

**ANALISIS KERUSAKAN PADA FRESH WATER MAKER  
(REVERSE OSMOSIS) DALAM PROSES PRODUKSI AIR  
TAWAR DI MT. SENGETI**



**DI SUSUN OLEH :**

**MUH.RAFLI IDRIS**

**NIT 21.42 095**

**TEKNIKA**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN AJARAN 2025**

**ANALISIS KERUSAKAN PADA FRESH WATER MAKER (REVERSE OSMOSIS ) DALAM PROSES PRODUKSI AIR TAWAR DI KAPAL MT. SENGETI**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun Dan Diajukan Oleh

MUH. RAFLI IDRIS

NIT : 21.42.095

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

**ANALISIS KERUSAKAN PADA FRESH WATER MAKER (REVERSE OSMOSIS ) DALAM PROSES PRODUKSI AIR TAWAR DI MT. SENGETI**

Disusun dan diajukan oleh :

**MUH RAFLI IDRIS**


**NIT : 21.42.095**


Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada Tanggal, 10 Oktober 2025

Pembimbing I

Menyetujui :

Pembimbing II


  
Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P  
NIP : 19760409 200604 1 001


  
Rahmat Hidayat, S.T., M.M., M.Mar.E  
NIP : 19860517 201012 1 006

Mengetahui :

a.n. Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

  
Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar  
NIP : 19750329 199903 1 002

  
Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P  
NIP : 19760409 200604 1 001

## PRAKATA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan bimbingan-Nya dalam menyelesaikan skripsi ini. berjudul "Analisis Kerusakan Pada *Fresh Water Maker (Reverse Osmosis )* Dalam Proses Produksi Air Tawar Di Kapal MT.Sengeti".

Penulis menghadapi banyak tantangan dan hambatan selama proses penelitian ini, tetapi berkat bantuan dan dukungan dari banyak pihak, itu dapat dicapai. Penulis mengakui bahwa skripsi ini memiliki kekurangan. Akibatnya, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak saya H.Idris Mattona: Mama saya, H.Rahmawati: dan keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendorong, mendoakan saya untuk menyelesaikan tesis ini.
2. Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Kapten Rudy Susanto,M.Pd., yang merupakan direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, yang telah mendukung, mengajar dan memberikan persetujuan untuk penelitian ini.
3. Kepada Bapak Alberto, Ketua Program Studi Teknika PIP Makassar, yang telah mendorong, mengajar dan mengizinkan penelitian.
4. Kepada Bapak Ir. Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P dan Bapak Rahmat Hidayat, S.T.,M.M.Mar.E. sebagai dosen pembimbing banyak memberikan bimbingan dan arahan selama proses penelitian.
5. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya. Diva Mauliya, terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis. Telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, dan memberikan semangat pada penulis.
6. Saya ingin mengucapkan terima Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua dosen di PIP Makassar yang telah memberikan pengetahuan yang sangat membantu saya dalam menyusun skripsi ini.
7. Kepada Master, *Chief Engineer*, masinis, dan seluruh kru kapal MT. Sengeti yang sangat membantu, terutama dalam proses pengumpulan

data.

8. Seluruh Taruna/i PIP Makassar utamanya Angkatan XLII.
9. Terima kasih kepada setiap individu yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan skripsi ini, yang penulis tidak dapat menyebutkan satu persatu. Selain itu, mereka telah mendukung dan mendorong penulis untuk menyelesaikan karya tersebut.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for just being me all time.*

Tulisan ini masih sangatlah jauh dari kesempurnaan, dikarenakan terbatasnya pengalaman beserta wawasan penulis. Maka dari itu, saran maupun kritik konstruktif oleh beragam pihak sangatlah diharapkan.

Akhir kata, Penulis mengucapkan maaf. atas segala yang tidak menyenangkan. Skripsi ini diharapkan dapat diterima oleh pembaca dan berfungsi sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

Makassar, 10 Oktober 2025



MUH. RAFLI IDRIS

NIT 21.42.095

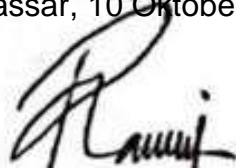
## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : MUH. RAFLI IDRIS  
Nomor Induk Taruna : 21.42.095  
Program Studi : TEKNIKA  
Yang Berjudul :

### **ANALISIS KERUSAKAN PADA *FRESH WATER MAKER* (*REVERSE OSMOSIS*) DALAM PROSES PRODUKSI AIR TAWAR DIKAPAL MT.SENGETI**

Adalah produk buatan tangan saya sendiri. Gagasan saya adalah sumber dari semua konsep yang digunakan dalam skripsi ini. buat sendiri, kecuali tema dan bagian yang disebutkan sebagai kutipan. Jika pernyataan ini sesuai dengan kemudian hari Saya siap menerima sanksi dari Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar jika ini terbukti salah.

Makassar, 10 Oktober 2025



MUH. RAFLI IDRIS

NIT 21.42.095

## ABSTRAK

Muh. Rafli Idris, 2025 “Analisis Kerusakan pada Fresh Water Maker (Reverse Osmosis) dalam proses produksi air tawar di kapal MT. Sengeti, dibimbing oleh (Bapak Alberto dan Bapak Rahmat Hidayat).

Sistem fresh water maker (reverse osmosis) merupakan salah satu peralatan penting diatas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan air tawar dari air laut sebagai kebutuhan operasional maupun domestik dikapal. Dalam pelaksanaannya, sistem ini sering mengalami gangguan yang dapat menurunkan efisiensi dan menghambat proses produksi air tawar. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyebab kerusakan pada sistem reverse osmosis dikapal MT.Sengeti, khususnya pada komponen high pressure pump yang berperan utama dalam memberikan tekanan tinggi pada proses penyaringan air laut.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kualitatif, yaitu dengan melakukan observasi langsung dikapal, wawancara dengan masinis II, serta studi dokumentasi terhadap data perawatan dan laporan kerusakan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa kerusakan yang paling dominan terjadi pada adapter valve di high pressure pump yang mengalami patah akibat tekanan tinggi, getaran berlebih, dan kelelahan material (fatigue). Faktor penyebab lain seperti kavitasi, korosi, dan kurangnya perawatan rutin juga berkontribusi terhadap kerusakan sistem. Dampak dari kerusakan ini adalah berhentinya proses produksi air tawar (trip system) dan meningkatnya nilai salinitas air hasil produksi.

Upaya penanggulangan yang dilakukan meliputi penggantian komponen adapter valve, pemeriksaan ulang tekanan kerja pompa, serta perawatan berkala pada filter dan *Membran*. Untuk mencegah terulangnya kerusakan serupa, perlu diterapkan peningkatan pemahaman kru mesin terhadap prosedur operasi sesuai manual book. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam meningkatkan efektivitas perawatan dan keandalan sistem reverse osmosis dikapal.

**Kata kunci** : *Reverse Osmosis* , *High Pressure Pump*, *Adapter Valve*, Perawatan, Kavitasi.

## ABSTRACT

Muh. Rafli Idris, 2025 "Analysis of Damage on the Fresh Water Maker (Reverse *Osmosis* ) in the Production Process of Fresh Water on the MT. Sengeti, supervised by Mr. Alberto and Mr. Rahmat Hidayat.

The fresh water maker system (reverse *osmosis* ) is one of the important equipment on a ship that functions to produce fresh water from seawater for both operational and domestic needs on the ship. In its operation, this system often experiences disturbances that can reduce efficiency and hinder the fresh water production process. This study was conducted to analyze the causes of damage to the reverse *osmosis* system on the MT. Sengeti, particularly in the high-pressure pump component, which plays a key role in providing high pressure in the seawater filtration process.

The research method used is a qualitative descriptive method, which involves direct observation on the ship, interviews with the second engineer, as well as documentation studies of maintenance data and damage reports. Based on the research results, it was found that the most dominant damage occurred on the adapter valve of the high-pressure pump, which broke due to high pressure, excessive vibration, and material fatigue. Other contributing factors, such as cavitation, corrosion, and lack of routine maintenance, also contributed to system damage. The impact of this damage is the interruption of the fresh water production process (system trip) and an increase in the salinity value of the produced water.

