KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS. ENERGY FRONTIER

Oleh:

AUDREY YUDISTIO TANGGUNI
NRP. 565221662

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

OPTIMALISASI KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS. ENERGY FRONTIER

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diploma IV

Oleh:

AUDREY YUDISTIO TANGGUNI
NRP.565221662

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baim yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Audrey Yudistio Tangguni
NRP	: 565221662
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Optimalisasi Kinerja Dan Perawatan *Fresh Water Generator* Guna Menunjang Operasional di Kapal SS.ENERGY FRONTIER

Jakarta, 13 Mei 2026
Penulis

METERAI TEMPEL
C3ANX383684108

Audrey Yudistio Tangguni
NRP. 565221647

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Audrey Yudistio Tangguni
NRP	: 565221662
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Optimalisasi Kinerja dan Perawatan *Fresh Water Generator* Guna Menunjang Operasional di Kapal SS. ENERGY FRONTIER

Jakarta, Mei 2026

Pembimbing Utama

Dr. Abdul Rachman, M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720103 199809 1 001

Pembimbing Pendamping

Nazilul Hamidi, S.A.P., M.A.P
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 19790817 200604 1 003

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Audrey Yudistio Tangguni
NRP	: 565221662
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	:Optimalisasi Kinerja dan Perawatan *Fresh Water Generator* Guna Menunjang Operasional di Kapal SS. ENERGY FRONTIER

Ketua Penguji	Anggota Penguji 2	Anggota Penguji 3
Sursina, S.T., M.T.	Marlin, S.PD., M. M	Dr. Abdul Rachman, M.M.
Penata Tk. I (III/d)	Penata Tk. I (III/d)	Penata Tk. I (III/d)
NIP.19720723 199803 2 001	NIP.19810917 200812 1 002	NIP. 19720103 199809 1 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan tepat waktu, dengan judul:

"OPTIMALISASI KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS. ENERGY FRONTIER".

Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu persyaratan akademik pada Program Diploma IV Jurusan Teknika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Dalam proses penyusunannya, penulis memperoleh banyak pengalaman, arahan, serta dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak, mulai dari tahap pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan akhir ini. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan serta kontribusi banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Indonesia.
2. Bapak Dr. Markus Yando. S.Si. T, M.M selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Bapak Dr. Abdul Rachman. M.M Selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Nazilul Hamidi, S.A.P., M.A.P selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya, pikiran serta tenaga dalam yang telah meluangkan waktunya, pikiran serta tenaga dalam membimbing dan memberikan masukan-masukan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Civitas Akademika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya selama penulis melaksanakan Pendidikan.
5. Kepada orang tua tercinta, Bapak Rudy Tangguni dan Ibu Yurlin Malacoppo, dua permata hati yang dititipkan Tuhan untuk membantu penulis mengarungi deras arus kehidupan. Terasa sulit hidup ini tanpa kehadiranmu. Selalu ku rayu Tuhan agar diberikannya kalian berdua umur yang panjang. 22 Tahun aku dididik dan dibina,selalu kuberharap agar ketulusan itu dihadiahi sepotong surga oleh Tuhan yang

Maha Pemurah. Hari ini, kuhadiahkan gelar S.Tr.Pel ini sebagai bentuk bakti syukurku dan menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya atas kasih sayang, dukungan.

6. Teruntuk Kakak tercinta Aryo Putra Tangguni,Alvinas Lucky Christian Tangguni dan adik tercinta Aura Kasih Tangguni yang selalu memberikan dukungan baik do'a, dorongan, dan motivasi.
7. Kepada Mitsui O.S.K Lines dan seluruh awak kapal SS.ENERGY FRONTIER atas arahannya dan bimbingannya selama penulis menjadi cadet
8. Kepada seluruh teman-teman Angkatan LXV, Terkhusus kelas Teknika 8 Charlie, Kamar G-203,Atap Kios,JRG Team,Water Team LXV,Drama Team LXV dan East Team
9. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, penulis ucapkan terima kasih atas dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi penulisan, penyajian materi, maupun penggunaan bahasa. Hal tersebut tidak

terlepas dari keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Dengan penuh kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

Jakarta, Mei 2026

Penulis

Audrey Yudistio Tangguni

NRP. 565221662

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM.....i
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR.....x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR SINGKATAN xii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....xiv
ABSTRAK.....xv
ABSTRACT.....xvi
BAB I.....1
PENDAHULUAN.....1
A. LATAR BELAKANG MASALAH.....1
B. IDENTIFIKASI MASALAH 6
C. BATASAN MASALAH.....7
D. RUMUSAN MASALAH.....7
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN.....7
F. SISTEMATIKA PENULISAN.....9
BAB II 11
LANDASAN TEORI.....11
A. TINJAUAN PUSTAKA.....11

B. PENELITIAN TERDAHULU 20

C. KERANGKA PEMIKIRAN 23

BAB III 24

METODE PENELITIAN 24

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN 24

B. METODE PENDEKATAN 25

C. SUMBER DATA 26

D. TEKNIK ANALISIS DATA 26

BAB IV 32

HASIL DAN PEMBAHASAN 32

A. DESKRIPSI DATA 32

B. ANALISIS DATA 34

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 46

D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 53

E. PEMECAHAN MASALAH 58

BAB V 60

KESIMPULAN DAN SARAN 60

A. KESIMPULAN 60

B. SARAN 62

DAFTAR PUSTAKA 63

DAFTAR LAMPIRAN 64

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. 1 *Plan Maintenance System* 3
Gambar 2. 1 Kondensor *Fresh Water Generator* 13
Gambar 2. 2 Evaporator *Fresh Water Generator* 14
Gambar 2. 3 Demister *Fresh Water Generator* 14
Gambar 2. 4 *Brine/Air Ejector* 15
Gambar 2. 5 *Salinity Indicator* 16
Gambar 2. 6 *Temperature Controller* 16
Gambar 2. 7 Diagram *Fresh Water Generator* 17
Gambar 2. 8 Digram Penelitian 20
Gambar 3. 1 Diagram *Fishbone* 30
Gambar 4. 1 *Pressure test* 34
Gambar 4.2 *Pressure test* 35
Gambar 4.3 Pemasangan Plat FWG 37
Gambar 4.4 *Fishbone* masalah satu 37
Gambar 4.5 *Fishbone* masalah dua 42
Gambar 4.6 Digram Penelitian 48

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 *Fresh Water Generator Performance Report* 4

Tabel 1.2 *Plan Maintenance System Report* 5

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 21

Tabel 4.1 Produksi *Fresh Water Generator* 34

Tabel 4.2 Analisis USG Menurunnya kuantitas produksi air tawar secara signifikan pada *Fresh Water Generator* 41

Tabel 4.2 Analisis USG Terjadinya Kebocoran pada Evaporator Akibat Kerusakan *Sealing Groove* 45

DAFTAR SINGKATAN

FWG	*Fresh Water Generator*
PMS	*Planned Maintenance System*
SMS	*Safety Management System*
ISM Code	*International Safety Management Code*
IMO	*International Maritime Organization*
RH	*Running Hours*
TDS	*Total Dissolved Solids*
SWC	*Sea Water Cooled*
LNG	*Liquefied Natural Gas*
SOP	*Standard Operating Procedure*
KBBI	Kamus Besar Bahasa Indonesia
EV-ED	*Evaporator-End Plate*
PPM	*Parts Per Million*
°C	Derajat Celcius

DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
T	Temperatur/Suhu	℃
P	Tekanan	bar
Q	Produksi air tawar	ton/hari
S	Salinitas	ppm
pH	Keasaman air	-

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 *crewlist* S.S ENERGY FRONTIER 64

Lampiran 2 *ship's particulars* S.S ENERGY FRONTIER 65

Lampiran 3 Kapal S.S ENERGY FRONTIER 66

Lampiran 4 FWG S.S ENERGY FRONTIER 67

Lampiran 5 *crew* S.S ENERGY FRONTIER 68

Lampiran 6 WAWANCARA 69

Lampiran 7 PMS S.S ENERGY FRONTIER 71

ABSTRAK

Audrey Yudistio Tangguni. 2026. *"Optimalisasi Kinerja dan Perawatan Fresh Water Generator Guna Menunjang Operasional di Kapal S.S ENERGY FRONTIER"*

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab menurunnya kinerja *Fresh Water Generator* (FWG) di atas kapal SS. ENERGY FRONTIER serta menentukan upaya perbaikan yang tepat guna mengembalikan kapasitas produksi air tawar ke kondisi normal. Berdasarkan data operasional dan *logbook* kapal, ditemukan adanya penurunan produksi air tawar yang signifikan, yakni dari kapasitas normal 30 ton/hari menjadi 15 ton/hari. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi lapangan, wawancara mendalam dengan *Chief Engineer* dan *Second Engineer*, serta studi dokumentasi melalui *Planned Maintenance System* (PMS). Teknik analisis data dilakukan menggunakan diagram *Fishbone* (Ishikawa) untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab, yakni *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), dan *Method* (Metode). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan efisiensi sistem FWG utamanya disebabkan oleh kerusakan *sealing groove* pada plat evaporator yang memicu kebocoran, serta akumulasi kerak *(scaling)* pada permukaan penukar panas akibat kualitas air laut dan kurang optimalnya jadwal pembersihan. Tindakan perbaikan yang direkomendasikan mencakup *overhaul* menyeluruh, penggantian komponen yang mengalami deformasi, serta penegakan kedisiplinan kru dalam penerapan prosedur perawatan terjadwal guna mencegah penurunan kinerja sistem di masa mendatang.

