

Faktor-Faktor Penyebab Penurunan Produksi Air Tawar di Kapal Mv. Maersk Noresund

Tjahjono, A, Saraswati, I, Taruna, M.D

^aDosen Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^bDosen Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^cTaruna (NIT. 572011237731 T) Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Abstrak- Air tawar memainkan peran yang sangat penting dalam kinerja generator air tawar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan produksi air tawar pada *Fresh Water Generator* (FWG) di kapal MV. Maersk Noresund. Air tawar sangat penting di kapal untuk berbagai keperluan, termasuk pendinginan mesin dan kebutuhan akomodasi. Penurunan produksi air tawar dapat mengganggu operasional kapal dan kenyamanan kru. Metode penelitian menggunakan kualitatif. Faktor-faktor penyebab penurunan produksi air tawar meliputi rendahnya tekanan pada pompa ejector, endapan atau kerak garam pada evaporator dan kondenser, sistem kontrol yang tidak sesuai manual, air laut yang kotor, dan perawatan yang tidak sesuai jadwal. Dampaknya termasuk kurangnya kevakuman, proses evaporasi yang tidak sempurna, dan terganggunya pendinginan mesin. Upaya untuk mengatasi masalah ini melibatkan pembersihan kerak, pembersihan filter pompa, dan pelaksanaan perawatan tepat waktu sesuai manual.

Penelitian ini memberikan wawasan bagi perwira kapal dan taruna yang akan melaksanakan praktik laut mengenai masalah penurunan produksi air tawar dan tindakan yang dapat diambil untuk mengatasinya.

Kata kunci: *Fresh water generator, faktor penurunan produksi air tawar.*

A. PENDAHULUAN

Menurut Park dkk. (2024) air tawar (FW) sama pentingnya dengan bahan bakar minyak untuk mengoperasikan kapal. Secara khusus air tawar diperlukan untuk pendinginan mesin kapal dan juga serta kebutuhan hidup para awak kapal. FWG digunakan untuk system pendinginan mesin *diesel, boiler*, berbagai jenis penukar panas guna membantu dalam kerja permesinan bantu *auxiliary engine* terhadap *main engine* mesin utama, air tawar dipakai sebagai kepentingan domestik, misalnya minum, memasak, serta mencuci, untuk memenuhi kebutuhan tersebut. FWG memproduksi air tawar di kapal dan disimpan di dalam *Fresh Water Tank*.

Secara umum, teknologi generasi FWG dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: distilasi termal dan desalinasi membran. Sebagian besar FWG menggunakan teknologi distilasi termal dan teknologi vakum contohnya yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi karena yang desainnya sederhana, biaya perawatan yang rendah, dan kualitas air tawar (FW) yang mencakup produksi yang cukup untuk kehidupan sehari-hari di kapal dan memiliki kualitas air yang baik, ukurannya yang ringkas, dan

energi limbah panas. Seperti konsumsi energi input yang lebih tinggi, dan tingkat pemulihan produksi yang tidak menentu oleh karena itu, ini telah menarik banyak penelitian yang signifikan Park dkk. (2024).

Kelangkaan air tawar merupakan tantangan utama dunia perkapalan, selain itu, konsumsi air meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan penguapan akibat perubahan iklim global. Selain itu, desalinasi air laut sangat mahal, membutuhkan energi tambahan untuk mengekstraknya, dan berdampak negatif pada kualitas air (Amin et al., 2023). Kelangkaan air tawar di kapal yang berpengaruh dalam kehidupan di kapal dalam penggunaan air selama pelayaran. Salah satu faktor yang menyebabkan penurunan produksi air tawar adalah endapan garam air laut di *tube condensor*. Endapan ini menyumbat pipa dan mengurangi jumlah air laut yang akan dipanaskan dan menjadi air tawar.

Penjadwalan produksi yang mengaitkan kegiatan pemeliharaan dan kendala sumber daya memainkan peran penting dalam lingkungan manufaktur dan layanan di zaman modern. Sementara penelitian tentang kombinasi penjadwalan produksi-pemeliharaan dan penjadwalan sumber daya produksi terus meningkat, penelitian terbatas tersedia tentang integrasi ketiga masalah penjadwalan yang disebutkan di atas (Geurtsen et al., 2023).

Mengingat fakta bahwa disaat kapal Maersk Noresund berlayar dari Cina ke Jepang selama empat hari, terjadi kekurangan air di atas kapal. Kekurangan air menyebabkan hubungan awak kapal tidak selaras, sejumlah kegiatan mandi dan mencuci pakaian yang dibatasi, dan jumlah air yang digunakan untuk pembersihan. Akibatnya, tingkat kenyamanan awak kapal menurun, yang berdampak pada produktivitas awak kapal. Sedangkan, beberapa peralatan mesin, seperti *boiler, generator*, dan mesin induk, menggunakan air untuk menjalankan fungsinya. Jika air tidak cukup di kapal, fungsi permesinan tersebut akan terhambat.

