>Fresh Water Generator</i> di Kapal MT. Gloria Sentosa	Hasil dari penelitiannya adalah adanya evaporator yang banyak kerak kotoran dan pipa-pipa yang mengalami penyempitan lubang karena adanya kotoran yang menempel sehingga mengakibatkan produksi air tawar menurun.	

B. Landasan Teori

Landasan teori ini berfungsi sebagai landasan teori penelitian. Landasan teori penelitian dijelaskan dalam bab ini. “ Analisis Pengaruh Tingkat Kevakuman Terhadap Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* Di Kapal Mt. Savir Lion”

1. Analisis

Secara etimologis, analisi di definisikan sebagai proses dekomposisi topik atau substansi yang kompleks menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana guna memperoleh pemahaman mendalam. Aktivitas ini melibatkan serangkaian tahapan mulai dari penguraian, pembedaan, hingga pengelompokan komponen berdasarkan kriteria spesifik untuk kemudian diinterpretasikan maknanya. Selain itu, analisis juga dipandang sebagai Upaya observasi mendetail terhadap suatu objek dengan mengurai komponen pembentuknya sebagai bahan kajian lebih lanjut. (Prawiro, 2020)

2. *Fresh Water*

Menurut Syahputra (2021) dalam Jurnal Teknik Perkapalan Nusantara, bunker air tawar merupakan bagian dari kegiatan *bunkering*, yaitu proses penerimaan cairan ke atas kapal tidak hanya bahan bakar, tetapi juga air tawar. Proses ini harus memperhatikan kebersihan tangki, kontrol kualitas air, serta tekanan dan laju aliran agar tidak menyebabkan kerusakan pada sistem perpipaan kapal.

Menurut Gleick (2023) air tawar adalah air dengan konsentrasi garam terlarut yang rendah, biasanya kurang dari 0,5 gram per liter. Secara kimia,

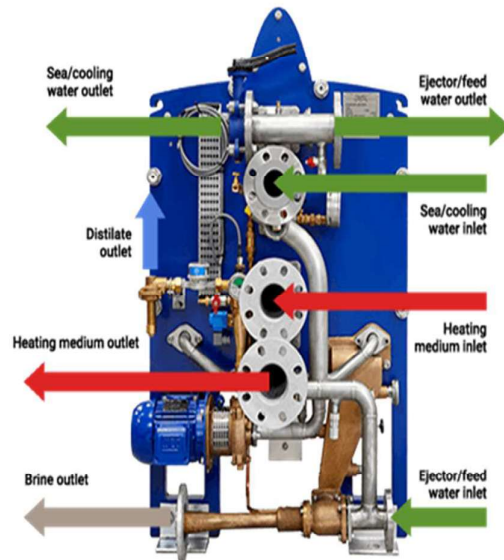
tetap berupa H₂O tetapi sering kali mengandung jejak mineral alami.

Air tawar ini terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber, menurut Rofiq (2020) air distilasi adalah air yang dihasilkan dari proses pemanasan dan pendinginan (kondensasi), sehingga sangat murni dan bebas mineral. Umumnya digunakan untuk sistem mesin, baterai, dan laboratorium.

- Tidak berwarna 100% H₂O
- Tidak mengandung mineral
- Digunakan untuk kebutuhan teknis

3. *Fresh Water Generator*

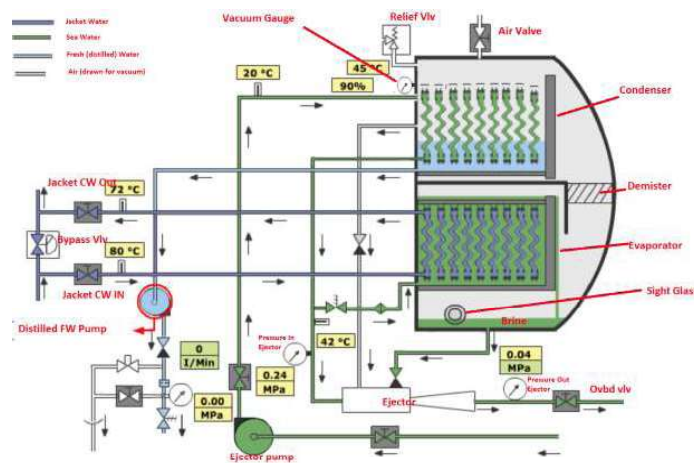
Definisi *fresh water generator* menurut Nawawi (2022) Kondensat merupakan air tawar hasil proses distilasi di dalam kondensor, yang terbentuk setelah uap air laut hasil penguapan di evaporator didinginkan. Sistem *fresh water generator* ini terdiri dari berbagai komponen utama, meliputi penukar panas (*heat exchanger*), separator, *shell*, kondesor, ejector udara dan air garam (*brine*), pompa ejector, pompa distilasi, indikator salinitas, serta katup solenoida. Efisiensi operasional sistem ini tercapai dengan memanfaatkan panas buang dari air pendingin mesin diesel sebagai sumber energi pemanas, sehingga meminimalkan konsumsi bahan bakar. Dalam prosesnya, air laut akan menguap saat mencapai titik didih di ruang vakum, dan uap tersebut kemudian mengalami perpindahan panas di sisi kondensor yang menggunakan media pendingin air laut hingga kembali menjadi bentuk cair (kondensat) yang siap di distribusikan setelah melalui pengecekan kadar garam.



Gambar 2. 1 *Fresh Water Generator*

Sumber: Alva Laval (2015-2025)

4. *Prinsip Dan Sistem Kerja Fresh Water Generator*



Gambar 2.2 Sistem Kerja Fresh Water Generator

Sumber : Fresh Water Generator - Low Production - Basic troubleshooting
Technical Management Quesas

Menurut Purustoma & Riyanto (2023) Sistem kerja pesawat bantu *fresh water generator* secara garis besar dapat di gambarkan dengan singkat yaitu air laut di pompa kedalam evaporator, air dengan kevakuman antara 85% sampai dengan 90% sehingga air laut akan menguap, uap air laut yang panas akan didinginkan di kondensor sehingga membentuk butir-butir air,

selanjutnya butir-butir air tersebut akan di tampung, kemudian dihisap oleh pompa distilasi dan dialirkan ke dalam tangki air tawar. Dengan penggunaan fresh water generator di atas kapal MT. Galunggung dalam mengubah air laut menjadi air tawar, maka kebutuhan air tawar dapat terpenuhi meskipun kapal berlayar dalam jangkau waktu yang lama untuk mencapai pelabuhan tujuan.

Menurut Ramadhan (2022) proses kerja pada fresh water generator pada dasarnya merubah air laut menjadi air tawar melalui proses pemanasan pada tekanan vakum dan pendinginan pada proses kondensasi dan selanjutnya air tawar tersebut dialirkan ke dalam tangki penampungan. Air tawar hasil penguapan yang telah dikondensasikan tersebut harus diadakan pemeriksaan terhadap kandungan kadar garamnya. Kadar garam yang diijinkan adalah 2 ppm, bila kandungan kadar garamnya lebih dari 2 ppm maka fresh water generator akan memproses ulang hingga menghasilkan air tawar dengan kadar garam tidak lebih dari 2 ppm, air tawar hasil kondensasi.

5. Jenis- jenis *Fresh Water Generator*

a. Single-Stage Vacuum Distillation



Gambar 2. 3 Single-Stage Vacuum Distillation
Sumber: <https://images.squarespace. jpg>

Jenis FWG ini merupakan sistem distilasi yang bekerja di bawah tekanan rendah (vakum), yang bertujuan untuk menurunkan titik didih air laut sehingga memungkinkan evaporasi terjadi pada suhu yang lebih rendah (sekitar 60–70 °C). Setelah air laut diuapkan, uap tersebut kemudian dikondensasikan menggunakan pendingin (cooling water) untuk menghasilkan air tawar.

