

**ANALISIS MENURUNNYA KAPASITAS PRODUKSI FRESH  
WATER GENERATOR DI KAPAL MT GREEN PARK**



**MUH IKRAM**

**21.42.091**

**TEKNIKA**

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

# SKRIPSI

## ANALISIS MENURUNNYA KAPASITAS PRODUKSI FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MT GREEN PARK

Disusun dan Diajukan oleh:

**MUH.IKRAM**

NIT. 21.42.091

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

Pada tanggal 03 Oktober 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

**WINARNO, S.SOS., M.M., M.Mar.E**  
NIP: 197001162009121001

Pembimbing II

**RESKY AMALIA JAFAR, S.Pd., M.Pd**  
NIP:

Mengetahui:

a.n. Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I

**Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar**  
NIP. 197503291999031002

Ketua Program Studi Teknika

**Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P**  
NIP. 197604092006041001

## PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, saya berhasil menyelesaikan penyusunan skripsi berjudul " ANALISIS MENURUNNYA KAPASITAS PRODUKSI *FRESH WATER GENERATOR* DI KAPAL MT GREEN PARK"

Proses penelitian ini merupakan langkah penting dalam perjalanan akademik saya di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Sebagai seorang taruna pelayaran, penulisan skripsi ini menjadi bukti komitmen saya dalam memahami dan mengatasi tantangan teknis yang seringkali dihadapi dalam operasional kapal laut.

Mengakui keterbatasan dan kekurangan pengalaman pribadi, saya sangat mengharapkan saran, kritik, dan masukan untuk meningkatkan kualitas skripsi ini. Saya dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta, dukungan mereka selama perjalanan pendidikan saya.

Tak lupa, penghargaan setinggi-tingginya saya sampaikan kepada:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto M.Pd, Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T, Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., Ketua Jurusan Teknika.
4. Bapak WINARNO, S.SOS.,M.M.,M.Mar.E. Pembimbing I.
5. Ibu Resky Amalia Jafar,S.pd.,M.pd Pembimbing II.
6. Para perwira, staf pengajar, dan karyawan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
7. Kepala Kamar Mesin, perwira, dan seluruh ABK di MT GREEN PARK
8. Rekan-rekan Taruna dan Taruni angkatan XLII serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga rahmat-Nya senantiasa menyertai kita semua. Saya memohon maaf jika terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat untuk peningkatan pengetahuan, terutama bagi saya sendiri, rekan-rekan Taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, dan untuk meningkatkan kualitas perwira Indonesia di masa mendatang.

Makassar,03 Oktober 2025



MUH IKRAM

NIT:21.42.091

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUH IKRAM

Nomor Induk Taruna : 21.42.091

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

***“Analisis Menurunnya Kapasitas Produksi Fresh Water Generator di Kapal MT Green Park”***

Saya benar-benar mengatakan bahwa tulisan ini adalah hasil dari pemikiran dan upaya saya sendiri. Kecuali disebutkan sebagai kutipan atau sumber referensi, semua konsep, data, dan analisis yang disajikan dalam skripsi ini berasal dari pemahaman pribadi.

Saya juga bersedia menerima segala bentuk sanksi yang berlaku di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini terbukti tidak benar.

Makassar, 03 Oktober 2025



MUH IKRAM

NIT:21.42.091

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : MUH IKRAM

Nomor Induk Taruna : 21.42.091

Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

'Saya menyatakan bahwa karya tulis dengan judul "***Analisis Menurunnya Kapasitas Produksi Fresh Water Generator di Kapal MT Green Park***" adalah hasil karya asli saya sendiri dan tidak merupakan hasil salinan dari karya orang lain dalam bentuk apa pun.

Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa karya ini terbukti mengandung unsur plagiarisme, saya bersedia menerima segala bentuk sanksi sesuai dengan peraturan pendidikan nasional yang berlaku di **Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar**.

Saya juga bersedia menerima sanksi dari segala bentuk sanksi yang berlaku di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini salah.

Makassar, 03 Oktober 2025



MUH IKRAM

NIT:21.42.091

## ABSTRAK

Muh Ikram “*Analisis Menurunnya Produksi Fresh Water Generator pada Kapal MT GREEN PARK*”(Dibimbing oleh Winarno, Resky Amalia Jafar)

*Fresh Water Generator* (FWG) merupakan perangkat penting di kapal untuk menghasilkan air tawar dari air laut melalui proses destilasi. Namun, pada kapal *MT GREEN PARK*, terjadi penurunan produksi air tawar yang berdampak pada ketersediaan air bagi kebutuhan operasional dan awak kapal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab menurunnya produksi FWG serta menentukan langkah perbaikan yang dapat diterapkan.

Metode penelitian yang digunakan bersifat deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Data diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan kru kapal, serta analisis catatan operasional dan perawatan FWG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan produksi air tawar disebabkan oleh adanya endapan garam (scale) pada evaporator yang menghambat perpindahan panas, serta kurang optimalnya kevakuman dalam sistem FWG akibat kerak yang menempel pada tube evaporator.

Sebagai solusi, dilakukan pembersihan evaporator menggunakan descaling agent dan penyikatan, serta perawatan rutin untuk memastikan kevakuman optimal pada FWG. Hasil evaluasi setelah perbaikan menunjukkan peningkatan produksi air tawar, mendekati kapasitas normal. Oleh karena itu, pemeliharaan berkala sangat diperlukan untuk menjaga kinerja FWG agar tetap optimal.

**Kata kunci:** Fresh Water Generator, produksi air tawar, kapal MT GREEN PARK, kevakuman, endapan garam, pemeliharaan.

## **ABSTRACT**

*Muh Ikram “Analysis of the Production in the Fresh Water Generator on MT GREEN PARK”* (Supervisors: Winarno, Resky Amalia Jafar)

The *Fresh Water Generator* (FWG) is a crucial device on ships for producing fresh water from seawater through a distillation process. However, on the MT GREEN PARK, a decline in fresh water production has been observed, affecting the availability of water for both operational and crew needs. This study aims to analyze the factors contributing to the reduction in FWG production and determine appropriate corrective measures.

