KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV PAN FLOWER

Oleh :

FERRARI ANANDA HERU PRASETYA
NRP. 565221665

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV PAN FLOWER

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

FERRARI ANANDA HERU PRASETYA
NRP. 565221665

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP

JAKARTA

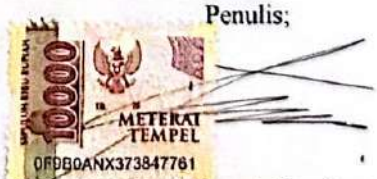
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	FERRARI ANANDA HERU PRASETYA
NRP	:	565221665
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Jurusan	:	TEKNIKA
Judul	:	OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI MV. PAN FLOWER

Jakarta, Juni 2026

Penulis;



Ferrari Ananda Heru Prasetya

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	FERRARI ANANDA HERU PRASETYA
NRP	:	565221665
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Jurusan	:	TEKNIKA
Judul	:	OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENRATOR* DI MV. PAN FLOWER

Jakarta, Juni 2026

Pembimbing Utama

Nurindah Dwiyani, S.Pd.,MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP: 19780118 200812 2 001

Pendamping

Natanael Suranta, S.S.T.Pel.,M.Tr.T
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP: 19930507 201902 1 003

Mengetahui;
Ketua Program Studi Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M. M
Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

STIP JAKARTA

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	FERRARI ANANDA HERU PRASETYA
NRP	:	565221665
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Jurusan	:	TEKNIKA
Judul	:	OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI MV. PAN FLOWER

Jakarta, Juni 2026

Ketua Penguji	Anggota Penguji 2	Anggota Penguji 3
Hartaya, M.M.	Yayu Nopriani Martha, M.Pd	Nurindah Dwiyani, S.Pd.,MT
Penata Tk. I (III/d)		Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19660310 199903 1 002	NIP. 19901106 202321 2 042	NIP. 19780118 200812 2 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

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

iv

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur atas kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan berkat, rahmat, serta karunianya, Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul :

“ OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV. PAN FLOWER “

Skripsi ini disusun dan diajukan oleh penulis untuk melengkapi dan menyelesaikan salah satu syarat dalam menempuh Program Pendidikan Diploma IV yang telah diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis mencoba memaparkan atas pengamatan dan penelitian yang telah di lakukan oleh penulis serta berkaitan dengan teori-teori dalam beberapa buku referensi dan berusaha semaksimal mungkin untuk menyumbangkan sedikit pemikiran untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang ada pada saat melaksanakan praktik laut di MV. Pan Flower. Sangat besar harapan penulis agar skripsi ini menjadi sumbangan pengetahuan yang berguna khususnya bagi civitas akademika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Indonesia, serta bagi dunia maritim pada umumnya. Pada penulisan skripsi ini penulis banyak mengucapkan terima kasih atas bantuan, dukungan, doa serta bimbingan dalam penyusunan skripsi ini, antara lain :

1. Kepada Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Kepada Dr. Markus Yando, S.Si.T.,M.M selaku Ketua Jurusan Teknika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
3. Kepada Ibu Nurinda Dwiyani, S.Pd.,MT sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, Serta dengan penuh sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
4. Kepada Bapak Natanael Suranta, S.T.Pel.,M.Tr.T sebagai Dosen Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan mendukung penulis sehingga penulis dapat

menyelesaikan skripsi ini.

5. Kepada PT. Jasindo Duta Segara yang telah memberikan Saya kesempatan berharga untuk menimba ilmu pelayaran selama melaksanakan praktik di kapal.
6. Kepada seluruh *crew* MV. Pan Flower, yang selalu bersedia membimbing dan mengajarkan selama penulis melakukan praktik laut daan memberikan pengalaman terbaik selama diatas kapal.
7. Kepada seluruh dosen, instruktur dan pembimbing cadet Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah bersedia membimbing dan mendidik selama masa pendidikan
8. Kepada teman-teman angkatan 65 dan teman kelas Teknika VIII C yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang selalu memberikan waktu serta memori baik yang akan selalu terkenang sepanjang waktu.
9. Kepada seluruh teman-teman Jawa Timur dan Kamar G-203 yang telah menemani dan memberikan semangat kepada penulis
10. Kepada keluarga saya khususnya kedua orang tua saya yang tersayang dan tercinta Bapak Heru Wahyono, Ibu Eni Handayani dan serta Adik perempuan saya Aurelya Adinda Martha Nesya yang selalu memberikan doa dan menjadi sumber motivasi semangat hidup penulis, serta dukungan yang sangat luar biasa pada penulis dengan penuh kasih sayang hingga saat ini yang tidak dapat diukur nilainya.
11. Terima kasih kepada Ferari Ananda Heru Prasetya yaitu diri saya sendiri yang saya sayang dan saya cinta yang selalu semangat dan selalu kuat berjuang tanpa putus asa dengan kesabaran hati yang luas dari awal pendidikan hingga dapat menjalani pendidikan 4 tahun ini di STIP Indonesia. Terima kasih sudah menjadi manusia yang selalu berusaha untuk mencoba tanpa mengenal lelah. Terima kasih untuk tidak menyerah dalam kondisi sesulit dan sesedih apa pun selama berproses di STIP indonesia, adapun kurang dan lebih, mari terus berlajar dan menjadi orang sukses.

Jakarta, Juni 2026

Penulis,

Ferrari Ananda Heru Prasetya

NRP. 565221665

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....**i**
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....**ii**
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....**iii**
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI.....**iv**
KATA PENGANTAR.....**v**
DAFTAR ISI.....**vii**
DAFTAR GAMBAR.....**ix**
DAFTAR TABEL.....**x**
DAFTAR SINGKATAN.....**xi**
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL.....**xii**
DAFTAR LAMPIRAN.....**xiv**
ABSTRAK.....**xv**
ABSTRACT.....**xvi**
BAB I PENDAHULUAN.....**1**
A. Latar Belakang.....1
B. Identifikasi Masalah.....3
C. Batasan Masalah.....4
D. Rumusan Masalah.....4
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....4
F. Sistematika Penulisan.....5
BAB II LANDASAN TEORI.....**7**
A. Definisi Operasional.....7
B. Teori.....17
C. Kerangka Pemikiran.....19
BAB III METODE PENELITIAN.....**20**
A.Waktu dan Tempat Penelitian.....20
B.Metode Pendekatan.....20

C.Sumber Data.....22
D.Teknik PengumpulanData.....23
E.Teknik Analisis Data.....25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....31
A.Deskripsi Data.....32
B.Analisis Data.....35
C.Alternatif Pemecahan Masalah.....38
D.Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah.....46
E. Pemecahan Masalah.....49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....53
A. Kesimpulan.....53
B. Saran.....54
DAFTAR PUSTAKA.....55
LAMPIRAN.....57

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 MV. Pan Flower.....9
Gambar 2.2 *Temperature main engine cooling*.....11
Gambar 2.3 *Pressure ejector pump*.....12
Gambar 2.4 *Fresh Water Generator system*.....14
Gambar 2.5 Diagram kerangka pemikiran.....19
Gambar 3.1 Contoh diagram tulang punggung *fishbone*.....28
Gambar 3.2 Contoh diagram *fishbone*.....30
Gambar 3.3 Contoh diagram *fishbone*.....30
Gambar 4.1 Data Produksi Air Tawar Perhari.....32
Gambar 4.2 Evaporator tampak luar.....33
Gambar 4.3 Evaporator tampak dalam.....34
Gambar 4.4 Diagram *Fishbone* Penyebab Penurunan Produksi Air Tawar.....37

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....17

DAFTAR SINGKATAN

FWG : *Fresh Water Generator*

MV : *Motor Vessel*

PMS : *Planned Maintenance System*

IMO : *International Maritime Organization*

GT : *Gross Tonnage*

DWT : *Deadweight Tonnage*

LOA : *Length Overall*

BP : *Between Perpendiculars*

NaCl : *Sodium Chloride*

KRS : *Korean Register of Shipping*

PPM : *Parts Per Million*

MPa : *Megapascal*

DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Brine	: Air laut sisa hasil proses evaporasi yang memiliki kadar garam tinggi
Condenser	: komponen pada *Fresh Water Generator* yang berfungsi mengubah uap air menjadi air tawar melalui proses pendinginan
Demister	: Komponen pemisah butiran air laut dan partikel garam yang terbawa Bersama uap air
Desalinasi	: Proses pengolahan air laut menjadi air tawar dengan menghilangkan kandungan garam
Distillate	: Air tawar hasil kondensasi pada proses kerja *Fresh Water Generator*
Ejector Pump	: Pompa yang digunakan untuk menghasilkan dan mempertahankan kevakuman pada FWG
Evaporasi	: Proses perubahan air laut dari fase cair menjadi uap akibat pemanasan
Evaporator	: Komponen utama FWG yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses penguapan air laut
Fishbone Diagram	: Metode analisis sebab-akibat yang digunakan untuk mengetahui akar penyebab masalah
Fouling	: Penumpukan kotoran, lumpur, atau zat organik pada permukaan peralatan yang menyebabkan penurunan kinerja
Fresh Water Generator	: Pesawat bantu kapal yang menghasilkan air tawar dari air laut melalui proses evaporasi dan kondensasi
Jacket Cooling Water	: Air pendingin mesin induk yang dimanfaatkan sebagai media pemanas pada evaporator FWG.
Planned Maintenance System	: Sistem perawatan terencana yang digunakan sebagai pedoman pelaksanaan pemeliharaan permesinan kapal

