

ANALISIS KERUSAKAN MEMBRAN FRESH WATER MAKER REVERSE OSMOSIS TERHADAP HASIL PRODUKSI AIR TAWAR DI KAPAL FC. WINNING SUNRISE

Verrel Ardian Prakoso

verrelardian2001@gmail.com

Universitas Hang Tuah Surabaya

ABSTRACT

Fresh Water Maker Reverse Osmosis is an auxiliary machine that has the function of producing fresh water by converting sea water into fresh water by going through a filtration process where sea water enters a semi-permeable membrane found in fresh water maker with high pressure, sea water containing solid solutions such as minerals and bacteria will be filtered and left behind because the separation of the flow is reversed and will be discharged into the overboard water is called reject water. Fresh Water Maker Reverse Osmosis itself is one of the auxiliary machines found on the ship, especially on floating cranes, this machine has a very important role in meeting the needs of clean water on board the ship. There are several problems with fresh water makers such as poor quality of production, the amount of fresh water production decreases, some components are damaged. In this study, the focus is on reverse osmosis membrane damage or also called semi-permeable. Damage to this membrane can be caused by several factors, namely natural, human and mechanical factors where each of these causative factors has a negative impact on fresh water maker in producing fresh water as previously mentioned.

Keywords: *Fresh Water Production, Fresh Water Maker, Reverse Osmosis, Semi-Permeable.*

ABSTRAK

Fresh water maker reverse osmosis adalah suatu permesinan bantu yang memiliki fungsi memproduksi air tawar dengan mengubah air laut menjadi air tawar dengan melalui proses filtrasi dimana air laut memasuki membrane semi permeabel yang terdapat pada fresh water maker dengan tekanan tinggi, air laut yang mengandung larutan padat seperti mineral dan bakteri akan tersaring dan tertinggal dibelakang karena pemisahan aliran terbalik dan akan dibuang menuju overboard air ini disebut reject water. Fresh Water Maker Reverse Osmosis sendiri merupakan salah satu permesinan bantu yang terdapat diatas kapal terutama pada kapal berjenis Floating Crane, permesinan ini memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan air bersih diatas kapal. Terdapat beberapa permasalahan pada fresh water maker seperti kualitas air hasil produksi kurang baik, jumlah produksi air tawar menurun, beberapa komponen mengalami kerusakan. Pada penelitian ini berfokus pada kerusakan membrane reverse osmosis atau disebut juga semi-permeable kerusakan pada membrane ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor alam, manusia dan mekanis dimana masing-masing faktor penyebab tersebut memiliki dampak buruk bagi fresh water maker dalam memproduksi air tawar seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Kata Kunci: *Produksi Air Tawar, Fresh Water Maker, Reverse Osmosis, Semi-Permeable.*

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia erat kaitannya dengan air tawar sebagai sumber penghidupan seperti penggunaan untuk dikonsumsi, mencuci, memasak dan lain sebagainya, hal ini juga berlaku terhadap manusia yang bekerja diatas kapal. Kebutuhan air tawar bersih yang sangat tinggi diatas kapal terutama untuk konsumsi, sanitasi, dan perawatan kapal yang memerlukan air tawar memaksa manusia untuk berinovasi menciptakan suatu alat yang mampu mengubah air laut menjadi air tawar. Sehingga terciptalah suatu permesinan yang bernama Fresh Water Maker Reverse Osmosis.

Fresh Water Maker Reverse Osmosis sendiri merupakan salah satu permesinan bantu yang terdapat diatas kapal terutama pada kapal berjenis Floating Crane, permesinan ini

memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan air bersih diatas kapal. Para awak kapal sangat bergantung pada kebutuhan air tawar sehingga Fresh Water Maker menjadi sangat digantungkan dalam produksi air tawar. Fungsi utama dari Fresh Water Maker Reverse Osmosis sendiri adalah untuk menghasilkan air tawar dengan mengambil dari air laut, Air laut yang mengandung padatan bersuspensi tinggi serta bakteri tidak dapat digunakan sebagai air bersih. Sehingga agar air laut menjadi air tawar yang bersih yaitu dengan melakukan pengurangan kandungan-kandungan berbahaya pada air laut hingga batas yang telah ditentukan.