Menurut Asman Ala et al. (2021), sistem FWG jenis ini banyak digunakan di kapal-kapal niaga karena keandalannya dan kesederhanaan teknisnya. Prinsip kerjanya adalah menurunkan tekanan udara dalam evaporator untuk mempercepat proses penguapan air laut. Uap yang dihasilkan dikondensasikan dan dikumpulkan sebagai air tawar. Efisiensi sistem ini sangat bergantung pada suhu uap pemanas dan efektivitas kondensor.

Fresh Water Generator jenis vacuum distillation bekerja dengan memanfaatkan prinsip perbedaan tekanan untuk menghasilkan air tawar dengan titik didih yang rendah, sehingga efisiensi termal dapat ditingkatkan (Asman Ala et al., 2021).

b. *Low Pressure Evaporator* (LPE)



Gambar 2.4 Low Pressure Evaporator

Sumber : <https://savree.com/en/encyclopedia/fresh-water-generator>

Menurut Baihaqi et al. (2024) jenis FWG yang umum digunakan di kapal adalah *Low Pressure Fresh Water Generator* dengan tekanan: -88 bar vakum dan suhu kerja: 58–60°C. Sistem ini bekerja dengan prinsip evaporasi dan kondensasi di bawah tekanan rendah/vakum, sehingga memungkinkan air laut menguap pada suhu lebih rendah dan kemudian dikondensasi menjadi air tawar menggunakan pendingin dari sistem air laut. *Low Pressure* FWG umumnya memanfaatkan panas dari *jacket cooling water* mesin utama.

- *Evaporator Plate* (merah) tempat air laut menguap di bawah tekanan rendah.
 - *Condenser Plate* (biru/hijau) mendinginkan uap menjadi air tawar.
 - *Ejector Brine/Air* menjaga vakum dan membuang air asin serta gas tak terkondensasi.
 - *Demister* menyaring tetesan garam agar tidak terbawa ke uap.
 - *Salinometer & Valve* mengukur salinitas air tawar dan mengatur aliran sesuai standar.
 - *Pompa Distilat & Seawater Pump* memompa air tawar hasil kondensasi dan mensuplai air laut ke sistem.
- 1) Prinsip kerja: memanfaatkan panas buangan dari *jacket cooling water main engine* atau uap (steam) untuk memanaskan air laut dalam kondisi vakum, sehingga titik didih turun menjadi 40–60°C. Uap air hasil penguapan kemudian dikondensasikan menggunakan air laut dingin.
 - 2) Komponen utama: evaporator chamber, condenser, air

ejector/vacuum pump, brine ejector, distillate pump, salinity meter.

- 3) Kelebihan: hemat energi, kualitas air cukup baik (salinity < 10 ppm), mudah dioperasikan.
- 4) Kekurangan: kapasitas terbatas (5–60 ton/hari), perawatan scaling kerak garam cukup intensif.
- 5) Aplikasi: kapal niaga umum (bulk carrier, tanker, container ship).

c. *Vacuum Distillation Type*



Gambar 2.5 Vacuum Distillation Type

Sumber : <https://www.alfalaval.com/products/process-solutions/fresh-water-generation/single-stage-fresh-water-generator/aqua-blue/>

- 1) Prinsip kerja : vacuum distillation FWG mengandalkan prinsip penurunan titik didih melalui tekanan rendah, sehingga efisien untuk aplikasi di kapal niaga” (Asman Ala et al., 2021) Mirip dengan LPE, hanya desainnya lebih modern dengan kontrol otomatis yang *multiple-effect distillation* untuk meningkatkan efisiensi, di mana uap dari tahap pertama digunakan kembali untuk memanaskan tahap berikutnya.

- 2) Kapasitas: 10–100 ton/hari.
- 3) Kelebihan: efisiensi panas lebih tinggi dibanding LPE konvensional.
- 4) Kekurangan: instalasi lebih rumit.

d. *Reverse Osmosis (RO) Plant*



Gambar 2.6 Reverse Osmosis (RO) Plant

Sumber : <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/reverse-osmosis-freshwater-makers>

Jenis lainnya adalah Reverse Osmosis (RO), prinsip kerja air laut ditekan hingga 50–70 bar dan dialirkan melalui membran, menghasilkan air tawar dan *brine*. Menurut Chen et al. (2023) RO mampu menghasilkan air tawar dengan tingkat kemurnian yang tinggi tanpa menggunakan panas, tetapi membutuhkan pompa tekanan tinggi dan sistem pemeliharaan membran yang lebih kompleks. Komponen utama meliputi:

- *Prefiltration stages*: Media filter multimedia dan precision filter untuk menghilangkan partikel besar sebelum menuju membran ro
- *High-pressure pump*: Menghasilkan tekanan tinggi yang memaksa air melewati membran semi-permeabel
- *Membrane RO*: Menghalangi garam dan kontaminan sehingga hanya

molekul air (H₂O) yang lolos sebagai *permeate*

- *Brine reject*: Air asin yang tersisa dibuang atau diarahkan kembali ke laut
 - *(Optional) Post-treatment*: remineralisasi, koreksi pH, atau disinfeksi sebelum didistribusikan
- 1) Prinsip kerja: menggunakan membran semi-permeable yang hanya dapat dilewati molekul air. Air laut dipompa dengan tekanan tinggi (30–60 bar) agar molekul air menembus membran, sementara garam dan mineral tertinggal.
 - 2) Komponen: pre-filter (sediment filter, carbon filter), high pressure pump, RO membrane, chemical dosing unit.
 - 3) Kelebihan: Menurut Prasetyo et al. (2023) FWG dengan sistem RO semakin banyak digunakan di kapal modern karena ukuran yang lebih kecil dan efisiensi yang lebih tinggi dalam kondisi tertentu. “Sistem *reverse osmosis* pada FWG memiliki keuntungan dari sisi ukuran dan efisiensi bahan bakar, namun membutuhkan kontrol kualitas air laut yang baik”. Menurut Prasetyo et al. (2023) kualitas air sangat tinggi (salinity < 2 ppm), tidak bergantung pada *waste heat*, produksi lebih fleksibel.
 - 4) Kekurangan: konsumsi listrik tinggi, membran mahal & sensitif, membutuhkan *chemical treatment*.
 - 5) Kapasitas: 10–300 ton/hari.
 - 6) Aplikasi: kapal modern, offshore support vessel, kapal perang.

e. *Plate Type Fresh Water Generator*

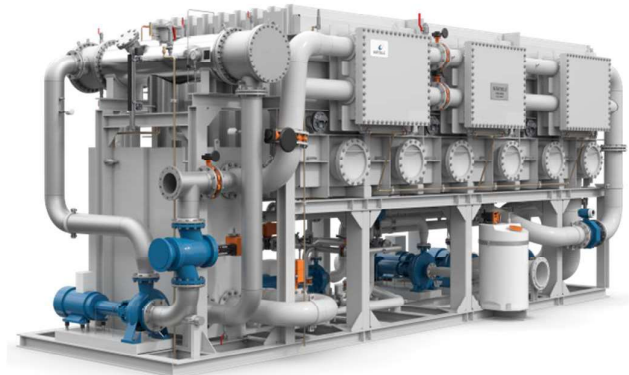


Gambar 2.7 Plate Type Fresh Water Generator

Sumber : <https://phe-nordic.com/fresh-water-generators-plates/>

- 1) Prinsip kerja: sama dengan LPE, tetapi menggunakan plate heat exchanger untuk memperbesar luas perpindahan panas.
- 2) Komponen : desain kompak dan ringan, cocok untuk kapal dengan ruang mesin terbatas.
- 3) Kapasitas: 10–100 ton/hari.
- 4) Kelebihan: menurut Rahman et al. (2022) Plate-type FWG cocok untuk kapal dengan ruang mesin terbatas karena ukurannya yang ringkas dan efisiensi perpindahan panas yang baik perawatan lebih mudah, ukuran kecil, efisiensi perpindahan panas tinggi.
- 5) Kekurangan: rentan scaling bila kualitas air laut buruk, kapasitas terbatas.
- 6) Aplikasi: kapal tanker ukuran menengah, general cargo.