Kata kunci:Optimalisasi,Kinerja,Perawatan,*Fresh Water Generator*,Operasional

ABSTRACT

Audrey Yudistio Tangguni. 2026. *"Optimization of Fresh Water Generator Performance and Maintenance to Support Operational Activities on the S.S. ENERGY FRONTIER"*

This study aims to analyze the causes of the performance decline of the Fresh Water Generator (FWG) onboard the SS. ENERGY FRONTIER and to determine appropriate corrective measures to restore freshwater production capacity to normal levels. Based on operational data and the ship's logbook, a significant decrease in freshwater production was observed, dropping from a normal capacity of 30 tons/day to 15 tons/day. The data collection methods employed in this study included field observation, in-depth interviews with the Chief Engineer and Second Engineer, and documentation analysis through the Planned Maintenance System (PMS). The data analysis was conducted using the Fishbone (Ishikawa) diagram to identify contributing factors, specifically Man (Manpower), Machine, and Method. The results indicate that the decline in the FWG system's efficiency was primarily caused by damage to the sealing groove on the evaporator plates, which led to leakage, as well as scale accumulation on the heat exchanger surfaces due to poor seawater quality and suboptimal cleaning schedules. Recommended remedial actions include a comprehensive overhaul, replacement of deformed components, and stricter crew adherence to scheduled maintenance procedures to prevent future system performance degradation.

Keywords: Optimization, Performance, Maintenance, Fresh Water Generator, Operational.

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Transportasi laut memiliki peranan penting dalam mendukung aktivitas perdagangan nasional maupun internasional karena efisiensi biaya, kapasitas muatan yang besar, serta fleksibilitas operasionalnya. Di antara berbagai jenis kapal yang beroperasi, kapal tanker maupun *general cargo* menjadi sarana vital dalam mendistribusikan berbagai komoditas dari pelabuhan satu ke pelabuhan lainnya. Demi menjaga kelancaran operasi tersebut, keberadaan mesin induk dan pesawat bantu kapal harus selalu dalam kondisi optimal.

Salah satu pesawat bantu yang memiliki peranan penting di atas kapal adalah *Fresh Water Generator* (FWG). FWG berfungsi menghasilkan air tawar dari air laut melalui proses destilasi, yang kemudian digunakan untuk berbagai keperluan penting seperti *cooling system*, *boiler feed water*, sanitasi, serta kebutuhan domestik awak kapal. Ketersediaan air tawar yang memadai menjadi faktor vital bagi kelangsungan operasional dan kehidupan di atas kapal.

Kapal SS. ENERGY FRONTIER merupakan kapal yang penulis tempati selama masa praktik laut. Kapal ini sangat bergantung pada performa FWG untuk memastikan ketersediaan air tawar selama pelayaran. Namun dalam pengamatan di lapangan, FWG No.2 pada kapal ini mengalami kendala serius, yaitu kebocoran pada bagian Evaporator.

Penyediaan air tawar di atas kapal merupakan hal yang sangat vital, baik untuk kebutuhan pokok awak kapal maupun untuk menunjang operasional permesinan, seperti sebagai sumber air untuk produksi uap bertekanan tinggi pada *main boiler* dan pendinginan mesin bantu. Kapal yang melakukan pelayaran jarak jauh mengandalkan pesawat bantu *Fresh Water Generator* (FWG) untuk menghasilkan air tawar melalui proses distilasi air laut

Dalam memenuhi kebutuhan persediaan air tawar di atas kapal, *fresh water generator* sering mengalami hambatan dan permasalahan, sehingga produksi air tawar pada *fresh water generator* berkurang hanya sekitar 15 ton/hari, padahal menurut *instruction manual book* alat pembuat air tawar pada kondisi normal dapat memproduksi 30 ton/hari. Sedangkan pemakaian air tawar secara normal per hari mencapai 15 ton/hari dan pemakaian air pada boiler secara normal per hari mencapai 10 ton/hari, hal ini akan menyebabkan kapal mengalami kekurangan air. Oleh karena itu, agar *fresh water generator* dapat menghasilkan produksi air tawar sesuai dengan yang telah ditentukan, maka bisa dengan cara menaikkan jumlah air laut yang masuk ke *1st stage flash chamber* dengan menambah pembukaan katup air laut pada sisi *discharge feed water heater*. Namun, karena di kapal menggunakan *steam* untuk pemanas dan dikontrol oleh *temperature controller*, efek dari menambah air laut adalah menyebabkan temperatur pada *discharge feed water heater* (air laut) akan mengalami penurunan, dan air laut akan lebih lama menguap. Walaupun terdapat *temperature control valve* yang akan mengontrol *steam valve* agar temperatur kembali stabil dan normal, namun hal tersebut sudah dilakukan tetapi produksi air tawar pada *fresh water generator* masih belum optimal.

Sementara itu, kebutuhan air tawar di kapal cukup tinggi. Untuk akomodasi 31 orang awak kapal, dibutuhkan sekitar 15 ton air per hari, sedangkan kebutuhan untuk pengoperasian boiler dan sistem pendingin mencapai sekitar 10 ton per hari. Dengan total kebutuhan mencapai 25 ton per hari, maka produksi air tawar yang menurun akibat gangguan FWG menyebabkan pasokan air di kapal menjadi tidak stabil dan berpotensi menghambat operasional serta kenyamanan awak kapal.

Masalah ini disebabkan oleh kebocoran pada bagian *sealing groove* plat evaporator FWG No.2 yang menyebabkan air laut bercampur dengan hasil destilasi (*distillate*), sehingga kualitas air tawar menurun dan kapasitas produksi tidak optimal. Kondisi tersebut menuntut adanya tindakan perawatan dan perbaikan yang tepat agar performa FWG dapat kembali optimal sesuai kapasitas normal.

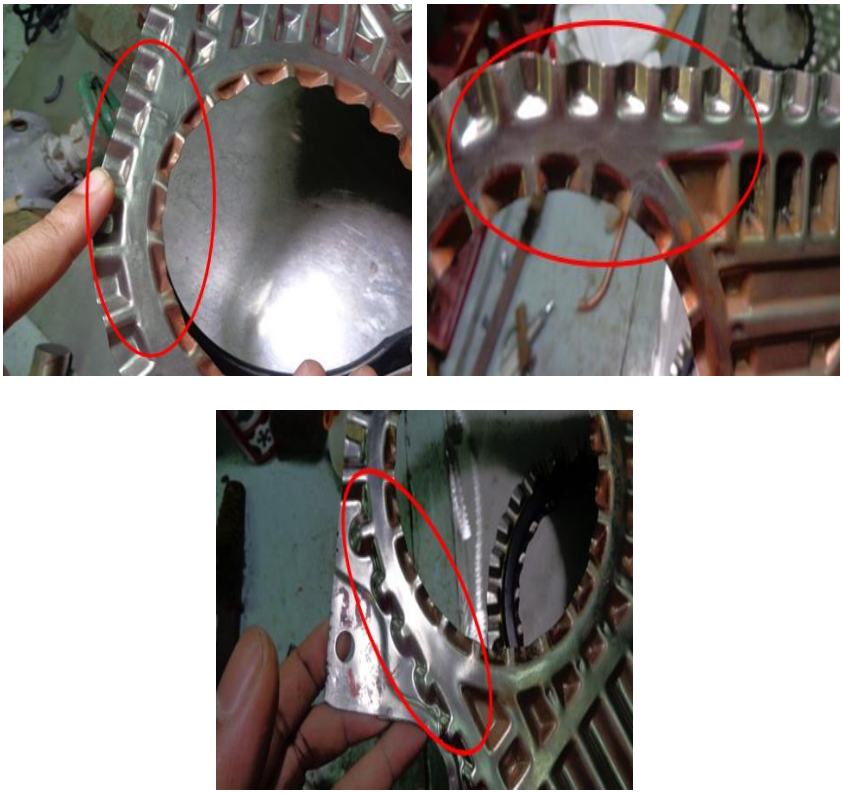
Tabel 1. 1 Produksi *Fresh Water Generator*

Sumber : Produksi SS. ENERGY FRONTIER

FWG NO 2	Produksi Air Tawar Perbulan			
November 2024	32 Ton			
Desember 2024		20 Ton		
Januari 2025			15 Ton	
Februari 2025				30 Ton

Oleh sebab itu, hambatan dan gangguan yang ada pada proses produksi harus segera dicari solusi fundamentalnya. Salah satu komponen penting dalam proses distilasi adalah bagian Evaporator. Berdasarkan data yang diperoleh, telah terjadi masalah pada Evaporator FWG No. 2 di kapal SS. ENERGY FRONTIER. Masalah ini terdeteksi ketika dilakukan *overhaul* terencana (*PMS*) yang diikuti dengan tingginya salinitas air tawar yang terproduksi (sekitar *1.8 ppm*).

Setelah penggantian paking (*gasket*) Evaporator, pada saat dilakukan uji tekan (*pressure testing*) ditemukan adanya beberapa titik kebocoran pada bagian atas Evaporator. Penyelidikan lebih lanjut menemukan bahwa akar masalah kebocoran tersebut adalah kerusakan yang terlihat jelas pada alur *sealing groove* plat Evaporator (terutama antara plat EV-ED), di mana alur tersebut mengalami kerutan ke luar *(bulging out)* atau bengkok ke dalam (*bending in*). Kerusakan ini disebabkan karena *plat* Evaporator sudah tua dan menjadi mudah bengkok, yang seharusnya kaku dan kuat untuk memberikan penyegelan yang sempurna.