Salinometer	: Alat yang digunakan untuk mengukur kadar garam pada air tawar hasil produksi FWG
Scaling	: Endapan mineral yang membentuk kerak pada permukaan evaporator
Vacuum	: Kondisi tekanan rendah di dalam evaporator
°C	: Menyatakan besaran suhu atau temperatur sistem, dengan satuan derajat celcius
MPa	: Menyatakan besaran tekanan pada sistem, dengan satuan Megapascal.
Ppm	: (*Parts per Million*) digunakan untuk menunjukkan konsentrasi atau kadar garam terlarut dalam air
Ton/day	: Menunjukkan kapasitas produksi air tawar yang dihasilkan FWG dalam satuan ton per hari
GT	: (*Gross Tonnage*) merupakan ukuran isi kotor kapal dalam satuan ton
DWT	: (*Deadweight Tonnage*) merupakan kapasitas angkut maksimum kapal yang dinyatakan dalam ton
M	: Menyatakan besaran panjang atau dimensi kapal dengan satuan meter

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Hasil Turnitin 57
Lampiran 2 Bukti bimbingan..... 58
Lampiran 3 MV. Pan Flower..... 60
Lampiran 4 *Ship Particular*..... 61
Lampiran 5 *Crew List* MV. Pan Flower..... 62
Lampiran 6 *Chemical Treatment Fresh Water Generator*..... 63
Lampiran 7 *Maintenance Fresh Water Generator*..... 64
Lampiran 8 Foto *Crew* MV. Pan Flower..... 65
Lampiran 9 Dokumentasi wawancara bersama 1/E dan 3/E..... 66
Lampiran 10 Sesi wawancara..... 67

ABSTRAK

Heru Prasetya Ananda, Ferrari. 2026. *"Optimalisasi proses evaporasi terhadap* evaporator *guna mempertahankan jumlah produksi air tawar pada Fresh Water Generator di MV. Pan Flower"*

Penurunan produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* di MV. Pan Flower menjadi permasalahan yang memerlukan perhatian khusus, mengingat kapasitas produksi yang semula mencapai 20 ton per hari menurun menjadi 13–14 ton per hari. Permasalahan tersebut disebabkan oleh terganggunya proses evaporasi akibat terbentuknya *scaling* dan *fouling* pada evaporator, rendahnya tingkat kevakuman karena menurunnya tekanan *ejector pump*, serta belum optimalnya pelaksanaan perawatan terhadap sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab penurunan produksi air tawar dan menentukan upaya optimalisasi proses evaporasi guna mempertahankan kinerja FWG. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi selama praktik laut pada periode Agustus 2024 sampai Agustus 2025, kemudian dianalisis menggunakan *fishbone* diagram untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *scaling* dan *fouling* pada evaporator, rendahnya tingkat kevakuman akibat kurang optimalnya kinerja *ejector pump*, serta faktor operasional dan perawatan merupakan penyebab utama penurunan produksi air tawar. Upaya perbaikan yang direkomendasikan meliputi pelaksanaan pembersihan evaporator dan *descaling* secara teratur, pemeliharaan kestabilan suhu pemanas dan kondisi vakum, peningkatan pengawasan operasional, serta penerapan *preventive maintenance* sesuai *Planned Maintenance System* (PMS). Implementasi upaya tersebut diharapkan dapat mengoptimalkan kinerja *Fresh Water Generator* sehingga kebutuhan air tawar selama pelayaran dapat terpenuhi secara berkesinambungan.

Kata kunci: *Air tawar, Evaporator, Evaporasi, Fresh Water Generator, Optimalisasi.*

ABSTRACT

Heru Prasetya Ananda, Ferrari. 2026. "Optimization of the Evaporation Process in the Evaporator to maintain Freshwater Production in the Fresh Water Generator on MV Pan Flower."

The decline in freshwater production in the Fresh Water Generator (FWG) on board MV. Pan Flower has become an issue requiring special attention, as its production capacity decreased from the normal rate of 20 tons per day to only 13–14 tons per day. This problem was caused by disruptions in the evaporation process due to the formation of scaling and fouling on the evaporator, a decrease in the vacuum level resulting from reduced ejector pump performance, and the suboptimal implementation of maintenance procedures. This study aimed to analyze the factors contributing to the decline in freshwater production and to identify appropriate optimization measures for the evaporation process in order to maintain the performance of the FWG. The research employed a case study method using a qualitative descriptive approach. Data were collected through observations, interviews, and documentation during the sea practice period from August 2024 to August 2025, and were subsequently analyzed using a fishbone diagram to systematically identify the root causes of the problem. The findings revealed that scaling and fouling on the evaporator, inadequate vacuum conditions caused by less-than-optimal ejector pump performance, as well as operational and maintenance factors, were the primary causes of the reduced freshwater production. The recommended corrective actions include carrying out regular evaporator cleaning and descaling procedures, maintaining stable heating temperatures and vacuum conditions, enhancing operational supervision, and implementing preventive maintenance in accordance with the Planned Maintenance System (PMS). The implementation of these measures is expected to optimize the performance of the Fresh Water Generator, thereby ensuring a sustainable supply of freshwater throughout the voyage.

Keywords: Evaporation, Evaporator, Fresh Water Generator, Fresh water, Optimization

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal *bulk carrier* merupakan salah satu komponen penting dalam pelayaran dunia karena digunakan untuk mengangkut komoditas curah seperti biji, besi, batu bara, gandum, dan bahan baku industri lainnya. Menurut *United Nations Conference on Trade and Development* UNCTAD, (2023) mencatat bahwa lebih dari 40% muatan laut global diangkut menggunakan *bulk carrier*, menjadikannya moda transportasi strategis dalam rantai pasok industri dan energi dunia. Oleh karena itu, kinerja dan keselamatan kapal *bulk carrier* sangat memengaruhi stabilitas perdagangan internasional. Meskipun memiliki peran besar, operasional kapal *Bulk Carrier* menghadapi sejumlah permasalahan, Salah satu masalahnya yaitu adalah kurangnya jumlah air tawar di kapal.

Kurangnya ketersediaan air tawar adalah salah satu hal yang sering kali terjadi, terutama di daerah yang terisolasi atau di kapal laut yang berada jauh dari sumber air tawar. Dalam industri maritim, keberadaan air bersih sangat penting untuk mendukung operasi kapal dan kesejahteraan awak kapal untuk sehari hari. Namun, di tengah laut, sumber daya air tawar sangat terbatas. Oleh karena itu, sistem penyediaan air bersih yang efisien sangat diperlukan, Salah satu teknologi yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Fresh Water Generator*.

Fresh Water Generator merupakan salah satu peralatan vital di kapal *bulk carrier* yang berfungsi untuk menghasilkan air tawar dari air laut melalui proses destilasi. Air tawar yang dihasilkan digunakan untuk kebutuhan mesin, sistem pendingin, dan kebutuhan sehari hari untuk awak kapal. Ketersediaan air tawar yang stabil sangat penting terutama pada *bulk carrier* yang melakukan pelayaran jarak jauh tanpa adanya fasilitas pengisian ulang (*bunkering water*) di tengah perjalanan.

Menurut *Det Norske Veritas*, (2020) sistem *Fresh Water Generator* merupakan elemen kritis dalam manajemen kapal karena berpengaruh langsung terhadap performa mesin dan kenyamanan awak kapal. Namun, operasional *Fresh*

Water Generator pada kapal *bulk carrier* sering menghadapi berbagai permasalahan teknis. Salah satu masalah utama mesin adalah penurunan efisiensi proses evaporasi terhadap evaporator akibat terbentuknya kerak *scaling* dan *fouling* pada evaporator. *United Nations Environment Programme* UNEP, (2021) mencatat bahwa kerak dan endapan garam dapat mengurangi efisiensi pertukaran panas hingga 30%, sehingga produksi air tawar menjadi menurun.

Dari sisi operasional, banyak *Fresh Water Generator* pada kapal *bulk carrier* berusia tua dan belum menggunakan sistem kontrol otomatis modern. Hal ini menyebabkan pengaturan suhu, tekanan vakum, serta aliran air pendingin tidak optimal sehingga proses destilasi menjadi tidak efisien (Suharto & Lim, 2020)

Masalah lainnya adalah keterbatasan perawatan terjadwal. Pada banyak kapal curah, jadwal pemeliharaan *Fresh Water Generator* sering tertunda karena prioritas lebih diberikan pada peralatan utama seperti mesin induk dan *auxiliary engine*. Kondisi ini dapat mempercepat kerusakan dan menurunkan umur pakai komponen *Fresh Water Generator seperti ejector pump*, *salinity meter*, dan *sealing gasket MAN Energy Solutions,* (2021).

Begitu juga di kapal penulis menjalankan *Sea Project* di MV PAN FLOWER, mengingat berbagai masalah yang terjadi kepada *Fresh Water Generator* dan memerlukan perhatian khusus dalam hal pemeliharaan untuk menghasilkan jumlah produksi air tawar yang maksimal. Dari berbagai masalah salah satunya yaitu ketersediaan air tawar, ketersediaan air bersih adalah salah satu tantangan terbesar yang sering terjadi, terutama di daerah yang terisolasi atau di kapal laut yang berada jauh dari sumber air tawar. Dalam industri maritim, keberadaan air bersih sangat penting untuk mendukung operasi kapal dan kesejahteraan awak kapal. Namun, di tengah laut, sumber daya air tawar sangat terbatas. Oleh karena itu, sistem penyediaan air bersih yang efisien dan andal sangat diperlukan. Salah satu teknologi yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah *Fresh Water Generator*.

Fresh Water Generator adalah sistem yang digunakan untuk memproduksi air tawar dari air laut melalui proses evaporasi dan juga kondensasi yang menghasilkan air tawar yang biasanya disebut air destilasi atau kondensat. Dengan menggunakan prinsip evaporasi dan kondensasi, *Fresh Water Generator* mampu mengubah air laut yang mengandung garam dan mineral menjadi air yang layak digunakan kebutuhan sehari hari di kapal. Namun, meskipun menawarkan solusi yang efisien dalam memproduksi air bersih, sistem ini tidak bebas dari tantangan.