The mitigation efforts carried out include replacing valve adapter components, rechecking the pump's operating pressure, and conducting regular maintenance on filters and *Membranes*. To prevent similar damage from recurring, it is necessary to enhance the engine crew's understanding of operating procedures according to the manual. The results of this study are expected to serve as a reference for improving the effectiveness of maintenance and the reliability of reverse *osmosis* systems on ships.

**Keywords:** *Reverse Osmosis , High Pressure Pump, Adapter Valve, Maintenance, Cavitation.*

## DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
F. Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Reverse <i>Osmosis</i>	5
B. Prinsip <i>Osmosis</i>	6
C. Prinsip Kerja High Pressure Pump	10
D. Sistem Reverse <i>Osmosis</i>	11
E. Manfaat Reverse <i>Osmosis</i>	12
F. Bagian – Bagian Reverse <i>Osmosis</i>	13
G. Metode Pengoperasian Reverse <i>Osmosis</i>	20
H. Cara Perawatan Reverse <i>Osmosis</i>	22
I. Prinsip Pengosongan Ruang Penguapan Dalam Sistem Desalinasi	24
L. Kerangka Pikir	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Metode Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data	26

C. Jenis dan Sumber Data	27
D. Teknik Analisis Data	28
E. Jadwal Penelitian	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	30
B. Ship Particular	30
C. Speifikasi Reverse <i>Osmosis</i>	31
D. Spesifikasi High Pressure Pump	32
E. Gambaran Umum Operasi	32
F. Data Penelitian	34
G. Analisa Permasalahan	34
H. Pemecahan Masalah	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP PENULIS	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi reverse <i>osmosis</i>	31
Tabel 4. 2 Spesifikasi High pressure	32
Tabel 4. 3 High Pressure Pump keadaan normal	37
Tabel 4. 4 High Pressure Pump keadaan abnormal	38
Tabel 4. 5 Perawatan	42
Tabel 4. 6 Tabel Wawancara	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Reverse Osmosis Principle</i>	7
Gambar 2. 2 <i>Membran Semipermeabel</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Sistem Fresh Water Maker</i>	11
Gambar 2. 4 <i>Membran</i>	14
Gambar 2. 5 <i>Sand filter pump</i>	15
Gambar 2. 6 <i>Sand Filter MT. Sengeti</i>	16
Gambar 2. 7 <i>HP pump MT. Sengeti</i>	16
Gambar 2. 8 <i>Catridge Filter</i>	18
Gambar 2. 9 <i>Handle Control</i>	19
Gambar 2. 10 <i>Kerangka Pikir</i>	25

## LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 <i>Sign On</i>	53
Lampiran 1. 2 <i>Sign Off</i>	54
Lampiran 1. 3 <i>Masa Layar</i>	55
Lampiran 1. 4 <i>Buku Pelaut</i>	56
Lampiran 1. 5 <i>Kapal MT. SENGETI</i>	57
Lampiran 1. 6 <i>Ship Particular</i>	57
Lampiran 1. 7 <i>Crew List</i>	58
Lampiran 1. 8 <i>Fresh Water Maker (Reverse Osmosis )</i>	59
Lampiran 1. 9 <i>Membran</i>	60
Lampiran 1. 10 <i>Chemical</i>	61
Lampiran 1. 11 <i>Adapter Valve Yang Patah</i>	62
Lampiran 1. 12 <i>Pembersihan Catridge Filter</i>	64
Lampiran 1. 13 <i>Pembersihan Filter Strainer</i>	66
Lampiran 1. 14 <i>Penggantian Catridge Filter</i>	68
Lampiran 1. 15 <i>Penambahan LO High Pressure Pump</i>	70

# BAB I

## PENDAHULUAN

### ***A. Latar Belakang***

Air tawar diperlukan oleh makhluk hidup untuk berfungsi di kapal dan membantu operasional kapal, seperti mendinginkan mesin induk dan mesin bantu, serta untuk kegiatan lainnya di kapal. Kapal yang beroperasi di tengah laut yang membutuhkan waktu yang lama harus menampung air tawar. Lama maka kapal itu harus menampung air tawar dalam jumlah yang cukup untuk jalannya operasional di kapal. Maka dari itu untuk mendapat jumlah air tawar yang cukup maka diperlukan suatu pesawat bantu yang di namakan *fresh water maker* atau (*Reverse Osmosis* ) yang digunakan untuk mengolah air laut menjadi air tawar dengan menggunakan prinsip tekanan.

Menggunakan sistem tekanan tinggi, pompa air laut segar dapat mengubah air laut menjadi air tawar setelah molekul dan kotoran dibersihkan dari *Membran*. Hanya air tawar yang dapat melewati *Membran* dan proses perpindahan zat alami terjadi. Ion garam, bakteri, dan mikroorganisme hanya terperangkap karena tekanan yang diberikan pompa ke dan hanya air tawar yang murni yang akan lolos dalam proses selanjutnya.

Maka dari itu, Kadar garam yang tinggi dapat menjadi masalah untuk produksi air tawar yang kurang baik. Ini adalah masalah yang paling umum dan komponen utama yang menyebabkan *reverse osmosis* penurunan produksi air tawar disertai dengan sumbatan yang menyebabkan tekanan tidak stabil, yang dapat menyebabkan *adapter valve* rusak pada pompa bertekanan tinggi (HPP). Kurangnya perhatian dan kurangnya pengetahuan tentang proses *reverse osmosis* . Dapat menjadi penyebab kerusakan di mana sistem *reverse osmosis* memiliki begitu banyak *Membran* dan *filter* dalam sistem pengoperasiannya.

Proses desanilisasi adalah proses menghilangkan kontaminasi seperti garam dan mineral dari berbagai bahan baku (Dologlu & Sildir, 2022). Proses ini sangat penting dalam proses produksi air karena mengetahui tingkat garam atau salinitas dalam air. Sebuah generator air segar dapat membantu aktivitas operasional kapal. Selain itu, persediaan air tawar yang besar diperlukan untuk kapal yang melakukan pelayaran yang panjang dan memiliki banyak kru. Untuk menghasilkan air tawar sesuai kebutuhan, tidak hanya diperlukan pasokan air tawar dari darat atau pengisian bahan bakar air, tetapi fasilitas pendukung di atas kapal juga sangat penting untuk beroperasi.

Produksi air tawar segar (FWG) mencakup penguapan air laut sebelum kemudian dikondensasikan menjadi air tawar. Air tawar yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai macam aktivitas di atas kapal. Dia digunakan untuk memasak, sanitasi, kebersihan pribadi, dan operasi pendinginan di fasilitas pendukung kapal. Jika sistem generator air tawar kapal mengalami kendala fungsi, posisi kapal yang jauh dari daratan atau saat pelaksanaan transfer antar kapal (STS), hal ini dapat berdampak signifikan pada efisiensi keuangan perusahaan. Ini dapat menyebabkan gangguan operasional dan mengakibatkan pengeluaran yang tidak efisien untuk memenuhi kebutuhan air tawar dari darat.

*Proses Ship to Ship (STS)* akan dilaksanakan selama kegiatan bongkar muat dilakukan di laut, baik saat kapal berada di posisi jangkar maupun berlabuh. Kapal *tanker* atau kapal curah dapat melakukan proses ini dengan kapal sejenis lainnya jika keduanya berada di dekat satu sama lain. Jarak antar kapal yang sedang bersandar di pelabuhan dan jauh dari tepi pantai sangat penting dalam situasi STS. Akibatnya, memenuhi dan mengurangi kebutuhan air. Perusahaan berusaha melakukan efisiensi dengan menggunakan sistem *reverse osmosis* yang dapat digunakan dalam pembuatan air *disilated* atau desilasi di atas kapal selain sistem *fresh water generator*.

*Reverse Osmosis* (RO) adalah metode demineralisasi dalam produksi air tawar yang memanfaatkan *Membran semipermeabel*. Dalam kebanyakan kasus, zat terlarut tertahan oleh *Membran semipermeabel*, sementara cairan dan beberapa ion dapat melewatinya. Air akan mengalir melalui *Membran* hingga konsentrasi kedua sisi seimbang, yang berarti sebagian besar cairan (pelarut) siap untuk digunakan.

