

Pengaruh Perubahan Vakum dan Temperatur Pemanas *Fresh Water Generator* terhadap Produksi Air Tawar di MT. PM REGENT

Susanto^{1*}, Yulius Oscar², Khaeroman³, Ngatmin⁴, Heri Kiswanto⁵
^{1,2,3,4,5}Politeknik Maritim Negeri Indonesia, Semarang

*Corresponding author e-mail: susanto@polimarin.ac.id

Diterima 8 Agustus 2024, direvisi 23 September 2024, diterbitkan 26 September 2024

Abstrak

Air tawar di atas kapal dibutuhkan untuk memenuhi keperluan hidup awak kapal dan mendukung operasional kapal. Kebutuhan air tawar untuk awak kapal dan dukungan operasiaonal kapal tersebut dicukupi dengan air tawar yang dibeli dari darat. Pengisian air dilakukan dapat dilakukan saat kapal dipelabuhan baik saat kapal saat di dermaga maupun saat kapal berlabuh. Suplai air tawar tambahan dapat diperoleh secara terus-menerus selama kapal berlayar. Desalinasi air laut menjadi solusi untuk memproduksi air tawar guna memenuhi kebutuhan air tawar di atas kapal. Desalinasi menggunakan *Fresh Water Generator* (FWG) melibatkan proses penguapan dan kondensasi yang dipengaruhi kevakuman dan temperatur operasi. Studi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter tekanan dan temperatur terhadap kapasitas produksi *Fresh Water Generator*. Studi dilakukan dengan metode studi kasus melalui observasi, dan eksperimen di kapal MT.PM REGENT. Kevakuman dalam ruang FWG divariasikan berdasarkan hisapan dari *vaccum ejector*. Temperatur air panas sebagai pemanas pada *evaporator* yang diambil dari *jacket cooling* mesin induk. Hasil variasi tekanan *ejector pump* sangat mempengaruhi tingkat kevakuman ruang distilasi. Pada tekanan *ejector pump* antara 8 – 16 Bar tingkat kevakuman dapat mencapai 99 – 100% setelah pompa dioperasikan. Pada tekanan 2 dan 4 Bar tingkat kevakuman turun drastis masing-masing hanya mencapai 50 dan 80 %. Produksi terendah dari FWG saat dioperasikan dengan vakum 80% dengan temperatur pemanas 75 °C sebanyak 2767 Liter/hari. Pada operasi FWG dengan vakum maksimal 100% dan temperatur pemanas 85 °C mampu menghasilkan air tawar terbanyak sekitar 6879 Liter/hari. Berdasarkan perubahan parameter dapat disimpulkan penurunan tingkat kevakuman dan temperatur pemanas menurunkan produksi air tawar dari *Fresh Water Generator*.

Kata kunci: air tawar, *fresh water generator*, produksi air tawar, temperatur air pendingin, vakum

Abstract

Fresh onboard water is required to fulfill the crew's living needs and support the ship's operations. The need for fresh water for the crew and operational support of the boat is fulfilled with fresh water purchased from the land. Water purchases can be made when the ship is in port, either when the ship is at the dock or when the boat is anchored. Additional fresh water supply can be obtained continuously while the ship is sailing. Seawater desalination is a solution to produce fresh water to fulfill the new water needs. Desalination using a freshwater generator (FWG) involves evaporation and condensation processes affected by vacuum and operating temperature. This study was conducted to determine the effect of changes in pressure and temperature parameters on the production capacity of the freshwater generator. The study was conducted using a case study method through observation, and experimentation on board MT.PM REGENT. The vacuum in the FWG chamber was varied based on the suction of the vacuum ejector. Hot water temperature as a heater in the evaporator is taken from the cooling jacket of the main engine. The result of the pump ejector pressure variation greatly affects the vacuum level of the distillation chamber At pump ejector pressures between 8 – 16 Bar, the vacuum rate can reach 99 – 100% after the pump is operated At pressures of 2 and 4 Bar, the vacuum level drops dramatically, reaching only 50 and 80 %, respectively. The lowest production of FWG when operated with 80% vacuum with a heating temperature of 75 °C is 2767 liters/day. In FWG operation with a maximum vacuum of 100% and a heating temperature of 85 °C, it is able to produce the most fresh water around 6879 liters/day. Based on the changes in parameters, it can be concluded that a decrease in the level of vacuum and heater temperature reduces the production of fresh water from the Fresh Water Generator.