Beberapa kendala yang dihadapi antara lain adalah jumlah produksi yang tidak sesuai *standart* yang dimana *standart* jumlah produksi yang di tautkan oleh *maker* di *manual book* sendiri adalah 20 Ton/Day sedangkan jumlah yang biasa di hasilkan hanya 13 sampai 14 Ton/Day, biaya operasional yang besar dan serta masalah pemeliharaan yang berkaitan dengan korosi, kerak yang terbentuk setebal 1 sampai 3 millimeter akibat penguapan air laut di dalam mesin tersebut khususnya evaporator dan *condensor* di setiap 2 minggunya dan juga rendahnya tekanan dari *ejector pump* yang seharusnya *standart* dari tekanan pompa tersebut 4.0 MPa namun tekanan yang di hasilkan hanya 2 Mpa sehingga menyebabkan penurunan tingkat kevakuman pada evaporator sebagai bagian dari upaya untuk mempertahankan kualitas dan efisiensi dalam penggunaan teknologi, penting untuk melakukan kajian mendalam mengenai inovatif dalam mempertahankan performa dari *Fresh Water Generator*. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi teknologi terbaru yang dapat mempertahankan efisiensi dan mengurangi dampak negatif dari penggunaan *Fresh Water Generator* di kapal yang sesuai untuk mencegah terjadinya penurunan produksi air tawar di MV PAN FLOWER.

Dengan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk menyusun dan mengangkat skripsi ini dengan berjudul.

"OPTIMALISASI PROSES EVAPORASI TERHADAP EVAPORATOR GUNA MEMPERTAHANKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV PAN FLOWER"

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah diatas yang telah dijelaskan maka disususnlah identifikasi masalah ini, didapati beberapa masalah yang terjadi pada *Fresh Water Generator* pada saat proses kegiatan operasional di atas kapal, maka penulis mengidentifikasikan masalah sebagai berikut:

1. Terjadinya penurunan jumlah produksi air tawar pada *Fresh Water Generator*
2. Tidak maksimalnya proses evaporasi pada evaporator
3. Rendahnya tingkat kevakuman pada evaporator yang di sebabkan kurangnya tekanan yang diberikan oleh *ejector pump*
4. Terjadinya penumpukan kerak setebal 1 millimeter pada feed water pipe

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan identifikasi masalah penelitian ini memfokuskan pada :

1. Turunnya jumlah produksi air tawar pada *Fresh Water Generator*
2. Tidak Maksimalnya Proses Evaporasi pada evaporator
3. Rendahnya tingkat kevakuman pada evaporator

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah :

1. Apa penyebab turunnya produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* dan bagaimana pemecahannya?
2. Apa penyebab tidak maksimal proses evaporasi pada evaporator dan bagaimana pemecahannya?
3. Apa penyebab rendahnya tingkat kevakuman pada evaporator dan bagaimana pemecahannya?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Berdasakan rumusan masalah yang telah ditunjukan diatas penelitian ini bertujuan untuk :

a. Untuk mengetahui penyebab penurunan jumlah produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* di kapal MV. PAN FLOWER
b. Untuk mengetahui penyebab tidak maksimalnya proses evaporasi pada evaporator di *Fresh Water Generator* di kapal MV. PAN FLOWER
c. Untuk mengetahui penyebab rendahnya tingkat kevakuman pada evaporator *Fresh Water Generator* di kapal MV. PAN FLOWER

2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan sebagai karya literatur ilmiah dibidang teknik mesin di kapal, untuk Menambah pengetahuan ilmiah mengenai prinsip kerja, proses desalinasi yang terjadi pada *Fresh Water Generator* dan Memperluas pengetahuan akademik terkait sistem

penyediaan air tawar di kapal, khususnya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi *Fresh Water Generator*.

b. Manfaat Praktis

Secara Praktis, penelitian ini dibuat sebagai tugas akhir karya tulis ilmiah dalam bentuk skripsi yang wajib disusun oleh penulis untuk Memberikan informasi yang berguna bagi pembaca dan teknisi kapal mengenai cara mengoptimalkan pengoperasian *Fresh Water Generator* agar menghasilkan air tawar yang maksimal.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, yaitu dimana masing-masing bab saling berkaitan untuk memudahkan dalam proses penyusunan skripsi ini, dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi uraian mengenai kondisi yang melandasi dilakukannya penelitian. Bagian ini menjelaskan identifikasi masalah, pemilihan judul, alasan pentingnya topik tersebut untuk dikaji, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan yang tepat dan mudah dipahami.

BAB II : LANDASAN TEORI

Dalam Bab ini memuat teori, konsep, dan penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam memahami dan menganalisis *Fresh Water Generator* dari tinjauan pustaka yang berisi uraian mengenai ilmu pengetahuan yang terdapat dalam pustaka serta ilmu pengetahuan untuk mendukung penjelasan teori-teori yang relevan dengan masalah pada penelitian ini. Selain itu terdapat bagian kerangka pemikiran sebagai konsep yang penting dalam pemecahan masalah yang diteliti. Mengenai pentingnya penjadwalan dan perawatan serta menjaga kevakuman sesuai dengan standar ketentuan dalam operasional *Fresh Water Generator* sistem terhadap pencegahan dan risiko di atas kapal, yang menjadi salah satu pokok pemikiran yang menjadi pembahasan penulisan penelitian ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan tentang waktu dan tempat melakukan penelitian, teknik dan pengumpulan data, dengan memanfaatkan bagian kecil data dari yang penulis yang dianggap dapat mewakili keseluruhan data yang dianalisis serta teknik analisis yang mengemukakan metode-metode yang akan digunakan dalam menganalisa data.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data yang diperoleh dari lapangan tentang fakta-fakta yang didapat selama dikapal dengan menganalisis data tersebut. Selain itu juga menjelaskan mengenai uraian hasil penelitian dan pemecahan masalah guna memberikan pengetahuan tentang bagaimana pentingnya penjadwalan dan perawatan serta menjaga kevakuman pada evaporator sesuai dengan standar ketentuan dalam operasional *Fresh Water Generator* sistem terhadap pencegahan dan mitigasi risiko di atas kapal.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bagian akhir dari penelitian skripsi ini, maka akan menghasilkan kesimpulan dari analisis, pembahasan masalah serta cara penerapan yang baik yang dapat diterapkan berdasarkan temuan yang di peroleh. penulis menyumbangkan saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak pihak terkait sesuai dengan fungsi penelitian.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. DEFINISI OPERASIONAL

1. Definisi Optimalisasi

Optimalisasi adalah suatu proses, cara, atau tindakan sistematis untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi suatu hal guna mencapai hasil yang terbaik atau paling maksimal. Menurut Zulfahmi Fauzan (2022) mengartikan optimalisasi sebagai suatu tindakan, proses, atau metodologi terukur untuk membuat sebuah sistem atau keputusan menjadi lebih sempurna, fungsional, dan sepenuhnya efektif, sedangkan menurut Abualigah (2021) dalam bidang teknik, optimalisasi adalah metodologi yang digunakan untuk mendapatkan solusi terbaik dari masalah yang kompleks dengan menggunakan teknik komputasi modern.

Dalam konteks kapal, optimalisasi *Fresh Water Generator* bertujuan untuk menjamin ketersediaan air tawar bagi kebutuhan awak kapal dan operasional tanpa ketergantungan berlebih pada pasokan darat, sekaligus biaya operasional kapal. Upaya sistematis untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi *Fresh Water Generator* dalam menghasilkan air tawar dari air laut melalui pengaturan operasi, perawatan, dan pemanfaatkan (optimalisasi) energi secara tepat, sehingga diperoleh produksi air tawar yang maksimal dengan konsumsi energi, biaya, dan tingkat kerusakan yang menimal.

Berdasarkan penelitian terbaru menurut Suhada (2025) dan Fauzani (2023), langkah optimalisasi difokuskan pada Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance System*/PMS) Menjalankan perawatan rutin sesuai buku manual untuk mencegah penurunan produksi akibat kerusakan komponen, manajemen kerak (*Scaling*) membersihkan *plate evaporator* berkala menggunakan bahan kimia pembersih guna menjaga,

efisiensi perpindahan panas, stabilitas tekanan vakum memastikan *ejector pump* dan *vacuum breaker* bekerja optimal agar air laut dapat mendidih pada suhu rendah (sekitar 40°C–60°C), yang sangat krusial untuk menghemat energi. Kualitas komponen penggantian gasket yang rusak dan pemantauan kebocoran pada sistem kondensor untuk menjaga kemurnian air kondensat. Berdasarkan definisi dari beberapa kutipan tersebut dapat disimpulkan, optimalisasi adalah upaya dalam mengoptimalkan sesuatu untuk mencapai hasil yang maksimal.

2. Kapal

Kapal adalah transportasi dengan jenis dan bentuk tertentu yang dirancang untuk mengangkut penumpang maupun barang melalui perairan, seperti laut, sungai, atau danau. Berbeda dengan perahu yang umumnya berukuran kecil, kapal berukuran lebih besar, mampu melakukan pelayaran jarak jauh, serta ditenagai angin, mesin, atau metode mekanik lainnya.

Menurut Suyono (2020) kapal merupakan suatu konstruksi apung yang dirancang untuk melaksanakan kegiatan pelayaran dengan tujuan mengangkut muatan atau penumpang secara aman dan ekonomis. Pengertian tersebut menunjukkan bahwa kapal tidak hanya berfungsi sebagai alat transportasi, tetapi juga sebagai suatu sistem teknis yang terintegrasi dengan berbagai peralatan pendukung, termasuk sistem penyediaan air tawar guna menunjang operasional dan kebutuhan awak kapal.