Gambar 1.1

Plan Maintenance System (PMS)

Tabel 1. 2

Fresh Water Generator Performance Report

Parameter	**Kondisi Normal**	**Status Kerja Normal**	**Kondisi Tidak Normal**	**Status Kerja Tidak Normal**
Salinity	<1.0 ppm	Ketika kadar garam air laut berada dalam batas normal (tidak terlalu tinggi), FWG dapat bekerja	1.8 ppm	Tidak Optimal/Indikasi awal kontaminasi

		secara optimal dan stabil		
Vacuum	>90% Vakum	Air laut menguap pada suhu rendah (40°C-60°C).Produksi air tawar maksimal.	<70% Vakum	Suhu evaporasi meningkat,efisiensi menurun dapat menyebabkan alarm *low vacuum* aktif dan menghentikan produksi.
Production	30 Ton/*Day*	Mencukupi kebutuhan operasional	15 Ton/*Day*	Berpotensi mengganggu operasional

Adapun rincian mengenai riwayat jam operasional, kondisi perawatan, beserta gejala dan dampak kerusakan yang terjadi pada *Fresh Water Generator* dipaparkan secara terstruktur dalam Tabel 1.3 di bawah ini

Tabel 1. 3

Plan Maintenance System Report

Running Hours	**Kondisi *Maintenance***	**Kondisi FWG**	**Gejala Operasional**	**Dampak Teknis**
5.000 RH	cleaning ringan, gasket check	Normal	Produksi stabil, vacuum normal	Plate masih dalam toleransi desain
7.000 RH	Maintenance mulai jarang	Mulai menurun	Produksi menurun perlahan,	Awal *scaling* & thermal stress pada

			vacuum menurun	*plate*
10.500 RH	Overhaul evaporator tidak dilakukan	Kondisi kritis	Salinity naik hingga ±1.8 ppm	*Sealing groove* mulai *bulging out / bending in*
±11.000 RH	Maintenance gagal mencegah kerusakan	FWG rusak	Kebocoran evaporator saat pressure test	Distillate bercampur air laut

Kondisi kebocoran ini sangat kritis karena dapat menyebabkan air sulingan (*distillate*) bercampur dengan air laut, sehingga FWG tidak dapat memproduksi air tawar yang sesuai standar. Untuk mengatasi situasi darurat karena keterbatasan waktu dan kebutuhan air, penanganan sementara dilakukan dengan merakit kembali bagian Evaporator menggunakan *silikon sealant* untuk menghilangkan ketidakrataan *sealing*. Mengingat pentingnya peran FWG, dampak kebocoran terhadap kualitas air tawar, dan tantangan dalam mendapatkan suku cadang plat baru, masalah kerusakan *sealing groove* pada plat evaporator ini perlu dianalisis secara mendalam mengenai penyebab dan penanganannya agar produksi air tawar di atas kapal dapat kembali optimal. Mengingat pentingnya peranan *fresh water generator* di atas kapal, maka penulis mengambil judul:

"OPTIMALISASI KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS. ENERGY FRONTIER"

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang, data produksi, dan data kejadian di kapal SS. ENERGY FRONTIER, masalah yang teridentifikasi adalah :

1. Penurunan kuantitas produksi air tawar secara signifikan (dari 30 ton/hari menjadi 15 ton/hari).
2. Tingginya Salinitas Air Tawar yang terproduksi (mencapai sekitar 1.8 ppm).
3. Ditemukan Kebocoran pada bagian atas Evaporator saat dilakukan uji tekan (*pressure testing*).
4. Adanya Kerusakan/*Deteriorasi Sealing Groove* pada plat Evaporator, di mana alur ditemukan menggelembung ke luar (*bulging out*) atau melengkung ke dalam (*bending in*).

C. BATASAN MASALAH

Dari identifikasi permasalahan yang telah disebutkan dan dikemukakan penulis pada saat menjalani praktek di SS. ENERGY FRONTIER, maka dapat dilihat luasnya permasalahan yang berkaitan dengan kurang optimalnya produksi air pada *fresh water generator*. Sehingga mengingat banyak atau luasnya permasalahan yang dikaji dan keterbatasan waktu penulis, maka penulis membatasi masalah yang akan di bahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menurunnya kuantitas produksi air tawar secara signifikan pada *Fresh Water Generator*
2. Terjadinya Kebocoran pada Evaporator Akibat Kerusakan *Sealing Groove.*

D. RUMUSAN MASALAH

Untuk memudahkan dalam pembahasan analis ke depan, maka penulis akan mengemukakan rumusan masalah yang terjadi di atas kapal dimana penulis melaksanakan praktek. Adapun rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Apa yang menjadi faktor penyebab utama menurunnya kuantitas produksi air tawar secara signifikan pada *Fresh Water Generator*?
2. Apa penyebab terjadinya kebocoran yang spesifik diakibatkan oleh kerusakan *sealing groove* pada plat Evaporator.

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis penyebab utama terjadinya kerusakan pada alur penyegelan (*sealing groove*) plat Evaporator yang mengakibatkan kebocoran pada *Fresh Water Generator* (FWG) No. 2 di Kapal SS. ENERGY FRONTIER sebagai dasar dalam optimalisasi perawatan FWG.
2. Menganalisis upaya penanganan dan perbaikan yang telah dilakukan, termasuk tindakan sementara seperti penggunaan silikon sealant, guna menilai pengaruhnya terhadap kinerja *Fresh Water Generator* dalam menunjang operasional kapal.
3. Menganalisis upaya penanganan dan perbaikan yang telah dilakukan, termasuk penggunaan silikon sealant sebagai tindakan sementara, dalam rangka optimalisasi perawatan dan kinerja *Fresh Water Generator* guna menunjang operasional kapal.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

a. Aspek Teoretis (Keilmuan)

1. Memberikan kontribusi pengetahuan mengenai penyebab kerusakan Evaporator, khususnya pada bagian *sealing groove*, serta pengaruhnya terhadap kinerja *Fresh Water Generator*.
2. Menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem destilasi air laut dan perawatan pesawat bantu kapal.

b. Aspek Praktis (Guna Laksana)

1. Memberikan gambaran teknis kepada awak kapal mengenai identifikasi dini kerusakan Evaporator.
2. Menjadi acuan dalam menentukan metode perawatan dan perbaikan FWG yang tepat dan efektif.
3. Mendukung kelancaran operasional kapal dengan menjaga ketersediaan air tawar yang memenuhi standar.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini disusun secara terstruktur dan sistematis, yang terdiri atas lima bab. Masing-masing bab, mulai dari Bab I hingga Bab V, memiliki keterkaitan dan kesinambungan yang saling mendukung dalam pembahasan penelitian secara menyeluruh. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, penulis akan menguraikan latar belakang upaya yang dilakukan dalam meningkatkan hasil produksi uap pada pesawat bantu *fresh water generator*, identifikasi masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penyusunan skripsi, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini penulis menguraikan berbagai teori dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang dibahas, khususnya mengenai *Fresh Water Generator*. Uraian tersebut disusun berdasarkan sumber-sumber pustaka yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Selain itu, dalam bab ini juga disajikan kerangka pemikiran yang menggambarkan hubungan antar variabel serta faktor-faktor yang dianggap berpengaruh dalam upaya pemecahan masalah yang diteliti..

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini penulis memaparkan secara rinci mengenai metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Penjelasan mencakup waktu dan lokasi penelitian, teknik pengumpulan data yang digunakan, serta subjek penelitian yang menjadi sumber data. Selain itu, dijelaskan pula metode analisis data yang diterapkan untuk mengolah dan menafsirkan data, sehingga dapat diperoleh hasil penelitian yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis membahas secara mendalam seluruh pokok permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Uraian dalam bab ini memaparkan hasil analisis terhadap data yang telah diperoleh dengan mengacu pada teori-teori yang relevan sebagai landasan dalam pembahasan. Selain itu, dijelaskan pula berbagai aspek yang berkaitan dengan kelebihan dan kekurangan dari hasil yang diperoleh. Dalam bab ini juga diuraikan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan hasil produksi uap pada pesawat bantu *Fresh Water Generator*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini penulis menyajikan rangkuman dari seluruh hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya, yang kemudian dirumuskan menjadi kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian. Berdasarkan kesimpulan tersebut, penulis juga mengemukakan saran-saran yang bersifat konstruktif sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan upaya peningkatan hasil produksi uap pada pesawat bantu *Fresh Water Generator* di masa yang akan datang.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. *Fresh Water Generator*

Menurut Pratama (2022) Penelitian menunjukkan bahwa penumpukan kerak garam dan fouling pada permukaan tube evaporator dan kondensor adalah penyebab utama penurunan produksi air tawar. Kerak menghambat perpindahan panas yang mengakibatkan turunnya efisiensi sistem. Perawatan rutin dengan pembersihan kimia dan mekanis sangat penting untuk menjaga performa optimal. Menurut Rowa (2022) menjelaskan bahwa *Fresh Water Generator* adalah pesawat bantu di atas kapal pembuat air tawar dengan cara menguapkan air laut di dalam evaporator dan mengembunkan uap tersebut melalui kondensasi sehingga dihasilkan air kondensat sebagai air tawar.