Prinsip Kerja pada Reverse Osmosis adalah Dengan melakukan proses filtrasi atau mengurangi kandungan berbahaya serta bakteri pada air laut. Air laut yang mengandung padatan tersuspensi atau kotoran masuk dengan pompa Low Pressure Pump (Booster Pump) yang kemudian disaring dengan melalui Sand Filter dan dilanjutkan melalui filtrasi Cartridge Filter dimana filter tersebut memiliki masing-masing keakurasian filtrasi pada 5 micron dan 20 micron. Setelah melalui filter tersebut air laut akan memasuki membrane semi-permeabel yang kemudian diberikan chemical dengan melalui Dosing pump untuk melindungi membran-membran. Hal ini ditujukan sebelum memasuki proses Reverse Osmosis, pada proses Reverse Osmosis ini bakteri dan padatan tersuspensi pada air laut akan dikurangi secara sempurna.

Untuk memasuki membran memerlukan bantuan tekanan yang sangat tinggi dengan dipompa oleh High Pressure Pump dengan tekanan 800 Psi (55 Bar), sehingga memaksa air untuk melewati membran-membran Reverse Osmosis berpori yang memiliki tingkat akurasi filtrasi tinggi dimana arah aliran air terbalik sehingga kandungan padatan tinggi atau kotoran akan tertinggal. Dalam proses ini air yang telah melewati membrane disebut sebagai air produk dimana air tersebut melewati sensor ppm (Part Per million) yang bertujuan untuk mengetahui kandungan dalam air hasil produksi sudah mencapai batas yang telah ditentukan atau belum. Air yang tertinggal di belakang membrane Bersama kotoran atau padatan tersuspensi yang telah melewati sensor akan dialirkan menuju overboard atau disebut juga reject water.

Hal ini menjadi dasar bagi peneliti dimana pada saat peneliti sedang melaksanakan kontrak kerja sebagai junior Engineer di FC Winning Sunrise, peneliti menemui beberapa permasalahan pada fresh water maker seperti kualitas air hasil produksi kurang baik, jumlah produksi air tawar menurun, beberapa komponen mengalami kerusakan.

Dibuktikan dengan adanya Daily record pengoperasian Fresh Water Maker, dari data tersebut menunjukkan bahwa penurunan kualitas air tawar hasil produksi dan menurunnya kinerja mesin hingga diluar batas normal. Dari berbagai permasalahan tersebut dapat mempengaruhi berbagai aspek diatas kapal yang membutuhkan air tawar bersih.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dimana penelitian ditujukan untuk memahami sebuah kejadian atau fenomena yang terjadi pada suatu subyek penelitian dengan mengembangkan pemahaman tentang kejadian dengan memperhitungkan konteks yang relevan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini peneliti akan menguraikan data dari hasil penelitian mengenai permasalahan yang telah dijabarkan pada Bab I yaitu mengenai Kerusakan pada membran Reverse Osmosis. Hasil penelitian ini diperoleh dengan beberapa metode yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu metode wawancara, observasi dan dokumentasi.

1. Penyajian Data

a. Wawancara

Dalam penyajian data peneliti menggunakan metode wawancara dengan informan, peneliti melakukan tanya jawab dengan 4th Engineer untuk mendapatkan informasi yang dimilikinya mengenai FWM STS RO SW-10. Pada saat peneliti on board 4th engineer lebih dahulu berada dikapal, sehingga 4th Engineer lebih mengetahui karakteristik dari FWM STS RO SW 10T. Menurut beliau kerusakan membran dapat dipengaruhi oleh beberapa hal contohnya seperti pemberian tekanan inlet yang sangat tinggi melebihi dari standar normal sehingga dapat membuat membran jebol dan larutan padat dari air laut tidak tersaring dengan sempurna.