The research method used is qualitative descriptive with a case study approach. Data were obtained through direct observation, interviews with ship crew members, and analysis of FWG operational and maintenance records. The results indicate that the decline in fresh water production was caused by salt deposits (scale) on the evaporator, which hindered heat transfer, as well as suboptimal vacuum conditions in the FWG system due to scale buildup on the evaporator tubes.

As a solution, the evaporator was cleaned using a descaling agent and brushing, along with routine maintenance to ensure optimal vacuum levels in the FWG. Post-repair evaluations showed an increase in fresh water production, approaching normal capacity. Therefore, periodic maintenance is essential to ensure the FWG operates at peak performance.

**Keywords:** Fresh Water Generator, fresh water production, MT GREEN PARK ship, vacuum, salt deposits, maintenance.

## DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
<i>ABSTRAK</i>	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Pengertian Fresh Water Generator	4
B. Prinsip Kerja Fresh Water Generator	5
C. Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Produksi Fresh Water	6
D. Jenis dan Teknologi Fresh Water Generator	8
E. Penelitian Terkait	9
F. Proses Terjadinya Korosi	13
G. Penyebab Menurunnya Produksi Fresh Water Generator	13
H. Pemeliharaan yang Harus Dilakukan Pada Fresh Water Generator	14
I. Kerangka Teori	17

J. Kerangka Pikir	18
K. Hipotesis	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>20</b>
A. Jenis Penelitian	20
B. Defenisi Oprasional Variabel	20
C. Populasi dan Sample Penelitian	21
D. Teknik pengumpulan Data	22
E. Teknik Analisis Data	22
F. Jadwal Penelitian	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>26</b>
A. Hasil Penelitian	26
B. Pembahasan	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>36</b>
A. Kesimpulan	36
B. Saran	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>39</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fresh Water Generator	5
Gambar 2. 2 Diagram Fresh Water Generator	8
Gambar 2. 3 Generator air tawar bertekan rendah	11
Gambar 2. 4 Grafik Hubungan Antara Tekanan dan Temperatur.	11
Gambar 2. 5 Kerangka Pikir	18
Gambar 4. 1 Fresh Water Generator	26

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jawdal Pelaksanaan Penelitian	24
Tabel 4. 1 Spesifikasi Fresh Water Generator	27
Tabel 4. 2 Oprasional FWG	29
Tabel 4. 3 Pengamatan	30
Tabel 4. 4 Perbandingan Fwg	30
Tabel 4. 5 Kerusakan, Penanganan, dan Penyebab Penurunan Kinerja	31
Tabel 4. 6 Parameter Operasional FWG	33
Tabel 4. 7 Evaluasi Jadwal dan Standar Pemeliharaan	34

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1 Dokumentasi Wawancara Cadet dan Chief Engineer	39
Lampiran 2 Pengecekan Kondensor	40
Lampiran 3 tube evaporator yang berkerak atau scale	41
Lampiran 4 Suhu inlet FW ke evaporator	41
Lampiran 5 Suhu outlet FW ke evaporator	42

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Air tawar merupakan kebutuhan vital dalam operasional kapal, baik untuk konsumsi awak kapal, pendinginan mesin, pencucian, maupun kebutuhan sanitasi. Ketersediaan air tawar yang cukup sangat penting untuk menjaga kelancaran pelayaran, terutama dalam pelayaran jarak jauh yang membutuhkan pasokan air mandiri tanpa bergantung pada suplai dari pelabuhan.

Salah satu sistem penting di atas kapal adalah Fresh Water Generator. Perangkat ini memiliki kemampuan untuk mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses distilasi, yang menggunakan panas dari mesin induk dan sumber panas lainnya. Dengan menggunakan proses evaporation dan kondensasi, FWG dapat menghasilkan uap air yang memenuhi standar standar kebersihan air tawar universal dan dapat digunakan untuk keperluan di kapal.

Kapal perdagangan biasanya dilengkapi dengan Fresh Water Generator untuk menangani masalah kekurangan air tawar. Alat ini mengubah air laut menjadi uap dalam evaporator dan kemudian mendinginkannya melalui kondensasi di kondensor atau destilator.

Selama penggunaan, Fresh Water Generator sering mengalami masalah yang dapat menyebabkan mesin tidak bekerja dengan baik. Karena itu, sangat penting untuk menyelesaikan masalah ini segera agar produksi air tawar tetap sesuai dengan kapasitas mesin yang telah ditentukan.

Pada kapal niaga, terdapat permesinan bantu berupa Fresh Water Generator yang berfungsi untuk menjaga ketersediaan air tawar. Mesin ini dioperasikan dan diawasi oleh Masinis Empat (Fourth Engineer) yang bertanggung jawab atas pengoperasian permesinan bantu di kapal.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis terdorong untuk melakukan penelitian yang berfokus pada faktor-faktor penyebab menurunnya kinerja sistem tersebut. Oleh karena itu, penulis menetapkan judul penelitian:

“Analisis Penurunan Kapasitas Produksi Fresh Water Generator di Kapal MT. Green Park.”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang penulis ambil adalah “ apa yang menyebabkan kapasitas produksi *Fresh Water Generator* menurun ?”

## **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini difokuskan pada komponen-komponen yang berpengaruh terhadap penurunan kapasitas produksi Fresh Water Generator, mengingat luasnya topik yang dapat dikaji serta keterbatasan pengetahuan penulis.

## **D. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan Penelitian**

Memahami dan menganalisis adalah tujuan dari penelitian ini.

faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kapasitas produksi *Fresh Water Generator* di atas kapal MT Green Park. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan teknis yang terjadi pada sistem fresh water generator, termasuk kemungkinan adanya gangguan pada proses transfer panas, korosi pada komponen, serta

faktor-faktor operasional lainnya yang berdampak langsung terhadap efisiensi kerja alat tersebut.