MV.Pan Flower adalah jenis kapal *bulk carrier* yang dirancang khusus untuk mengangkut muatan seperti batu bara, kedelai, biji besi, dan *sunflower.* Dibuat pada tahun 2012 dengan 45.055 GT, 82.687 DWT panjang keseluruhan (LOA) 229 meter, lebar keseluruhan (BP) 32 meter, IMO 9625841. Berdasarkan definisi dari beberapa kutipan tersebut kapal adalah salah satu moda transportasi yang sangat penting dalam menunjang aktivitas perdagangan serta menghubungkan antar pulau bahkan negara, karena seperti yang sudah kita ketahui perekonomian dunia sebagian besar masuk dan beroperasi melalui jalur transportasi laut.



Gambar 2.1
MV. PAN FLOWER
(Sumber : *vesselfinder*)

3. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan zat cair, terutama air, yang berlangsung karena adanya panas. Proses ini dimanfaatkan untuk memekatkan larutan serta berperan dalam perpindahan air ke atmosfer. evaporasi melibatkan energi panas yang memungkinkan molekul-molekul zat cair mengatasi gaya tarik antar partikelnya. Laju evaporasi dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu intensitas radiasi matahari, suhu, kecepatan angin, dan tingkat kelembapan udara.

Menurut Nuramalia (2020) evaporasi didefinisikan sebagai proses penguapan dengan tujuan mendapatkan cairan yang lebih pekat, Proses ini bertujuan memisahkan pelarut yang mudah menguap dari zat terlarut yang tidak mudah menguap. Proses ini juga termasuk tahap utama yang terjadi di FWG dengan cara menghilangkan zat NaCl yang terdapat di air laut dengan cara dipanaskan menggunakan *Jacket Cooling* hingga titik didih sehingga terjadi perubahan bentuk dari cair menjadi uap. Proses evaporasi sangat dipengaruhi oleh perbedaan tekanan uap, suhu udara, angin, kualitas air, dan permukaan bidang evaporasi (Jesiani, 2019).

Proses evaporasi sendiri di ikuti beberapa tahap, yang pertama Penciptaan kondisi vakum dilakukan dengan mengoperasikan ejektor air (*water ejector*) atau ejektor udara untuk mengeluarkan udara dari dalam tabung FWG. Proses

ini menghasilkan tekanan rendah di dalam ruang evaporator. Keberadaan vakum sangat penting karena dapat menurunkan titik didih air, sehingga air laut mampu mendidih dan mengalami penguapan pada suhu sekitar 70 °C, bukan pada suhu normal 100 °C, namun ada beberapa hal yang dapat mengganggu kevakuman yang terjadi dalam evaporator, antara lain dikarenakan kebocoran udara masuk ke dalam sistem yang menyebabkan kinerja pompa ejektor menurun dan pengendapan garam, kerak yang menumpuk di evaporator.

Menurut Insani ilham (2022) Pengendapan pada pelat pelat evaporator sering terjadi, mengganggu kerja pesawat bantu air tawar dan berdampak pada penurunan produksi air tawar. Penguapan air laut yang mengandung senyawa kimia garam NaCl juga menyebabkan pengendapan pada pelat pelat evaporator, yang mengganggu proses pemindahan panas. Agar FWG dapat beroperasi secara optimal, perawatan evaporator *plate* perlu dilakukan secara teratur sesuai *Planned Maintenance System*.

4. *Fresh Water Generator*

FWG merupakan salah satu permesinan bantu yang berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses penguapan dan pengembunan. Menurut Ar-Ridho, B. R. (2024) FWG adalah pesawat bantu di kapal yang berfungsi menghasilkan air tawar dari air laut melalui proses evaporasi dan kondensasi**,** sehingga dapat memenuhi kebutuhan air tawar bagi awak kapal dan operasional kapal selama pelayaran.

Lancarnya proses pengubahan air laut menjadi air tawar juga di dukung oleh tingkat kevakuman yang dibantu oleh *ejector pump*. Menurut Effendi, (2025) FWG merupakan permesinan bantu pada kapal yang berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses destilasi dengan bantuan sistem vakum dan komponen seperti *ejector pump***.** Berikut komponen utama pada FWG :

a. Evaporator
b. *Condensor*
c. *Demister*
d. *Ejector Pump*
e. *Feed Water Pump*
f. *Distillate Pump*
g. *Salinometer*

5. Operasional *Fresh Water Generator*

Menurut Purusotama dan Riyanto (2023) proses kerja *Fresh Water Generator* menggunakan sistem vakum sehingga air laut dapat menguap pada suhu yang lebih rendah dibandingkan titik didih normal. Dengan adanya kondisi vakum di ruang evaporator, air laut dapat menguap pada suhu sekitar 40–60°C, sehingga panas dari sistem pendingin mesin dapat dimanfaatkan secara efisien. Namun ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja operasional. *Fresh Water Generator*. Menurut Dani, dkk (2024) kinerja operasional *Fresh Water Generator* dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Suhu air laut dan suhu pemanas
b. Tekanan vakum di Evaporator
c. Kebersihan Evaporator
d. Serta kondisi perpipaan dan pompa

Apabila terjadi penumpukan kerak pada evaporator atau penurunan tekanan vakum, maka proses evaporasi akan terganggu sehingga produksi air tawar menjadi menurun.



Gambar 2.2
Temperature main engine cooling
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 2.3
Pressure ejector pump
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

6. Cara kerja *Fresh Water Generator*

Dalam pengoperasian FWG ada beberapa tahapan yang perlu di perhatikan, yaitu:

a. Persiapan *(Preparation*)

Tahap awal operasional FWG diawali dengan pemeriksaan menyeluruh terhadap sistem sebelum alat dijalankan. Hal yang perlu diperiksa meliputi posisi katup agar sesuai dengan prosedur pengoperasian, memastikan tekanan dan aliran air laut yang digunakan sebagai media pendingin berada pada kondisi normal, serta memastikan sistem vakum, pompa, dan alat ukur berfungsi dengan baik. Selain itu, kondisi komponen seperti evaporator*, condenser,* dan *demister* juga perlu diperiksa untuk memastikan tidak terdapat kotoran atau kerak yang dapat menghambat proses kerja alat.

b. Pembentukan Vakum (*Vacuum Formation*)

Setelah tahap persiapan selesai, langkah berikutnya adalah menjalankan e*jector pump* atau *vacuum pump* untuk menciptakan kondisi vakum di dalam ruang evaporator. Keberadaan vakum ini sangat penting karena memungkinkan air laut mendidih pada suhu yang lebih rendah, yaitu sekitar 40°C – 60°C. Dengan demikian, panas yang berasal dari *jacket cooling water* mesin utama dapat dimanfaatkan secara optimal.

c. Pemanas Air Laut (*Heating Process*)

Pada tahap ini air laut dialirkan menuju evaporator dan dipanaskan menggunakan panas dari *jacket cooling water* mesin utama. Proses pemanasan tersebut menyebabkan air laut berubah menjadi uap,

sedangkan kandungan garam serta mineral lainnya tetap tertinggal di dalam evaporator.

d. Pemisahan Uap (*Separation*)

   Uap air yang terbentuk selanjutnya melewati komponen *demister* atau *separator*. Perangkat ini berfungsi untuk memisahkan butiran air laut maupun partikel garam yang masih terbawa bersama uap, sehingga uap yang diteruskan ke tahap berikutnya merupakan uap air yang lebih murni.

e. Kondensasi (*Condensation*)

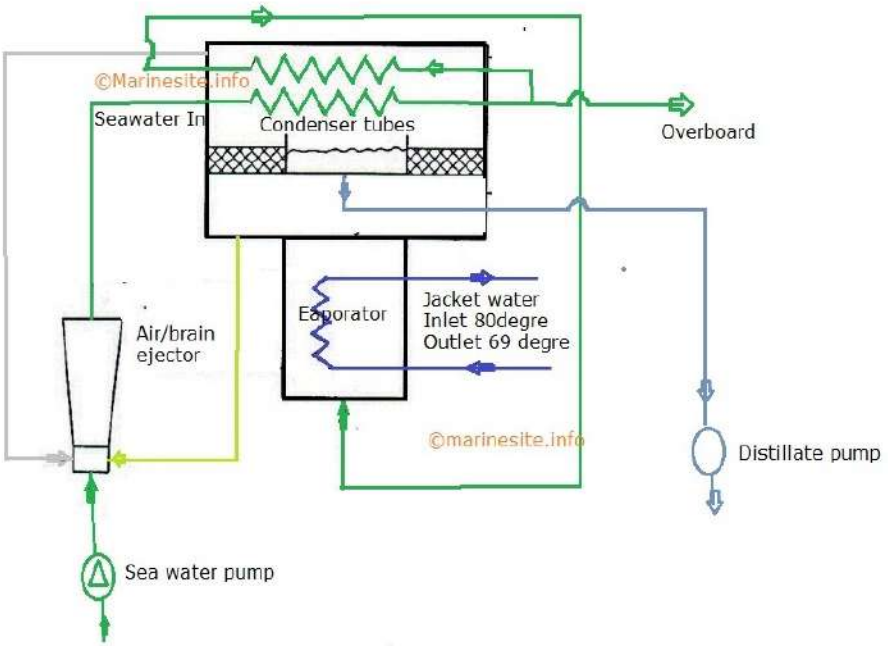
   Uap air yang telah melalui proses pemisahan kemudian dialirkan ke kondenser. Di dalam kondenser, uap tersebut didinginkan dengan bantuan air laut yang bersuhu lebih rendah sehingga berubah kembali menjadi cairan berupa air tawar atau *distillate*.

f. Pemeriksaan Salinitas (*Salinity Checking*)

   Air tawar yang dihasilkan selanjutnya diperiksa menggunakan *Salinometer* untuk mengetahui kadar garamnya. Apabila kadar garam masih berada dalam batas yang diperbolehkan, air tersebut akan dialirkan ke dalam *fresh water tank*. Sebaliknya, jika kandungan garamnya terlalu tinggi, maka air tersebut akan dibuang secara otomatis ke laut (*overboard*).

g. Pembuangan *Brine* (*Brine Discharge*)

   Sisa air laut dengan konsentrasi garam yang tinggi atau *brine* yang tertinggal di dalam evaporator akan dikeluarkan dari sistem melalui *brine pump* atau *brine ejector*. Proses ini dilakukan untuk mencegah penumpukan garam yang dapat mengganggu proses penguapan.