Selain masalah tersebut menurut 4th Engineer kerusakan membran dapat disebabkan juga oleh kondisi dari perairan, dimana perairan tersebut terlalu dangkal untuk pengoperasian FWM, sehingga lumpur ataupun kotoran dengan partikel padat yang sangat tinggi masuk ke dalam membran dan dapat menyumbat dari pori-pori membran semi-permeable, hal ini dapat menyebabkan penurunan kinerja dari FWM dan kualitas air hasil produksi menurun.

Kemudian kerusakan juga dapat terjadi akibat dari perawatan yang salah atau tidak sesuai dengan standar, seperti melakukan pembersihan membran secara manual dengan menggunakan air bertekanan tinggi atau dengan menggunakan udara bertekanan tinggi, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada membran dimana membran tersebut akan jebol dan menimbulkan penyebaran kotoran yang mengendap pada membran. Dari beberapa masalah tersebut 4th engineer selaku penanggung jawab FWM mencoba untuk mengatasi permasalahan tersebut untuk mengembalikan ppm salinity dari air hasil produksi. Berbagai cara dilakukan oleh 4th Engineer salah satunya dengan cara pembersihan manual dan pada akhirnya menimbulkan masalah baru seperti penjelasan sebelumnya yaitu kotoran yang mengendap menjadi menyebar sehingga satu-satunya cara untuk mengembalikan performa FWM menjadi normal kembali adalah mengganti membran dengan yang baru.

b. Observasi

Dari hasil observasi berdasarkan fakta dan kondisi yang peneliti dapatkan di lapangan, record dari operasional FWM pada bulan desember 2024 masih dalam kondisi normal.

Company		Winning Logistic		Date of start-up			
Location		KOR Africa		Date of start-up			
Vessel of		1st Loko		Date of start-up			
Date	1-12-24	2-12-24	3-12-24	4-12-24	5-12-24	6-12-24	7-12-24
Time	11:30 AM	11:30 AM	11:30 AM	11:30 AM	11:30 AM	11:30 AM	11:30 AM
Flow	18 GPM	18	18	18	18	18	18
Pressure	Cartridge filter in, PSI	3.8 BAR	3.8 BAR	3.8 BAR	3.8 BAR	3.8 BAR	3.8 BAR
	Cartridge filter out, PSI	2.8 BAR	2.8 BAR	2.8 BAR	2.8 BAR	2.8 BAR	2.8 BAR
Flow	Permeate Flow, GPM	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
	Recovery, %						
Conduct	Feed						
	Product						
pH	Feed						
	Product						
Chemicals	Other						

Gambar: 1. Daily Record FWM STS RO SW-10T 1

Sumber: FC. Winning Sunrise

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa tekanan pengoperasian dalam kondisi normal dan hasil produksi masih dalam kondisi yang baik serta ppm dari air hasil produksi yang masih dalam batas normal. Dari gambar kedua dibawah ini menunjukkan bahwa pada bulan maret 2025 FWM telah mengalami penurunan seperti hasil produksi yang menurun, ppm tinggi, serta tekanan operasi yang sangat tinggi dimana hal tersebut terjadi akibat membran telah rusak.

**SEA WATER REVERSE OSMOSIS
WATER MAKER**

REVERSE OSMOSIS OPERATION LOG SHEET

Company: Winning Alliance Peta S.A. Date of start up: _____
 Location: GURUA Date of last cleaning: _____
 Week of: 2nd week of March 2025 Cleaning formulation used: _____