Namun dalam kasus kapal MT. Sengeti P3007 *reverse osmosis* yang bekerja dalam jangka panjang membuat *pressure* produksi semakin menurun, mengakibatkan *reverse osmosis* mati secara tiba-tiba. Karena penggunaan *reverse osmosis* masih sangat sedikit di temukan di atas kapal dan kondisi tersebut mendorong penulis untuk membuat penelitian dengan judul "**Analisis kerusakan pada *fresh water maker (reverse osmosis)* dalam proses produksi air tawar di kapal MT. Sengeti**".

### ***B. Rumusan Masalah***

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan membuat rumusan masalah, yang akan dibahas lebih lanjut di bab berikut:

"Apa faktor penyebab kerusakan *fresh water maker (reverse osmosis)* dalam proses produksi air tawar di kapal MT. Sengeti?".

### ***C. Batasan Masalah***

Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, maka diperlukan adanya pembatasan masalah penelitian pada faktor yang menyebabkan kerusakan *fresh water maker (reverse osmosis)*. Hal ini disebabkan oleh *high pressure pump* mengalami kejanggalan pada saat operasi dan kurangnya perawatan.

### ***D. Tujuan Penelitian***

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, berdasarkan perumusan masalah sebelumnya faktor penyebab kerusakan *fresh water maker (reverse osmosis)*. Disebabkan oleh *high pressure pump* yang

dimana *adapter valve* patah dan kurangnya perawatan.

### **E. Manfaat Penelitian**

Berikut ini adalah beberapa keuntungan yang dihasilkan dari penelitian ini:

#### a. Manfaat Teoritis

- 1) Dapat mengembangkan penelitian tentang operasi dan pemeliharaan sistem *reverse osmosis* kapal yang menggunakan mesin bantu untuk mengubah air laut menjadi air tawar.
- 2) Dapat berfungsi sebagai bahan rujukan untuk penelitian atau referensi bagi peneliti yang akan datang.

#### b. Manfaat Praktis

- 1) Diharapkan dapat memberi tahu taruna jurusan Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar tentang faktor apa saja yang dapat menyebabkan pembuatan air segar (*reverse osmosis*) rusak.
- 2) Dapat meningkatkan pengetahuan awak kapal tentang komponen yang menyebabkan kerusakan sistem *reverse osmosis*.
- 3) Menambah wawasan yang berkaitan dengan tidak normalnya *fresh water maker (reverse osmosis)*.
- 4) Kita harus melakukan dan memperhatikan upaya untuk optimalisasi kesadaran diri tentang peran penting *reverse osmosis* dalam kinerja.

### **F. Hipotesis**

Hipotesis merupakan hipotesis awal atau solusi provisi untuk suatu masalah yang perlu divalidasi melalui eksplorasi lanjutan. Diduga kurang optimalnya produksi air tawar pada *reverse osmosis* di MT. Sengeti disebabkan oleh :

1. Di duga komponen yang ada pada *High Pressure Pump (adapter valve)* patah.
2. Perawatan yang tidak sesuai dengan *Instruction Manual Book*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### **A. Reverse Osmosis**

*Osmosis* Pemisahan dua cairan yang secara alami memiliki konsentrasi yang berbeda melalui *Membran semipermeabel* dikenal sebagai *osmosis* (Purindo, Setia. Teknologi *Reverse Osmosis* ). Dengan mempertimbangkan keseimbangan potensi kimiawi, cairan biasanya akan bergerak suatu larutan yang bergerak dari tingkat konsentrasi rendah ke tingkat konsentrasi tinggi. Tekanan osmotik adalah tekanan yang memicu proses *osmosis* . Salah satu fenomena alam yang terjadi pada organisme hidup adalah proses penetrasi atau permeasi. *Membran* sel atau struktur lain yang memiliki bahan yang sama atau merupakan bagian dari *Membran* sel adalah contoh *Membran semipermeabel*. Selain itu, proses infiltrasi dapat diselesaikan.

Dengan peningkatan tekanan osmotik larutan, arah infiltrasi dapat berubah. Proses ini dikenal sebagai *osmosis* balik, atau kadang-kadang disebut sebagai *osmosis* balik. Pompa tekanan dapat menghasilkan tekanan osmotik yang lebih tinggi, yang menghentikan tekanan osmotik dan mengubahnya menjadi tekanan balik untuk menghasilkan air yang tawar.

Dengan menggunakan tekanan tinggi pada sisi suplai, metode penyaringan *Membran* yang dikenal sebagai *osmosis* balik menghasilkan pelarut murni setelah melewati *Membran semipermeabel*. Pada saat yang sama, metode ini menahan sebagian besar padatan terlarut (Moumni & Massour el Aoud, 2022). *Osmosis* balik adalah proses yang dapat menghasilkan air tanpa menggunakan *fresh water generator*.

Dengan meletakkan larutan pada satu sisi, metode penyaringan yang disebut *osmosis* balik memungkinkan banyak molekul besar dan

ion dipisahkan dari suatu larutan (lapisan penyaring). Untuk membuat air murni atau bersih, aliran balik menggunakan tekanan Teknik *Reverse Osmosis* (RO) menggunakan tekanan hidrostatik yang lebih besar daripada tekanan osmotik larutan. Dengan menggunakan tekanan hidrostatik yang lebih besar daripada tekanan osmotik larutan, proses RO membantu molekul air bergerak dari larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang tinggi ke larutan dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah (Ferdinand & Savitri, 2023).

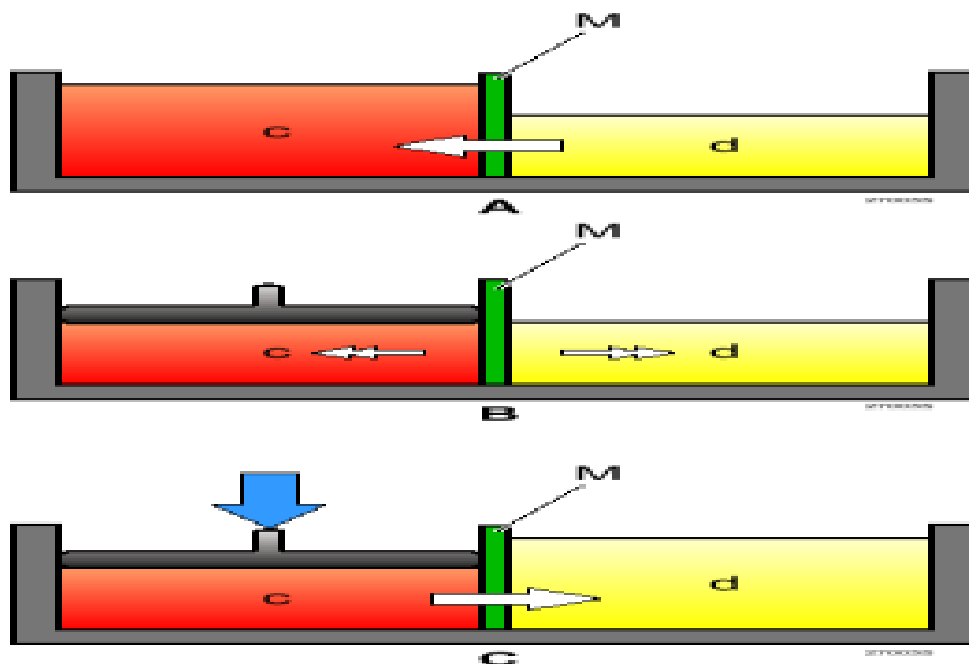
Salah satu metode purifikasi yang dapat digunakan adalah *osmosis* terbalik, yang dapat mengeluarkan ion dan molekul berukuran besar dari suatu larutan garam. Ini dicapai dengan menekan larutan saat bersentuhan dengan *Membran* tertentu dari lapisan penyaringan. *Membran* selektif harus dapat melewati zat pelarut atau komponen pelarut yang lebih kecil, tetapi tidak molekul berukuran besar dapat melewatinya.