Kualitas air tawar yang dihasilkan sangat bergantung pada ketepatan pengoperasian serta konsistensi perawatan FWG. Dengan demikian, FWG dapat dikatakan sebagai peralatan bantu yang memiliki peranan penting dalam menunjang kebutuhan air tawar di atas kapal, baik untuk keperluan konsumsi awak kapal maupun kebutuhan permesinan.

a) Jenis – jenis dari *Fresh Water Generator*

Menurut Ardiansyah (2018), perangkat *Fresh Water Generator* (FWG) yang dioperasikan pada kapal-kapal niaga pada umumnya merupakan sistem desalinasi yang memanfaatkan energi panas sisa (*waste heat*). Prinsip operasionalnya berfokus pada pembuatan air tawar melalui teknik penguapan air laut dalam ruang hampa (vakum), yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengembunan uap tersebut.

Lebih lanjut, Ardiansyah (2018) menjelaskan bahwa dengan menciptakan tekanan absolut yang lebih rendah daripada tekanan atmosfer, titik didih air laut dapat diturunkan secara signifikan. Kondisi ini memungkinkan pemanfaatan sumber panas seperti air pendingin jaket (*jacket water*) mesin induk, gas buang dari *economizer*, maupun uap bantu untuk menguapkan air laut secara efektif. Dalam praktiknya, terdapat dua desain arsitektur termal utama yang sering digunakan, yaitu:

1. Tipe Tabung (*Shell-and-Tube*): Menggunakan susunan pipa-pipa untuk pertukaran panas.
2. Tipe Plat (*Plate Heat Exchanger*): Menggunakan tumpukan plat (*plate pack*) untuk efisiensi perpindahan panas yang lebih tinggi.

Meskipun kedua tipe ini memiliki perbedaan dalam hal geometri penukar panas, pengaturan pemisah tetesan air (*demister*), jalur pembuangan air asin (*brine*), serta kebutuhan teknis pada pompa dan sistem vakum, keduanya tetap menerapkan siklus fundamental yang sama, yaitu penguapan, pemisahan, dan kondensasi. Pada industri pelayaran modern, kapasitas FWG umumnya berkisar antara 1 hingga 60 m^3 per hari. Sistem ini dikenal sangat efisien karena konsumsi daya pompanya yang rendah serta mampu menghasilkan kualitas air yang sangat murni (kadar TDS < 2 ppm), asalkan alat pengukur kadar garam (*salinometer*) dan sistem kontrol pembuangan *brine* beroperasi dengan normal.

b) Komponen – komponen *Fresh Water generator.*

Baik tipe tube maupun plate memiliki komponen inti: Evaporator, Kondensor, Demister, Ejector Brine/air untuk vakum, Pompa air laut dan Pompa distilat, Salinometer dengan auto-dump bila melebihi ambang, serta unit dosing anti-scaling. Tekanan dan temperatur operasi ditetapkan agar titik didih air laut cukup rendah untuk dimanfaatkan oleh panas buang—misalnya jacket water 70-80 °C sementara temperatur air laut masuk dan kebersihan permukaan perpindahan panas menentukan kapasitas aktual. Dokumen pabrikan menekankan batas tekanan/temperatur pada sisi jacket water, batas tekanan balik ke tangki distilat, tekanan suplai air laut ke ejector, dan spesifikasi material anti-korosi

(titanium untuk pelat/permukaan basah, CuNi untuk pipa air laut) guna menjamin umur layanan. Kontrol yang baik terhadap vakum dan kualitas demisting menjaga salinitas produk <2 ppm pada operasi normal. Berikut penjelasan dari masing-masing komponen dari *Fresh Water Generator* secara lebih lengkap.

1) Kondensor

Kondensor berfungsi sebagai penukar panas (*heat exchanger*). Uap air laut yang dihasilkan dari proses penguapan di bagian evaporator akan naik dan bersentuhan dengan permukaan plat pendingin di kondensor. Karena suhu plat lebih rendah (biasanya didinginkan oleh air laut dingin), uap tersebut melepaskan panasnya dan berubah wujud menjadi butiran air tawar.



Gambar 2. 2 Kondensor *Fresh Water Generator*

Sumber : Kondensor SS. ENERGY FRONTIER

2) Evaporator

Evaporator adalah bagian utama FWG tempat terjadinya proses penguapan air laut. Pada ruang ini, air laut dipanaskan oleh media panas (umumnya *jacket cooling water* mesin induk) dalam kondisi vakum sehingga titik didih turun. Akibatnya, air laut mendidih pada temperatur rendah dan menghasilkan uap air yang relatif murni, sementara garam serta mineral tertinggal dalam bentuk larutan pekat (*brine).* Desain evaporator harus memastikan perpindahan panas yang efisien sekaligus mencegah scaling berlebih pada permukaan pemanas



Gambar 2.2 Evaporator *Fresh Water Generator*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3) Demister

Demister adalah pemisah tetes (*droplet separator*) yang dipasang di jalur antara evaporator dan kondensor. Komponen ini berfungsi menyaring butiran kecil air laut atau garam yang ikut terbawa bersama uap. Dengan adanya demister, hanya uap murni yang masuk ke kondensor sehingga distilat yang dihasilkan memiliki kandungan garam sangat rendah (biasanya <2 ppm). Tanpa demister, kualitas air tawar bisa menurun akibat kontaminasi garam

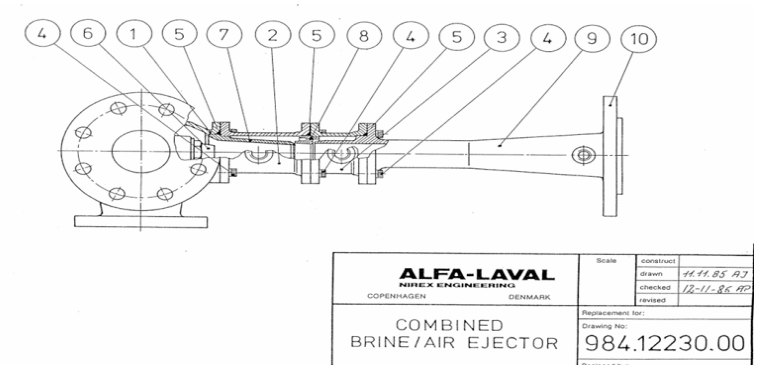


Gambar 2. 3 Demister *Fresh Water Generator*

Sumber: Demister SS. ENERGY FRONTIER

4) *Brine/Air Ejector*

Alat ini berbentuk kerucut dan berfungsi untuk menghisap udara dari ruang pemanas serta ruang kondensasi, sehingga mampu menciptakan kondisi vakum atau hampa udara di dalam sistem.



Gambar 2. 4 *Brine/Air Ejector*

Sumber: *Manual Book* SS. ENERGY FRONTIER

5) *Ejector Pump*

Pompa ini terletak di luar unit *Fresh Water Generator* dan berfungsi untuk menyuplai air laut yang dibutuhkan dalam proses kerja *air ejector* guna menghasilkan kondisi vakum, sekaligus mengalirkan air laut ke dalam sistem untuk selanjutnya diolah menjadi air tawar.

6) *Distilate Pump*

Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan air tawar hasil proses kondensasi pada *Fresh Water Generator* menuju tangki penyimpanan air tawar.

7) Salinometer

Salinometer adalah alat pengukur kandungan garam (salinitas) dalam distilat. Jika konsentrasi garam melebihi ambang batas (misalnya >2 ppm), sistem auto- dump akan secara otomatis membuang distilat ke laut alih-alih masuk ke tangki air tawar. Fungsi ini penting untuk menjaga kualitas air minum dan mencegah kerusakan pada boiler atau peralatan lain yang menggunakan air tawar

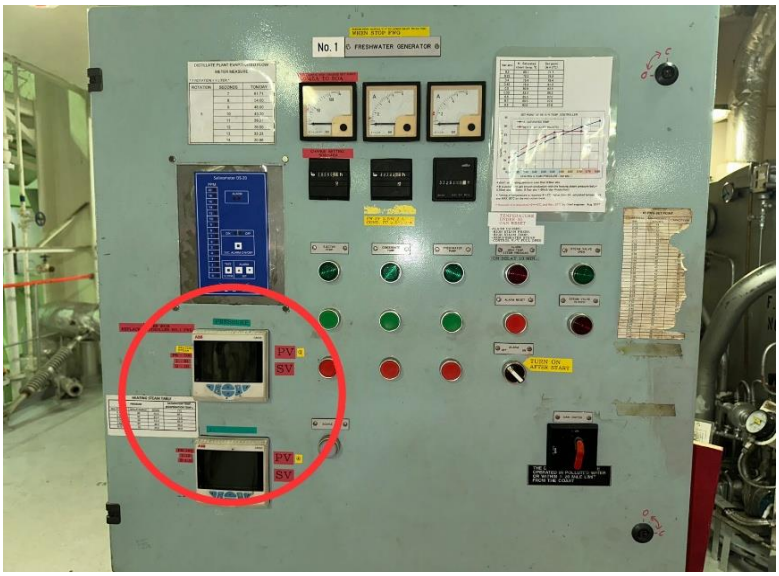


Gambar 2. 5 *Salinity Indicator*

Sumber: *Salinity Indicator* SS. ENERGY FRONTIER

8) *Temperature Controller*

Temperature Controller berfungsi sebagai pengatur dan penjaga suhu operasi agar proses penguapan–kondensasi berjalan efisien dan aman.