f. Multi-Stage Flash Distillation (MSF)



Gambar 2.8 Multi-Stage Flash Distillation (MSF)

Sumber : <https://www.wartsila.com/waw/freshwater/multi-stage-flash-evaporators>

- 1) Prinsip kerja: air laut dipanaskan lalu dialirkan melalui serangkaian ruang bertekanan rendah (stage). Di tiap stage sebagian air menguap (flash evaporation), kemudian dikondensasikan menjadi air tawar.
- 2) Kapasitas: 100-1500 ton/hari.
- 3) Kelebihan: sangat cocok untuk kebutuhan besar, memanfaatkan panas buangan.
- 4) Kekurangan: instalasi besar dan kompleks, butuh ruang mesin luas.
- 5) Aplikasi: kapal LNG carrier, kapal besar dengan kebutuhan air tinggi.

g. *Vapor Compression Distillation (VCD)*



Gambar 2.9 Vapor Compression Distillation (VCD)

Sumber : <https://www.stilmas.com/equipment/vapor-compression-still>

- 1) Prinsip kerja: uap air hasil evaporasi dikompresi menggunakan compressor atau steam ejector, sehingga tekanannya naik lalu dikondensasikan untuk menghasilkan air tawar.
- 2) Jenis: Ada yang memakai compressor (Mechanical Vapor Compression (MVC)) dan steam ejector (Thermal Vapor Compression (TVC))
- 3) Kelebihan: hemat energi, produksi stabil, kualitas air baik.
- 4) Kekurangan: biaya investasi tinggi, perawatan compressor intensif.
- 5) Kapasitas: 10–200 ton/hari.
- 6) Aplikasi: offshore platform, kapal penumpang modern.

h. Solar Powered Fresh Water Generator



Gambar 2.10 Solar Powered Fresh Water Generator

Sumber : <https://i.ytimg.com/vi/wOzZEIId5s/maxresdefault.jpg>

Peneliti di Universitas Waterloo Canada telah mengembangkan perangkat bertenaga solar yang dengan efisien mengubah air laut menjadi air minum. Teknologi inovatif ini memanfaatkan proses penguapan yang didorong oleh sinar matahari, meniru siklus air alami. Perangkat ini dapat menghasilkan sekitar 20 liter air tawar per meter persegi setiap hari, secara signifikan meningkatkan metode desalinasi tradisional yang memerlukan banyak energi dan pemeliharaan yang sering. Teknologi ini dirancang untuk terus-menerus mendesalinasi air tanpa memerlukan pemeliharaan besar, menjawab kebutuhan mendesak akan solusi air tawar, terutama di negara-negara pesisir dan pulau yang menghadapi kekurangan air.

6. Pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih air laut

Menurut Widodo (2021) air akan mulai mendidih saat tekanan uap jenuh dari air sama dengan tekanan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, dengan menciptakan kondisi vakum di dalam ruang *evaporator*, air laut bisa

mendidih hanya pada suhu 45–70°C, jauh lebih rendah dari suhu normal mendidih.

Dalam sistem *Fresh Water Generator* (FWG), prinsip penurunan tekanan digunakan agar air laut dapat diuapkan pada suhu yang lebih rendah, yaitu di bawah 100°C. Menurut Rahmawati (2023) penggunaan sistem vakum dalam FWG memiliki beberapa keuntungan:

- Menghemat energi karena tidak perlu memanaskan air hingga 100°C.
- Meminimalkan korosi, karena suhu lebih rendah memperlambat reaksi kimia antara logam dan air laut.
- Mengurangi endapan garam (*scale*) di dalam evaporator karena suhu rendah mencegah pembentukan kerak.

Proses ini berkaitan erat dengan Hukum Termodinamika Pertama (konservasi energi) dan tekanan uap jenuh, di mana pada suhu tertentu, cairan akan mendidih saat tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan lingkungan.

Menurut Mahadir (2023) Ketika tekanan 1 atmosfer, maka air mulai mendidih di suhu 100°C, jika tekanan diperbesar otomatis titik didihnya juga meningkat, begitu juga bila tekanan diperkecil otomatis titik didihnya menurun. Ketika pendingin mesin induk masih mendapatkan suhu yang tinggi gunakan sebagai pemanas untuk evaporator, karena pada bagian ini tekanannya diturunkan, sehingga pada suhu kurang lebih 55°C air telah mendidih, kemudian akan terjadi penguapan. dalam konsentrasi garam. Sisi air laut tidak memiliki waktu penguapan di evaporator, ini disebut gas Brein serta agar melindungi batas status kandungan garam yang terjamin, di sisi

lain kondensat yang berlalu pada kondensor daripada pompa kondensat mengalir menuju tangki air tawar.

Menurut (Pramono, 2019), Termodinamika untuk ahli mesin kapal kapal uraian di atas dapat dibuktikan dengan memakai rumus gabungan hukum Boyle dan hukum Charles

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

Gambar 2.10 Rumus Persamaan Titik Didih Terhadap Tekanan
Sumber : Buku Termodinamika A.N Pramono

Dimana:

P = Tekanan (Kg/cm²)

V = Volume (m³)

T = Temperatur (°C)

7. Cara pengoperasian *Fresh Water Generator*

Menurut *insruction manual book* Sondex SFD (Sondex Freshwater Distiller) menggunakan panas dari air pendingin jaket mesin diesel atau uap jenuh sebagai sumber panas untuk menguapkan air laut pada kondisi vakum tinggi sehingga evaporasi terjadi pada suhu lebih rendah dari 48°C. Terdiri dari 2 set heat exchanger titanium sebagai evaporator dan kondensor.

a. Pengoperasian Awal:

- 1) Pastikan katup masuk dan keluar air pendingin jaket mesin tertutup.
- 2) Buka katup pengosongan untuk menguras sistem, lalu tutup kembali.
- 3) Nyalakan panel kontrol dan mulai pompa ejector.
- 4) Pastikan tekanan air ejector kurang lebih 4 bar.
- 5) Buka katup uap jika menggunakan sumber uap, dan atur suhu pada

90°C (jangan turunkan saat SFD beroperasi).