## **2. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a) Memberikan gambaran dan referensi teknis kepada para perwira mesin (masinis) di kapal apabila menghadapi permasalahan serupa, yaitu penurunan kapasitas produksi pada *fresh water generator*, sehingga dapat segera melakukan diagnosis dan tindakan penanggulangan yang tepat.
- b) Menjadi sumber informasi yang berguna bagi para taruna yang akan melaksanakan praktik laut, serta bagi pembaca umum yang ingin memahami lebih dalam tentang sistem kerja dan pemeliharaan *Fresh Water Generator* di kapal.
- c) Menambah literatur dan data empiris mengenai permasalahan teknis yang sering terjadi pada *Fresh Water Generator* di kapal niaga, khususnya sebagai bahan evaluasi dan perbaikan sistem dalam dunia pendidikan pelayaran dan industri maritim.
- d) Mendorong adanya peningkatan perhatian terhadap kegiatan perawatan dan inspeksi berkala pada sistem penyulingan air laut agar kualitas dan kuantitas air tawar yang dihasilkan tetap optimal sesuai kebutuhan operasional kapal.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian Fresh Water Generator**

*Fresh Water Generator* (FWG) adalah perangkat vital dalam sistem pendukung kehidupan dan operasional kapal. Fungsinya mengubah air laut menjadi air tawar, yang kemudian digunakan untuk keperluan domestik (seperti mandi, mencuci, dan memasak), keperluan mesin (seperti pendingin *jacket cooling*), serta untuk kebutuhan cadangan dalam pelayaran panjang. Keberadaan FWG memberikan otonom terhadap kapal agar tidak tergantung sepenuhnya pada pasokan air dari pelabuhan (Tships, 2023).

Dalam konteks maritim modern, FWG juga dianggap sebagai elemen strategis dalam penghematan biaya operasional. Menurut penelitian oleh Singh et al. (2022), kapal yang dilengkapi dengan FWG berkapasitas besar mampu menghemat hingga 30% dari total biaya operasional air tawar selama masa pelayaran. Selain itu, FWG juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan muatan kapal (*trim and stability*) karena tidak perlu membawa air tawar dalam jumlah besar sejak keberangkatan.

Lebih lanjut, FWG juga memiliki kontribusi terhadap aspek lingkungan. Dengan memproduksi air tawar secara mandiri, kapal dapat mengurangi konsumsi bahan kimia desinfektan dan kemasan air minum. Seiring meningkatnya kesadaran lingkungan dalam industri pelayaran, sistem FWG dianggap sebagai komponen yang mendukung prinsip green shipping.



*Gambar 2. 1* Fresh Water Generator

Sumber : Google,2024

## **B. Prinsip Kerja Fresh Water Generator**

Prinsip kerja dari FWG umumnya memanfaatkan panas buangan dari mesin induk atau mesin bantu untuk menguapkan air laut di dalam ruang vakum, kemudian uap tersebut dikondensasi menjadi air tawar. Proses ini dikenal sebagai *low pressure evaporation*. Dalam kondisi tekanan rendah, titik didih air menurun hingga sekitar 40–60°C, sehingga memungkinkan pemanfaatan panas yang lebih efisien (Bai et al., 2021).

Komponen penting dalam sistem FWG meliputi evaporator, dimana air laut dipanaskan; kondensor, tempat uap air menjadi cair; ejector, yang menciptakan vakum menggunakan tekanan tinggi dari air laut; dan salinity controller, yang memantau kadar garam hasil akhir air tawar. Proses ini berlangsung secara berkelanjutan selama mesin utama menyuplai panas, dengan feed water pump menjaga sirkulasi air laut ke dalam sistem.

Penyesuaian sistem kontrol otomatis kini juga telah banyak diterapkan untuk menjaga kestabilan tekanan, suhu, dan salinitas. Menurut Zhao et al. (2023), sistem otomatisasi tersebut dapat

meningkatkan efisiensi operasional hingga 15%, serta meminimalisasi risiko human error dalam pengoperasian sistem FWG.

### **C. Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Produksi Fresh Water**

Penurunan kapasitas produksi fresh water dapat disebabkan oleh berbagai faktor teknis maupun lingkungan. Berikut ini beberapa faktor utama yang telah teridentifikasi dalam berbagai studi:

#### **1. Suhu Sumber Panas**

Suhu air jacket yang digunakan sebagai sumber panas sangat menentukan laju evaporasi. Jika suhu turun di bawah titik optimal (biasanya 70–85°C), maka energi yang dibutuhkan untuk penguapan tidak mencukupi, menyebabkan uap air yang terbentuk menjadi minim. Pulkrabek (2020) menyatakan bahwa pada suhu air jacket di bawah 65°C, efisiensi sistem FWG bisa turun hingga 40%.

Fluktuasi suhu ini bisa berasal dari menurunnya performa mesin utama, ketidakseimbangan beban kerja, atau adanya fouling di saluran pendingin. Oleh karena itu, kontrol suhu secara real-time sangat krusial untuk mempertahankan produksi fresh water yang konsisten.

#### **2. Kualitas Air Laut**

Air laut yang terlalu keruh, mengandung plankton, atau partikel mineral tinggi akan meningkatkan risiko fouling pada heat exchanger dan evaporator. Menurut Yoon & Lee (2023), tingginya Total Dissolved Solids (TDS) dalam air laut mempercepat proses scaling pada permukaan penukar panas, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi perpindahan panas dan mengurangi laju evaporasi.

Selain itu, perubahan musim dan lokasi geografis juga mempengaruhi karakteristik air laut. Di perairan tropis yang hangat dan dangkal, air laut cenderung lebih kaya plankton dan memiliki kadar garam tinggi, sehingga memerlukan sistem filtrasi awal yang lebih ketat.