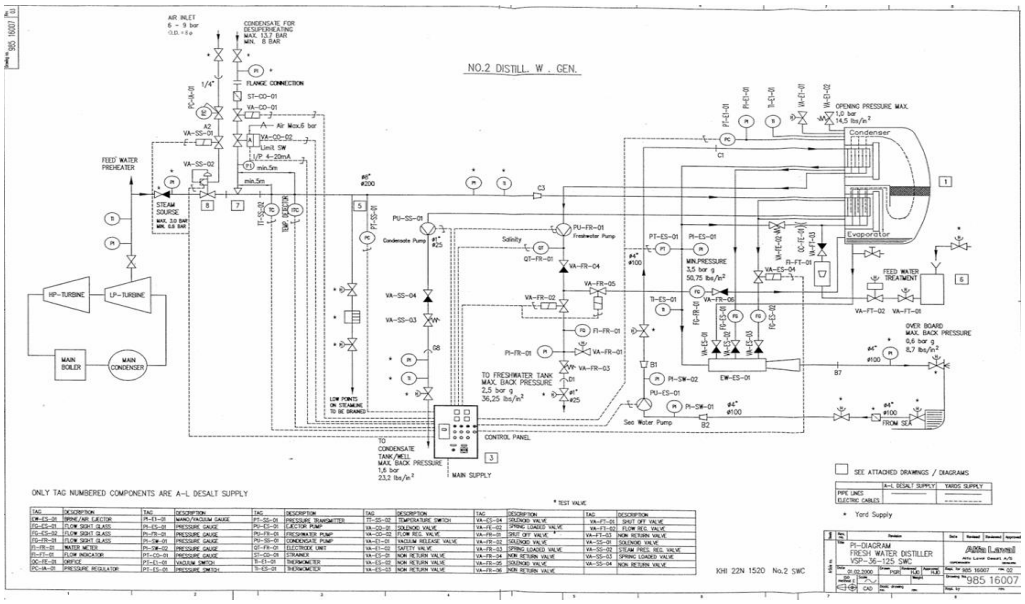


Gambar 2. 6 *Temperature Controller*

Sumber: *Temperature Controller* SS. ENERGY FRONTIER

9) Diagram Fresh Water Generator

Prinsip kerja, siklus penguapan, serta aliran fluida (air laut, air tawar, dan media pemanas) pada pesawat bantu ini secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini



Gambar 2. 7 *Diagram Fresh Water Generator*

Sumber: *Manual Book*

4. **Data LogBook**

Data *logbook* di kapal untuk engineer (sering disebut *Engine Log Book* atau Buku Harian Mesin) adalah catatan sistematis, harian, dan kronologis yang berisi semua data operasional, parameter permesinan, kinerja, pemeliharaan (*maintenance*), dan kejadian penting di kamar mesin

5. **Kondisi suhu air laut**

Pada tanggal 29 November 2024, ketika kapal berlayar di perairan Jepang, suhu air laut berada pada kisaran 20–25°C sehingga sistem *fresh water generator* dapat beroperasi secara optimal dan mampu menghasilkan air tawar dengan kapasitas produksi normal yaitu sekitar 30 ton per hari. Namun, kondisi tersebut berbeda ketika kapal melanjutkan pelayaran menuju perairan Rusia dalam jangka waktu lima hari dan tiba pada tanggal 4 Desember 2024. Pada wilayah tersebut, suhu air laut mengalami penurunan yang sangat signifikan hingga mencapai sekitar −10°C. Perbedaan suhu air

laut yang sangat ekstrem tersebut mempengaruhi kinerja *Fresh Water Generator*, karena suhu air laut yang sangat rendah dapat menghambat proses pemanasan dan penguapan air laut di dalam sistem. Akibatnya, proses produksi air tawar tidak berjalan secara optimal sehingga jumlah air tawar yang dihasilkan mengalami penurunan dan hanya mencapai sekitar 15–20 ton per hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa suhu air laut merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap efisiensi kerja *Fresh Water Generator* dalam menghasilkan air tawar di atas kapal.

a. Penurunan suhu air laut menjadi -10 derajat celcius

b. Air tawar yang dihasilkan hanya mencapai sekitar 15–20 ton per hari.

c. Produksi air tawar mengalami penurunan dari kondisi normal.

d. Perbedaan suhu air laut yang ekstrem menunjukkan bahwa suhu air laut mempengaruhi efisiensi produksi air tawar pada *fresh water generator*.

e. Pada tanggal 29 November 2024, kapal berlayar di perairan Jepang dengan suhu air laut berkisar 20–25°C.

f. Pada kondisi suhu tersebut, *fresh water generator* dapat bekerja secara optimal.

g. Produksi air tawar yang dihasilkan pada kondisi normal mencapai sekitar 30 ton per hari.

1) Kondisi Operasional FWG di Perairan Suhu Rendah

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan masinis di kapal SS. ENERGY FRONTIER, diperoleh informasi bahwa saat kapal beroperasi di perairan Rusia, suhu air laut dapat mencapai sekitar -10°C. Menurut teori sistem *Fresh Water Generator* (FWG), proses produksi air tawar dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu:

- Evaporasi (penguapan air laut)
- Kondensasi (pendinginan uap menjadi air tawar)

  Pada kondisi suhu air laut yang sangat rendah, proses evaporasi menjadi kurang optimal karena perbedaan temperatur yang mempengaruhi laju penguapan. Hal ini menyebabkan produksi air tawar mengalami penurunan, yaitu hanya berkisar 15–20 ton per hari untuk satu unit FWG.

2) Pengaruh Suhu Air Laut terhadap Sistem Vakum dan Kondensasi

Secara teoritis, sistem *Fresh Water Generator* beroperasi dalam kondisi vakum yang bertujuan untuk menurunkan titik didih air laut, sehingga proses penguapan dapat berlangsung pada temperatur yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air laut yang dingin memberikan pengaruh positif terhadap vakum di *fresh water generator* Hal ini sesuai dengan prinsip perpindahan panas, di mana perbedaan suhu yang besar antara uap dan media pendingin akan mempercepat proses kondensasi. Namun demikian, berdasarkan hasil wawancara dengan masinis, kondensasi yang berlangsung terlalu cepat menyebabkan proses pemisahan kandungan garam dari uap air menjadi kurang sempurna. Akibatnya, air tawar yang dihasilkan masih mengandung kadar garam yang relatif tinggi.

3) Dampak Kualitas Air Tawar terhadap Sistem *Boiler*

Menurut standar operasional kapal, air tawar yang digunakan untuk boiler harus memiliki kandungan garam yang sangat rendah untuk mencegah:

- Korosi pada pipa *boiler*
- Pembentukan kerak *(scaling*)
- Penurunan efisiensi sistem

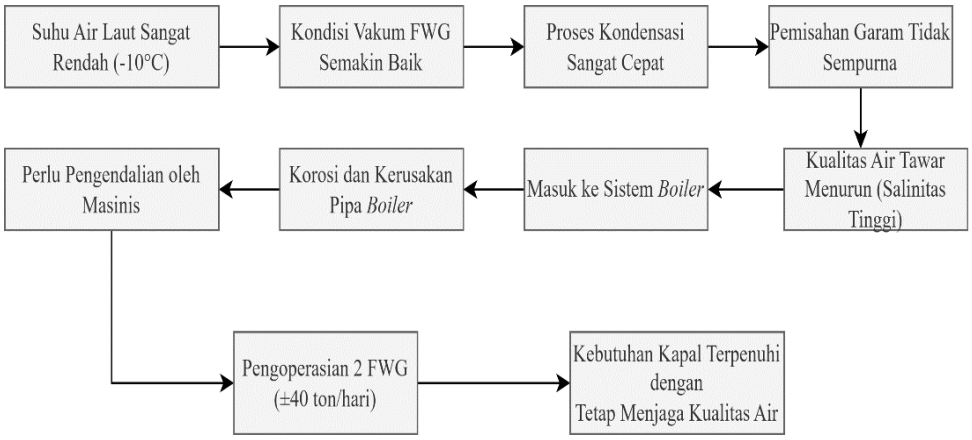
Hasil penelitian menunjukkan bahwa air tawar dengan kualitas rendah (kadar garam tinggi) dapat mempercepat proses korosi pada pipa-pipa *boiler*. Jika kondisi ini terus berlangsung, maka dapat menyebabkan kerusakan serius pada sistem boiler dan mengganggu operasional kapal. Oleh karena itu, kualitas air tawar menjadi aspek yang sangat krusial dalam pengoperasian FWG.

4) Upaya Optimalisasi Produksi dan Kualitas Air Tawar

Sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan dan kualitas air tawar, kapal SS. ENERGY FRONTIER dilengkapi dengan dua unit FWG. Berdasarkan hasil penelitian:

- 1 FWG menghasilkan ±20 ton/hari
- 2 FWG menghasilkan ±40 ton/hari

Pengoperasian dua unit FWG secara bersamaan mampu memenuhi kebutuhan operasional kapal. Namun demikian, berdasarkan hasil wawancara, masinis kapal lebih menekankan pada pengendalian kualitas air tawar dibandingkan hanya mengejar kuantitas produksi. Hal ini dilakukan untuk menjaga keandalan sistem boiler serta memperpanjang umur peralatan.