Sebagai contoh, pesawat FWG dapat menghasilkan 22 ton air tawar setiap hari dalam keadaan normal di kapal Maersk Noresund. Namun, karena banyak kerak garam, kotornya pipa *condensor*, endapan garam, dan kotornya *separator shell*, produksi air tawar turun menjadi hanya sekitar 20 ton, dari kondisi normal. Namun, *bunker* air tawar dari darat akan memakan waktu dan biaya. beberapa pokok masalah dapat diambil dari uraian di atas, tujuan penelitian ialah menganalisis faktor penyebab penurunan produksi air tawar pada FWG.

B. KAJIAN TEORI

1. Deskripsi teori

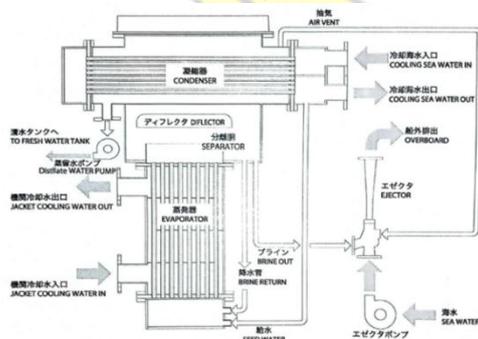
a. Air FWG

Menurut Aende dkk. (2020) menghasilkan air tawar dengan menghilangkan garam terlarut dan kotoran lainnya dari air laut disebut desalinasi air laut. Kebutuhan energi yang tinggi dari proses desalinasi tradisional, seperti distilasi *flash multi-tahap*, mendorong inovasi menuju teknik hemat energi. Meskipun upaya ekstensif telah dikhususkan untuk mengeksplorasi teknologi baru, masih ada tantangan signifikan untuk mencapai keberlanjutan energi dan air tawar. Permintaan air selalu meningkat, dan untuk mengatasi masalah ini, beberapa teknologi untuk merubah air payau atau air laut sebagai air minum telah dipelajari selama bertahun-tahun. Ini adalah proses intensif energi, dan hanya layak jika sumber energinya praktis bebas, seperti sumber langit, sumber panas bumi, atau panas limbah industri Chung dkk. (2012).

Pada beberapa sumber ini memiliki beberapa jenis FWG, berikut merupakan macam-macam jenis *Fresh Water Generator* :

1) *Fresh Water Generator* tekanan tinggi

Pada sumber buku petunjuk *Miura co, Ltd, Model: WM-SK,DK Model: MW-25 SK*, dikatakan bahwa FWG ini menggunakan *Jacket Cooling Water Main Engine* menjadi sumber panas untuk menguapkan air laut pada *evaporator* hingga mencapai temperatur penguapan yang lebih rendah daripada tekanan *atmosfer* akibat proses pemvakuman yang membuat air laut mulai mendidih dan menguap saat telah mencapai suhu penguapan yang optimal. Kemudian air laut diuapkan menggunakan suhu kurang lebih (70°C – 80°C) serta (95°F – 122°F), dikarenakan elemen dalam dari FWG divakumkan oleh *water ejector*. Hasil dari uap pada *heater exchanger* kemudian melalui *deflector* dan *mesh separator* menuju kondensor, dimana uap tersebut akan dikondensasikan oleh air laut pendingin, kemudian menjadi air tawar, dipompa oleh destilasi pompa dan menuju tanki air tawar.



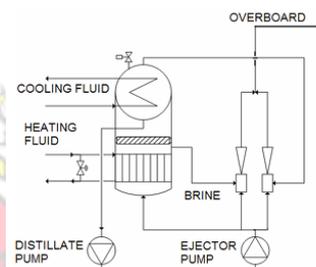
gambar 1 *Fresh Water Generator* Tekanan Tinggi

Sumber: *Manual Book Miura WM-DK*

2) *Fresh Water Generator* tekanan rendah

Menurut Kralj dkk. (2017) proses destilasi air tawar menggunakan upaya

penyulingan air laut sangat lah penting untuk kebutuhan diatas kapal untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari diatas kapal, FWG tekanan rendah bekerja dengan prinsip distilasi menggunakan suhu rendah. Dalam sistem ini, tekanan di dalam *evaporator* dijaga tetap rendah (*vakum*) sehingga air laut dapat mendidih pada suhu yang lebih rendah dari suhu normal, biasanya antara 40°C – 60°C . Ini sangat berbeda dari titik didih air pada tekanan *atmosfer* normal (100°C), sehingga menghemat energi dan memanfaatkan sumber panas yang lebih rendah. Sumber panas yang dibutuhkan untuk penguapan biasanya diperoleh dari sumber panas buangan seperti air pendingin jaket mesin utama atau uap. Energi panas ini ditransfer melalui penukar panas, seperti tabung terendam atau penukar panas tipe pelat ke air laut di *evaporator*.