#### **3. Kinerja Vacuum Ejector**

Ejector yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan sistem tidak mencapai tekanan vakum optimal. Bila tekanan dalam evaporator tidak cukup rendah, maka titik didih air tetap tinggi dan energi yang dibutuhkan meningkat. Choudhury et al. (2022) menyebutkan bahwa penurunan tekanan vakum sebesar 10 kPa saja dapat menurunkan produksi fresh water hingga 25%.

Masalah ejector bisa terjadi karena penyumbatan *nozzle*, aus pada bagian venturi, atau penurunan tekanan suplai dari sea water pump. Pemeriksaan berkala dan pembersihan ejector menjadi bagian vital dalam manajemen preventif FWG.

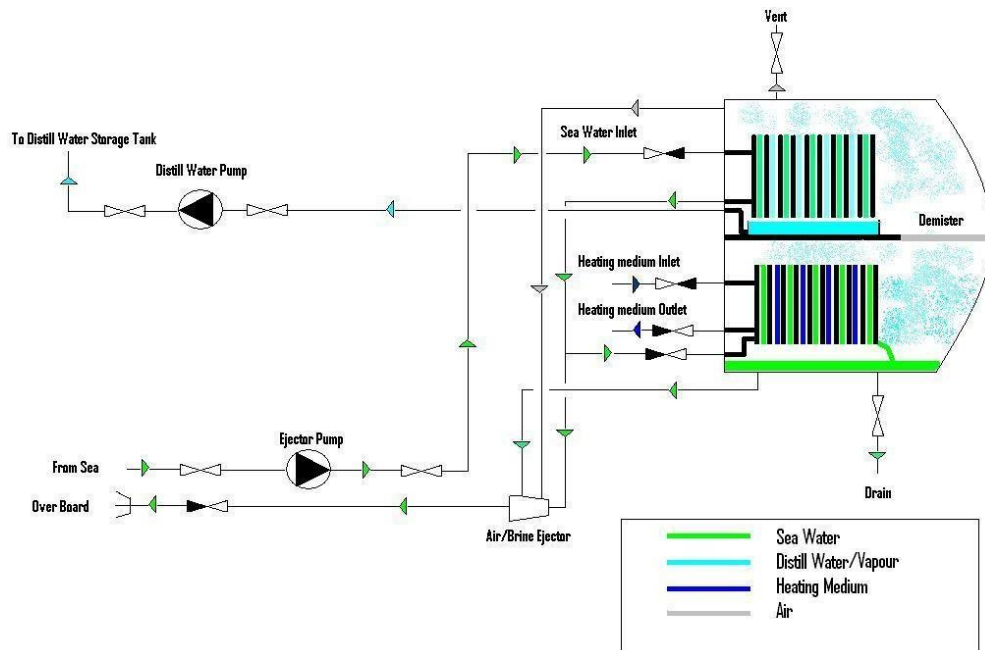
#### 4. Kebersihan dan Perawatan Komponen

Kerak (*scale*), lumut, dan korosi pada permukaan heat exchanger serta bagian internal FWG menghambat efisiensi perpindahan panas. Jika dibiarkan, proses penguapan menjadi tidak optimal. Jones & Watson (2021) menjelaskan bahwa setiap lapisan kerak setebal 1 mm dapat mengurangi efisiensi perpindahan panas hingga 10%.

Perawatan preventif seperti *chemical cleaning*, *backflushing*, dan penggantian gasket menjadi solusi untuk menjaga performa sistem. Di beberapa kapal, maintenance berbasis waktu (*time-based maintenance*) telah diganti dengan predictive maintenance berbasis sensor getaran dan temperatur.

#### 5. Umur dan Usia Peralatan

Usia pakai FWG yang sudah melebihi masa optimal (biasanya 10–15 tahun) cenderung menunjukkan penurunan performa akibat aus, korosi, dan degradasi material. Ahmad et al. (2022) mencatat bahwa unit FWG tua memiliki rata-rata kapasitas produksi yang turun hingga 35% dibandingkan spesifikasi awalnya.



Gambar 2. 2 Diagram Fresh Water Generator

Sumber: Google,2024

#### D. Jenis dan Teknologi Fresh Water Generator

Teknologi FWG telah mengalami perkembangan signifikan dalam dua dekade terakhir. Dari sistem konvensional berbasis thermal distillation, kini berkembang sistem berbasis membran seperti Reverse Osmosis (RO) yang lebih hemat energi dan mudah diintegrasikan ke kapal baru.

Sistem *Multi-Effect Distillation (MED)* dan *Multi-Stage Flash (MSF)* cocok untuk kapal-kapal besar dengan ketersediaan energi panas berlebih. Di sisi lain, sistem RO banyak digunakan pada kapal-kapal kecil hingga menengah karena desainnya kompak dan tidak memerlukan sistem vakum. Namun, sistem RO lebih sensitif terhadap kualitas air laut dan memerlukan pre-treatment seperti filtrasi pasir dan karbon aktif (Al-Sarkhi et al., 2023).

Beberapa kapal generasi baru juga telah mengintegrasikan FWG dengan sistem energi terbarukan, seperti pemanas air berbasis surya untuk mengurangi ketergantungan terhadap panas mesin utama.

## E. Penelitian Terkait

Studi oleh Ahmad et al. (2022) di kapal-kapal Asia Tenggara menunjukkan bahwa penurunan kapasitas produksi fresh water banyak dipicu oleh perawatan yang tidak terjadwal dan keterbatasan sistem monitoring. Mereka merekomendasikan implementasi sensor tekanan, suhu, dan TDS yang terkoneksi dengan sistem alarm sebagai solusi efisiensi.

Penelitian serupa oleh Sari & Nugroho (2021) menunjukkan bahwa peningkatan interval maintenance dari 6 bulan menjadi 3 bulan mampu menaikkan output FWG sebesar 15% dalam kapal tanker milik BUMN. Ini menunjukkan pentingnya manajemen perawatan berbasis kondisi aktual (*condition-based maintenance*) dibandingkan hanya mengandalkan jadwal rutin.