Gambar 2.8 Diagram Penelitian

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu merupakan kajian ilmiah yang berisi hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dengan topik yang sedang diteliti. Penelaahan terhadap penelitian terdahulu bertujuan untuk menghindari pengulangan penelitian, memperoleh bahan pembanding, serta memperkuat landasan teori dan kerangka konseptual penelitian. Selain itu, penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan untuk memperkuat argumentasi ilmiah serta menunjukkan posisi penelitian yang dilakukan penulis dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Oleh karena itu, pada bagian ini dipaparkan beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian sebagai dasar dan bahan perbandingan dalam penyusunan skripsi ini. Meskipun penelitian-penelitian terdahulu memiliki keterkaitan dengan kinerja dan perawatan *Fresh Water Generator* (FWG), terdapat perbedaan mendasar dengan penelitian yang dilakukan penulis. Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada faktor-faktor seperti kinerja *ejector pump*, efektivitas sistem vakum, kondisi *heat exchanger*, penumpukan kerak *(scaling),* serta analisis penurunan produksi air tawar secara umum. Sementara itu, penelitian ini secara khusus mengkaji kerusakan pada *sealing groove* plat evaporator

yang mengakibatkan terjadinya kebocoran pada *Fresh Water Generator* No. 2 di kapal SS. ENERGY FRONTIER. Kerusakan *sealing groove* merupakan permasalahan yang bersifat spesifik karena berhubungan langsung dengan kemampuan penyegelan antar plat evaporator dalam menjaga pemisahan antara air laut dan hasil distilasi. Kerusakan berupa *bulging out* dan *bending in* pada alur *sealing groove* menyebabkan terjadinya kebocoran, meningkatnya salinitas air tawar, serta menurunnya kapasitas produksi FWG. Aspek ini belum dibahas secara mendalam pada penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi rujukan dalam penelitian ini.

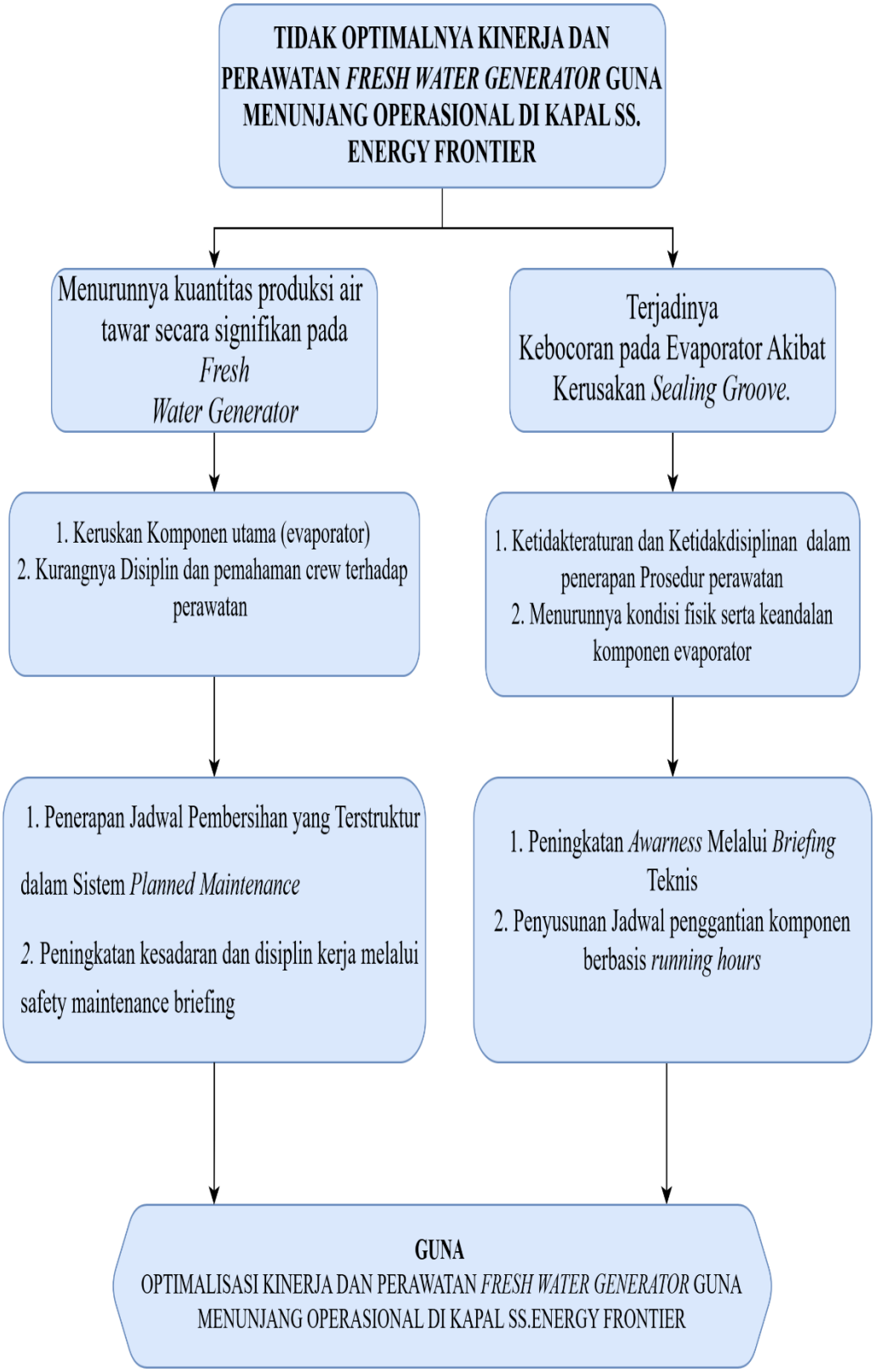
Dengan demikian, penelitian ini memiliki nilai kebaruan (novelty) karena tidak hanya menganalisis penurunan kinerja *Fresh Water Generator* secara umum, tetapi juga mengidentifikasi akar penyebab kerusakan *sealing groove*, dampaknya terhadap sistem evaporator, serta upaya penanganan dan perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kembali kinerja *Fresh Water Generator* dalam menunjang operasional kapal.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Nama penulis dan Tahun ternitan	Hasil	Metode
1	Analisis Kinerja Ejector Pump pada Sistem *Fresh Water Generator* di Kapal Niaga	Effendi dkk (2025)	Kinerja FWG sangat dipengaruhi oleh efektivitas ejector pump dan kestabilan vakum.	Kualitatif deskriptif
2	Evaluasi Sistem Produksi Air Tawar Menggunakan *Fresh Water Generator*	Prasetyo (2022)	Efisiensi produksi dipengaruhi kondisi heat exchanger dan sistem vakum.	Kualitatif deskriptif
3	Analisis Menurunnya Hasil Produksi Air	Al. Agre Wastu (2018)	Menurunnya produksi air tawar, dianalisis dengan	Kualitatif deskriptif

	Tawar pada *Fresh Water Generator* di MT. Hippo dengan Metode SWOT Analysis		SWOT; penyebabnya *safety valve*, *plate* berkerak, steam *heating* media tidak stabil, *chemical cleaner* tidak tersedia	

C. KERANGKA PEMIKIRAN


TIDAK OPTIMALNYA KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS. ENERGY FRONTIER
Menurunnya kuantitas produksi air tawar secara signifikan pada *Fresh Water Generator*
Terjadinya Kebocoran pada Evaporator Akibat Kerusakan *Sealing Groove.*
1. Keruskan Komponen utama (evaporator)
2. Kurangnya Disiplin dan pemahaman crew terhadap perawatan
1. Ketidakteraturan dan Ketidakdisiplinan dalam penerapan Prosedur perawatan
2. Menurunnya kondisi fisik serta keandalan komponen evaporator
1. Penerapan Jadwal Pembersihan yang Terstruktur dalam Sistem *Planned Maintenance*
2. Peningkatan kesadaran dan disiplin kerja melalui safety maintenance briefing
1. Peningkatan *Awarness* Melalui *Briefing* Teknis
2. Penyusunan Jadwal penggantian komponen berbasis *running hours*
GUNA
OPTIMALISASI KINERJA DAN PERAWATAN *FRESH WATER GENERATOR* GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL SS.ENERGY FRONTIER

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan pada kapal SS. ENERGY FRONTIER mengungkapkan bahwa terdapat dampak serius akibat berkurangnya produksi air tawar dari *Fresh Water Generator* (FWG), yang sangat dibutuhkan oleh kru dan mesin kapal. melalui wawancara, observasi langsung, dan analisis berdasarkan manual book, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Menurunnya Kuantitas Produksi Air Tawar Secara Signifikan pada *Fresh water generator* Produksi air tawar FWG No.2 turun drastis dari 30 ton/hari menjadi hanya 15 ton/hari akibat kombinasi penurunan vakum dari 90 menjadi 70, peningkatan salinitas dari 1.0 ppm menjadi 1.8 ppm, dan kebocoran kontaminasi air laut ke distillate. Penurunan ini mengancam kebutuhan operasional kapal yang mencapai 25 ton/hari (15 ton akomodasi 31 awak + 10 ton *boiler*), disebabkan oleh kerusakan sistemik pada evaporator yang tidak terdeteksi dini melalui perawatan preventif berbasis *running hours*. Solusi, Menurunnya produksi air tawar pada FWG No.2 dapat diatasi dengan melakukan inspeksi dan perawatan berkala berbasis kondisi, meliputi pemeriksaan vakum, salinitas, kondisi gasket, dan sealing groove evaporator. Komponen yang mengalami kerusakan harus segera diganti atau diperbaiki, disertai pembersihan evaporator dan pengujian kebocoran ulang. Penerapan PMS yang lebih disiplin juga diperlukan agar penurunan kinerja dapat dicegah sejak awal.