gambar 2 *Fresh Water generator* tekanan rendah

Sumber: *Analysis of Thermodynamic* (2022)

b. Kinerja *Fresh Water Generator*

Menurut PAL, (2024) desain sistem FWG atau pembangkit air tawar yang paling efisien yang memanfaatkan limbah panas dari mesin utama. Dalam proses desalinasi, FWG memiliki bentuk tipe *shell* dan *tube* atau tipe *plate*, digunakan, kapal dagang terutama menggunakan evaporator tipe *Plate* dan *Tube* yang terendam untuk menghasilkan air tawar. Penyesuaian untuk mengurangi inefisiensi ini telah terbukti meningkatkan *output* air tawar tanpa meningkatkan konsumsi energi, yang sangat penting bagi kapal yang bertujuan untuk menjaga konservasi energi dan efektivitas biaya operasional kinerja kapal merujuk pada efisiensi dan efektivitas sistem FWG dalam memenuhi kebutuhan air tawar secara optimal. Kinerja ini dinilai berdasarkan kemampuan FWG dalam menghasilkan air tawar berkualitas, pemakaian energi yang efisien dan ketahanan perangkat dalam menghadapi kondisi lingkungan laut yang keras.

C. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif.

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 Maret 2023 sampai 28 November 2023 di atas kapal MV. Maersk Noresund. Kapal ini memiliki GT 25,805 Ton. dan Kwh 13.500 KW x 120 min

2. Sampel Sumber Data Penelitian

Sumber data utama penelitian ini adalah data primer. Data primer didapatkan dari observasi langsung pada kinerja FWG kapal dan wawancara langsung dengan 3rd engineer.

3. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini yaitu observasi, wawancara, dokumentasi dan observasi kinerja FWG pada kapal dan wawancara langsung dengan 3rd engineer. Dokumentasi didapatkan dari dokumen yang berhubungan dengan system kapal dan prosedur pengoperasian *Fresh water generator* serta studi Pustaka dilakukan dengan memperoleh data berupa buku dan literatur yang berkaitan dengan FWG.

4. Teknik Analisis Data Deskriptif

Teknik analisis data penelitian ini menggunakan triangulasi yang mencakup observasi, wawancara, dan dokumentasi, serta keabsahan data diuji dengan triangulasi metode, yaitu dengan membandingkan hasil diperoleh dari wawancara, observasi, dan dokumentasi.

D. HASIL DISKUSI

Data penelitian ini di dapatkan melalui metode pengumpulan data, yaitu dengan pengumpulan data kuisioner yang dilakukan selama proses penelitian. Di kapal MV. Maersk Noresund terjadi penurunan produksi FWG yang menimbulkan kurangnya produksi air tawar. Guna memahami faktor-faktor yang mempengaruhi penelitian ini maka dilakukannya serangkaian observasi langsung dan wawancara berbagai pihak di kapal.

Menurut (Wani et al., 2021) menemukan solusi hemat biaya untuk menggunakan FWG sebagai sumber energi yang dapat diperbarui pada akhirnya dapat mengatasi kelangkaan air tawar secara global.

Penelitian ini beberapa alasan penurunan produksi air tawar yang telah teridentifikasi. Pertama adalah kondisi mesin yang sering digunakan, dan tanpa perawatan yang memadai, kekurangan perawatan berkala dan penggantian suku cadang yang kurang memadai dan kurang tepat waktu meningkatkan kerusakan mesin. Kedua, lingkungan operasional kapal yang tinggi dan juga memberikan tekanan berlebih terhadap komponen mesin termasuk FWG. Selain itu suku cadang dipakai juga berperan penting, penggunaan suku cadang yang langka dan kualitas yang rendah dapat meningkatkan risiko kerusakan terhadap FWG.

Kemudian dari hasil penelitian tersebut memiliki hasil yang sama dengan prediksi oleh peneliti dengan beberapa faktor penyebab penurunan FWG produksi 20 ton menjadi 18 ton dalam 24 jam. Pertama, alarm *salinity sensor* sering aktif dan kurang pembersihan *salinity sensor*. Kedua, Temperatur Operasi Tidak teratur pada *evaporator* atau *kondensor* tidak berada pada rentang optimal, menghambat proses penguapan dan kondensasi. Yang dapat menyebabkan nya penumpukan endapan garam dapat mengurangi efisiensi tranfer panas. Menurut observasi peneliti FWG di MV. Maersk Noresund memiliki serius terhadap operasi permesinan maupun dalam kebutuhan logistik dalam menopang dalam kebutuhan mandi dan mencuci di kapal.