Banyak jenis sistem desalinasi air tawar digunakan pada sistem ini. Penulis mengetahui bahwa terdapat dua kategori generator air tawar.

### 1. Generator air tawar bertekanan tinggi

Jika uap (*steam*) digunakan langsung dari boiler, maka tekanannya harus diturunkan menjadi sekitar **150 psi** agar sesuai dengan kebutuhan operasi. Namun, pembentukan endapan pada pipa sering kali menimbulkan berbagai masalah ketika sistem bertekanan tinggi ini dioperasikan.

## 2. Generator air tawar bertekanan rendah

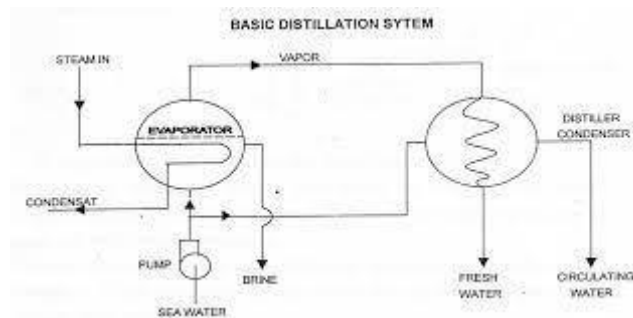
Berdasarkan sifat uap, perubahan tekanan akan memengaruhi titik didihnya. Prinsip ini diterapkan dengan menggunakan pompa vakum untuk menurunkan tekanan di dalam evaporator, sehingga titik didih uap menjadi lebih rendah. Pada sistem ini, proses pemanasan tidak memerlukan tekanan tinggi. Sebagai pengganti uap bertekanan tinggi, digunakan Air pendingin atau kondensat memiliki energi panas yang cukup untuk mendukung proses pemanasan.

### a. Manfaat dari Sistem Tekanan Rendah:

- 1) Tidak ada ketel penyalur uap yang diperlukan. karena penggunaan sistem ini meningkatkan efisiensi pada bejana, di mana panas yang seharusnya terbuang dimanfaatkan kembali melalui air pendingin pada sistem bertekanan tinggi.
- 2) Suhu operasi yang rendah pada sistem ini mencegah terbentuknya kerak garam laut pada permukaan pelat.
- 3) Rangkaian keunggulan Jika dibandingkan dengan sistem bertekanan tinggi, penggunaan tekanan rendah menurunkan risiko ledakan dan kebocoran.
- 4) Suhu yang rendah juga memperlambat pergerakan garam, sehingga kapasitas produksi air tawar dapat meningkat.

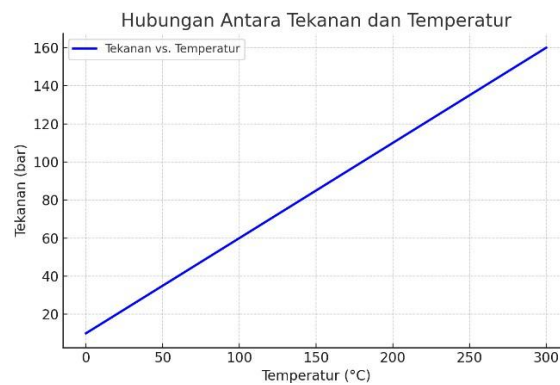
### b. Kerugian Sistem Tekanan Rendah:

- 1) Titik didih yang rendah menyebabkan proses pemanasan pada evaporator tidak maksimal, sehingga sebagian bakteri yang terdapat dalam air laut masih dapat bertahan hidup..
- 2) Sulit untuk menemukan lokasi kebocoran jika terjadi.
- 3) Pompa vakum diperlukan.



Gambar 2. 3 Generator air tawar bertekanan rendah

Sumber: Google 2024



Gambar 2. 4 Grafik Hubungan Antara Tekanan dan Temperatur.

Sumber: Data Hipotesis

Untuk zat tunggal seperti air, diagram fase merupakan representasi umum dari hubungan antara tekanan dan suhu. Diagram ini menampilkan garis-garis batas yang menunjukkan peralihan antara fase padat, cair, dan gas. Dalam konteks tekanan dan suhu, diagram fase memperlihatkan titik-titik di mana energi bebas berubah secara tidak kontinu, menandakan adanya transisi antar fase.

Pada gambar di sebelah kiri, terlihat batas yang memisahkan fase cair dan fase gas, yang menunjukkan bagaimana kedua fase tersebut dapat berubah satu sama lain sesuai dengan perubahan tekanan dan suhu. Namun, perbatasan ini akan mencapai suatu titik tertentu pada grafik fase Tahapan ini dikenal dengan istilah **titik kritis**, yaitu kondisi di mana

fase cair dan gas tidak dapat lagi dibedakan akibat suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Keadaan tersebut disebut Fluida superkritis mungkin berupa air. Titik kritis air berada pada suhu sekitar 647 K dan tekanan 22,064 MPa (3.200,1 psi).

Adanya titik penting fase cair ke fase gas menunjukkan adanya ambiguitas atau ketidakpastian dalam menentukan batas yang jelas antara kedua fase tersebut, karena pada kondisi tersebut sifat-sifat cair dan gas saling menyatu. Dalam kondisi biasa, transisi dari cair ke gas (atau sebaliknya) terjadi melalui proses perubahan fase yang jelas, seperti penguapan atau kondensasi, yang melibatkan batas fase di mana cairan dan uap dapat dibedakan secara fisik.

Namun, saat suatu zat dipanaskan dan diberi tekanan hingga mencapai titik kritis, perbedaan antara fase cair dan gas mulai menghilang. Di atas titik ini, zat berada dalam kondisi superkritis, di mana tidak ada lagi batas tegas antara cair dan gas. Dalam keadaan ini, sifat-sifat zat menjadi campuran dari keduanya: memiliki kepadatan seperti cairan, tetapi kemampuan mengalir seperti gas.