- 6) Setelah vakum minimum 90% tercapai dalam 10 menit, buka katup masuk air baku (feed water).

b. Proses Evaporasi dan Kondensasi:

- 1) Air baku menguap dalam chamber evaporasi karena vakum.
- 2) Uap dialirkan melalui demister dan separator plate untuk memisahkan butiran air yang terbawa.
- 3) Uap bersih melewati kondensor titanium yang didinginkan air laut dingin dan kemudian berubah menjadi air tawar.
- 4) Air tawar dipompa keluar menggunakan pompa air tawar integral.

c. Sistem Kontrol dan Keamanan:

- 1) Salinometer mengawasi kadar garam air tawar agar tetap di bawah batas preset (1-10 ppm).
- 2) Jika salinitas terlalu tinggi, solenoid valve akan membuka dan air hasil distilasi yang tidak layak digunakan dikembalikan ke intake atau dibuang.
- 3) Tekanan air tawar harus dijaga antara 1,2-1,6 bar, hingga maksimum 2,4 bar dalam kondisi tertentu.
- 4) Jangan membuka katup uap sebelum pompa ejector berjalan dan memasok air ke heat exchanger.

d. Penghentian dan Pergantian Sumber Panas:

- 1) Saat berhenti, pastikan katup uap ditutup sepenuhnya.
- 2) Buka penuh by pass valve air pendingin mesin induk.
- 3) Tutup penuh valve out air pendingin mesin induk.

- 4) Tutup valve inlet air pendingin mesin induk.
- 5) Hentikan pompa air tawar dengan menutup valve out.
- 6) Dinginkan dengan sirkulasi air umpan ejector selama 30 menit.
- 7) Matikan salinometer dan unit dosis kimia.
- 8) Matikan pompa, buka air vent, dan tutup katup in/out pompa ejector.
- 9) Tutup katup overboard dan katup pengisian tangki.
- 10) Untuk beralih dari uap ke air pendingin jaket: hentikan suplai uap, biarkan sistem dingin, matikan pompa sirkulasi, tutup katup setelah injector uap dan buka katup air pendingin jaket.

e. Pemeliharaan dan Pencegahan:

- 1) Pantau kualitas air laut karena air yang terlalu tercemar dapat menurunkan kualitas air tawar.
- 2) Jalankan pemeriksaan berkala suhu, tekanan, dan tingkat produksi sesuai spesifikasi.
- 3) Jangan biarkan pompa berjalan tanpa air untuk menghindari kerusakan.

Secara keseluruhan, Sondex SFD23/35 adalah sistem distilasi air laut otomatis menggunakan vakum dan pemanasan rendah temperatur untuk menghasilkan air tawar berkualitas tinggi di kapal. Manual operasi lengkap mencakup prosedur start-up, pengoperasian normal, pengendalian keamanan, serta perawatan harian.

8. Sistem Kontrol Operasi *Fresh Water Generator*

Selain dari aspek mekanis, pendekatan kontrol sistem juga menjadi perhatian dalam pengembangan FWG. Kralj et al. (2021) mengtakan pada

saat meneliti metode optimalisasi sistem kontrol pada single-stage FWG dengan menggunakan model matematis berbasis neraca energi. Mereka mengembangkan strategi pengoperasian yang lebih efisien dengan mempertimbangkan waktu overhaul dan masa operasi mesin.

Sistem kontrol ini memungkinkan FWG bekerja secara otomatis dan hanya beroperasi ketika kondisi optimal tercapai. Dengan begitu, konsumsi energi dapat ditekan dan umur alat menjadi lebih panjang.

Pengembangan model kontrol FWG berbasis energi memungkinkan operator untuk meminimalkan waktu henti dan meningkatkan efektivitas proses desalinasi” (Kralj et al., 2021).

9. Bagian-bagian *Fresh Water Generator*

a. *Evaporator*

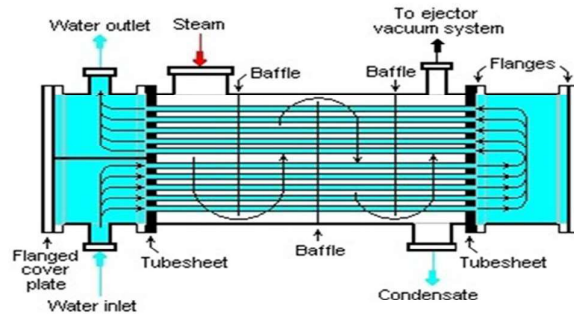


Gambar 2.12 Evaporator

Sumber: Separator spares & equipment Llc (2009)

Menurut Ismiyati (2020), evaporator di definisikan sebagai media perubahan fase fluida dari bentuk cair menjadi uap, di mana pelarut dipisahkan dari larutannya untuk mendapatkan konsentrasi yang lebih pekat. Pada unit *fresh water genertor*, komponen ini umumnya terletak di bagian bawah dan berbentuk susunan plat. Dalam mekanisme kerjanya, plat-plat evaporator mengguakan air tawar pendingin sesin induk sebagai media pemanas, sementara air laut di proses di dalamnya untuk menghasilkan uap air tawar.

b. Kondensor



Gambar 2.13 Kondensor
Sumber: Rakhman.net (2013)

Menurut Jurnal Ilmiah Teknik Mesin dan Industri (2023) dan Maulana et al. (2020) kondensor adalah komponen mesin penukar panas (heat exchanger) yang berfungsi untuk mengubah uap panas menjadi cairan dengan cara mendinginkan uap tersebut melalui medium pendingin, seperti udara atau air. Proses kondensasi terjadi ketika uap jatuh bersentuhan dengan permukaan yang suhunya lebih rendah, sehingga panas dilepaskan dan uap berubah menjadi cairan. Efektivitas kondensor sangat penting dalam berbagai aplikasi seperti sistem pendingin dan proses destilasi karena mempengaruhi efisiensi keseluruhan system.

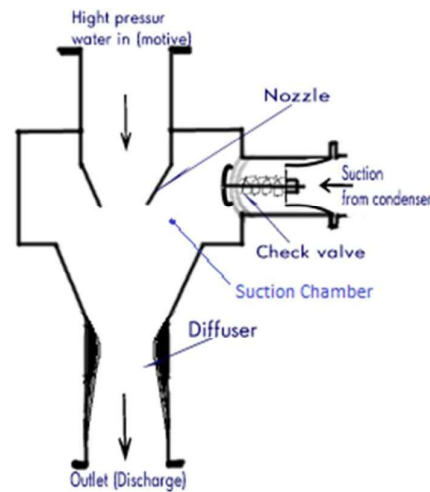
c. *Ejector pump*



Gambar 2. 14 Ejector Pump
Sumber: osmo marina (2023)

Menurut Rowa & Aryandi (2023) ejector merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan udara atau gas maupun cairan yang tidak dapat di kondensasikan ditempat-tempat *vacuum* dapat dibidang jenis kompresi. Tekanan tinggi yang dialirkan melalui sebuah *nozzle* yang mengakibatkan pengembangan dan menyebabkan timbulnya *vaccum*. Uap yang dialirkan melalui *nozzle* mempunyai kecepatan yang tinggi sehingga udara yang tidak dapat di kondensasikan disekitar tempat *vacuum* tersebut, dan mengakibatkan perubahan energi kinetic menjadi energi tekan.

Cara Kerja Ejector Pump Menurut Rowa & Aryandi (2023) pompa ejector pada fresh water generator digunakan untuk menghisap air laut dari sea chest dan diteruskan ke pipa ejector untuk memasok air laut yang akan di jadikan air tawar dan juga menurunkan tekanan atmosfer dalam ruang evaporasi di bawah tekanan 1 atmosfer, yang dengan menghisap air laut yang diteruskan ke pipa water ejector dengan tekanan air laut yang tinggi, maka udara dapat ikut terisap keluar dari ruang evaporator dan condenser. Sehingga didalam ruangan tersebut menjadi *vacuum*. Garam ikut bersama isapan air laut pada water ejector. Air laut tekanan dari ejector pump selain ke ejector juga menuju ke evaporator yang akan dipanaskan

d. *Air ejector*

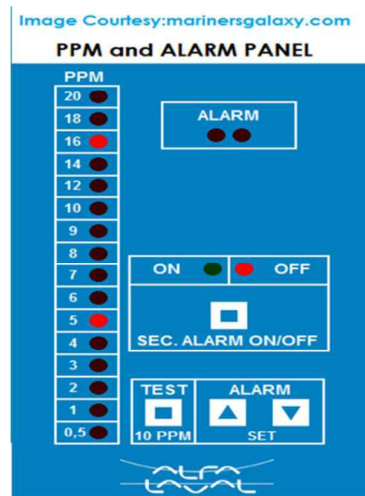
Gambar 2. 15 Air Ejector

Sumber: kucing2000 (2023)

Air ejector adalah perangkat yang menggunakan aliran fluida berkecepatan tinggi untuk menciptakan ruang hampa atau area tekanan rendah. Prinsip kerjanya mirip dengan ejector uap tetapi menggunakan udara bertekanan sebagai fluida kerja.