Metode penyaringan air yang dikenal sebagai *osmosis* balik (RO) menggunakan *Membran semipermeabel* untuk menghilangkan ion, molekul, dan partikel berukuran lebih besar, termasuk garam dan zat pencemar. Agar air dapat menembus *Membran*, air harus ditekan. Ini memungkinkan hanya molekul air untuk melewati pori-pori *Membran*, sedangkan zat terlarut lainnya tertinggal dan dibuang.

## **B. Prinsip Osmosis**

Prinsip *osmosis* adalah proses perpindahan air dari lingkungan yang memiliki konsentrasi rendah menuju lingkungan yang memiliki konsentrasi tinggi yang melewati *Membran semipermeable* untuk mengencerkan melalui *Membran*, pelarut bergerak dari larutan dengan konsentrasi lebih rendah ke larutan yang lebih pekat. Tujuan tekanan berlawanan pada larutan ini adalah untuk mencegah air bergerak ke dalam larutan yang lebih pekat yang masuk. Tekanan seimbang ini disebut dengan tekanan osmotik 28 bar. (Maharani, 2023). *Membran*

Semipermeabel Reverse Osmosis terbalik adalah suatu peningkatan tekanan balik di atas tekanan osmotik Perpindahan pelarut (air tawar) dari larutan yang kurang pekat (air laut) ke larutan yang lebih pekat terjadi melalui *Membran semipermeabel*. Gambar 2.1 menunjukkan fenomena yang disebut *osmosis terbalik*. Operasi harus dilakukan pada tingkat tekanan yang sebanding dengan konsentrasi zat terlarut yang tinggi untuk menghasilkan luaran yang signifikan. dan terjadi pada tekanan tinggi.



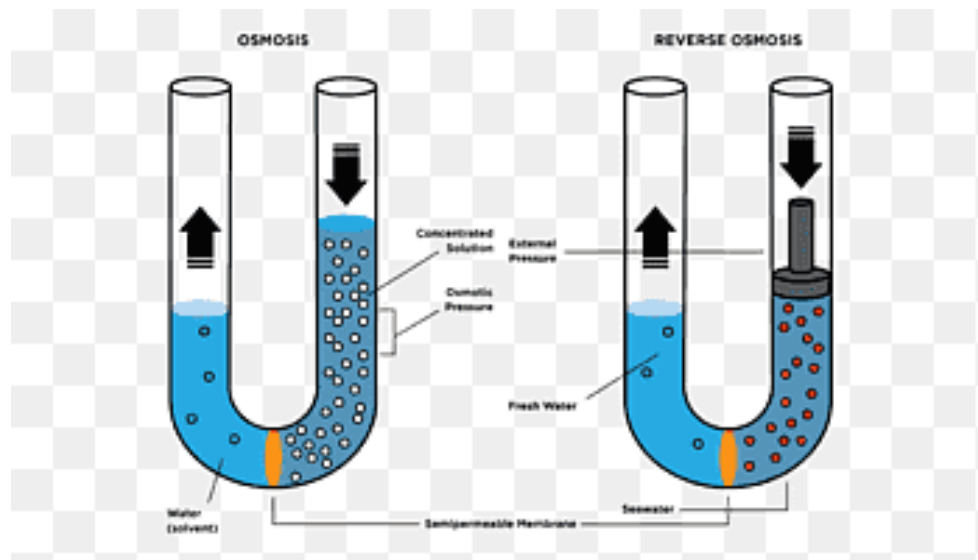
Gambar 2. 1 *Reverse Osmosis Principle*  
 Sumber : *Manual book SLCE SD22-408 MT. Sengeti*

Sebuah *Membran semipermeabel* terletak di antara dua bagian. Istilah "*semipermeabel*" mengacu pada fakta bahwa beberapa zat dapat menembus *Membran*, tetapi zat lain tidak dapat. Dengan asumsi bahwa garam dapat melewati *Membran*, air tidak dapat. Oleh karena itu, larutan garam terletak di satu kompartemen dan air murni terletak di kompartemen lain. *Membran* akan melewatkan air untuk merembes ke kedua sisi kompartemen, tetapi garam tidak dapat melewatinya.

Dalam produksi air tawar, proses *reverse osmosis* (RO) memungkinkan air asin untuk memasuki *Membran* yang *semipermeabel*. Apabila dua larutan dengan tingkat konsentrasi yang berbeda terpisah oleh *Membran*, pelarut dari larutan dengan konsentrasi lebih rendah secara alami akan bergerak menuju larutan yang lebih pekat untuk mengurangi konsentrasi larutan tersebut. Dalam air laut, proses alami ini disebut sirkulasi osmotik. Air biasanya bergerak dari area dengan kadar zat terlarut yang rendah ke area dengan kadar zat terlarut yang tinggi melalui *Membran* semipermeabel.

Air dan beberapa ion dapat melewati *Membran* ini, tetapi sebagai padatan terlarut tidak dapat melewatinya. Salah satu komponen sel dua fluida memiliki konsentrasi zat terlarut yang tinggi dan konsentrasi zat terlarut yang rendah. Selain itu, unit *Membran* yang digunakan memiliki umur pakai rata-rata enam tahun.

Fenomena alam yang disebut *osmosis* adalah pergerakan air dari daerah dengan kelarutan zat terlarut yang lebih rendah menuju daerah dengan kelarutan zat terlarut yang lebih tinggi. Perpindahan air ini akan berlanjut melintasi *Membran* sampai konsentrasi air di kedua sisi menjadi seimbang. Ketika konsentrasi air menjadi seimbang, konsentrasi zat terlarut di kedua sisi akan sama, sehingga tidak ada lagi aliran zat terlarut murni antar kedua sisi. Namun, daerah dengan konsentrasi larutan lebih tinggi akan menunjukkan kadar air yang lebih tinggi daripada daerah lainnya. Tekanan *osmotik* larutan yang telah mencapai kondisi setimbang ditunjukkan oleh perbedaan ketinggian yang terjadi antara kedua bagian tersebut (Abdul Basir et al., 2017).



Gambar 2. 2 Membran Semipermeabel

Sumber : <https://share.google/images/OmDa9hloKktAvgLII>

Energi yang melekat pada proses alami dikenal sebagai tekanan osmotik, yang dihasilkan oleh perbedaan konsentrasi kedua larutan. Tekanan osmotik juga berkontribusi pada penolakan garam. Tekanan *Membran* akan lebih besar dari tekanan osmotik ketika terjadi *flux permeate*. Perawatan asam adalah metode yang baik untuk mengubah persamaan permukaan untuk meningkatkan *flux* dengan meningkatkan tekanan osmotik dalam larutan yang lebih pekat karena permeasi air murni.

Ketika permeasi air murni setara dengan tekanan osmotik larutan dengan konsentrasi yang lebih rendah, tekanan osmotik pada larutan yang lebih pekat seimbang.

Namun, tekanan tinggi yang diperlukan untuk mengalahkan tekanan osmotik alami air umpan salin menghambat tingkat pemulihan air selama proses *osmosis* balik. Tekanan osmotik, yang biasanya diwakili dengan  $\pi$ , adalah ukuran yang bergantung pada jumlah zat terlarut. Tekanan osmotik biasanya berkisar antara 0,6 dan 1,1 psi untuk setiap 100 PPM total padatan terlarut (TDS). Air payau dengan kadar TDS 1.500 PPM akan memiliki tekanan osmotik sekitar 15 psi, sementara air laut dengan kadar TDS 35.000 PPM akan memiliki tekanan osmotik sekitar 350 psi.

Tekanan balik diterapkan pada larutan terkonsentrasi atau *permeate* air untuk menghentikan pergerakan air. Meningkatkan tekanan akan mengurangi aliran air masuk dan pada akhirnya menghentikannya. Istilah "tekanan osmotik" mengacu pada tekanan di mana keseimbangan terjadi. Untuk air laut dengan konsentrasi 3500 PPM, tekanan ini akan mencapai 28 bar dengan pengukuran 0,8 bar per gram garam terlarut per liter air. Untuk desalinisasi dan produksi air minum dari air laut, teknik RO air laut (SWRO) adalah metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan garam dari air laut, ini penting agar kadar air tetap stabil.