Keywords: *fresh water, fresh water generator, fresh water production, cooling water temperature, vacuum*

Pendahuluan

Air tawar di atas kapal dibutuhkan untuk memenuhi keperluan hidup awak kapal dan mendukung operasional kapal. Kebutuhan awak kapal akan air tawar meliputi untuk keperluan minum, memasak, mandi, dan mencuci. Air tawar yang diperlukan di atas kapal niaga dengan jumlah awak kapal 20 orang sekitar 5-8 Ton per hari. Operasional kapal yang memerlukan air tawar meliputi pencucian dek dan operasional permesinan. Jika ditambahkan dengan kebutuhan operasional kapal kebutuhan akan air tawar dapat mencapai 15 - 20 Ton per hari.

Sebagai sistem pendukung kerja mesin diesel induk dan bantu di atas kapal, air tawar sangat dibutuhkan sebagai media pendingin silinder. Air tawar dialirkan ke dalam *jacket cooling* disekeliling silinder yang sangat panas saat proses pembakaran [1]. Air tawar yang digunakan sebagai pendingin sebagian akan menguap sehingga memerlukan penambahan berkelanjutan saat mesin beroperasi. Selain karena penguapan, jumlah air yang beredar pada sistem pendingin juga berkurang jika ada kebocoran pipa, sambungan, dan katup yang ada pada sistem [2].

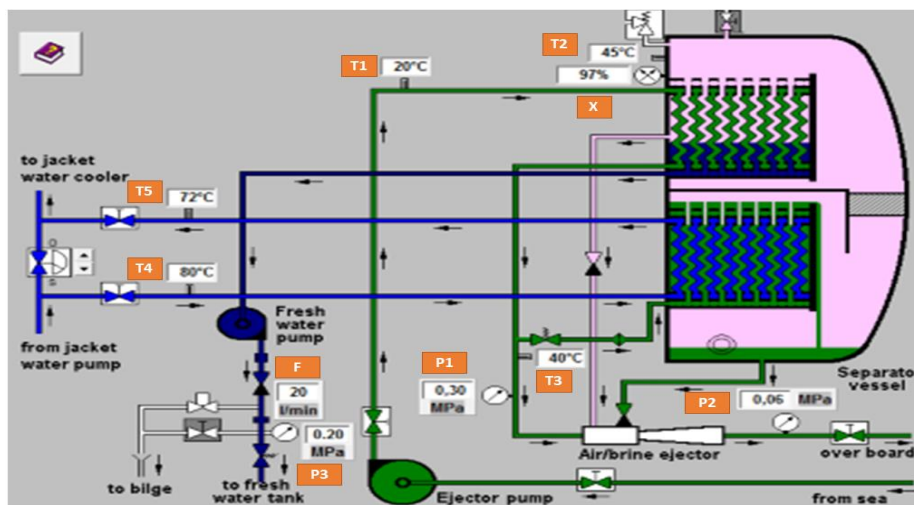
Kapal tanker termasuk jenis kapal yang banyak memerlukan air tawar. Saat proses pencucian tangki, Air panas ditembakkan secara sprai ke dinding tangki. Sehingga sisa air tidak dapat dikembalikan untuk dipakai kembali. Air yang digunakan untuk pencucian tangki adalah air tawar agar tidak korosif terhadap material tangki. Kebutuhan air tawar yang cukup tinggi perlu mendapatkan tambahan air tawar. Air tawar dapat diproduksi melalui proses desalinasi menggunakan *Fresh Water Generator* [3]. Desalinasi air laut menjadi solusi untuk memproduksi air tawar guna memenuhi kebutuhan air tawar di atas kapal.