Menurut Mehta (2024), *air ejector* merupakan komponen krusial pada *fresh water generator* yang berfungsi menciptakan kondisi vakum di bawah tekanan atmosfer. Mekanisme ini bekerja dengan memanfaatkan aliran air laut bertekanan tinggi yang dialirkan melalui nozzel ejektor untuk menimbulkan efek hisap. Proses ini tidak hanya menarik udara dari dalam kondensor, tetapi juga membuang akumulasi air garam pekat (*brine*) dan kontaminan hasil sisa penguapan kembali ke laut. Sistem pembuangan ini umumnya mengintegrasikan pompa, katup, dan jaringan pipa untuk memastikan sirkulasi pembuangan berjalan optimal.

e. Salinometer



Gambar 2. 16 Salinometer
Sumber: mariners galaxy (2015)

Salinometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur salinitas atau kadar garam terlarut dalam suatu larutan, khususnya air. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa tingkat keasinan berbanding lurus dengan daya hantar listrik (konduktivitas) air. Semakin tinggi kadar garam, semakin tinggi pula konduktivitasnya, dan salinometer akan memberikan pembacaan yang sesuai.

Fungsi salinometer pada *fresh water generator* amat penting, Antonius (2024) menjelaskan bahwa indikator kadar garam digunakan untuk memantau kualitas air tawar yang dihasilkan oleh *Fresh Water Generator* di atas kapal. Alat ini memastikan bahwa kadar garam dalam air tawar tetap dalam batas yang diizinkan, sehingga air tersebut aman digunakan untuk keperluan domestik dan operasional kapal.

Menurut Rahman (2024) Alat ini berguna untuk mendeteksi kadar garam yang dikandung oleh air tawar hasil produksi dari *fresh water generator* melalui salinity cell. Jika kadar garamnya melebihi

dari batas-nya, misal 10 ppm (part per million) maka alat ini akan memberikan tanda.

Salinometer merupakan komponen vital pada *fresh water generator* yang berfungsi memantau tingkat salinitas air hasil produksi secara berkelanjutan. Melalui unit *salinity cell*, alat ini mendeteksi kandungan garam dengan ambang batas maksimal umumnya sebesar 10 ppm. Salinometer terintegrasi secara otomatis dengan *solenoid valve* yang apabila kadar garam melampaui batas normal, sistem akan mengaktifkan alarm dan menghentikan suplai air ke tangki penyimpanan. Mekanisme pengamanan ini bertujuan untuk mencegah kontaminasi air berkualitas buruk ke dalam tangki penampungan dengan cara mengalihkan aliran kembali ke evaporator untuk di proses ulang.

f. Pompa Air Tawar (*Distillate Pump*)



Gambar 2. 17 Distillate Pump
Sumber: hyorsa (2023-2024)

Adapun pengertian pompa *fresh water (distillate pump)* menurut Lio (2020) yaitu pompa yang terletak di bagian paling bawah mesin penghasil air tawar. Dibutuhkan pengisapan dari kondensat uap; dan dibuang ke tangki air minum di kapal. Keluarannya melewati salinometer yang memeriksa kandungan garam dalam air keluaran.

Sebagai bagian dari peralatan bantu generator air tawar, pompa distilat menyedot air tawar yang telah mengalami kondensasi dalam sistem sebelum mengirimnya ke tangki penyimpanan air tawar kapal untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan keperluan lainnya.

g. *Flow meter*



Gambar 2. 18 Flow Meter

Sumber: Edukasi-Tentang-Flow-Meter-Air (2023)

Fungsi *flow meter* menurut Ferdyan (2024) adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi adanya suatu aliran (*liquid, gas, powder*) dalam suatu jalur aliran, dengan segala aspek aliran itu sendiri yang meliputi kecepatan aliran atau *flow rate* dan total massa atau volume dari material yang mengalir dalam jangka waktu tertentu atau sering disebut dengan istilah *totalizer*.

Fungsi *flow meter* sangat penting untuk menunjang pengoperasian *fresh water generator*, Simonson (2023) berpendapat jika *flow meter* merupakan instrumen pengukur yang berfungsi untuk menentukan laju aliran fluida berdasarkan volume atau massa. Perangkat ini tersedia dalam berbagai tipe dengan prinsip kerja, tingkat akurasi, dan persyaratan instalasi yang beragam, baik untuk diaplikasikan pada sistem tertutup seperti jaringan perpipaan maupun sistem terbuka.

Dalam operasional *fresh water generator*, *flow meter* berperan strategis sebagai unit pemantau untuk mengukur secara akurat kuantitas air tawar yang dihasilkan dari proses distilasi sebelum di distribusikan ke tangki penyimpanan.

h. *Pressure Vacuum Gauge*



Gambar 2. 19 Pressure Vacuum Gauge

Sumber: sentra kalibrasi industri(2021)

Merujuk pada Paul (2024) *pressure vacuum gauge* didefinisikan sebagai instrumen pengukur tekanan negatif, yakni kondisi dimana tekanan berada di bawah level atmosfer atau barometrik. Alat ini di kalibrasi secara khusus mulai dari tekanan atmosfer untuk membaca besaran vakum di dalam suatu bejana. Dalam operasional *fresh water generator*, perangkat ini sangat vital untuk memantau stabilitas tekanan rendah dan daya hisap pompa, guna memastikan proses distilasi berjalan optimal sehingga produksi air tawar tetap lancar selama operasionalnya.

Untuk mengidentifikasi tingkat kevakuman diperlukan *pressure vacuum gauge*. Menurut Astawa (2020) disebutkan bahwa *pressure vacuum gauge* digunakan untuk mengukur tekanan di dalam *shell separator*. Pengukuran ini sangat penting untuk memantau dan

mengontrol kondisi operasi *fresh water generator*, sehingga dapat memastikan efisiensi proses produksi air tawar dari air laut.

Menurut Widodo (2023) untuk memantau Tingkat Kevakuman *Gauge* ini mengukur apakah tekanan di dalam ruang *evaporator* dan kondensor berada pada kisaran kelembaban ideal (~90–99 % vakum). Data ini menentukan suhu didih air laut (sekitar 45–60 °C) agar evaporasi dapat terjadi tanpa pemanasan berlebih.