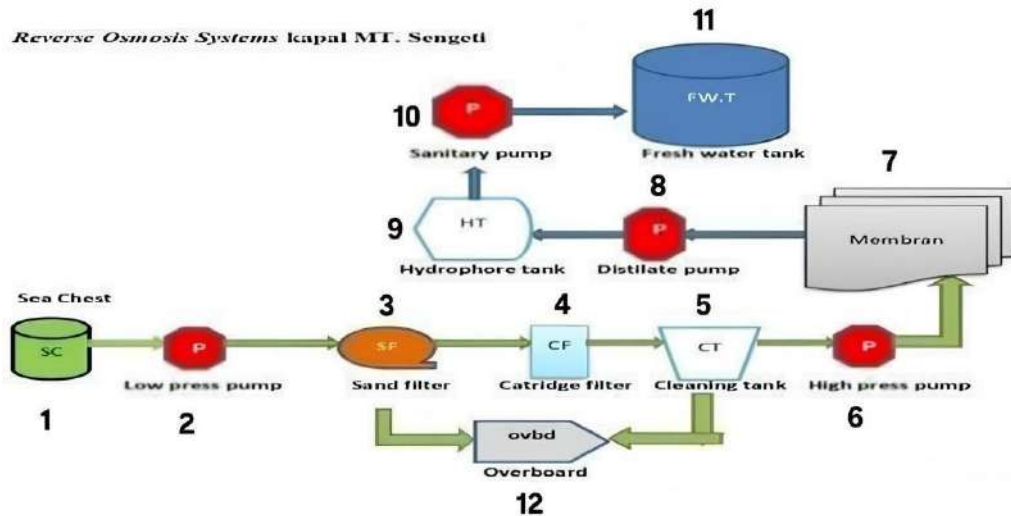
### **C. Prinsip Kerja High Pressure Pump**

Pompa Salah satu elemen penting dalam sistem *reverse osmosis* (RO) adalah pompa bertekanan tinggi seperti tekanan air agar dapat melewati *Membran semipermeabel*. Proses ini memungkinkan pemisah air bersih dari kontaminan dan zat terlarut lainnya.

Pompa menerima air laut yang telah melewati *sand filter* dan *catridge filter*, lalu menekan air dengan tekanan tinggi melewati *Membran reverse osmosis*. *Membran* ini hanya meloloskan molekul air, sementara garam dan partikel lainnya dibuang melalui jalur *reject*. Karena air laut memiliki tekanan *osmosis* alami sekitar 27 bar, *HP Pump* harus menghasilkan tekanan lebih besar dari itu agar pemisahan molekul dapat terjadi.

Tanpa tekanan minimum yang ditentukan, molekul air tidak dapat melintasi *Membran*, sehingga tidak ada air tawar yang dihasilkan. Tekanan yang berlebihan, sebaliknya, akan merusak struktur *Membran*, menyebabkan kebocoran dan kerusakan sistem.

## D. Sistem Reverse Osmosis



Gambar 2. 3 Sistem *Fresh Water Maker*  
Sumber : *Manual book SLCE SD22-408 MT. Sengeti*

Berikut adalah penjelasan rinci mengenai sistem kerja *reverse osmosis* :

### 1. Proses awal dan filtrasi

Proses dimulai dengan penghisapan air laut dari *sea chest*. Air ini kemudian didorong oleh *low pressure pump* menuju tahap penyaringan awal. Disini, air laut pertama-tama melewati *sandfilter* untuk menghilangkan kotoran dan partikel besar, lalu diteruskan ke *catridge filter* untuk menyaring partikel yang lebih halus. Tahap filtrasi ini sangat penting untuk melindungi *Membran* dari kerusakan dan penyumbatan.

### 2. Peningkatan tekanan

Setelah air laut melewati seluruh tahap filtrasi, air akan didorong oleh *high pressure pump*. Pompa ini meningkatkan tekanan air secara signifikan hingga mencapai 50-80 bar. Tekanan tinggi ini adalah faktor kunci yang memungkinkan air untuk melewati *Membran* pada tahap berikutnya.

### 3. Proses pemisahan di *Membran*

Air laut yang bertekanan tinggi kemudian memasuki *Membran semipermeabel*. Didalam *Membran* inilah proses *reverse osmosis* sesungguhnya terjadi. Air dipaksa menembus *Membran*, sementara garam, mineral, dan kontaminan lainnya ditahan dan tidak dapat melewatinya. Pada tahap ini, tekanan operasional diatur secara bertahap, mulai dari 5 hingga 9 bar.

### 4. Hasil dan pembuangan limbah

Setelah melewati *Membran*, air akan dipisahkan menjadi dua bagian :

- Air tawar (*product*) : Air yang berhasil menembus *Membran* adalah air tawar yang bersih.
- Air limbah (*reject*) : Air yang mengandung konsentrasi garam dan kotoran yang tinggi akan dibuang kembali ke laut melalui saluran *overboard*.

Kualitas air tawar yang dihasilkan akan diuji dengan sensor *salinity*. Jika memenuhi standar, lampu sinyal akan berwarna hijau dan air akan dialirkan ke tahap selanjutnya. Jika tidak memenuhi standar (lampu merah), air akan dianggap sebagai limbah dan dibuang ke laut.

### 5. Distribusi air tawar

Air tawar yang telah memenuhi standar salinitas akan dialirkan oleh *distillate pump* menuju *hydrophore tank*. Sebelum disimpan, air akan melewati *neutralite* untuk menetralkan kadar airnya. Setelah itu, *sanitary pump* akan memompanya ke *fresh water tank* untuk disimpan. Produksi air yang dihasilkan dicatat oleh *flowmeter* untuk pemantauan.

## **E. Manfaat Reverse Osmosis**

*Reverse osmosis* memproduksi air tawar dari laut melalui proses penyaringan. Ini juga membantu memenuhi kebutuhan air tawar sehari-hari dan permesinan untuk mendukung kelancaran operasional kapal. Di kapal MT. Sengeti air tawar hasil *reverse osmosis* hanya digunakan untuk kebutuhan sehari – hari saja tidak untuk dikonsumsi dikarenakan

kandungan mineral yang kurang dan pH air yang tidak sesuai dengan standar air minum. Maka dari itu oleh karena itu, agar *reverse osmosis* bekerja dengan baik, ia membutuhkan perawatan khusus. (Mulya et al., 2021).

## **F. Bagian – Bagian Reverse Osmosis**

### **a. Membran**

Komponen penyaringan, *Membran*, terdiri dari selaput tipis yang dapat diisi ulang dan berfungsi untuk memisahkan garam dengan pompa bertekanan tinggi. *Membran RO*, juga dikenal sebagai *Membran reverse osmosis*, menyaring atau memfilter air dari zat logam, bakteri, atau virus, sehingga menghasilkan air murni bebas.

Karena ukuran pemfilteran yang sangat halus, *Membran* ini memiliki kemampuan untuk mengurangi kadar TDS, yang setara dengan sehelai rambut yang dibagi menjadi satu juta bagian. Karena tingkat presisi yang sangat tinggi ini, virus, bakteri, dan kontaminan logam dapat tersaring dengan benar. Ini karena pori *Membran RO* jauh lebih kecil daripada *Membran RO* lainnya.

Jenis – jenis *Membran* terbagi dalam beberapa jenis yaitu :

Berdasarkan *Total Dissolve Solid (TDS)* Input

#### **1) Tap Water Membran**

Ini adalah pompa air *Membran* yang dirancang untuk mengubah air keran menjadi air minum yang aman untuk dikonsumsi. *Membran* ini biasanya digunakan dalam lingkungan rumah tangga. TDS adalah singkatan dari "*Total Dissolved Solids*", yang berarti "seluruh padatan terlarut" dalam bahasa Indonesia. Batas tertinggi kandungan TDS yang dapat ditoleransi pada *Membran* air keran adalah 500 mg/l. Beberapa jenis zat atau partikel padat yang terlarut dalam air adalah natrium (garam), kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida, dan sulfat.