	19 MAR 24	11 MAR 24	12 MAR 24	13 MAR 24	14 MAR 24	17 MAR 24	18 MAR 24
Date	19 MAR 24	11 MAR 24	12 MAR 24	13 MAR 24	14 MAR 24	17 MAR 24	18 MAR 24
Time	11:45	11:15	11:30	11:20	11:30	11:25	11:50
Hour of operation	24	24	24	24	24	24	12
Pressure	Cartridge filter in, PSI	3 BAR	3 BAR	3 BAR	3 BAR	3 BAR	3 BAR
	Cartridge filter out, PSI	2,4 BAR	2,7 BAR	2,4 BAR	2,4 BAR	2,7 BAR	2,7 BAR
	ΔP						
	Operating Pressure Reject, ΔP	600 PSI	800 PSI	600 PSI	600 PSI	800 PSI	800 PSI
Flow	Permeate flow, GPM	15 L	12 L	13 L	13 L	12 L	11 L
	Reject flow, GPM						
	Feed flow, GPM						
Conduct	Recovery, %						
	Feed Temperature, °F						
	Feed, Microhos/cm						
	Product, Microhos/cm						
pH	Reject, Microhos/cm						
	Product						
Chemicals	Recovery						
	Feed						
Feed	Salt Passage						
	Other						

R/O Feed Analysis
 Fe _____ Ca 162,5 ppm
 Free Cl⁻ _____ Alkalinity _____ ppm
 Silt Density Index _____ Remarks _____

Page 29

Gambar: 2. Daily Record FWM STS RO SW-10T 2
Sumber: FC. Winning Sunrise

Salah satu kasus yang dialami peneliti yaitu terjadi trip pada kelistrikan FWM hal ini disebabkan oleh kinerja pompa high pressure yang terlalu tinggi karena membran yang dalam kondisi buruk.

c. Dokumentasi



Gambar: 3. FWM STS RO SW-10T FC. Winning Sunrise
Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 4. Membran reverse osmosis
Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 5. Chemical Flushing system FWM
Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 6. Perbaiki pada O-ring head connection
Sumber: FC. Winning Sunrise

2. Analisis Data

a. Penyebab rusaknya membran semi-permeable FWM RO SW 10-T

Karena terdapat masalah pada membran yang memiliki peran penting dalam produksi air tawar, hal ini akan berpengaruh dalam konsumsi air tawar diatas kapal terutama pada akomodasi. Terdapat beberapa masalah yang menjadi faktor kerusakan membran Semi-permeable yaitu:

No.	Penyebab	Uraian
1.	Operation pressure terlalu tinggi	Tekanan operasi maksimal yang dianjurkan dalam manual book adalah 800 Psi, karena FWM pada FC Winning Sunrise sudah memiliki running hours yang tinggi dan tidak adanya pergantian membran semi-permeable menyebabkan penurunan jumlah produksi air tawar sehingga FWM dipaksakan beroperasi dengan tekanan yang melebihi batas normal agar dapat mengejar jumlah produksi yang memadai. Hal ini menyebabkan kerusakan pada membran, kerusakan yang dimaksud adalah pelebaran pori-pori membran sehingga larutan padat yang seharusnya tersaring hingga 99,5 persen menurun hingga 70% hal ini dibuktikan oleh daily record yang mencatat ppm salinity yang menjadi sangat tinggi.
2.	Kondisi perairan yang tidak memadai untuk pengoperasian FWM	Pada FWM jenis RO memiliki ketentuan pengoperasian dimana kondisi perairan yang tidak boleh dangkal, apabila pengoperasian dilakukan di perairan dangkal akan menyebabkan penumpukan larutan padat seperti lumpur didalam membran semi-permeable sehingga jumlah produksi air tawar menurun serta meningkatnya ppm salinity yang menjadikan kualitas dari air tawar hasil produksi tidak bagus.
3.	Perawatan yang tidak sesuai dengan standar manual.	Perawatan yang tidak sesuai standar seperti pembersihan membran semi-permeable secara manual dapat menyebabkan kerusakan pada pori-pori membran, pembersihan manual dengan cara membilas dengan air tekanan tinggi atau dengan udara tekanan tinggi dapat membuat pori membran menjadi lebar sehingga larutan padat seperti lumpur ataupun garam akan lolos bersama dengan air tawar produksi serta menyebabkan endapan larutan padat pada membran menyebar di dalam dan lolos masuk aliran air tawar produksi sehingga ppm salinity naik menjadi tinggi.