Mengetahui Malfungsi *Ejector Pump* atau Kebocoran Penurunan nilai vakum yang ditunjukkan gauge bisa mengindikasikan:

- Tekanan pompa *ejector* turun (misalnya <2 bar)
- *Mechanical seal* rusak dan kebocoran *rubber seal* pada shell
- Saringan *ejector pump* tersumbat oleh kotoran atau lumpur laut

Berdasarkan riset Susanto et al. (2021) saat tekanan *ejector* 8–16 bar tercapai, vakum bisa 99–100% dan produksi air tawar mencapai 6.879 liter/hari. Sebaliknya, jika vakum hanya 80% (karena *ejector* lemah), produksi air drop hingga 2.767 liter/hari

Menentukan hasil efisiensi produksi air berdasarkan riset Susanto et al. (2021) saat tekanan *ejector* 8–16 bar tercapai, vakum bisa 99–100% dan produksi air tawar mencapai 6.879 liter/hari. Sebaliknya, jika vakum hanya 80% (karena *ejector* lemah), produksi air drop hingga 2.767 liter/hari.

Gauge ini sering berupa *compound pressure gauge*, yang mengukur tekanan posisi di bawah atmosfer dan *vacuum* secara simultan. Penurunan bacaan ke <90 % vakum sejak awal proses dapat

menandakan perlunya intervensi teknis seperti penggantian *seal*, pembersihan saringan, atau perawatan *ejector*.

10. Sistem perawatan

Secara umum, setiap perangkat teknis memiliki keterbatasan masa pakai dan rentan terhadap degradasi fungsi seiring berjalannya waktu serta durasi penggunaan. Namun, melalui prosedur perawatan dan perbaikan yang terencana, usia operasional suatu perangkat dapat dioptimalkan. Dalam konteks operasional mesin di atas kapal, implementasi manajemen perawatan yang mencakup pemeliharaan rutin dan tindakan korektif menjadi aspek krusial untuk mencegah kerusakan fatal serta menjamin keandalan sistem secara berkelanjutan.

a. Pengertian Pemeliharaan (*Maintenance*) yang diambil dari beberapa artikel sebagai pedoman teori:

- 1) Maintenance adalah pelaksanaan perawatan yang sesuai dengan buku petunjuk permesinan, yang meliputi jadwal perawatan berdasarkan jam kerja mesin, pengisian bahan kimia untuk mencegah kerak, serta pembersihan bagian-bagian penting seperti evaporator dan pompa *ejector*. Hal ini bertujuan mempertahankan kondisi mesin agar tetap awet dan berfungsi optimal dalam menghasilkan air tawar (Wulandari et al., 2019)
- 2) Nurlaela (2024) mengartikan pemeliharaan sebagai serangkaian tindakan protektif dan korektif yang mencakup perbaikan serta penggantian suku cadang guna memastikan alat tetap berfungsi sesuai standar yang diharapkan. Secara garis, pemeliharaan dapat

disimpulkan sebagai upaya sistematis untuk menjaga kesiapan operasional seluruh perangkat dan fasilitas agar selalu dalam kondisi siap pakai.

- 3) *Planned Maintenance* atau perawatan yang terjadwal merupakan strategi yang diterapkan untuk meminimalkan waktu henti (*downtime*) dan menekan biaya akibat kerusakan mendadak. Menurut Ashley (2022), metode ini merupakan bentuk dasar dari pemeliharaan preventif yang memerlukan perencanaan matang terkait suku cadang, peralatan, serta tenaga ahli yang dibutuhkan. Tujuan utamanya adalah menjamin efisiensi maksimal pesawat bantu sehingga dapat beroperasi dengan aman tanpa ada kendala teknis.

11. Masalah yang sering terjadi di *fresh water generator*

Berdasarkan tinjauan Sargun Sethi (2021), terdapat beberapa kendala umum yang sering terjadi pada operasional *fresh water generator* di antaranya :

- a. Rendahnya laju produksi air tawar.
- b. Penurunan suhu penguapan dan kevakuman pada evaporator.
- c. Malfungsi *air ejector*.
- d. Penumpukan distilat pada gelas duga.
- e. Tingginya kadar garam pada hasil penyulingan.
- f. Tidak stabilnya volume air umpan.

12. *Engine crew department*

Departemen mesin (*engine crew departement*) terdiri dari jajaran perwira dan anak buah kapal (ABK) yang dituntut bersinergi dalam aspek pemeliharaan serta perawatan teknis. Berikut adalah rincian jabatan beserta uraian tugas dan tanggung jawab personel di unit mesin pada kapal MT. Savir Lion :

a. *Chief Engineer/Kepala Kamar Mesin*

Chief Engineer adalah seorang jabatan tertinggi di *Engine Crew Department* yang memegang penuh tanggung jawab yang meliputi semua permesinan yang ada dikapal MT. Savir Lion.

b. *First Engineer/Masinis I*

First Engineer adalah seorang yang bertugas membantu *Chief Engineer* sebagai kepala kerja. *First Engineer* bertanggung jawab dalam pengoperasian dan perawatan *main engine* dan sistem *hydraulic*.

c. *Second Engineer/Masinis II*

Second Engineer sebagai perwira *engineer* yang mempunyai tugas dan tanggung jawab pengoperasian dan perawatan *auxiliary engine*. *Second Engineer* melaksanakan jaga pada jam 12-4.

d. *Third Engineer/Masinis III*

Third Engineer berperan sebagai perwira *engineer* yang mempunyai tugas dan tanggung jawab penuh pada pengoperasian dan perawatan permesinan bantu diatas kapal seperti pada *boiler*, kelistrikan, *purifier*, pompa-pompa, dan permesinan bantu lainnya. *Third Engineer* melaksanakan dinas jaga pada jam 8-12.

e. *ETO(Electro Technical Officer)*

Seorang perwira di kapal yang bertanggung jawab atas sistem kelistrikan dan elektronik kapal. ETO memastikan semua peralatan elektronik dan kelistrikan berfungsi dengan baik, mulai dari sistem navigasi, komunikasi, hingga sistem kelistrikan utama

f. *Oiler/Juru Minyak*

Oiler bertugas untuk melaksanakan order sesuai perintah dari perwira dan melaksanakan dinas jaga bersama dengan perwira.

g. *Foreman/Mandor*

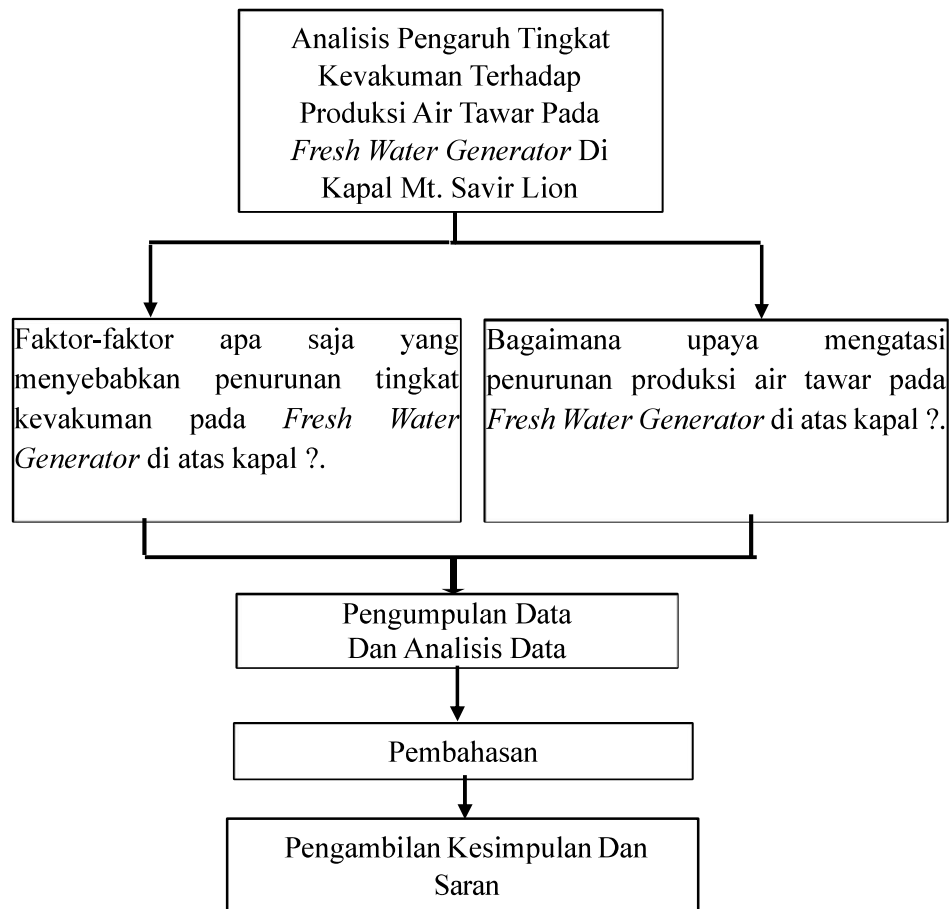
Mandor kamar mesin bertugas memastikan kelancaran operasional serta perawatan mesin-mesin di kamar mesin kapal,