## 2) *Brackish Water Membran*

*Membran* jenis ini banyak digunakan oleh perusahaan yang membuat RO untuk instalasi perawatan air di sektor bisnis. Hal ini disebabkan oleh rentang kekuatan pemisahan *Membran* yang cukup besar. *Membran* air payau biasanya disebut sebagai *Membran* RO karena memiliki tingkat TDS tertinggi 10.000 mg/l.

## 3) *Sea Water Membran*

*Membran* jenis ini dapat memisahkan air dengan kadar garam hingga mg/l atau setingkat air laut. Bahkan, beberapa produsen *Membran* mengklaim bahwa *Membran* jenis ini dapat memisahkan air murni dari cairan dengan tingkat total zat terlarut (TDS) mencapai 35.000 mg/l. Dalam praktiknya, jenis *Membran* ini biasanya digunakan untuk *Reverse Osmosis* Air Laut (SWRO), yang biasanya dipasang oleh perusahaan manufaktur RO pada anjungan pengeboran di lepas pantai, di mana tingkat salinitas tinggi.



Gambar 2. 4 *Membran*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT.Sengeti

### b. *Sandfilter Pump*

Pompa saringan pasir bertekanan rendah mengalirkan air laut masuk ke dalam saringan pasir. Fungsi utama saringan pasir adalah menyaring partikel kotoran dari tangki saringan pasir.



Gambar 2. 5 *Sandfilter pump*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT. Sengeti

### c. *Sandfilter*

Di dalam *filter* pasir lambat, pasir digunakan sebagai penyaring. Lapisan mikroorganisme yang berkembang seiring dengan proses penyaringan yang bertahap ini mendukung aktivitas biologis. Sebagai contoh, pada tahun 1950-an dan 60-an, sebuah teknik dasar digunakan untuk memperbaiki kualitas air sumur air dialirkan melalui beberapa waduk. Untuk memulai, tawas atau aluminium sulfat ditambahkan. Metode ini akan mengubah kandungan besi menjadi koloidal.



Gambar 2. 6 *Sandfilter* MT. Sengeti  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT. Sengeti

d. *HP Pump*

*HP Pump* berfungsi untuk memberikan tekanan tinggi pada air, setelah melewati *catridge filter* menuju masuk ke *Membran*.



Gambar 2. 7 *HP pump* MT. Sengeti  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT. Sengeti

e. *Catridge Filter*

*Filter cartridge* digunakan dalam pembuatan air tawar untuk membedakan partikel dari air. Untuk melakukan ini, benang alami atau sintetis dimasukkan ke dalam tabung dalam bentuk modul luka spiral yang diposisikan vertikal. Ini memungkinkan kotoran yang masuk melewati *cartridge* dan terfilter dengan baik. Endapan sisa tetap ada di dalam tabung. Sisa endapan dapat menyebabkan *cartridge filter* tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan penyumbatan pada aliran fluida di dalam sistem.

Akibatnya, hal ini dapat terjadi jika tidak dirawat secara berkala. Meskipun mayoritas partikel berukuran kecil ( $5\ \mu\text{m}$ ), dengan *filter* kasar pada layar  $250\ \mu\text{m}$ , partikel tidak dihilangkan dalam kisaran ukuran yang lebih besar. Sebaliknya, dengan *filter* halus pada  $25\ \mu\text{m}$ , partikel di bawah  $20\ \mu\text{m}$  secara signifikan dihilangkan, bahkan partikel di bawah  $15\ \mu\text{m}$ , tetapi lebih rendah 10% hingga 50%. Mungkin karena lapisan ultrafiltrasi menyaring partikel. Cornelissen et al., 2021 membagi partikel filter *cartridge reverse osmosis* menjadi dua *filter cartridge*. Yang pertama adalah :

a. *20  $\mu\text{m}$  Cartridge Filter*

Yang pertama adalah *cartridge*  $20\ \mu\text{m}$ . Selama proses penyaringan, ini dapat menyaring air laut pada  $20\ \mu\text{m}$  dengan menggunakan *filter cartridge* hijau untuk partikel *filter* yang kasar. Nilai *micro* berkorelasi negatif dengan kerapatannya.

b. *5  $\mu\text{m}$  Cartridge Filter*

*Filter cartridge* ini memiliki kemampuan untuk menyaring air laut dalam proses penyaringan dengan *filter* pada jarak  $5\ \mu\text{m}$ .



Gambar 2. 8 *Cartridge Filter*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT. Sengeti

f. *Level Switch*

Sensor *level* air pada tangki otomatis dikenal sebagai *level switch*. Ini digunakan untuk membuka saluran tiga arah yang mengalirkan air laut dan menghisap pompa bertekanan tinggi.

g. Penambahan zat kimia

Zat kimia dapat digunakan untuk mengurangi bagian *Membran semipermeabel* yang dapat menghancurkan endapan kotoran agar kualitas pH air tetap stabil dan gumpalan kotoran tidak terbentuk, sehingga memudahkan resirkulasi melalui sistem yang menggunakan *reverse osmosis*, penggunaan *dosing pump* untuk *antiscalant* sangat penting untuk menghilangkan residu garam pada *Membran* dan mengurangi masalah penyesuaian pH. Jika dosis *antiscalant* dan kimia meningkat, biaya desalinasi *reverse osmosis* akan meningkat.

h. *Flowmeter*

Sebuah flowmeter dapat digunakan untuk mengukur jumlah aliran air yang mengalir. masuk dari *reverse osmosis* ke dalam tangki *fresh water*.

i. *Distillate Pump*

*Distillate pump* menurut Baruna (2021) Pompa digunakan untuk mengalirkan air tawar ke dalam tangki air tawar melalui proses *reverse osmosis* tanaman.

j. *Handle Control*

Katup *handle control* mengalirkan air laut ke tangki otomatis dengan tekanan yang diinginkan dan membilas *sandfilter*, mengalirkan ke *outlet overboard* sehingga katup *filter outlet* tertutup.



Gambar 2. 9 *Handle Control*  
Sumber: Dokumentasi Pribadi MT. Sengeti

k. *Salinometer*

Perangkat ini digunakan untuk mengukur salinitas air laut, yang berarti konsentrasi garam dalam air laut. Tingkat salinitas yang tinggi dapat mengganggu proses penyaringan, yang pada gilirannya berdampak pada kualitas air tawar yang dihasilkan. Tingkat salinitas yang ideal adalah yang lebih rendah dari 1000  $\mu\text{S}$ . Jika nilai salinitas telah memenuhi standar, maka katup *solenoid valve* akan membuka

secara otomatis. Namun jika kadar salinitas buruk maka katup akan tertutup. Sehingga sinyal sensor pada proses pembuatan air di dalam sebuah bejana dapat mengukur kadar air yang di hasilkan oleh kinerja *Reverse Osmosis* . Oleh karena itu, sangat penting agar memeriksa sensor secara berkala. Untuk mendapatkan sinyal dari sensor yang akurat dalam menentukan apakah air tawar yang dihasilkan sudah sesuai standar *pH* air tawar yaitu 7. Cara *pH* mempengaruhi kinerja *Membran* adalah dengan mengubah potensi, *hidrofilisitas*. Agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air tawar di kapal.

### **G. Metode Pengoperasian Reverse Osmosis**

Metode pengoperasian *reverse osmosis* terbagi dalam beberapa jenis antara lain :

#### 1. Metode Operasi Terukur

Instalasi dalam mode operasi terukur secara otomatis dan berkesinambungan untuk menjamin pasokan air bersih dan pengalihannya ke *reservoir*. Pembilasan *Membran* akan menghentikan produksi, tetapi pembersihan *filter* pasir masih perlu dilakukan secara manual.