Gambar 2.4
Fresh water generator system
(Sumber : MarineSite.Info)

h. Proses pengubahan air laut menjadi air tawar

Air laut dihisap menggunakan sea water pump kemudian dialirkan ke dua jalur yaitu kondensor dan *brine ejector*, setelah masuk ke kondensor sebagian air laut mengalir melalui pipa pipa kondensor yang berfungsi untuk mendinginkan uap air dan mengubah uap menjadi cair dan air laut tersebut langsung menuju *overboard,* air laut juga dialirkan ke ejector untuk menghisap udara dan gas dari sistem sehingga membuat kondisi vakum di dalam evaporator, tingkat kevakuman salah satu faktor terpenting karena air bisa mendidih pada suhu lebih rendah sekitar 60°C - 70°C. Lalu air laut dipanaskan oleh *jacket cooling water* sehingga terjadi pengubahan bentuk dari cair menjadi uap. Uap tersebut naik ke atas menuju kondensor, garam dan kotoran tertinggal menjadi brine dan dibuang oleh *ejector pump* menuju *overboard.* uap air masuk ke bagian kondensor untuk didinginkan oleh air laut lalu berubah menjadi air tawar atau yang biasa disebut *distillate water*, kemudian *distillate water* disalurkan menuju *fresh water tank.*

7. Air Tawar

Air tawar merupakan jenis air yang mengandung kadar garam sangat rendah (biasanya di bawah 0,05%), sehingga tidak memiliki rasa asin dan layak digunakan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, serta keperluan pertanian dan industri. air ini umumnya bersumber dari alam, seperti sungai, danau, mata air, dan air tanah, namun juga dapat diperoleh melalui proses pengolahan, misalnya desalinasi air laut atau metode pengolahan air lainnya.

Air sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan dan biasanya harus diolah terlebih dahulu untuk memenuhi standar air minum. tidak hanya di darat, air tawar juga penting bagi keberlangsungan hidup bagi orang yang bekerja di kapal.

Menurut Insani Ilham (2022) air merupakan senyawa kimia yang esensial bagi kehidupan, dengan kebutuhan yang bersifat utama, terutama air tawar. Dalam operasi pelayaran, air sangat diperlukan oleh kru kapal dan perangkatnya sebagai unsur pendukung kegiatan selama proses pelayaran, terutama di kapal. Dalam operasional kapal, air tawar memegang peranan penting, antara lain untuk mengendalikan radiasi panas yang berasal dari mesin utama dan mesin pendukung, serta untuk menunjang kegiatan lain seperti pencucian tangki dan pekerjaan operasional selama pelayaran. Umumnya, pasokan air tawar diperoleh ketika kapal bersandar di pelabuhan, dengan biaya yang cukup besar dan mencapai hampir seperempat dari total biaya operasi kapal. Selain itu, kapasitas muatan dan kelancaran pelayaran sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air tawar dan bahan bakar. Berkat kemajuan teknologi permesinan kapal, kebutuhan tersebut kini dapat dipenuhi melalui sistem pengolahan air tawar secara mandiri di atas kapal dengan menggunakan *Fresh Water Generator*.

Menurut Ramadhan Bagus (2022) secara umum proses kerja *Fresh Water Generator* adalah mengubah air laut menjadi air tawar, melalui proses pemanasan pada tekanan vakum dan proses pendinginan kondensasi. Selanjutnya produksi air tawar tersebut dimasukkan dalam tangki penampungan. Untuk menjamin kualitas produksi air tawar yang telah dikondensasikan, air tersebut harus diadakan pemeriksaan kandungan kadar garamnya. Batasan kadar garam yang diperbolehkan adalah 2 ppm (*part per*

million), bila kandungan kadar garamnya melebihi dari 2 ppm maka *FWG* akan memproses ulang sehingga menghasilkan air tawar dengan kadar garam tidak lebih dari 2ppm. Hasil kondensasi air tawar tersebut kemudian dialirkan ke tangki air tawar dan siap untuk dikonsumsi.

8. Prinsip Kerja *Fresh Water Generator*

Menurut Ala, dkk (2021), FWG bekerja dengan prinsip evaporasi dan kondensasi dalam kondisi vakum. Air laut dipanaskan menggunakan sumber panas (biasanya dari sistem pendingin mesin), kemudian pada tekanan rendah air tersebut menguap pada suhu sekitar 70°C. Uap yang dihasilkan kemudian didinginkan di kondensor hingga berubah menjadi air tawar dan dialirkan ke tangki penyimpanan. Tingkat kevakuman yang ditentukan oleh *ejector pump* pada evaporator juga berpengaruh saat proses distilasi berlangsung, normalnya tekanan dari *ejector pump* yang dibutuhkan untuk memenuhi tingkat kevakuman adalah 4 Mpa. Secara umum, terdapat dua prinsip utama yang digunakan untuk menghasilkan air tawar, yaitu distilasi dan osmosis terbalik. Sistem osmosis terbalik umumnya diterapkan pada kapal penumpang, namun proses osmosis bukanlah pembahasan utama oleh karena itu penjelasan berikut difokuskan pada prinsip kerja FWG yang menggunakan metode distilasi, yang lebih umum diaplikasikan pada kapal kargo

9. *Scaling* dan *Fouling* pada Evaporator dan Kondensor

Scaling dan *fouling* merupakan dua bentuk pengotoran yang sering dijumpai pada sistem industri maupun permesinan, seperti yang dapet terjadi di *condensor* dan *evaporator* pada FWG yang dapat menurunkan kinerja serta memicu terbentuknya kerak keras. *Scaling* terjadi akibat pengendapan mineral yang mengkristal, misalnya kalsium karbonat dari air sadah. Sementara itu, *Fouling* disebabkan oleh akumulasi zat organik, lumpur, maupun mikroorganisme. Hal ini tidak dapat di hindari namun biasanya *engineer* menggunakan *chemical* untuk mengurangi percepatan pertumbuhan kerak pada evaporator*, chemical* yang biasa dipakai seperti evaporator *treatment.* Menurut Ibrahim dan Fajri (2020) *scaling* adalah proses pengendapan mineral (misalnya silika) yang membentuk kerak keras pada permukaan peralatan industri dan dapat menghambat kinerja sistem dan menurut Rahma dan

Mahmud (2020) *fouling* merupakan fenomena utama yang membatasi kinerja membran, yang disebabkan oleh keberadaan bahan organik alami yang menumpuk pada permukaan membran. Dampak utama yang disebabkan *scaling* dan *fouling* pada *FWG* ialah penurunan kinerja mesin yang menyebab penurunan jumlah produksi air tawar.