Alat desalinasi jenis *Alfa Laval JWP-C Series* dirancang untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan distilasi vakum [4]. Alat ini dipasang di kapal dan rig pengeboran. Alat desalinasi tersebut dirancang untuk operasi otomatis dengan kontrol kualitas air tawar yang berkelanjutan. Keuntungannya dapat menghasilkan air tawar berkualitas tinggi dengan kontaminasi kadar garam yang sangat rendah. Air tawar hasil distilasi secara umum layak untuk digunakan sebagai air bersih dengan kadar garam rata-rata antara 20-40 PPM [5].

Desalinasi dengan proses distilasi vakum memerlukan ruangan dengan tekanan udara yang lebih rendah dari tekanan atmosfer. Kondisi ruangan vakum akan membantu proses penguapan menjadi lebih cepat [6]. Vakum yang tercipta dalam ruang evaporator sangat dipengaruhi oleh *vaccum ejector* yang terpasang sebagai alat penghisap [7]. Kecepatan hisap vakum dari ruangan evaporator sangat bergantung dari besarnya tekanan *primary pressure* yang masuk kedalam *vaccum ejector*. Proses desalinasi melibatkan dua proses, evaporasi dan kondensasi yang dibantu oleh panas dari uap atau air panas [8]. Studi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter tekanan dan temperatur terhadap kapasitas produksi *Fresh Water Generator*.

Materi dan Metode

Bahan baku desalinasi untuk dapat menghasilkan air tawar menggunakan alat *Fresh Water Generator (FWG)* adalah air laut. Air laut yang dihisap dari laut menggunakan *ejector pump* merupakan bahan utama yang diperlukan. Air laut dialirkan kedalam sistem dengan proses distilasi seperti yang terdapat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Prinsip Kerja *Fresh Water Generator* [9]

Pada Gambar 1 di atas disajikan prinsip kerja FWG dalam bentuk diagram gambar. Aliran air laut masuk melalui lubang *sea chest* karena hisapan *ejector pump* dan dialirkan ke dalam sistem. Temperatur air laut yang paling tinggi dalam pelayaran pada kisaran 30 °C, disekitar wilayah iklim tropis. Pada temperatur tersebut air laut sangat cocok digunakan sebagai pendingin untuk proses kondensasi uap hasil distilasi pada *kondensor* [10]. Air laut dari *kondensor* selanjutnya sebagai bahan baku masuk ke *evaporator* untuk diuapkan. Selain masuk ke *evaporator*, air laut tersebut masuk ke *vaccum ejector* untuk menghisap sisa garam dalam ruang *evaporator*. Air laut yang masuk pada *vaccum ejector* berfungsi sebagai *motive fluid* untuk menghasilkan vakum pada ruang *evaporator*. Sisa air garam dan air laut yang telah melewati *vaccum ejector* dibuang kembali ke laut melalui saluran *overboard*. Air tawar hasil distilasi dihisap menggunakan *fresh water pump* ditampung dalam tangki terpisah. Kadar garam air distilasi dipantau menggunakan salinometer tidak melebihi 6 PPM .

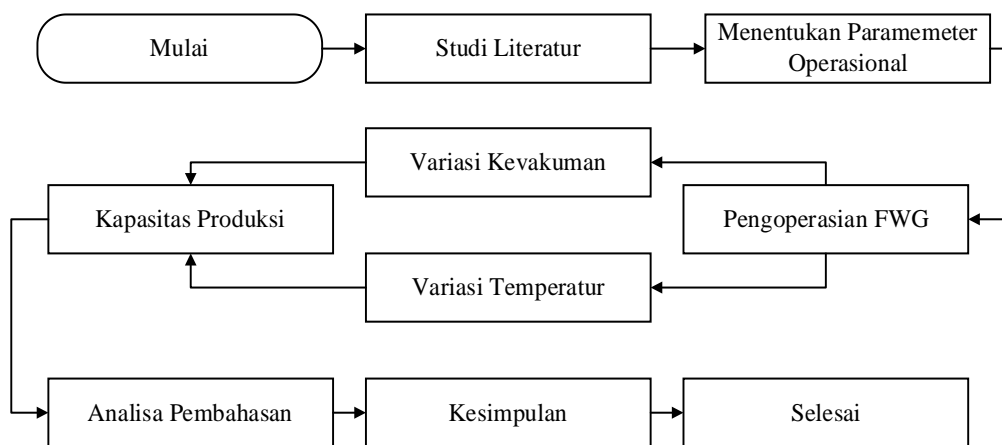
Studi dilakukan dengan metode studi kasus melalui observasi, dan eksperimen di kapal MT. PM REGENT. Kapal tersebut merupakan tanker produk dengan GRT 2752 ton yang beroperasi dikawasan asia tenggara. Penelitian dilakukan kurang lebih 1 tahun pada rentang tahun 2023. Temperatur dan tekanan sebagai parameter penting dalam pengoperasian FWG. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat parameter penting yang akan dianalisa