2. Terjadinya Kebocoran pada Evaporator Akibat Kerusakan *Sealing Groove* Kebocoran terdeteksi saat *pressure test* 2.5 bar pada area plat EV-ED, disebabkan oleh deformasi *sealing groove* berupa *bulging out* (menggelembung keluar)

dan *bending in* (melengkung masuk) setelah melebihi 10.500 *running hours* operasi. Kerusakan material plat titanium akibat thermal stress berulang, *scaling accumulation* yang tidak terkontrol, serta ketidakteraturan penggantian gasket menjadi akar penyebab utama, mengakibatkan air laut bercampur dengan air sulingan dan menurunkan kualitas serta kuantitas produksi secara signifikan. Solusi Untuk mengatasi kebocoran pada evaporator akibat kerusakan sealing groove, perlu dilakukan pemeriksaan menyeluruh pada area plat EV-ED setelah mencapai jam operasi tertentu, terutama setelah melewati 10.500 running hours. Jika ditemukan deformasi berupa bulging out atau bending in, maka komponen tersebut harus segera diperbaiki atau diganti agar sistem penyegelan kembali rapat. Selain itu, gasket harus diganti secara teratur sesuai kondisi aktual, bukan hanya berdasarkan perkiraan umur pakai, untuk mencegah kebocoran berulang.Di sisi lain, kerak atau scaling pada permukaan evaporator perlu dibersihkan secara rutin karena penumpukan kerak dapat mempercepat kerusakan material dan menurunkan efisiensi perpindahan panas. Pengawasan terhadap thermal stress juga penting dilakukan dengan menjaga kestabilan operasi serta menghindari perubahan beban yang terlalu ekstrem. Dengan penerapan inspeksi berkala, penggantian komponen tepat waktu, dan perawatan yang disiplin, kebocoran dapat diminimalkan sehingga kualitas dan kuantitas produksi air tawar tetap terjaga.

B. SARAN

1. Saran untuk Crew / Engineer di Kapal SS.ENERGY FRONTIER

    1) Optimalisasi Perawatan Preventif: Masinis yang bertanggung jawab harus melakukan pembersihan evaporator secara berkala setiap 1.000 jam operasi tanpa menunggu adanya penurunan parameter vakum. Pembersihan harus menggunakan konsentrasi bahan kimia yang tepat untuk mencegah pengerasan kerak garam pada celah-celah paking.

    2) Peningkatan Akurasi Pelaporan Teknis: Setiap tindakan *overhaul* atau pengecekan rutin wajib disertai dengan pengukuran dimensi teknis (seperti ketebalan plat dan kedalaman *groove*) yang dicatat secara sistematis dalam *job card*. Hal ini penting untuk memetakan laju keausan komponen secara historis.

    3) Uji Tekanan (*Pressure Test*) Pasca Perawatan: Sebelum unit dijalankan, wajib dilakukan pengujian kebocoran dengan tekanan udara sesuai manual (minimal 2,5 bar) untuk memastikan semua *gasket* telah terpasang dengan benar dan tidak ada kebocoran tersembunyi yang dapat mengganggu proses vakum.

2. Saran untuk perusahaan (*Ship management)*

    1) Manajemen Suku Cadang Kritis: Mengingat peran vital air tawar untuk *boiler feed water* dan sistem pendingin mesin induk, perusahaan diharapkan menjamin ketersediaan stok *gasket* orisinal dan *sealing kit* di atas kapal secara permanen (minimum 1 set cadangan) untuk menghindari penundaan perbaikan saat terjadi kebocoran darurat.

    2) Pembaruan Sistem Monitoring Digital: Disarankan untuk meng-upgrade sistem PMS dari yang berbasis kertas/manual ke arah sistem monitoring digital yang mampu memberikan peringatan otomatis (*auto-reminder*) jika parameter kinerja (suhu dan tekanan) keluar dari ambang batas normal.

3. Saran untuk peneliti selanjutnya

    Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengkaji lebih dalam mengenai pengaruh kualitas air laut (salinitas dan suhu wilayah pelayaran) terhadap laju pembentukan kerak pada plat evaporator, guna menyusun jadwal perawatan yang lebih adaptif berdasarkan rute pelayaran kapal.

DAFTAR PUSTAKA

Almaududi, A., et al. (2021). Konsep kinerja dalam organisasi dan sistem kerja.

Andriansyah, A., & Kurniawan, B. (2021). Analisis performa sistem fresh water generator pada operasional kapal.

Ardiansyah, A. (2018). Sistem desalinasi air laut pada kapal.

Bumbungan, B., et al. (2025). Evaluasi teknis dan manajerial sistem fresh water generator sebagai penunjang operasional kapal niaga.

Effendi, E., et al. (2025). Analisis kinerja ejector pump pada sistem fresh water generator di kapal niaga.

Hidayat, H., & Putra, R. (2022). Analisis kinerja sistem desalinasi air laut sebagai penyedia air tawar di kapal.

International Maritime Organization. (2021). Safety management system guidelines.

Ishikawa, K. (1986). Guide to quality control.

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). Juran's quality handbook.

Maulana, M., et al. (2024). Kajian operasional dan perawatan sistem desalinasi air laut di kapal.

Nugroho, N., et al. (2023). Analisis sistem kerja evaporator pada fresh water generator.

Prasetyo, P. (2022). Evaluasi sistem produksi air tawar menggunakan fresh water generator.

Pratama, P. (2022). Analisis pengaruh fouling terhadap kinerja evaporator pada fresh water generator.

Purusotama, P., & Riyanto, R. (2023). Optimalisasi kinerja fresh water generator dalam pemenuhan kebutuhan air tawar di kapal.

Rahman, R., et al. (2024). Analisis penyebab penurunan produksi air tawar pada fresh water generator di kapal niaga.

Rowa, R. (2022). Fresh water generator sebagai pesawat bantu kapal.

Saleh, S., & Herlambang, H. (2021). Manajemen perawatan mesin kapal berbasis ISM Code.

Sefas Group. (2023). Preventive maintenance pada permesinan kapal.

Sekaran, U., & Bougie, R. (2021). Research methods for business: A skill-building approach.

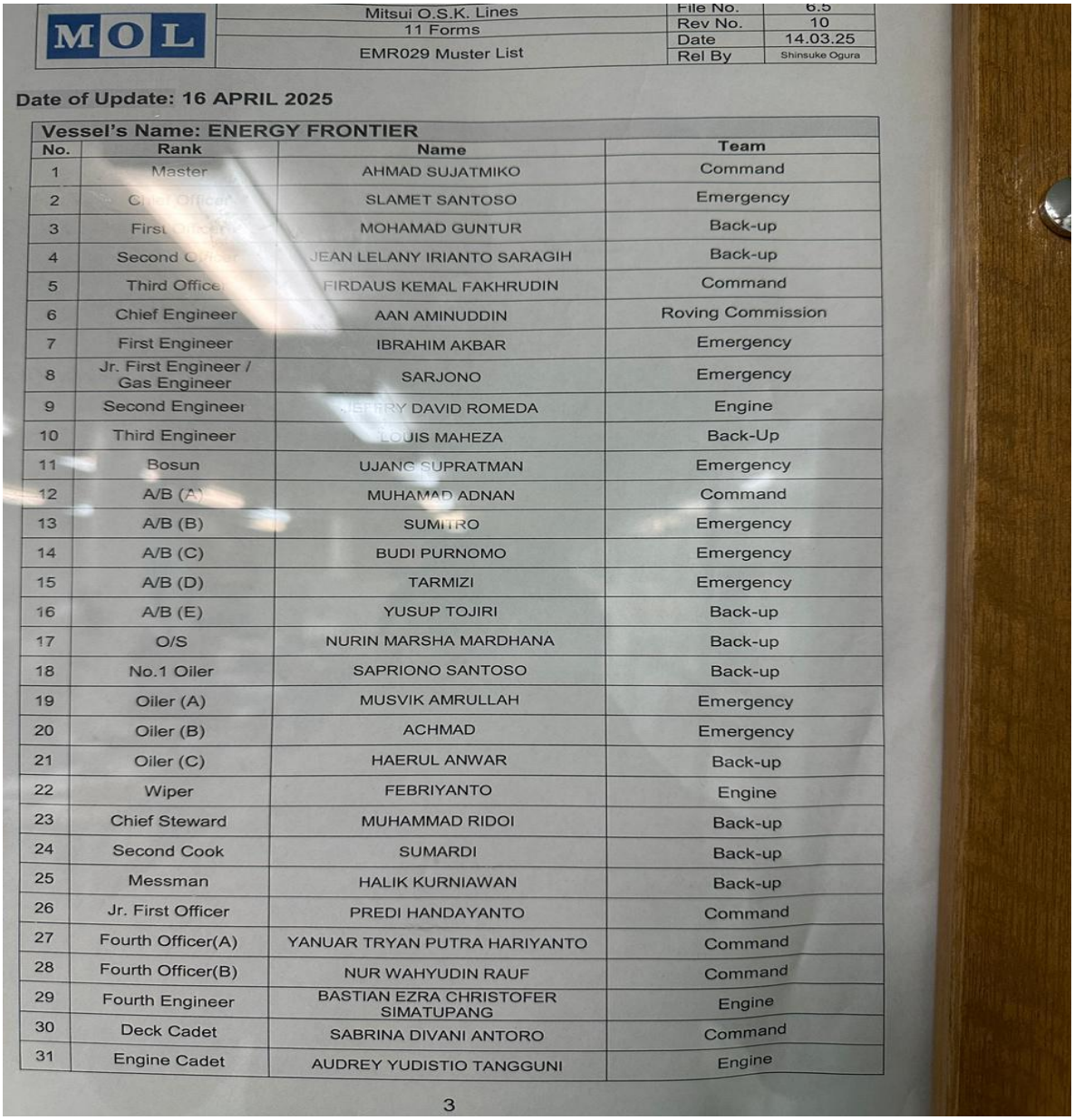
Siringoringo, H. (2021). Konsep optimalisasi dalam manajemen.