B. TEORI

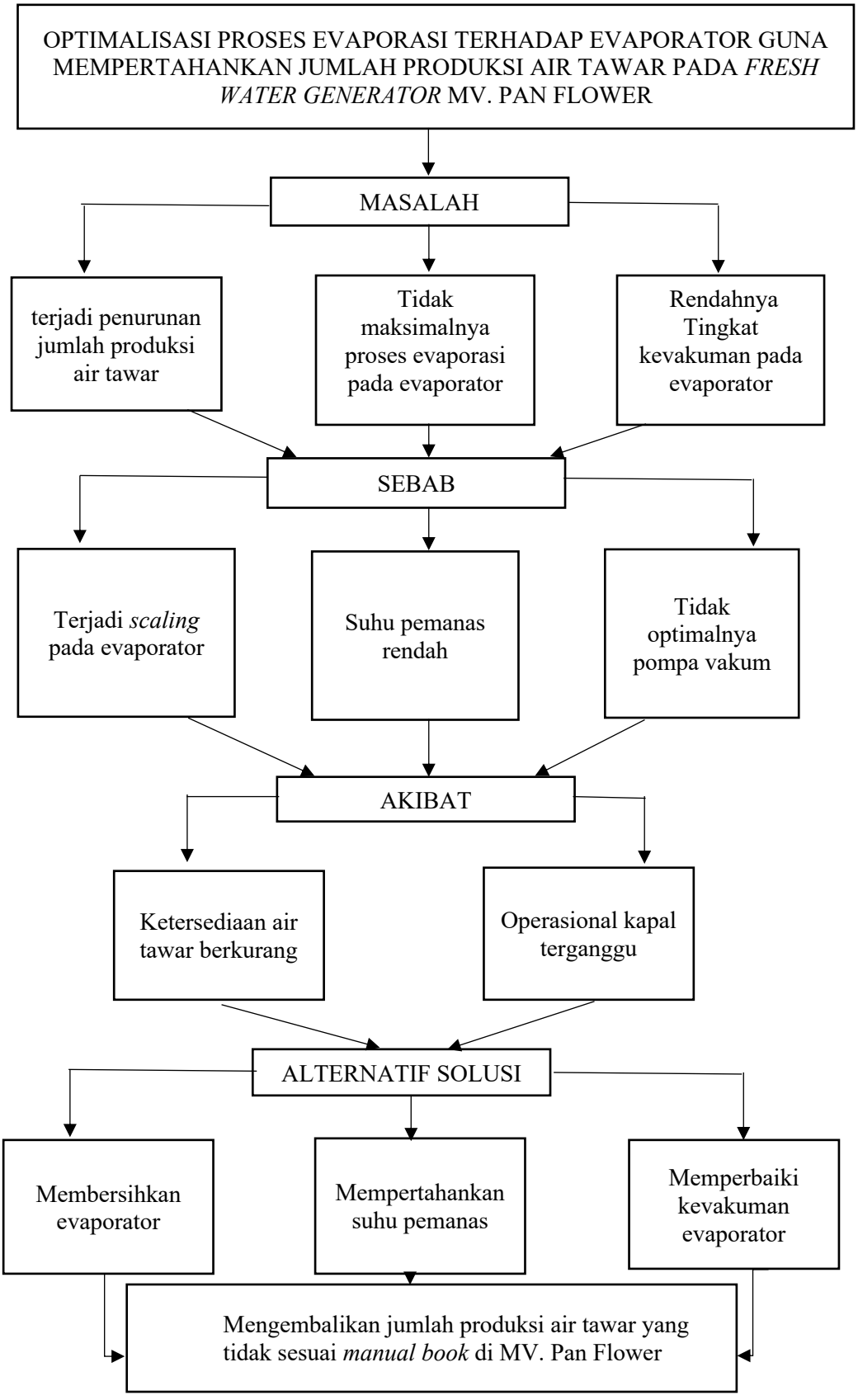
Tabel 2.1 penelitian terdahulu

No.	Judul Penelitian	Nama Kapal	Fokus Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Gernando 2023, berjudul Analisis Kevakuman *Fresh Water Generator* dalam Memproduksi Air Tawar	MV. Andalucia Carrier	Kevakuman (*vacuum system*)	Penurunan kevakuman akibat kebocoran sistem dan kinerja *Ejector* yang tidak optimal menyebabkan produksi air tawar menurun	Sama-sama membahas FWG dan penurunan produksi air tawar	Fokus pada sistem vakum
2.	Renaldi Azhar 2023, berjudul Analisis Menurunnya Produksi Air Tawar dari FWG	KM. Naga Sejahtera III	Penyebab umum penurunan produksi	Disebabkan *Fouling, Scaling*, dan kurangnya perawatan sehingga menghambat perpindahan panas	Sama-sama meneliti faktor penurunan produksi FWG	Lebih menekankan faktor perawatan dan kotoran
3	Izzul luthfie fauzi 2024, berjudul Analisa Berkurang	MT. Pangkalan Brandan	Faktor operasional	Dipengaruhi tekanan vakum rendah, suhu tidak optimal, serta	Sama-sama membahas penurunan kinerja FWG dan kurangnya tekanan dari	Fokus pada parameter operasional

	nya Produksi Air Tawar pada FWG			kinerja pompa dan kondensor menurun	E*jector Pump*	
4	Ammar Azzamul Faruq 2021, Analisis Kurang Optimalnya Proses Penguapan pada FWG	MV. Pan Clover	Proses penguapan	Suhu pemanas rendah dan Evaporator kotor menyebabkan proses penguapan tidak maksimal	Sama-sama membahas berkurangnya produksi air tawar FWG dikarenakan proses evaporasi	Fokus pada proses evaporasi
5	Aprian Dwi Cahya 2024, berjudul Optimalisasi FWG	MV. Pan Clover	Optimalisasi kinerja FWG	Perawatan rutin, kontrol suhu dan tekanan meningkatkan produksi air tawar	Sama-sama membahas FWG	Fokus pada solusi/optimalisasi

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada cakupan pembahasannya. Penelitian-penelitian sebelumnya umumnya hanya mengkaji satu faktor yang memengaruhi penurunan kinerja *Fresh Water Generator*, seperti sistem kevakuman, proses evaporasi, maupun aspek perawatan. Sementara itu, penelitian ini mengkaji secara terpadu beberapa faktor yang saling berkaitan, meliputi proses evaporasi dan tingkat kevakuman yang dipengaruhi oleh tekanan *ejector pump*, serta terbentuknya *scaling* dan *fouling* pada evaporator. penelitian ini juga berorientasi pada penyusunan upaya optimalisasi proses evaporasi untuk mempertahankan jumlah produksi air tawar pada FWG di MV. Pan Flower.

C. KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 2.5
Diagram kerangka pemikiran

tidak dapat menguap secara maksimal dan jumlah uap yang dihasilkan menjadi berkurang. Selain itu, rendahnya tingkat kevakuman pada evaporator juga menjadi faktor yang signifikan dalam mempengaruhi kinerja FWG. Kevakuman berperan penting dalam menurunkan titik didih air sehingga proses evaporasi dapat berlangsung lebih efisien. Namun, tingkat kevakuman yang dihasilkan tidak optimal akibat kurang maksimalnya kinerja *ejector pump* serta kemungkinan adanya kebocoran udara dalam sistem.

Faktor operasional dan perawatan turut memengaruhi kinerja FWG. Ketidakstabilan suhu dan tekanan, aliran fluida yang tidak optimal, kurangnya monitoring, serta descaling dan preventive maintenance yang tidak dilakukan secara rutin menyebabkan penurunan kinerja sistem. Analisis *fishbone* menunjukkan bahwa penurunan produksi air tawar pada FWG dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, dengan penyebab utama berupa scaling dan fouling pada evaporator serta rendahnya tingkat kevakuman sistem.

Selain mengidentifikasi penyebab utama, fishbone diagram membantu menentukan langkah perbaikan melalui pengelompokan faktor penyebab ke dalam kategori mesin, metode/perawatan, dan manusia (operator). Dengan demikian, upaya perbaikan dapat dilakukan secara lebih tepat sesuai sumber permasalahan. Diagram *fishbone* yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab penurunan produksi air tawar pada fresh water generator disajikan pada gambar berikut.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

B. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai optimalisasi proses evaporasi terhadap evaporator guna mempertahankan jumlah produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* di MV. Pan Flower, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yang disesuaikan dengan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Perawatan *Fresh Water Generator* sesuai *planned maintenance system* sangat berpengaruh terhadap kestabilan produksi air tawar di MV. Pan Flower. Perawatan yang dilakukan secara rutin seperti *descaling* evaporator dan kondensor, pemeriksaan *ejector pump*, pengecekan sistem vakum, serta monitoring parameter operasional mampu mencegah terjadinya penurunan kinerja *Fresh Water Generator*. Kurangnya perawatan menyebabkan terbentuknya *scaling* dan *fouling* pada evaporator sehingga proses perpindahan panas menjadi terhambat dan produksi air tawar menurun.
2. Optimalisasi kinerja *Fresh Water Generator* dapat dilakukan dengan meningkatkan proses evaporasi dan menjaga tingkat kevakuman pada evaporator agar tetap stabil. Proses evaporasi yang optimal akan meningkatkan jumlah uap yang dihasilkan sehingga produksi air tawar dapat kembali mendekati kapasitas normal sesuai *manual book*, yaitu 20 ton per hari. Selain itu, peningkatan *monitoring* terhadap suhu pemanas, tekanan *ejector pump*, serta kondisi sistem vakum juga sangat diperlukan agar proses operasional *Fresh Water Generator* dapat berjalan secara maksimal selama pelayaran.
3. Pencegahan kadar garam yang tinggi pada *Fresh Water Generator* dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan sistem, melakukan pemeriksaan *salinity meter* secara rutin, serta memastikan proses pemisahan uap pada *demister* dan kondensor berjalan dengan baik. Selain itu, pemeriksaan kebocoran sistem vakum dan kondisi komponen pendukung perlu dilakukan secara berkala agar

kandungan garam dalam air tawar tetap berada pada batas normal dan kualitas air tawar yang dihasilkan tetap memenuhi standar operasional kapal.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan pelaksanaan *preventive maintenance* terhadap *Fresh Water Generator* sesuai *planned maintenance system*, terutama pada bagian evaporator, kondensor*, ejector pump,* dan sistem vakum. Perawatan yang rutin dan terjadwal dapat membantu menjaga efisiensi kerja alat serta mencegah terjadinya penurunan produksi air tawar selama operasional kapal.
2. Meningkatkan pengawasan dan monitoring terhadap parameter operasional *Fresh Water Generator* seperti suhu, tekanan, tingkat kevakuman, dan kadar salinitas air tawar. *Monitoring* yang dilakukan secara konsisten akan mempermudah dalam mendeteksi gangguan lebih awal sehingga kerusakan yang lebih besar dapat dicegah.
3. Dapat menjadi bahan acuan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan penelitian terkait optimalisasi produksi air tawar pada sistem *Fresh Water Generator.*

DAFTAR PUSTAKA

Abualigah, L. (2021). *Optimization Algorithms in Engineering and Artificial Intelligence*. Springer.

Ala, dkk. (2021). Analisis prinsip kerja *fresh water generator* pada kapal. *Jurnal Teknik Pelayaran*, 8(2), 45–52.

Ar-Ridhoi, B. R. (2024). Analisis kinerja *fresh water generator* pada kapal niaga. Jurnal Maritim Indonesia, 12(1), 33–40.

Dani, dkk. (2024). Faktor-faktor yang mempengaruhi operasional *fresh water generator* di kapal. *Jurnal Teknik Mesin Maritim*, 10(1), 21–29.

Det Norske Veritas. (2020). *Marine Auxiliary Systems Handbook*. DNV Publishing.

Effendi. (2025). Pengaruh *ejector pump* terhadap kevakuman *fresh water generator*. Jurnal Teknologi Pelayaran, 14(1), 15–23.

Fauzani. (2023). Optimalisasi planned maintenance system pada *fresh water generator*. *Jurnal Kelautan dan Teknik Perkapalan*, 9(2), 56–64.

Gernando. (2023). *Analisis Kevakuman Fresh Water Generator dalam Memproduksi Air Tawar*. Skripsi.

Ibrahim, & Fajri. (2020). Analisis scaling pada sistem perpindahan panas industri. *Jurnal Rekayasa Teknik*, 7(1), 11–18.

Ilham, I. (2022). Pengaruh pengendapan kerak pada evaporator *fresh water generator*. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(3), 70–78.

Jesiani. (2019). Pengaruh suhu dan tekanan terhadap proses evaporasi. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 5(2), 90–97.

MAN Energy Solutions. (2021). *Fresh Water Generator Maintenance Manual*. MAN Energy Solutions.