b. Dampak yang ditimbulkan dari rusaknya membran Semi-Permeable

Kerusakan membran dapat menimbulkan dampak yang signifikan pada kebutuhan air tawar diatas kapal dimana kebutuhan air tawar yang sangat tinggi untuk akomodasi dengan jumlah kru kapal yang sangat banyak. Dampaknya antara lain kualitas air tawar hasil produksi menurun menyebabkan endapan lumpur didalam tangki sehingga tangki mengalami pendangkalan maupun korosi, hal ini juga terjadi pada perpipaan akomodasi yang sering tersumbat, korosi pada pipa-pipa dan apabila untuk memenuhi kebutuhan kru seperti mandi, mencuci akan mempengaruhi kebersihannya.

Dampak yang lain seperti jumlah produksi air tawar menurun dapat mempengaruhi kebutuhan akomodasi dan sanitasi kru kapal, dengan jumlah kru yang banyak air tawar akan lebih cepat berkurang sehingga pemenuhan kebutuhan air tawar harus ditekan agar tidak terjadi kekurangan air tawar.

Selain itu dampak dari rusaknya membran ini yang menjadi penyebab rusaknya beberapa komponen dari FWM salah satunya kerusakan pada High pressure pump dimana pompa ini bekerja terlalu tinggi untuk memenuhi kebutuhan air tawar yang kurang. Kerusakan ini terjadi pada O-ring, piston serta connection head high pressure pump, kerusakan ini akibat dari tekanan pengopreasian yang tidak sesuai dengan tekanan kerja dalam manual book, hal ini terjadi karena membran yang telah rusak akibat sumbatan ataupun lolosnya larutan padat seperti garam dan lumpur.

c. Upaya yang dilakukan untuk mencegah rusaknya membran Semi-permeable

Upaya yang dilakukan sebagai bentuk pencegahan kerusakan pada membran memerlukan persiapan yang matang dari penanggung jawab yaitu 4th Engineer serta perusahaan yang menyuplai sparepart. Hal ini diperlukan karena jika persiapan tidak memadai akan tetap terjadi suatu permasalahan dikemudian hari.

Dengan data-data diatas terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut:

No.	Faktor	Upaya Pencegahan
1.	Faktor alam: kondisi perairan dangkal, air laut yang mengandung mineral tinggi, mikroorganismen yang lolos	<ul style="list-style-type: none"> • Menghentikan operasi FWM RO pada saat kapal berada diperairan dangkal seperti Loading Point 2 Alpha • Memberikan chemical flushing pada sistem sesuai ketentuan dari manual book • Melakukan backwash system sesuai dalam manual book
2.	Faktor manusia: Kurangnya pemahaman perawatan pada mesin, Penanganan yang salah terhadap membrane, Kurangnya perhatian masinis terhadap tanggung jawabnya.	<ul style="list-style-type: none"> • Memperdalam pengetahuan mengenai prosedur pengoperasian, perawatan dan perbaikan dari FWM RO • Melakukan perawatan ataupun perbaikan sesuai dengan standar yang telah ditentukan dari perusahaan pembuat FWM RO • Selalu melakukan pengecekan secara berkala pada FWM RO dan memperhatikan parameter yang ada.
3.	Faktor mekanis: Permesinan yang termakan usia, Tidak lengkapnya bagian-bagian mesin, Tidak adanya pembaruan pada part mesin karena kurangnya suplai.	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan penggantian pada bagian-bagian mesin yang telah mengalami penuaan untuk mencegah terjadinya kerusakan • Menjadwalkan pergantian bagian mesin

		<p>sesuai running hours pada manual book</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan permintaan sparepart kepada perusahaan, terutama sparepart yang sangat penting seperti membran.
--	--	--

Pembahasan

Berdasarkan uraian diatas peneliti mencoba untuk merangkum serta menarik garis besar dari hasil gambaran umum yang telah dipaparkan sebelumnya, dengan membahas kembali mengenai prinsip kerja dari Reverse Osmosis yaitu dengan melakukan proses filtrasi atau mengurangi kandungan berbahaya serta bakteri pada air laut.