Artinya, dimungkinkan untuk mengubah zat dari fase cair menjadi gas tanpa melewati batas fase tradisional, yaitu dengan mengikuti lintasan suhu dan tekanan yang menghindari garis transisi fase dan langsung menuju ke kondisi superkritis. Hal ini menantang definisi klasik tentang apa itu "cair" dan "gas", karena dalam kondisi superkritis, kedua istilah tersebut tidak lagi berlaku secara mutlak.

## **F. Proses Terjadinya Korosi**

Korosi didefinisikan sebagai proses penghancuran atau penurunan kualitas suatu material melalui reaksi kimia dengan lingkungannya. Korosi paling sering terjadi pada logam dan bermanifestasi sebagai karat pada permukaan logam; kekuatan material berkurang, dan tampilannya pun menjadi tidak menarik lagi.

Penyebab terjadinya korosi:

1. Kontak Langsung dengan Air dan Oksigen: Logam yang terpapar langsung dengan air ( $H_2O$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) rentan mengalami korosi. Air berfungsi sebagai medium yang memungkinkan reaksi redoks terjadi pada permukaan logam, sementara oksigen terlarut dalam air dapat tereduksi, mempercepat proses korosi. liputan6.com
2. Lingkungan Asam atau Basa: Kehadiran asam atau basa dalam lingkungan dapat mempercepat laju korosi. Zat-zat ini dapat bereaksi dengan logam, menyebabkan degradasi yang lebih cepat.
3. Kontaminan dan Polutan: Kehadiran kontaminan seperti garam atau polutan industri dapat meningkatkan konduktivitas larutan di sekitar logam, sehingga mempercepat proses korosi.

## **G. Penyebab Menurunnya Produksi *Fresh Water Generator***

1. Di Unit ini terletak di bawah generator air tawar. Unit ini berfungsi mengubah uap air laut, yang digunakan sebagai sumber panas untuk pendingin utama mesin, menjadi air laut yang dialirkan ke evaporator. Akibat terbentuknya kerak pada pelat, proses ini seringkali menyebabkan berkurangnya output air tawar dari Generator Air Tawar (FWG). Hal ini disebabkan oleh berkurangnya proses pertukaran panas, yang menyebabkan evaporator tidak cukup panas,

2. Jika sistem tidak vakum atau ada udara padanya, udara akan masuk ke bagian isap pompa dan mengganggu sirkulasi. Air karena ada udara di sekitarnya.

## **H. Pemeliharaan yang Harus Dilakukan Pada *Fresh Water Generator***

Faktor-faktor yang mengurangi produksi air tawar di instalasi pengolahan air bersih adalah

1. Lapisan kerak pada permukaan luar tabung evaporator mencegahnya memberikan potensi perpindahan panas terbaik. Endapan kerak umumnya berkembang biak dan menempel pada permukaan luar tabung pemanas, yang merupakan sisi yang bersentuhan langsung dengan air laut selama proses perebusan. Seiring waktu, lapisan ini, betapapun lambatnnya prosesnya, mengurangi kemampuan evaporator untuk menghasilkan uap saat uap tersebut mengalir keluar dari tabung secara bertahap.
2. Karena terdapat udara di dalam sistem, udara tersebut dapat tersedot oleh pompa. Aliran normal tidak akan terjadi dan dengan demikian mengganggu sirkulasi air.
3. Penggunaan pompa ejektor juga dapat menyebabkan penurunan produksi air tawar akibat penurunan tekanan pada ejektor yang mengakibatkan kevakuman tidak tercapai. Beberapa masalah umum yang sering terjadi antara lain kebocoran yang memerlukan penggantian *cone seal* serta penyumbatan yang memerlukan pembersihan pada saringan air laut.
4. Aliran di dalam ejektor menjadi lebih sempit karena partikel kotoran yang terangkat oleh pompa masih terdapat di dalam air laut. Apabila kondisi ini dibiarkan tanpa perawatan, aliran akan semakin terbatas. Akibatnya, proses penyedotan tidak dapat mencegah udara masuk ke ruang vakum. Menurut Rowan (2002), komponen pembangkit air tawar yang paling penting untuk dipertahankan meliputi:

a) Evaporator

Setelah pipa evaporator dibersihkan, pastikan tidak ada gas yang tertinggal di dalamnya. Untuk merendam pipa secara kimiawi, campurkan asam dengan air tawar panas. Selama proses ini, garam laut yang menempel pada pipa akan terlepas. Saat menggunakan larutan asam untuk membersihkan dan menyeimbangkan tabung penguap, selalu ikuti petunjuk yang tercantum dalam panduan. Periksa segel dan pipa untuk memastikan tidak terdapat kerusakan.

b) Kondensor

Proses perawatan tabung kondensor dilakukan sesuai dengan instruksi dalam panduan perawatan alat penghasil air tawar. serupa dengan pembersihan tabung evaporator. Proses pembersihan dilakukan menggunakan sikat bebas asam untuk menghindari korosi pada permukaan logam. Setelah itu, tabung direndam dalam air panas dengan suhu sekitar 500°C guna melunakkan dan melepaskan kotoran atau endapan yang menempel di bagian dalam tabung, sehingga kebersihan dan efisiensi perpindahan panas dapat tetap terjaga.

d) Ejektor

Nozzle dan diffuser (perangkat penyemprot) diperiksa setiap enam bulan sekali untuk memastikan tidak terdapat kerusakan atau penyumbatan. Apabila ditemukan kotoran yang menghalangi aliran, komponen tersebut harus segera dibersihkan. Jika terjadi kerusakan, perbaikan perlu dilakukan secepat mungkin agar kinerja ejektor tetap optimal.

e) Strainer

Filter saringan serta saluran air bertekanan diperiksa dan digunakan setiap tiga bulan sekali untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam sistem pendingin. Langkah ini bertujuan menjaga sirkulasi air tetap lancar dan memastikan sistem pendinginan berfungsi secara optimal.

f) Distillate Pump

1) Pemeriksaan flange gasket dilakukan setiap tiga bulan sekali untuk memastikan kondisi sambungan tetap aman dan rapat. Selain itu, pelindung atau seal diperiksa untuk mendeteksi kemungkinan kebocoran. Jika ditemukan indikasi kebocoran, dilakukan pengujian dengan pompa dalam kondisi beroperasi, dan perbaikan segera dilakukan apabila diperlukan.