#### 2. Metode Operasi Produksi

Terbagi dalam beberapa metode antara lain :

##### a. Kontrol

Konfigurasi antarmuka dilakukan secara manual (asupan, pembuangan, dan produksi air laut) Tekanan operasional dapat disesuaikan secara manual dengan tekanan air laut (T dan salinitas) dengan menggunakan katup di depan unit. Unit dapat diaktifkan dan dikontrol secara manual dengan menggunakan fungsi "ON/OFF" langsung. Fungsi penghentian otomatis mencegah tekanan berlebih, meluap, dan kesalahan dalam suplai air, serta menyimpan parameter nominal dan fungsi

lainnya. Mulai dan tutup otomatis dengan umpan balik dari level tangki.

b. Pemantauan biasa

Kontrol jarak jauh, pemosisian data, pengoperasian, produksi, atau kesalahan umum.

c. Pemantauan Darurat

Dapat dipantau melalui tampilan visual dan instrumen unit.

1) Metode Operasi *Membran Flushing*

Setiap saat, anda dapat secara manual menjalankan siklus pembilasan otomatis dari *Membran* tahap produksi pertama. Ada kebutuhan untuk air bersih di dalam tangki. Unit menunggu perintah berikutnya setelah operasi ini selesai.

2) Metode Operasi *Membran Cleaning*

Pembersihan *Membran* dilakukan sekali setiap 1000 jam untuk melanjutkannya, panduan harus siklus operasi harus dimulai, dan operator harus hadir untuk menyiapkan larutan pembersih dan menetapkan katup pembersih pada tempatnya.

3) Metode Operasi *Sand Filter Washing*

Operator dapat memulai pencucian balik katup sabun otomatis dengan memberikan perintah manual selama lima menit, kemudian pembilasan. Mereka juga dapat mengatur pengaturan katup sabun secara manual, atau mereka dapat memilih untuk melakukannya secara otomatis menggunakan katup otomatis sebagai opsi.

4) Metode Operasi Kontrol Produksi Air Tawar

Untuk memungkinkan produksi air berkualitas industri (<25 PPM) pada tahap kedua proses desalinasi, penambahan dapat dilakukan sebagai pilihan tambahan. Fitrat *Membran* tahap pertama tunggal merupakan representasi langsung dari *Membran 2'5* dan menghasilkan sekitar 25 liter air industri per

jam. Kualitas produksi tahap kedua cukup untuk dikombinasikan dengan produksi air lunak tahap pertama.

## **H. Cara Perawatan Reverse Osmosis**

### 1. Perawatan dalam melihat *salinometer*

Setelah mengetahui bahwa ada konsentrasi garam tinggi atau PPM, biasanya *catridge filter* akan dibersihkan. Pertama, lepaskan *catridge filter*. Kemudian, campurkan detergen dan bubuk *anti scalant* dengan wadah air bersih. Selanjutnya, rendam *catridge filter* selama enam jam. Kemudian, gunakan pipa *kapiler* untuk menyiapkan selang air yang telah diubah. Angkat rendaman dan masukkan selang ke dalam lubang *catridge* tengah. Tutup lubang dengan kain sampai gelembung air terlihat. Setelah itu, keringkan *catridge filter* dengan jemur. Ini mengurangi kebutuhan akan *filter* baru dengan membuat filter siap untuk digunakan kembali. Misalnya, untuk warna merah berukuran 20 *microns*, metode pergantian harus sesuai dengan rekomendasi dan warna hijau dengan ukuran 5 *micron*.

### 2. Perawatan Total

Perawatan total Untuk membersihkan komponen dibersihkan setiap dua bulan sekali. *Strainer* air laut dan *impeller* pompa *sandfilter* dibersihkan dengan air yang telah dicampur dengan antiscalant untuk membersihkan *catridge filter*. Setelah *strainer* air laut bersih, *impeller* dan pompa *sandfilter* dibersihkan dari kotoran kecil yang lolos. Selanjutnya, *Membran* dibersihkan dengan air yang telah dicampur dengan *antiscalant*, sehingga proses *reverse osmosis* dapat dimaksimalkan. Pengaruh Tekanan Terhadap Titik Didih Air Asin Dalam Ruang Tertutup .

Air merupakan zat cair yang memiliki sifat bergantung pada suhu dan tekanan lingkungan. Secara umum, air dikenal mendidih pada suhu 100°C di bawah tekanan atmosfer standar (1 atm). Namun dalam sistem

tertutup atau sistem bertekanan rendah seperti ruang pemanas vakum, air dapat mendidih pada suhu yang lebih rendah misalnya 67°C. Fenomena ini di jelaskan pada konsep dasar termodinamika.

Titik didih suatu cairan adalah suhu di mana tekanan uap cairan tersebut sama dengan tekanan lingkungan sekitarnya. Jika tekanan lingkungan menurun, maka cairan tidak perlu di panaskan hingga 100°C untuk mencapai tekanan uap yang cukup untuk mendidih. Dalam sistem vakum atau ruangan tertutup bertekanan rendah, air bisa mendidih pada suhu yang lebih rendah. Sebagai contoh, pada tekanan sekitar 23 Kpa (sekitar 0,23 atm), air dapat mendidih pada suhu sekitar 67°C. Fenomena ini bukan karena air asin bersifat khusus, melainkan karena lingkungan bertekanan rendah memungkinkan air mendidih lebih awal. Ini merupakan prinsip dasar yang digunakan dalam proses destilasi air laut.

Pada kapal laut, kebutuhan air tawar sangat penting untuk operasional dan kebutuhan harian awak kapal. Sistem *reverse osmosis* (RO) dan desalinasi termal digunakan untuk menghasilkan air tawar dari air laut. Dalam sistem *termal*, air asin dipanaskan dan kemudian dialirkan ke ruang bertekanan rendah agar mendidih pada suhu rendah. Hal ini menghemat energi dan mempercepat proses pemurnian air. Selain itu, tekanan yang di kendalikan juga mengurangi risiko material karena tidak perlu memanaskan air hingga 100°C.

Fenomena air asin mendidih pada 67°C dapat dijelaskan melalui prinsip tekanan dan titik didih. Dengan menurunkan tekanan lingkungan di sekitar air, titik didih air juga ikut turun. Dalam sistem tertutup seperti ruang pemanas atau ruang vakum, tekanan dikendalikan sedemikian rupa sehingga air bisa mendidih tanpa harus mencapai 100°C. Teknologi ini sangat bermanfaat dalam industri desalinasi dan kelautan karena hemat energi, efisien, dan ramah lingkungan.