Gambar: 7. Panel FWM STS RO SW-10T

Sumber: FC. Winning Sunrise

Cara kerjanya dimana air laut yang mengandung larutan padat atau kotoran masuk melalui pompa Low Pressure Pump (Booster Pump) yang kemudian disaring dengan melalui Sand Filter dan dilanjutkan melalui filtrasi Cartridge Filter dimana filter tersebut memiliki masing-masing keakurasian filtrasi pada 5 micron dan 20 micron. Setelah melalui filter tersebut air laut akan memasuki membrane semi-permeabel yang kemudian diberikan chemical dengan melalui Dosing pump untuk melindungi membran-membran dari microorganisme atau bakteri.

Untuk memasuki membran memerlukan bantuan tekanan yang sangat tinggi dengan menggunakan pompa High Pressure Pump dengan tekanan 800 Psi (55 Bar), sehingga memaksa air untuk melewati membran-membran Reverse Osmosis berpori yang memiliki tingkat akurasi filtrasi tinggi dimana arah aliran air terbalik sehingga kandungan padatan tinggi atau kotoran akan tertinggal.

Dalam proses ini air yang telah melewati membrane disebut sebagai air produk dimana air tersebut melewati sensor ppm (Part Per million) yang bertujuan untuk mengetahui kandungan dalam air hasil produksi sudah mencapai batas yang telah ditentukan atau belum. Air yang tertinggal di belakang membrane Bersama kotoran atau padatan tersuspensi yang telah melewati sensor akan dialirkan menuju overboard atau disebut juga reject water.

Dari data-data yang diperoleh dari pemamparan sebelumnya, maka penyebab dari kerusakan membran semi-permeable reverse Osmosis diatas kapal FC Winning Sunrise yaitu:

1. Operation pressure terlalu tinggi

Apabila tekanan kerja yang diberikan terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada membran yaitu pada pori-porinya, hal ini juga dipengaruhi oleh membran itu sendiri yaitu

- a. Dimana membran yang telah memiliki running hours tinggi namun tidak ada pergantian sehingga terjadi penumpukan kotoran dalam membran.
- b. Tersumbatnya pori-pori membran oleh partikel-partikel larutan padat seperti garam dan lumpur sehingga tekanan normal tidak mencukupi untuk menekan air laut ke dalam membran.
- c. Pori-pori membran yang telah mengalami kelonggaran akibat pressure yang tinggi menyebabkan larutan padat dan kotoran ikut terlarut dalam aliran air hasil produksi.



Gambar: 8. Operation Pressure yang melebihi ketentuan
Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 9. Endapan pada housing membran
Sumber: FC. Winning Sunrise

2. Kondisi perairan yang tidak memadai untuk pengoperasian FWM

Pengoperasian FWM RO pada saat berada di perairan dangkal menjadi salah satu penyebab kerusakan pada membran semi-permeable hal ini terjadi dikarenakan perairan yang dangkal mengandung lumpur atau endapan sedimen yang terbawa oleh arus sehingga kotoran-kotoran tersebut akan terbawa masuk kedalam sea chest. Feed pump selaku pemompa air laut yang diteruskan oleh high pressure pump menghisap air yang kotor tersebut masuk ke dalam membran sehingga menyebabkan berbagai permasalahan seperti:

- a. Sand filter yang menyaring kotoran pertama kali akan cepat kotor.
- b. Cartridge filter akan cepat diganti sehingga jumlah pemakaian sparepart berlebih.
- c. Kotoran yang ikut dalam aliran air laut masuk kedalam membran sehingga menjadi endapan yang mana endapan tersebut menyebabkan kinerja membran menurun dan akan menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan lebih lanjut.