Mardawani. (2020). *Praktis Penelitian Kualitatif: Teori Dasar dan Analisis Data dalam Perspektif Kualitatif*. Deepublish.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2020). *Qualitative Data Analysis*. Sage Publications.

Nur'aini, R. D. (2021). Penerapan metode studi kasus dalam penelitian kualitatif. *Jurnal Pendidikan dan Humaniora*, 4(2), 45–53.

Nuramalia. (2020). Analisis proses evaporasi dalam sistem desalinasi air laut. *Jurnal Teknik Kimia*, 8(1), 25–31.

Purusotama, & Riyanto. (2023). Sistem vakum pada *fresh water generator* kapal. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 11(2), 66–74.

Putri, & Ramdhan. (2021). Penggunaan diagram *fishbone* untuk analisis akar masalah. *Jurnal Manajemen Industri*, 5(1), 12–20.

Rahma, & Mahmud. (2020). Analisis fouling pada sistem membran industri. *Jurnal Teknologi Industri*, 9(3), 88–95.

Ramadhan Bagus. (2022). Sistem produksi air tawar menggunakan *fresh water generator* di kapal. *Jurnal Nautika Indonesia*, 13(1), 40–48.

Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suhada. (2025). Optimalisasi kinerja fresh water generator melalui preventive maintenance. *Jurnal Teknik Maritim*, 15(1), 50–58.

Suharto, & Lim. (2020). Analisis efisiensi *fresh water generator* pada kapal bulk carrier. *Jurnal Sistem Perkapalan*, 7(2), 100–108.

Suyono. (2020). *Shipping: Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*. Jakarta: PPM.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2023). *Review of Maritime Transport 2023*. Geneva: United Nations.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Marine Environmental Impact on Desalination Systems*. UNEP Publications.

Wahyuti. (2023). Kemampuan problem solving dalam penelitian terapan. *Jurnal Pendidikan Teknik*, 6(2), 77–84.

World Bank. (2022). *Global Economic Prospects and Port Congestion Report*. Washington DC: World Bank.

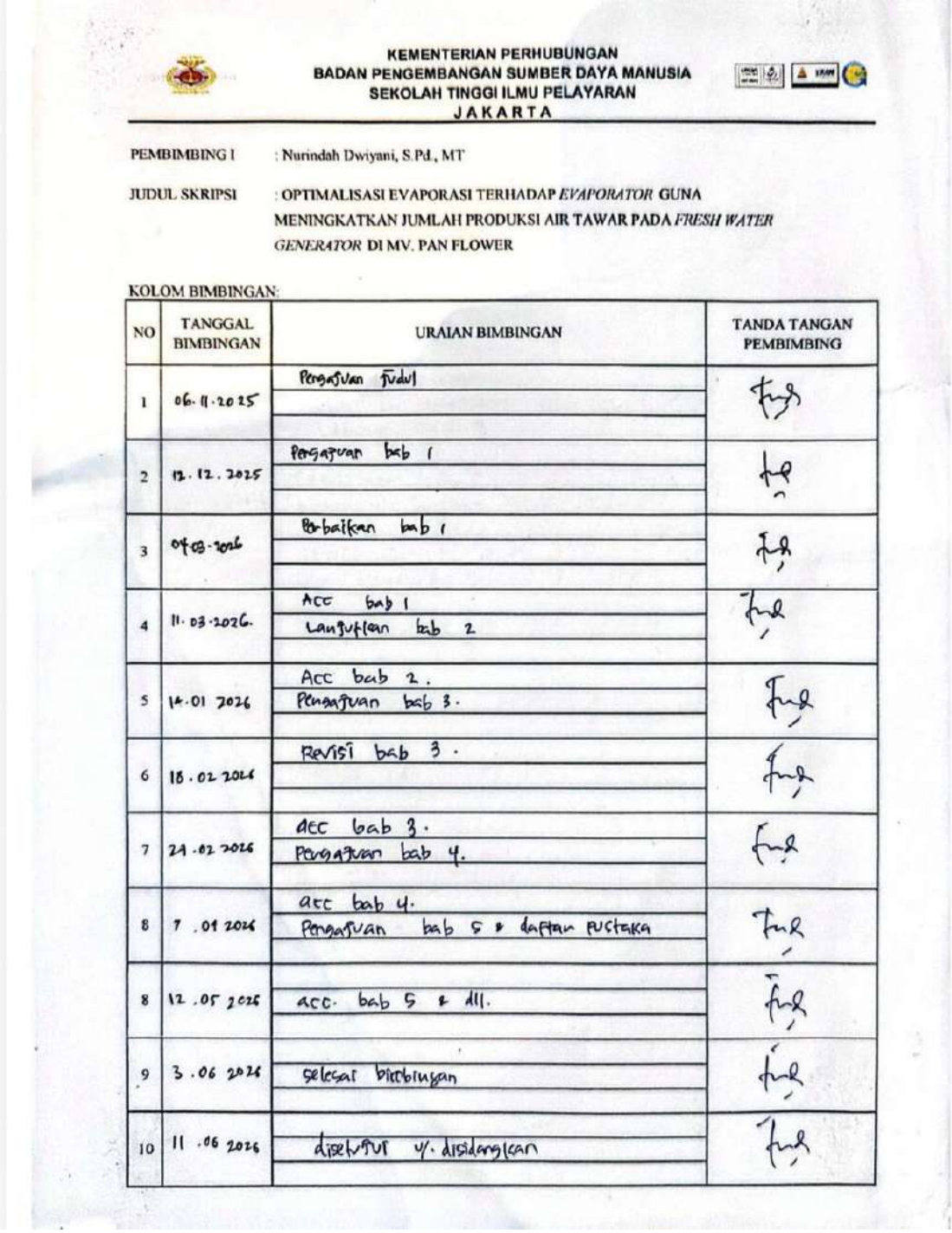
Zulfahmi Fauzan. (2022). Konsep optimalisasi dalam sistem teknik dan manajemen. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 4(1), 15–22.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Turnitin



Lampiran 2. Bukti bimbingan



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA

PEMBIMBING I : Nurindah Dwiyani, S.Pd., MT

JUDUL SKRIPSI : OPTIMALISASI EVAPORASI TERHADAP *EVAPORATOR* GUNA MENINGKATKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV. PAN FLOWER

KOLOM BIMBINGAN:

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	06.11.2025	Pengajuan judul	
2	12.12.2025	Pengajuan bab 1	
3	04.03.2026	Perbaikan bab 1	
4	11.03.2026	Acc bab 1 Lanjutkan bab 2	
5	14.01 2026	Acc bab 2. Pengajuan bab 3.	
6	18.02 2026	Revisi bab 3.	
7	24.02 2026	acc bab 3. Pengajuan bab 4.	
8	7.04 2026	acc bab 4. Pengajuan bab 5 & daftar pustaka	
8	12.05 2026	acc. bab 5 & dll.	
9	3.06 2026	selesai bimbingan	
10	11.06 2026	disetujui u/ disidangkan	

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA

PEMBIMBING II : Natanael Suranta, S.S.T.Pel., M.Tr.T.

JUDUL SKRIPSI : OPTIMALISASI EVAPORASI TERHADAP *EVAPORATOR* GUNA MENINGKATKAN JUMLAH PRODUKSI AIR TAWAR PADA *FRESH WATER GENERATOR* DI MV. PAN FLOWER

KOLOM BIMBINGAN:

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	07/11/2025	PENGAJUAN JUDUL SESUAIKAN TEMPLATE PENULISAN SKRIPSI. LANJUT BAB. I.	
2	31/02/2026	PENGAJUAN BAB I, REVISI CITASI, KEPENTINGSI SUMBER SESUAI JUDUL	
3	23/04/2026	PENGAJUAN II & III, REVISI TEORI SESUAIKAN DENGAN PENELITIAN	
4	25/05/2026	ACC BAB I & II, LANJUT BAB III & IV	
5	28/05/2026	ACC BAB IV, LANJUT BAB V	
6	10/06/2026	REVIEW BAB I-V	
7	19/06/2026	ACC BAB I-V SIAP DISIDANGKAN	
8			
8			
9			
10			

Lampiran 3. MV. PAN FLOWER



Lampiran 4. *Ship Particular*

SHIP'S PARTICULAR

OFFICIAL NO.
44321-12-C

Name	PAN FLOWER	Keel Laid	2011-12-27
Type	BULK CARRIER	Launched	2012-07-23
Registry	PANAMA / 2012-09-11	Delivered	2012-10-30
Classification	KOREAN REGISTER OF SHIPPING	TPC	71.93 MT at Summer Draft
Call Sigh	3FZO9	Anchor	AC-14 Anchor. 8775 KG X 2 sets
IMO Number	9625841	Chain	84.0mm dia x 357.5m (13 shackles on Port)
MMSI Number	373975000		84.0mm dia x 330m (12 shackles on Stb'd)
Owner	POS MARITIME YA S.A.	Propeller	7,000 mm
Operator	PAN OCEAN CO., LTD.	Pitch	5,355 mm
Address	(03157) Tower8, 7, Jong-ro 5-gil,	Propeller Immersion	7.319 mtr
	Jongno-gu, Seoul, Korea	Engine	*Diesel, STX-Dalian Engine 6S60MC-C8*
Management co	POS SM Co., Ltd.		MCR 9659 kw(89 RPM) NCR 8210 kw(84.3RPM)
Building	STX Dalian Shipbuilding Co., Ltd.	Generator	STX-Man B&W 5L23/30H (650 Kw) X 3 sets
LOA	229 M	Serviced Speed	14.10 kts
LBP	225.5 M	Daily consumption	32.56 Tons/Day
Breadth(MLD)	32.24 M	Tel (VSAT)	*(Bridge) : +82-70-7711-4550*
Depth(MLD)	20.2 M		*(Capt) : +82-70-7711-4551*
Height	53.882M - Keel to highest point	Inmarsat C	*437 397 510 / 437 397 511*
Hold Height	23.4 M - Keel to Hatch Cover	Iridium Tel	*Voice : +6-881-677132888*
		E-mail	*panflower@panocean.com*