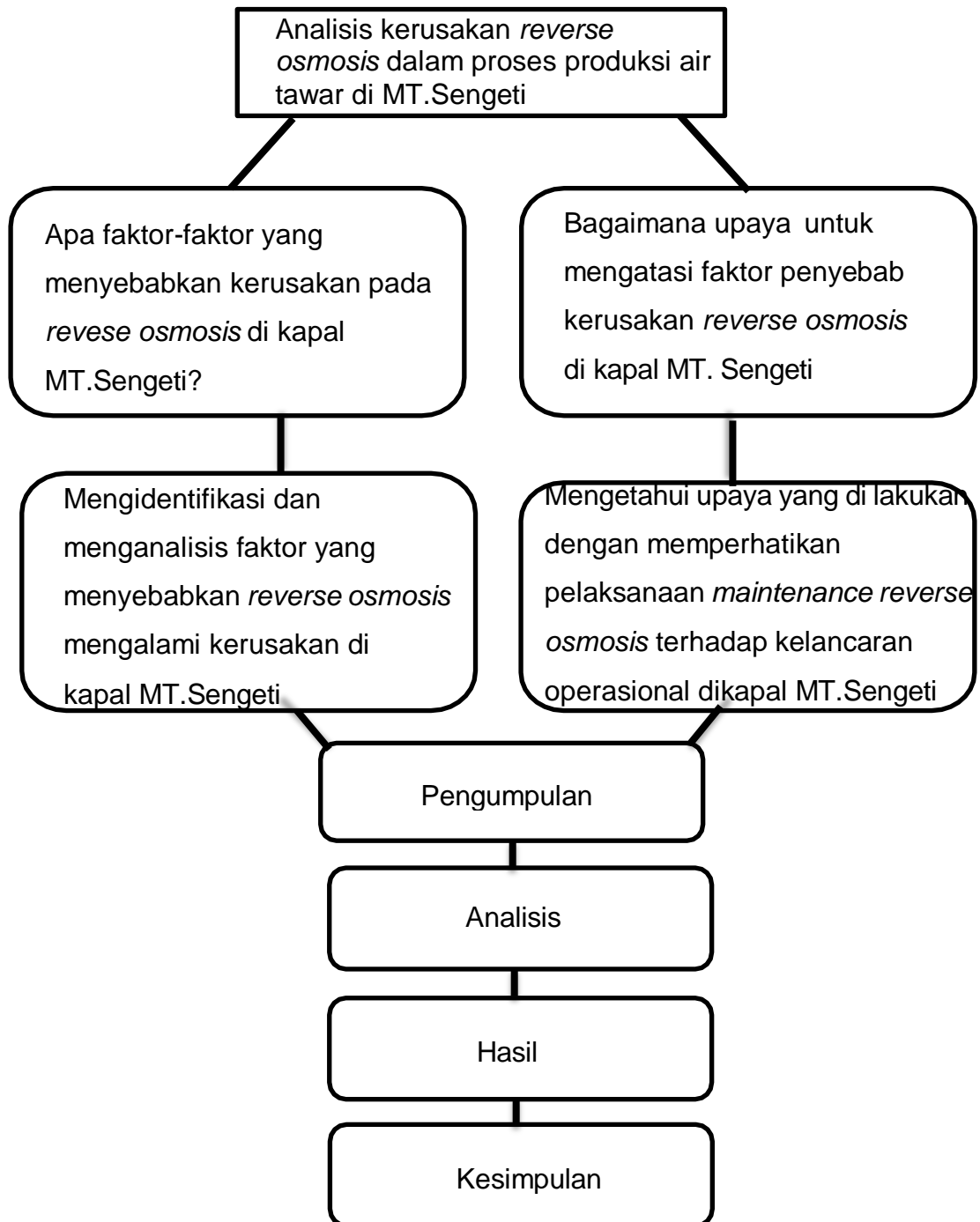
## ***I. Prinsip Pengosongan Ruang Penguapan Dalam Sistem Desalinasi***

Pengosongan ruang penguapan, atau penciptaan vakum di dalam ruang tersebut, terjadi melalui proses pengurangan tekanan udara dan gas lain didalam ruang penguapan sehingga tekanannya menjadi jauh lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfer. Hal ini biasanya dicapai dengan menggunakan sistem pompa vakum yang menghisap udara dan gas dari ruang penguapan, atau dengan memanfaatkan prinsip gravitasi dan perbedaan ketinggian dalam sistem desalinasi vakum alami.

Dalam sistem desalinasi vakum alami, seperti yang dijelaskan pada kajian numerik penguapan *evaporator* desalinasi air laut, ruang penguapan ditempatkan pada ketinggian tertentu (misalnya 10 meter diatas tanah) sehingga gaya gravitasi air dapat membantu tekanan rendah didalam *evaporator*. Air laut yang masuk ke *evaporator* akan mengalami penguapan pada tekanan yang lebih rendah dari tekanan atmosfer, memungkinkan air asin mendidih pada suhu yang lebih rendah, misalnya 67°C. Uap yang dihasilkan kemudian mengalir ke *kondensor* yang memiliki temperatur lebih rendah, dimana uap tersebut di kondensasikan menjadi air bersih.

Pengosongan ruang penguapan sangat penting karena menurunkan titik didih air asin, sehingga proses desalinasi dapat dilakukan dengan menggunakan sumber panas pada suhu yang relatif rendah, seperti energi surya atau panas limbah industri. Hal ini mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional sistem desalinasi. Namun, agar ruang penguapan dapat dikosongkan secara efektif, sistem harus kedap udara, dan semua sambungan serta *seal* harus dalam kondisi baik untuk mencegah masuknya udara luar yang dapat meningkatkan tekanan dan mengganggu proses vakum.

**L. Kerangka Pikir**



Gambar 2. 10 Kerangka Pikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

##### 1. Tempat Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian mengenai Analisis kerusakan pada *fresh water maker (reverse osmosis)* dalam proses produksi air tawar di MT. Sengeti.

##### 2. Waktu Penelitian

Penelitian mengenai Analisis kerusakan pada *fresh water maker (reverse osmosis)* dalam proses produksi air tawar di MT. Sengeti, dilakukan penulis di MT. Sengeti pada perusahaan PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING, dengan posisi sebagai cadet mesin.

#### **B. Metode Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data**

##### 1. Metode Penelitian

Studi kasus, penyelesaian masalah, dan pendekatan deskriptif kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan. Metode-metode ini dipilih karena sesuai dengan apa yang sedang diteliti.

- a. Metode Lapangan (Penelitian Lapangan) : Penelitian dilakukan dengan hati-hati dan mengumpulkan data dan informasi melalui observasi langsung di lokasi penelitian.
- b. Tinjauan Keperpustakaan (Studi Pustaka) : Kajian dilakukan dengan membaca dan mempelajari literatur, buku panduan, dan publikasi lain yang terkait dengan subjek penelitian. Ini dilakukan untuk memberikan dasar teoretis yang kuat untuk membicarakan masalah penelitian.

##### 2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mengumpulkan informasi tentang bagaimana perawatan *reverse osmosis* berdampak pada produksi air tawar di kapal, metode berikut digunakan:

a. Teknik observasi (berupa pengamatan)

Observasi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peristiwa yang telah dialami penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama praktik laut mereka di kapal.

b. Teknik komunikasi langsung (wawancara)

Penulis melakukan wawancara dengan orang-orang yang memberikan informasi tentang topik yang dibahas atau mendapatkan informasi secara langsung dari sumber utama dalam hal ini, penulis melakukan wawancara informal dengan nakhoda kapal.

c. Studi Dokumentasi

Untuk memahami apa yang telah dilakukan dan apa yang belum dilakukan, penulis menyelidiki dan mempelajari catatan pemeliharaan nakhoda dari periode sebelumnya. Buku panduan yang tersedia juga dapat digunakan sebagai sumber bacaan.

d. Kajian Literatur

Kajian literatur adalah proses pengumpulan data dengan merujuk pada buku referensi yang digunakan oleh penulis sebagai acuan dan panduan. Buku pegangan ini juga dapat membantu Anda memahami dan menyelesaikan masalah.

### **C. Jenis dan Sumber Data**

Dua jenis pengambilan data dilakukan untuk mendukung kelengkapan diskusi, yaitu:

1. Jenis Data

Ini adalah jenis data yang digunakan dalam penelitian ini dan terdiri dari:

a. Data Kualitatif

Data yang dikumpulkan dalam bentuk variabel, misalnya informasi tentang diskusi yang diucapkan atau ditulis

b. Data Kuantitatif

Ini adalah data numerik yang perlu diproses yang dikumpulkan dari sumber penelitian.

## 2. Sumber Data

Penulis menggunakan sumber data berikut:

### a. Data Primer

Data ini diperoleh dari pengamatan, pengukuran, dan pencatatan lokasi yang dilakukan secara langsung di atas kapal.

### b. Data Sekunder

Data ini berasal dari referensi dan bahan perkuliahan yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas.

## ***D. Teknik Analisis Data***

Peneliti menggunakan metode analisis deskriptif untuk memeriksa data penelitian terbaru. Studi ini menjelaskan apa yang terjadi di kapal dan bagaimana perawatan *reverse osmosis* memengaruhi jumlah air tawar yang diproduksi. Penulis berharap temuan dan solusi penting akan ditemukan dalam penelitian ini.

### E. Jadwal Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No.	Rencana	Tahun 2023											
		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				■								
6	Pengambilan Data Penelitian									■	■	■	■
No.	Rencana	Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	Pengambilan Data Penelitian	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
No.	Rencana	Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Penyusunan Data	■	■										
9	Penyusunan Skripsi dan Bimbingan			■	■								
10	Seminar Hasil					■							
11	Perbaikan Seminar Hasil					■	■						
12	Penyusunan Skripsi dan Bimbingan								■	■	■		
13	Seminar Tutup										■		
14	Perbaikan Seminar Tutup										■		