Gambar: 10. Endapan kotoran pada membran cell

Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 11. Kadar larutan padat yang tinggi

Sumber: FC. Winning Sunrise

3. Perawatan yang tidak sesuai dengan standar manual.

Perawatan pada FWM RO diwajibkan sesuai dengan standar dari pabrik pembuat dan petunjuk telah dituliskan dalam manual book. Terdapat beberapa contoh dari perawatan yang tidak sesuai standar yang mengakibatkan kerusakan pada membran yaitu:

- a. Pembilasan membran secara manual, yaitu dengan cara membilas membran dengan air atau udara bertekanan tinggi, hal ini dapat merusak pori-pori dari membran serta menyebabkan endapan-endapan kotoran menjadi lebih menyebar didalam membran tersebut.
- b. Merendam membran dengan air berisi chemical terlalu lama, merendam membran dengan chemical memang dapat meluruhkan kotoran didalamnya, namun apabila terlalu lama kotoran-kotoran tersebut akan semakin mengendap di pori-pori membran dan menjadikan membran sebagai sarang bakteri.



Gambar: 12. Perendaman membran dengan chemical

Sumber: FC. Winning Sunrise

Dampak dari berbagai masalah tersebut sangat berdampak pada akomodasi kapal terutama terhadap kru kapal, berbagai dampak yang ditimbulkan telah dirangkum oleh peneliti seperti:

- a. Kualitas air yang dihasilkan dari FWM menurun, dimana air hasil produksi masih mengandung larutan padat seperti garam dan lumpur. Apabila air produksi mengandung lumpur maka seluruh sistem air tawar akan tercemari oleh endapan lumpur salah satu contohnya pada tangki fresh water mengalami pendangkalan sehingga volume ruang tangki berubah dan diharuskan pengecekan secara berkala dengan cara menguras tangki. Hal ini dapat menyebabkan kapal kekurangan air tawar.
- b. Dampak lainnya yaitu penurunan jumlah produksi air tawar, yang dapat menyebabkan seluruh akomodasi menjadi kesulitan mengakses air tawar, terutama untuk sanitasi dan dapur dimana kedua hal ini sangat memerlukan adanya air tawar bersih.



Gambar: 13. Produksi menurun hingga 12 LPM

Sumber: FC. Winning Sunrise

Selain itu, kerusakan membran berdampak pada bagian-bagian FWM RO itu sendiri yang mana kinerja permesinannya seperti pompa high pressure menjadi lebih tinggi dari normal dan beban motor menjadi lebih besar sehingga dapat menyebabkan bagian-bagian pompa seperti piston, cylinder head, o-ring connection cepat rusak dan motor akan terbakar apabila beban berlebih.



Gambar: 14. Perbaikan pompa high pressure

Sumber: FC. Winning Sunrise



Gambar: 15. Penggantian connection dan O-ring
Sumber: FC. Winning Sunrise

Dari berbagai permasalahan serta dampak yang ditimbulkan diatas maka perlu dilakukannya tindakan pencegahan, sehingga dalam hal ini peneliti merangkum tindakan pencegahan agar tidak terjadinya kerusakan pada membran yaitu antara lain:

1. Menghentikan operasi FWM RO pada saat kapal berada diperairan dangkal
2. Memberikan chemical flushing pada sistem sesuai ketentuan dari manual book
3. Melakukan backwash system sesuai dalam manual book
4. Memperdalam pengetahuan mengenai prosedur pengoperasian, perawatan dan perbaikan dari FWM RO
5. Selalu melakukan pengecekan secara berkala pada FWM RO dan memperhatikan parameter yang ada.
6. Melakukan penggantian pada bagian-bagian mesin yang telah mengalami penuaan untuk mencegah terjadinya kerusakan.