2) Pemeriksaan komponen pompa dilakukan satu kali setiap tahun untuk mendeteksi adanya korosi maupun kerusakan pada bagian impeller, housing, ring, dan poros. Langkah ini bertujuan memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik serta mencegah penurunan kinerja sistem.

## I. Kerangka Teori

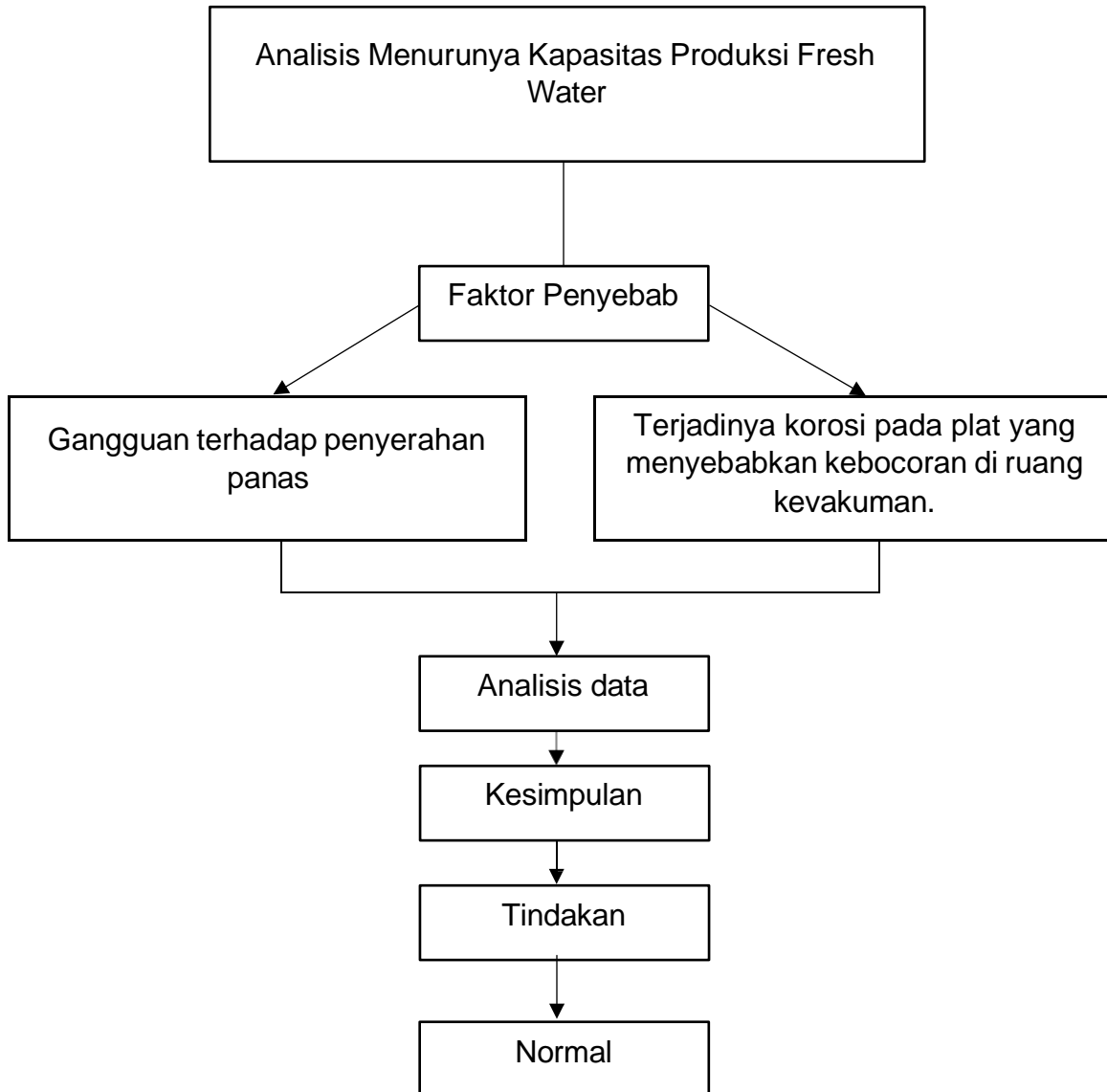
Untuk menganalisis permasalahan menurunnya kapasitas produksi fresh water, digunakan beberapa pendekatan teori sebagai landasan berpikir, antara lain:

1. Teori Termodinamika: khususnya hukum pertama dan kedua termodinamika, digunakan untuk memahami konversi energi panas menjadi perubahan fase cair ke uap dan sebaliknya.
2. Teori Perpindahan Kalor (*Heat Transfer*): membahas konduksi dan konveksi yang terjadi antara sumber panas dan medium air laut dalam sistem FWG.
3. Teori Fluida Dinamis (*Fluid Mechanics*): berkaitan dengan aliran fluida dalam ejector, pipa, dan pompa sistem.
4. Teori Manajemen Perawatan (*Maintenance Management*): digunakan untuk merancang sistem perawatan preventif dan prediktif dalam konteks kelautan.

Teori Efisiensi Energi: diterapkan untuk mengukur rasio antara energi panas yang masuk dan jumlah air tawar yang dihasilkan

## J. Kerangka Pikir

Gambar 2. 5 Kerangka Pikir



## **K. Hipotesis**

Berdasarkan Penulis menduga berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan di atas, yang menyebabkan kapasitas produksi Fresh Water Generator di kapal menurun.