Tonnage

	International	Panama	Suez
Gross Tonnage	45,055.000		46,396.02
Net Tonnage	26,973.000	39,288.00	42,008.72
Light Tonnage	13,837.626		

Draft Mark

	Draft	Displacement	Deadweight	Freeboard
Tropical Fresh	15.157 mtr	98,648.20	84,810.60	5.087 mtr
Fresh	14.855 mtr	96,527.80	82,690.20	5.389 mtr
Tropical	14.821 mtr	98,696.30	84,858.70	5.423 mtr
Summer	14.519 mtr	96,524.20	82,686.60	5.725 mtr
Winter	14.217 mtr	94,353.20	80,515.60	6.027 mtr

Cargo Hold

Compartment	Frame No.	Volume(M3)	Max Load (MT)	Hatch Dimension(LXB)
NO.1 C/H	221 - 251	12,759.7	19,015.0	16.34 X 12.10
NO.2 C/H	191 - 222	13,982.2	13,982.0	17.20 X 15.00
NO.3 C/H	161 - 192	13,990.8	20,830.0	17.20 X 15.00
NO.4 C/H	131 - 162	13,990.7	13,991.0	17.20 X 15.00
NO.5 C/H	101 - 132	13,990.8	20,810.0	17.20 X 15.00
NO.6 C/H	71 - 102	13,990.7	13,991.0	17.20 X 15.00
NO.7 C/H	41 - 72	13,825.3	20,905.0	17.20 X 15.00
		96,530.2		

F.O Tank

Compartment	Capacity(M3)	Compartment	Capacity(M3)
No.1 H.F.O Tk(P)	463.48 m3	L.S.H.F.O SETT. Tk.	50.58 m3
No.1 H.F.O Tk(S)	463.48 m3	L.S.H.F.O SERV. Tk.	50.58 m3
No.2 H.F.O Tk(P)	463.48 m3	M.D.O STOR. Tk(P)	75.68 m3
No.2 H.F.O Tk(S)	463.48 m3	M.D.O STOR. Tk(S)	117.83 m3
No.3 H.F.O Tk(P)	110.40 m3	M.D.O SETT. Tk.	25.25 m3
H.F.O SETT. Tk.	50.58 m3	M.D.O SERV. Tk.	25.25 m3
H.F.O SERV. Tk.	50.58 m3	M.G.O STOR. Tk.	275.94 m3

PAN OCEAN Co., Ltd. M/V PAN FLOWER MASTER 3FZO9 PANAMA

MASTER OF MV PAN FLOWER

Lampiran 5. Crew list MV. Pan Flower



IMO CREW LIST

Page No. 1 of 1

☐ Arrival ☐ Departure

1.1 Name and Type of Ship	PAN FLOWER	BULK CARRIER	2. Port of Arrival / 3. Date of Departure
1.2 IMO Number	9625841		
1.3 Call Sign	3FZO9		

4 Flag State of Ship	5. Last port of call	6. Next port of call	13. Nature and No. of Identity Document	14. Port of Embarkation	15. Date of Embarkation
PANAMA					

7. No.	8. Family name, given names	9. Sex	10. Rank or rating	11. Nationality	12. Date and place of birth		Passport Number	Passport Expiry Date	Seaman's Book Number	Seaman's Book Expiry Date	14. Port of Embarkation	15. Date of Embarkation
1	MUN JONG HUN	M	MTR	Korea	30-Sep-1969	South Korea	M205Q9768	29-Apr-2032	BS127-04858	Unlimited	Singapore	19-Jan-2025
2	YUSRAN MARTHEN UNG	M	C/O	Indonesia	9-Jul-1980	Lijung Pandang, Indonesia	E7167850	14-Mar-2034	H096117	9-Dec-2027	Haldia, India	2-Feb-2025
3	ARU SAIDONO SAKTI	M	2/O	Indonesia	31-Mar-1996	Karanganyar, Indonesia	E5818632	6-Dec-2033	H085372	2-Aug-2026	Singapore	19-Jan-2025
4	ADIL ANUDRA PUTRA	M	3/O	Indonesia	25-Jun-2001	Semarang, Indonesia	E8457533	19-Aug-2034	GI59424	22-Apr-2026	Dangjin,S.Korea	5-Dec-2024
5	LIM JOUNG KYO	M	C/E	Korea	8-Apr-1976	South Korea	M426W9019	19-Aug-2032	BS120-05224	Unlimited	Sao luis, Brazil	4-Jun-2025
6	ARJUN WAHYU SANTOSO	M	1/E	Indonesia	30-Apr-1963	Kediri, Indonesia	C7802387	22-Apr-2027	F307729	13-Dec-2026	Kuantan, Malaysia	17-Sep-2024
7	KHOIRUL KURNIAWAN BIMANTARA	M	2/E	Indonesia	25-Oct-1997	Jember, Indonesia	C8675123	2-Mar-2027	I058732	5-Jul-2026	Singapore	19-Jan-2025
8	WISNU BAYU AJI	M	3/E	Indonesia	14-Jan-1997	Pati, Indonesia	C7525572	7-Dec-2026	JC16707	12-Feb-2027	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
9	HENDRIK KESUMA	M	BSN	Indonesia	10-Jan-1980	Tanjung Karang, Indonesia	X5451933	14-Mar-2035	G077904	25-Jun-2026	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
10	MOHAMMAD IDRIS	M	AB A	Indonesia	18-Nov-1992	Bangkalan, Indonesia	E3183624	13-Apr-2033	I019906	3-Apr-2028	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
11	SISWANDI BUDIMAN	M	AB B	Indonesia	1-Mar-1980	Jakarta, Indonesia	X4558782	9-Dec-2034	J103498	2-Dec-2027	Singapore	19-Jan-2025
12	INAN SUSANTO	M	AB C	Indonesia	2-Feb-1983	Garut, Indonesia	E4745688	7-Sep-2033	H033736	4-Jul-2027	Haldia,India	2-Feb-2025
13	FERDI ISANUDIN	M	OS	Indonesia	2-Aug-1991	Keburnen. Indonesia	E1698156	25-Nov-2032	H082829	15-Dec-2025	Singapore	19-Jan-2025
14	YANES LEONARD	M	NO.1 OLR	Indonesia	19-Jun-1974	Jakarta, Indonesia	C8676686	29-Mar-2027	JC38135	7-May-2027	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
15	WISHAJI	M	OLR A	Indonesia	22-Jul-1976	Brebes, Indonesia	E5597710	5-Mar-2034	H034966	26-Jul-2027	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
16	MISBAHUL MUNIR	M	OLR B	Indonesia	27-Apr-1991	Bangkalan, Indonesia	X2490286	25-Mar-2034	I004162	31-Jan-2028	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
17	MOHAMMAD SYALIM	M	OLR C	Indonesia	8-Feb-1973	Bangkalan, Indonesia	E4640629	24-Aug-2033	G054657	8-Mar-2026	Singapore	19-Jan-2025
18	SRYLUE I WAYAN SURYAWAN	M	C/CK	Indonesia	10-Feb-1980	Jembrana, Indonesia	E7055532	30-May-2034	I049128	9-May-2026	Hay Point, Australia	2-Sep-2024
19	ROHMAD EKO SUBEKTI	M	2ND COOK	Indonesia	27-May-1997	Sukoharjo, Indonesia	X4971790	18-Feb-2035	I011386	19-Jan-2028	Sao luis, Brazil	3-Jun-2025
20	BAYU FAJAR PURWANTO	M	D/CDT	Indonesia	9-Apr-2002	Banjarnegara, Indonesia	E5596973	24-Feb-2034	JC39122	27-May-2027	Hay Point, Australia	2-Sep-2024
21	FERRARI ANANDA HERU PRASETYA	M	E/CDT	Indonesia	2-Oct-2002	Banyuwangi, Indonesia	E5596811	23-Feb-2034	JC39115	27-May-2027	Hay Point, Australia	2-Sep-2024

IMO FAL Form 5

16. Date and Signature by Master, Authorized Agent or Officer

PAN OCEAN CO., LTD. MASTER 3FZO9 PANAMA

Capt. MUN JONG HUN
MASTER OF MV PAN FLOWER

Lampiran 6. *Chemical Treatment Fresh Water Generator*



Lampiran 7. *Maintenance Fresh Water Generator*





Lampiran 8. Foto crew MV. Pan Flower





Lampiran 9. Dokumentasi wawancara bersama 1/E dan 3/E



Lampiran 10. Sesi Wawancara

1/E:
3/E, bagaimana kondisi evaporator pada *Fresh Water Generator* hari ini?

3/E:
First, setelah pemeriksaan ditemukan sedikit *scaling* pada pelat evaporator. Hal ini mulai mengurangi efisiensi perpindahan panas sehingga proses evaporasi kurang maksimal.

Cadet:
Izin *First, third* izin bertanya bagaimana cara mengoptimalkan proses evaporasi pada evaporator?

1/E:
Caranya dengan menjaga permukaan evaporator tetap bersih melalui pembersihan berkala, memastikan temperatur air pemanas sesuai, dan memantau kevakuman sistem agar proses penguapan berlangsung optimal.

3/E:
Benar, *First*. Jika evaporator bersih, perpindahan panas menjadi lebih baik sehingga produksi uap meningkat dan jumlah air tawar yang dihasilkan *Fresh Water Generator* juga bertambah.

Cadet:
Jadi, kunci optimalisasi proses evaporasi adalah menjaga kebersihan evaporator serta melakukan perawatan rutin sesuai *Planned Maintenance System* (PMS).

1/E:
Tepat sekali. Dengan perawatan yang konsisten, efisiensi evaporator tetap terjaga dan produksi air tawar dapat mencapai kapasitas yang optimal.