KESIMPULAN

Dari hasil uraian dari bab sebelumnya peneliti dapat menyimpulkan dan memenuhi jawaban atas rumusan masalah bahwasanya:

1. penyebab dari kerusakan membran semi-permeable reverse osmosis yaitu:
 - a. Tekanan pengoperasian terlalu tinggi
 - b. Kondisi perairan yang tidak memadai untuk pengoperasian FWM RO
 - c. Perawatan yang tidak sesuai dengan standar manual.
2. Kerusakan membran semi-permeable reverse osmosis membawa pengaruh dan dampak dari kerusakan membran yaitu:
 - a. Kualitas air yang dihasilkan dari FWM menurun.
 - b. Penurunan jumlah produksi air tawar.
 - c. Bagian-bagian FWM RO mengalami kerusakan.
3. Untuk mengatasi hasil produksi air tawar yang menurun yaitu dengan cara:
 - a. Melakukan pengoprasian berdasarkan instruksi manual.
 - b. Melakukan perawatan pada sistem FWM, dengan backwash system ataupun chemical flushing yang terjadwal.
 - c. Melakukan penggantian membran sesuai running hours atau ketika membran sudah mencapai batas kerja.

Saran

Dari hasil kesimpulan yang telah peneliti tuliskan, maka peneliti memberikan saran agar permasalahan diatas tidak terulang kembali dikemudian hari atau setidaknya menghindari kejadian serupa, maka dilakukan upaya pencegahan yaitu:

1. Perwira penanggung jawab maupun petugas jaga memperdalam pengetahuan mengenai prosedur pengoperasian, perawatan dan perbaikan dari FWM RO
2. Melakukan perawatan ataupun perbaikan sesuai dengan standar yang telah ditentukan dari perusahaan pembuat FWM RO
3. Selalu melakukan pengecekan secara berkala pada FWM RO dan memperhatikan parameter yang ada.
4. Melakukan penggantian pada bagian-bagian mesin yang telah mengalami penuaan untuk mencegah terjadinya kerusakan
5. Menjadwalkan pergantian bagian mesin sesuai running hours pada manual book
6. Melakukan permintaan sparepart kepada perusahaan, terutama sparepart yang sangat penting seperti membran..

DAFTAR PUSTAKA

- Ady Water (2023). Cartridge Filter Air, Bandung, www.adywater.com
- Agency for Toxic Substance and Disease Registry (2010). Toxicological Profile for Chlorine. Atlanta, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Astro Water (2024). Memahami Backwash Dalam Kamus Istilah Perairan: Pengertian dan Pentingnya Bersama Astro Water
- Budiman, A. (2015). Optimalisasi Kerja Water Maker Reverse Osmosis Untuk Mempertahankan Produksi dan Kualitas Air Tawar Di MV. Petra Galaxy, Semarang, repository.pip-semarang.ac.id.
- Cat Pumps (2013). Cat Pump 25 Frame Plunger Pump Model 2530, Minneapolis, www.catpumps.com
- Dieselship (2016). Marine Shipboard Reverse Osmosis System, www.dieselship.com
- Febriyanto, A. F. (2017). Optimalisasi Kinerja Sea Water Reverse Osmosis Di MV. TSS Pioneer 5 Dengan Metode Fault Tree Analysis, Semarang, repository.pip-semarang.ac.id.
- Hydranautics (2013). Seawater Purification & Desalination Membranes SWC1-4040, California, www.membranes.com
- Maharani, H. I. (2023). Pengaruh Perawatan Internal dan Kondisi Eksternal Terhadap Kinerja Reverse Osmosis Di Kapal MT. Sele, Semarang, repository.pip-semarang.ac.id.
- Pancaran Berkat Sukacita (2020). Jenis dan Fungsi Cartridge Filter, Jakarta, www.pancaranberkatsukacita.com
- Sensor one stop (2024). Apa itu PPM: Penjelasan Arti PPM, Shanghai, www.sensor1stop.com
- STS RO Watermaker (2013). Reverse Osmosis Unit SW-10T, Singapore, www.tehowater.com.sg
- Wartsila Encyclopedia (2022). Reverse Osmosis Freshwater Maker, www.wartsila.com
- Biologydictionary.net Editors (2017). Semipermeable Membrane, Chicago, biologydictionary.net
- Winston Engineering (2022). Pengertian Pressure Gauge Berdasarkan Fungsi & Jenisnya, www.winstonengineering.com