Kegiatan observasi dilakukan oleh peneliti dengan terlibat langsung di lapangan untuk mengetahui penyebab terjadinya penurunan produksi FWG di MV. Maersk Noresund, terutama terkait dalam membantu prosesnya *Jacket cooling Fresh Water* pada *Main Engine*. Untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi pada insiden ini, dilakukan observasi dan wawancara dengan pihak terkait di kapal.

FWG kondisi mesin baru dan minim perawatan, lingkungan operasional kapal yang memberikan tekanan berlebih pada komponen mesin, serta penggunaan suku cadang berkualitas rendah atau tidak asli. Temuan masalah berdasarkan pengalaman Peneliti saat praktek laut di kapal MV. Maersk Noresund pada tanggal 24 Maret 2023 saat setelah melakukan *diagnose* terhadap tempratur yang tidak stabil 85-62 celsius dan produksi menurun sekitar 20 ton sehari pada *Fresh Water Generator* Masinis 3 telah mengontrol dan telah memberitahu kepada Kepala Kamar Mesin siap untuk melakukan *maintenance* terhadap *Fresh Water Generator*.

Pada tanggal 25 Maret 2023 Kepala Kamar Mesin meminta agar segera untuk di *Maintenance* setelah melakukan diagnosa bersama Masinis 3 kapal dalam posisi *Anchor* di Shanghai, China memerintahkan *Oiler* dan *Cadet* untuk menyiapkan *tools* untuk mempersiapkan untuk *maintenance*. Kepala Kamar mesin bersama Masinis 3, *Oiler* dan *Cadet* memerintahkan membuka *Fresh Water Generator* bagian pertama yaitu *Tube Condensor* dan telah ditemukan adanya endapan garam sisa penguapan dan pendinginan di dalam *Tube Condensor*, yang berindikasi menyebabkan penurunan dan kenaikan *temperature* di dalam FWG.



gambar 3 Endapan garam di Tube Condensor

Sumber: Dokumentasi penelitian

Dari wawancara dan informan menekankan upaya pencegahan dan perawatan rutin mesin *Fresh Water Generator*, penggunaan suku cadang yang berkualitas dan pengawasan ketat oleh awak kapal, pelatihan yang mendeteksi tanda kerusakan, serta implemtasi pemantauan kondisi mesin juga dianggap penting. Dengan pendekatan *pro-aktif* terhadap pemeliharaan perawatan mesin FWG dan kelancaran operasi kapal dapat dipertahankan.

E. PENUTUP

Penurunan produksi FWG disebabkan oleh beberapa faktor utama, termasuk kurangnya perawatan berkala pada mesin, lingkungan operasional kapal yang tidak stabil, dan penggunaan suku cadang yang tidak asli atau berkualitas rendah. Faktor-faktor ini berkontribusi pada penurunan kualitas dan ketahanan mesin FWG, meningkatkan risiko kerusakan serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Aende, A., Gardy, J., & Hassanpour, A. (2020). Seawater desalination: A review of forward osmosis technique, its challenges, and future prospects. *Processes*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/PR8080901>
- Amin, S. A. S., Hassan, M., & Elaraby, H. (2023). *Develop a fresh water production method from atmosphere*.
- Chung, H., Wibowo, S., Fajar, B., Shin, Y., & Jeong, H. (2012). Study on low pressure evaporation of fresh water generation system model. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 26(2), 421–426. <https://doi.org/10.1007/s12206-011-1102-8>
- Geurtsen, M., Didden, J. B. H. C., Adan, J., Atan, Z., & Adan, I. (2023). Production, maintenance and resource scheduling: A review. *European Journal of Operational Research*, 305(2), 501–529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.03.045>
- Kralj, P., Martinović, D., & Tudor, M. (2017). Analysis of thermodynamic and technological basics of the marine fresh water generator model. *Desalination and Water Treatment*, 95, 180–185. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.21522>
- PAL, J. S. (2024). Estimation and analysis of exergy loss and performance evaluation of marine freshwater generating system. *Journal of Thermal Engineering*, 10(5), 1266–1274. <https://doi.org/10.14744/thermal.0000857>
- Park, M. H., Park, J. S., & Lee, W. J. (2024). Toward optimized operation of freshwater generator using computer vision, and its economic and environmental benefits. *Desalination*, 573(November 2023), 117214. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2023.117214>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (kedua ed). ALFABET.
- Wani, T. A., Garg, P., & Bera, A. (2021). An environmental pollutant to an efficient solar vapor generator: An eco-friendly method for freshwater production. *Materials Advances*, 2(12), 3856–3861. <https://doi.org/10.1039/d1ma00361e>