h. *Engine Cadet*

Engine cadet membantu kerja seluruh *engine crew* sesuai arahan perwira dan belajar mengenai seluruh sistem permesinan di atas kapal.

C. Kerangka Penelitian

Tujuan dari penyusunan kerangka penelitian ini adalah untuk menyederhanakan proses pembahasan hasil studi. Penulis membagi alur kerja ke dalam tahapan struktural berikut ini untuk memastikan setiap permasalahan utama terjawab secara komprehensif :



Gambar 2.20 Kerangka Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penulis makalah ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif. Bersifat deskriptif, penelitian kualitatif sering kali menggunakan analisis. Pendekatan penelitian ini dipilih karena penelitian kualitatif dimulai di lapangan, berdasarkan lingkungan alami, bukan dengan hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. Karena data dan informasi lapangan menekankan proses terjadinya suatu peristiwa dalam lingkungan alami, data dan informasi tersebut diturunkan dari makna dan gagasannya.

Menurut Fadli (2021) menuturkan penelitian kualitatif di dalamnya melibatkan peneliti sehingga akan mudah dipahami mengenai konteks dengan situasi yang sedang diteliti, Menurut Subagyo & Kristian (2023) penelitian kualitatif merupakan penelitian yang digunakan untuk menyelidiki, menemukan, menggambarkan dan menjelaskan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial yang tidak dapat dijelaskan, tujuan penelitian kualitatif adalah untuk menjelaskan suatu fenomena dengan sedalam-dalamnya dengan cara pengumpulan data sedalam-dalamnya, yang menunjukkan pentingnya kedalaman dan detail suatu yang diteliti. Pada penelitian yang menggunakan metode kualitatif semakin banyak data yang didapatkan, maka dapat diartikan pula bahwa semakin baik kualitas penelitian.

Menurut Sugiyono (2021) penelitian deskriptif adalah suatu metode penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau memberikan gambaran secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai fakta, sifat-sifat, serta hubungan

antar fenomena yang diteliti. Penelitian deskriptif tidak mencari hubungan atau pengaruh antar variabel, melainkan berfokus pada penggambaran kondisi yang sedang terjadi berdasarkan data yang ada.

Dalam konteks penelitian ini, pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan secara menyeluruh kondisi dan permasalahan yang terjadi pada sistem *fresh water generator* di atas kapal MT. Savir Lion. Penelitian ini berusaha memahami secara mendalam penyebab menurunnya kinerja FWG, teknik pengoperasian yang digunakan, serta proses perawatan yang dilakukan oleh kru kapal. Melalui metode ini, peneliti mengumpulkan data dari observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk disusun secara sistematis menjadi narasi yang menjawab pertanyaan penelitian.

Dengan menggunakan metode deskriptif, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan gambaran yang jelas dan terperinci mengenai situasi nyata di atas kapal, serta menjadi dasar pertimbangan untuk perbaikan sistem dan pengambilan keputusan teknis yang lebih baik di masa mendatang.

Menurut Moleong (2021) penelitian kualitatif bersifat naturalistik, artinya data dikumpulkan secara langsung dari kondisi alami tanpa perlakuan atau manipulasi tertentu. Sementara itu, Sugiyono (2022) menjelaskan bahwa metode deskriptif kualitatif bertujuan untuk menggambarkan keadaan subjek atau objek penelitian berdasarkan fakta-fakta apa adanya, serta menjelaskan hubungan antar komponen dalam suatu sistem atau proses yang sedang diamati.

Dalam konteks penelitian ini, pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan secara menyeluruh proses pengoperasian, perawatan, serta permasalahan yang terjadi pada sistem *Fresh Water Generator* di atas

kapal MT. Savir Lion. Peneliti mengamati langsung kegiatan operasional dan mewawancarai pihak-pihak terkait untuk mendapatkan informasi mendalam mengenai penyebab turunnya kinerja FWG.

Melalui metode ini, peneliti tidak hanya fokus pada hasil akhir atau angka-angka, tetapi lebih menekankan pada pemahaman proses, kondisi aktual, serta interpretasi terhadap kejadian yang terjadi secara langsung di lapangan. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran nyata dan rekomendasi perbaikan terhadap sistem FWG yang diteliti.

Dalam menjelaskan rumusan masalah dalam skripsi ini dengan deskriptif untuk menggambarkan dan menguraikan objek yang sedang diteliti, ataupun gambaran tentang fakta-fakta yang penulis dapatkan di lapangan. Penulisan karya ilmiah ini akan berisikan data-data untuk memberikan suatu gambaran dalam penyajian laporan, data tersebut berasal dari catatan lapangan, foto, wawancara, dokumentasi pribadi, catatan serta dokumen resmi yang telah di kumpulkan penulis ketika mengikuti praktek berlayar di Kapal MT. Savir Lion.

Melalui metode penelitian ini, penulis bertujuan untuk menganalisis pengaruh tingkat kevakuman terhadap efisiensi produksi air tawar pada *fresh water generator* di kapal MT. Savir Lion. Setelah akar permasalahan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menetapkan prosedur pemeliharaan dan perbaikan yang tepat guna mencegah terulangnya kendala serupa di masa mendatang. .

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama penulis menjalankan praktik laut di atas kapal. Spesifikasi dan data teknis kapal yang menjadi objek penelitian adalah sebagai berikut :

Ship Name : *MT. SAVIR LION*

Type of Vessel : *CHEMICAL TANKER*

Call Sign : *YDFU3*

IMO Number : *9306639*

Built/Year : *June, 2007*

Builder : *Dalian Ship Building*

Flag : *INDONESIA*

GRT : *61,724 T*

NRT : *32,726*

DWT : *109,627 T*

LOA : *244.60 Meters*

Breadth : *42.00 Meters*

Depth : *22.20 Meters*

Main Engine : *SULZER WARTSILA 7RT-FLEX 58 T-B*

Auxiliary Engine : *M A N B&W 6L23/30H x 3 sets*

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama masa praktik berlayar yang berlangsung selama 12 bulan, terhitung sejak 31 Januari 2024 hingga 31 Januari 2025. Fokus utama penelitian ini adalah menganalisis pengaruh

tingkat kevakuman terhadap efektivitas produksi air tawar pada *fresh water generator*.