Umar, H. (2013). Metode penelitian untuk skripsi dan tesis.

Winardi, W. (2022). Manajemen dan optimalisasi kinerja.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *crewlist* S.S ENERGY FRONTIER



MOL	Mitsui O.S.K. Lines	File No.	6.5
	11 Forms	Rev No.	10
	EMR029 Muster List	Date	14.03.25
		Rel By	Shinsuke Ogura

Date of Update: 16 APRIL 2025

Vessel's Name: ENERGY FRONTIER

No.	Rank	Name	Team
1	Master	AHMAD SUJATMIKO	Command
2	Chief Officer	SLAMET SANTOSO	Emergency
3	First Officer	MOHAMAD GUNTUR	Back-up
4	Second Officer	JEAN LELANY IRIANTO SARAGIH	Back-up
5	Third Officer	FIRDAUS KEMAL FAKHRUDIN	Command
6	Chief Engineer	AAN AMINUDDIN	Roving Commission
7	First Engineer	IBRAHIM AKBAR	Emergency
8	Jr. First Engineer / Gas Engineer	SARJONO	Emergency
9	Second Engineer	JEFFRY DAVID ROMEDA	Engine
10	Third Engineer	LOUIS MAHEZA	Back-Up
11	Bosun	UJANG SUPRATMAN	Emergency
12	A/B (A)	MUHAMAD ADNAN	Command
13	A/B (B)	SUMITRO	Emergency
14	A/B (C)	BUDI PURNOMO	Emergency
15	A/B (D)	TARMIZI	Emergency
16	A/B (E)	YUSUP TOJIRI	Back-up
17	O/S	NURIN MARSHA MARDHANA	Back-up
18	No.1 Oiler	SAPRIONO SANTOSO	Back-up
19	Oiler (A)	MUSVIK AMRULLAH	Emergency
20	Oiler (B)	ACHMAD	Emergency
21	Oiler (C)	HAERUL ANWAR	Back-up
22	Wiper	FEBRIYANTO	Engine
23	Chief Steward	MUHAMMAD RIDOI	Back-up
24	Second Cook	SUMARDI	Back-up
25	Messman	HALIK KURNIAWAN	Back-up
26	Jr. First Officer	PREDI HANDAYANTO	Command
27	Fourth Officer(A)	YANUAR TRYAN PUTRA HARIYANTO	Command
28	Fourth Officer(B)	NUR WAHYUDIN RAUF	Command
29	Fourth Engineer	BASTIAN EZRA CHRISTOFER SIMATUPANG	Engine
30	Deck Cadet	SABRINA DIVANI ANTORO	Command
31	Engine Cadet	AUDREY YUDISTIO TANGGUNI	Engine

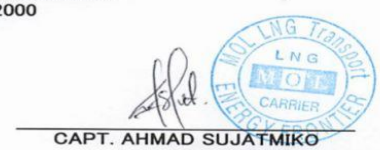
3

Lampiran 2 *ship's particulars* S.S ENERGY FRONTIER

S.S. ENERGY FRONTIER

Ship's Particulars

1. Ship Name	:	ENERGY FRONTIER
2. Owner	:	Tokyo LNG Tanker Co., Ltd. (IMO Company Identification Number : 1966015)
3. Operator	:	MOL LNG TRANSPORT. Co. Ltd.
4. Hull No.	:	1520
5. Builder	:	Kawasaki Shipbuilding Corporation, Sakaide Shipyard
6. Keel Laid	:	26th June 2002
7. Keel Launching	:	8th November 2002
8. Delivery	:	12th September 2003
9. Classification	:	NK, NS* (Tanker, Liquefied Gases, Max. Press. 25kPaG and Min. Temp. −163oC, Type 2G), Class ID Ice Strengthening, Design Temp. T Db for Hull Structure, MNS* (M0.B), PMM, BRS1
10. Nationality	:	Japan
11. Port of Registry	:	Tokyo
12. Official Number	:	137173
13. Signal Letter	:	JPTX
14. Class Number	:	032027
15. IMO Number	:	9245720
16. MMSI	:	432420000 (Maritime Mobile Service Identities)
17. Service Route	:	Ocean Going
18. Kind of Cargo	:	Liquefied Natural Gas
19. Kind of Ship	:	LNG Carrier
20. Type of Ship	:	Flush Decker Type (without Forecastle, with Sunken Deck at Stern Part) and shall have a Bulbous Bow, Transom Stern, Mariner Type Stern Frame, Single Rudder with Rudder Bulb with Fins, and single Screw driven by a slow speed Steam Turbine.
21. Tonnage	:	International Gross : 119,393 T Net : 35,817 T
	:	Suez Tonnage Gross : 126068.09 T Net : 112813.47 T
22. L .O. A.	:	289.53 m
23. L .P. P.	:	277.00 m
24. B mld	:	49.00 m
25. D mld	:	27.00 m
26. Summer Draft (mld)	:	12.220 m
27. Deadweight	:	80,686 T
28. Engines (Main)	:	kawasaki 1/A − 400
Output Engines	:	26,900 KW
29. ID number	:	INMARSAT-C 443242010 INMARSAT-C (email) 443242011@satcmail.com E-mail energyfrontier@molgroup.com Tel (FBB) 870-773 236 141 Fax (FBB) 870-783 202 815 Tel V-Sat (+1) 757 800 1338 Tel (IRIDIUM) 8816-524-58833 ID for DSC (MF/HF/VHF) 43242000 ID for NBDP (5 digit) 71714 JPTX X ID for NBDP (9 digit) 432420000 JPTX X ID for Satellite EPIRB 43242000



CAPT. AHMAD SUJATMIKO

Lampiran 3 Kapal S.S ENERGY FRONTIER



Lampiran 4 FWG S.S ENERGY FRONTIER



Lampiran 5 *crew* Kapal S.S ENERGY FRONTIER



Lampiran 6 WAWANCARA

1. Daftar Responden

Nama: JEFFRY DAVID ROMEDA

Jabatan: *Second Engineer*

Kapal: SS. ENERGY FRONTIER

2. Hasil Wawancara

Wawancara terhadap *Second Engineer* di kapal SS. ENERGY FRONTIER dilakukan penulis saat melaksanakan praktik laut. Berikut adalah petikan wawancara mengenai permasalahan penurunan produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* (FWG):

E/C: "Selamat siang, *second*. Maaf mengganggu waktunya. Saya ingin menanyakan mengenai penurunan produksi air tawar pada FWG No. 2 di kapal kita. Apakah benar penurunan kapasitas dari 30 ton/hari menjadi 15 ton/hari tersebut disebabkan oleh kebocoran pada *sealing groove* plat evaporator dan adanya kerak?"

2/E: "Betul sekali. Berdasarkan pengamatan kita saat *overhaul* dan *pressure test*, masalah utamanya memang pada plat evaporator. *Sealing groove*-nya sudah mengalami deformasi, ada yang *bulging out* dan *bending in*, sehingga paking (*gasket*) tidak bisa menyegel dengan sempurna. Akibatnya, air laut bocor masuk ke sisi hasil distilasi, yang menyebabkan salinitas naik sampai 1.8 ppm dan produksi air tawar tidak optimal."

E/C: "Berarti selain kebocoran, faktor kerak juga sangat berpengaruh ya, Pak?"

2/E: "Ya, tentu. Kerak yang menempel pada plat bertindak sebagai isolator yang menghambat perpindahan panas. Kalau panas dari *main engine jacket cooling water* atau *steam* tidak bisa berpindah efektif ke air laut, penguapan di *evaporator* tidak akan maksimal. Kerak ini sering terbentuk kalau kualitas air laut buruk atau pembersihan tidak dilakukan secara rutin sesuai jadwal *Planned Maintenance System* (PMS)."

E/C: "Jika vakum di *shell chamber* ikut menurun, apakah itu memperparah kondisi penguapan, Pak?"

2/E: "Tentu. Prinsip FWG kita adalah memanaskan air laut pada tekanan vakum agar titik didihnya rendah. Jika vakum turun karena kebocoran udara pada sambungan atau *ejector* yang kinerjanya lemah, maka air laut memerlukan suhu lebih tinggi untuk menguap. Hal ini jelas menurunkan efisiensi sistem secara keseluruhan."

E/C: “Terima kasih banyak atas penjelasannya, Pak. Informasi ini sangat membantu saya dalam menganalisis akar penyebab masalah di skripsi saya.”

2/E: “Sama-sama. Pastikan kamu juga pelajari kembali dokumen *manual book* dan catatan *logbook* kita agar analisis *fishbone*-nya lebih akurat.”

Lampiran 7 PMS S.S ENERGY FRONTIER

Bad Sealing Of #2 FWG Evaporator

23rd December 2024. Ship staff, commenced overhaul no.2 FWG Evaporator, due to PMS and High salinity (abt. 1.8 ppm), we clean up the plate and replaced 30 pcs Evaporator gasket with a new spare.







27th December 2024. Ship staff assemble the evaporator section. At the same time Condenser section was disassembled for maintenance as well. Unfortunately when pressure testing the evaporator section, several leaking point on top of evaporator section is spotted.

We draw out all the plates and tried to clean it thoroughly. We found a perceptible deterioration on plates sealing groove, mostly between **EV- ED plates**. The sealing groove were either bulging out (*see Fig. 1)* or bending in (see Fig.2)