1. Masalah penyerahan panas
2. Korosi pada plat yang menyebabkan kebocoran di ruang kevakuman.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang bertujuan untuk memahami fenomena yang terjadi secara mendalam melalui pengumpulan data, interpretasi, dan penyajian informasi dalam bentuk narasi. Pendekatan ini dipilih karena permasalahan menurunnya kapasitas produksi pada Fresh Water Generator tidak hanya dapat dianalisis melalui data teknis, tetapi juga memerlukan pemahaman terhadap konteks operasional, kebiasaan perawatan, dan persepsi dari awak kapal.

Jenis penelitian ini bersifat studi kasus, yang fokus pada satu objek, yaitu Fresh Water Generator di kapal MT Green Park, untuk menggali faktor-faktor penyebab penurunan kapasitas produksi air tawar secara rinci dan menyeluruh.

### **B. Defenisi Oprasional Variabel**

Dalam penelitian ini, variabel utama yang diteliti adalah **kapasitas produksi Fresh Water Generator (FWG)**. Variabel ini dijelaskan secara operasional sebagai kemampuan sistem FWG dalam menghasilkan air tawar dari air laut dalam satuan waktu tertentu, biasanya diukur dalam liter per hari. Penurunan kapasitas produksi ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis dan operasional, yang juga dipertimbangkan sebagai variabel pendukung dalam penelitian. Beberapa aspek penting yang dijadikan acuan dalam mendefinisikan operasional variabel utama antara lain adalah volume air tawar yang dihasilkan setiap hari, stabilitas performa FWG, efisiensi proses evaporasi dan kondensasi, serta kondisi sistem pendukung seperti pendingin, vakum, dan komponen internal lainnya.

### C. Populasi dan Sample Penelitian

Dalam penelitian kualitatif, istilah populasi tidak selalu merujuk pada jumlah yang besar sebagaimana pada pendekatan kuantitatif. Populasi dalam konteks ini lebih mengarah pada keseluruhan subjek yang memiliki pengetahuan, pengalaman, atau keterlibatan langsung terhadap permasalahan yang diteliti.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh awak bagian mesin (engine department) di kapal MT Green Park yang terlibat langsung dalam pengoperasian, pengawasan, dan pemeliharaan Fresh Water Generator. Mereka merupakan individu yang memiliki informasi penting mengenai kondisi teknis FWG serta faktor-faktor yang memengaruhi performanya.

Sampel dalam penelitian ini dipilih secara purposive (purposive sampling), yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan sampel antara lain:

1. Memiliki peran langsung dalam operasional atau perawatan FWG.
2. Memiliki pengalaman kerja yang cukup (minimal 1 tahun) di bagian mesin kapal.
3. Bersedia memberikan informasi melalui wawancara dan diskusi teknis.
4. Berdasarkan kriteria tersebut, yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah:
  - a. *Chief Engineer*, sebagai penanggung jawab utama sistem permesinan dan pemeliharaan.
  - b. *Second Engineer*, sebagai pelaksana teknis utama dalam pengawasan operasional FWG.
  - c. Oiler, sebagai pelaksana harian dalam kegiatan rutin dan pengecekan kondisi peralatan.

Pemilihan sampel secara purposif ini bertujuan untuk memperoleh data yang mendalam, relevan, dan sesuai dengan fokus penelitian, yaitu memahami penyebab turunnya kapasitas produksi FWG berdasarkan perspektif teknis dan pengalaman lapangan.

#### **D. Teknik pengumpulan Data**

Dalam studi ini, informasi dikumpulkan melalui metode berikut:

##### **1. Pemantauan Langsung**

Peneliti memantau kondisi fisik FWG, parameter operasional, dan prosedur kerja dan pemeliharaan. Tujuan dari pemantauan ini adalah untuk mengumpulkan data aktual tentang keadaan unit FWG yang digunakan pada kapal.

##### **2. Survei**

Survei dilakukan dalam format semi-terstruktur untuk beberapa personel mesin untuk mendapatkan informasi mendalam tentang kendala operasional, frekuensi gangguan, pola perawatan, dan pemahaman teknis terhadap sistem FWG. Wawancara ini memberikan gambaran subjektif namun penting terhadap aspek-aspek non-teknis yang memengaruhi performa alat.

##### **3. Dokumentasi**

Dokumentasi yang dikumpulkan meliputi logbook harian, maintenance record, manual book FWG, serta foto kondisi aktual komponen. Data ini berfungsi sebagai bahan pendukung untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara.

## **E. Teknik Analisis Data**

Metode pengurangan, penyajian, dan pengambilan kesimpulan akan digunakan untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan.

1. Pengurangan data dilakukan dengan memilih informasi penting dari wawancara, observasi, dan dokumentasi.
2. Penyajian data dilakukan dalam bentuk cerita deskriptif, tabel, dan gambar yang relevan agar lebih mudah dipahami.
3. Pengambilan kesimpulan dilakukan secara induktif berdasarkan pola yang muncul dari analisis terhadap faktor-faktor tertentu.

## F. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Tahun 2023 / 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan reverensi												
2	Pemilihan judul												
3	Penyusunan proposal dan bimbingan												
4	Seminar proposal												
5	Perbaikan Seminar Proposal												
		Tahun 2023											
		Bulan											
6.	Perbaikan materi proposal												

No	Kegiatan	Tahun 2023 / 2024											
		Bulan											
7.	Seminar proposal												
8.	Perbaikan Seminar Proposal												
9.	Pengambilan Data Penelitian												BERLAYAR
		Tahun 2024											
		Bulan											
10.	Pengambilan Data Penelitian												BERLAYAR
11.	Penyusunan/ Pengolahan Data												
		Tahun 2025											
		Bulan											
12.	Seminar hasil												
13.	Perbaikan												
14.	Seminar Tutup												

Sumber: data yang diolah (2023/2024/2025)