C. Sumber Data Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Sumber data

Guna mendukung validitas penelitian, informasi dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan serta diskusi dengan pihak terkait. Selain itu, penulis juga melakukan analisis dokumen kapal dan tinjauan pustaka selama palayaran, yang menghasilkan data sebagai berikut

a. Data primer

Dalam menyelesaikan sebuah masalah, data memegang peranan yang sangat krusial. Merujuk pada pandangan Y. Balaka (2022) data primer adalah data inti yang didapat langsung dari sumber pertama. Untuk mendapatkan data tersebut, saya melakukan observasi langsung terhadap operasional *fresh water generator* di kamar mesin dan dokumen tertulis lainnya guna memastikan keakuratan data yang diperoleh selama di lapangan.

Dalam hal berikut , penulis memperoleh data secara langsung dari beberapa buku harian (*logbook*) atau pada laporan tertulis lainnya yang diperoleh dan pemantauan secara langsung terhadap *fresh water generator* di kamar mesin.

b. Data sekunder

Informasi dalam penelitian ini dikumpulkan berdasarkan prinsip sumber data dari Sugiyono (2016) dikutip dari artikel Universitas

Raharja, Informasi yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini berasal dari pengamatan langsung penulis, wawancara, analisis dokumen kapal, dan tinjauan pustaka selama praktik berlayar. Informasi berikut dikumpulkan dari sumber-sumber tersebut:

Data penelitian ini didukung oleh hasil wawancara dengan Masinis 4 di kamar mesin, khususnya mengenai teknis *fresh water generator*. Penulis juga menambahkan referensi dari sumber internet untuk melengkapi data yang telah dikumpulkan secara langsung di atas kapal.

2. Teknik pengumpulan data

Dasar dari penelitian ini adalah informasi aktual yang saya temukan langsung di atas kapal, mulai dari peristiwa selama pelayaran hingga dokumen pendukung lainnya. Saya juga merujuk pada sertifikat kapal yang valid sebagai pedoman operasional. Agar hasil penelitian ini komprehensif dan tepat sasaran, berikut adalah metode yang saya gunakan dalam menghimpun data :

a. Metode Pengamatan/Observasi

Observasi adalah metode yang sangat utama dalam pengumpulan data, menurut Harahap (2020) Observasi digunakan sebagai metode pengumpulan data untuk merumuskan masalah melalui perbandingan antara kondisi ideal dan realitas di lapangan. Melalui pemahaman detail ini, penulis dapat menentukan strategi perolehan data yang paling relevan.

Dalam penelitian ini, pengamatan difokuskan pada penurunan

kinerja *fresh water generator* selama penulis menjalankan praktik berlayar. Seluruh hasil observasi tersebut didokumentasikan secara sistematis untuk mendukung validitas penelitian.

b. Metode Dokumentasi

Dokumentasi merupakan aspek pendukung dalam mengumpulkan data, penjelasan dokumentasi menurut Harahap (2020) Dokumentasi digunakan untuk menghimpun data penelitian melalui arsip tertulis maupun informasi terekam. Dokumentasi tertulis dapat berupa jurnal, kliping, atau memo kerja, sementara dokumen terekam mencakup foto, kaset, dan media digital lainnya.

Dalam praktiknya, penulis melakukan pengumpulan, pemilihan, hingga penyimpanan informasi secara sistematis, hal ini dilakukan dengan cara mendokumentasikan bagian-bagian spesifik pada pesawat bantu *fresh water generator* melalui fot referensi teknis yang relevan.

c. Metode Wawancara

Wawancara merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengumpulkan data di lapangan. Merujuk pada pemikiran Rahmadi (2011), metode ini dilakukan dengan mengajukan sejumlah pertanyaan lisan secara langsung kepada narasumber. Intinya, teknik ini memungkinkan saya untuk bertatap muka dan berdialog langsung dengan responden guna mendapatkan informasi mendalam yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Dalam praktiknya, saya menggali informasi langsung dari ahlinya, yakni masinis 4 yang bertanggung jawab penuh atas

permesinan bantu diatas kapal. Fokus diskusi kami adalah mencari tahu bagaimana langkah pencegahan dan solusi nyata saat performa *fresh water generator* menurun. Lewat obrolan ini, saya mendapatkan wawasan berharga yang murni di dasarkan pada pengalaman lapangan beliau selama bekerja di kapal.

d. Metode Studi Pustaka

Studi pustaka menjadi salah satu pondasi utama dalam penyusunan penelitian ini. Sejalan dengan pandangan Nazir (2013), metode ini merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan menelaah buku, artikel ilmiah, catatan, serta berbagai laporan yang berkaitan erat dengan topik yang sedang diteliti.

Dalam menerapkan pendekatan studi pustaka, saya mendalami berbagai teori dari berbagai sumber, mulai dari buku teks, jurnal ilmiah, hingga referensi digital yang relevan dengan sistem *fresh water generator*. Metode ini memungkinkan saya menghimpun dokumen tertulis, foto, diagram, maupun media elektronik yang mendukung proses analisis. Selain itu, kekuatan temuan dalam penelitian ini akan semakin solid dengan adanya dukungan bukti visual serta referensi dari karya ilmiah yang telah dipublikasikan sebelumnya.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data memegang peranan vital dalam memecahkan masalah secara terstruktur. Sejalan dengan pandangan Yonas (2023) *Root Cause Analysis* (RCA) adalah teknik analisis yang berfokus pada identifikasi akar penyebab

dari suatu kendala atau peristiwa yang tidak diharapkan. Di berbagai sektor, mulai dari industri dan teknologi hingga kesehatan dan bisnis, RCA terbukti menjadi instrumen yang efektif dalam membedah faktor-faktor pemicu masalah.

Melalui pendekatan yang metodis, RCA berfungsi untuk menemukan sumber masalah yang sesungguhnya daripada hanya berfokus pada gejala atau dampak yang terlihat di permukaan. Hal ini memungkinkan penerapan tindakan perbaikan yang jauh lebih akurat dan tepat sasaran.

Dengan kata lain, penggunaan metode ini bertujuan untuk membedah faktor-faktor pemicu kegagalan secara mendalam agar masalah tidak terulang kembali. Adapun langkah-langkah dalam menerapkan *Root Cause Analysis* (RCA) pada penelitian ini meliputi :

1. Mengidentifikasi dan memahami secara mendalam karakteristik persoalan yang akan diselesaikan agar fokus penelitian tetap terarah.
2. Menghimpun seluruh data dan bukti lapangan secara akurat, baik dari observasi langsung maupun catatan teknis (*logbook*).
3. Mengolah seluruh data yang terkumpul untuk mendapatkan Gambaran menyeluruh mengenai kronologi dan situasi permasalahan.
4. Memetakan tanda-tanda yang mengindikasikan adanya gangguan pada sistem
5. Menelusuri faktor-faktor mendasar yang menjadi pemicu utama munculnya masalah, melampaui sekadar gejala luar.
6. Memvalidasi bahwa faktor yang ditemukan benar-benar merupakan akar penyebab melalui pengujian atau data pendukung yang kuat.

7. Menyusun rencana Tindakan perbaikan yang tepat sasaran untuk memitigasi risiko dan mencegah masalah serupa terulang kembali.
8. Melaksanakan rencana perbaikan yang telah dirancang pada unit atau system yang bermasalah.
9. Menilai efektivitas tindakan yang telah diambil guna memastikan system kembali beroperasi secara optimal.
10. Menyusun pedoman atau *Standar Operating Procedure* (SOP) baru berdasarkan hasil temuan agar menjadi acuan bagi kru kapal lainnya.
11. Mencatat seluruh proses RCA ke dalam data kapal sebagai referensi historis jika terjadi kendala serupa di kemudian hari.
12. Melakukan monitoring secara periodik pasca implemetasi untuk memastikan stabilitas performa mesin dalam jangka panjang.