selama FWG dioperasikan. Parameter penting tersebut diuraikan Pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Parameter Penting FWG

Simbol	Nama Parameter	Satuan
T1	Temperatur air laut masuk kondensor	°C
T2	Temperatur ruang kondensor	°C
T3	Temperatur air laut masuk evaporator	°C
T4	Temperatur jacket cooling masuk evaporator	°C
T5	Temperatur jacket cooling keluar evaporator	°C
P1	Tekanan Ejector Pump	Bar
P2	Kevakuman keluar PWG	Bar
P3	Tekanan air tawar masuk tangki	Bar
F	Flowmeter air tawar	L/menit
X	Tingkat Kevakuman ruang FWG	%

Studi dilakukan secara eksperimen dengan memberikan perubahan nilai parameter saat *Fresh Water Generator* dioperasikan. Parameter diberikan variasi nilai dan dipelajari pengaruhnya terhadap parameter lain dan hasil produksi. Proses studi dilakukan dengan berpedoman dengan diagram alir pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 2 bahwa studi dilakukan untuk mempelajari Pengaruh parameter kapasitas produksi FWG. Proses distilasi air laut menjadi air tawar dengan FWG tekanan rendah bekerja berdasarkan teori hukum gas ideal. Hukum-hukum gas ideal meliputi; *Hukum Boyle*,

Hukum Charles, dan *Hukum Gay Lusaac* [11]. Hukum-hukum gas tersebut menunjukkan hubungan antara unit-unit makroskopik dari berbagai macam proses dan parameter pada setiap gas. Hubungan kerja antara tekanan (P), volume (V), dan temperatur (T) pada gas ideal ruang tertutup

tersebut disajikan pada **persamaan (1)** dan **(2)** berikut.

$$\frac{PV}{T} = \text{Konstan} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots(2)$$

Fresh Water Generator (FWG) tekanan rendah bekerja pada volume tetap, sehingga parameter yang terkait disajikan pada **persamaan (3)** berikut.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana;

- P : Tekanan dalam ruang FWG (Atm)
- V : Volume ruang FWG Tetap (m³)
- T : Temperatur dalam Ruang FWG (°C)
- P1 : Tekanan awal ruang FWG (1 Atm)
- P2 : Kevakuman ruang FWG (Bar)
- T1 : Temperatur didih air saat P1 (100 °C)
- T2 : Temperatur jacket cooling (70 – 85 °C)

Berdasarkan Persamaan 3 di atas, dapat diketahui bahwa perbandingan tekanan dan temperatur sangat berhubungan erat. Saat tekanan atmosfer air mendidih pada 100 °C. Air pemanas yang berasal dari jacket cooling hanya memiliki temperatur rata-rata sekitar 80 °C. Kondisi tersebut tidak akan mampu mendidihkan air laut yang berada dalam *evaporator*. Berdasarkan perhitungan teoritis tersebut kondisi vakum sangat diperlukan agar pada temperatur tersebut air mampu menguap. Perubahan parameter yang terjadi meliputi tekanan, temperatur, vakum akan dipelajari secara langsung. Studi secara langsung dilakukan untuk menjawab teori yang berlaku pada FWG tekanan rendah. Proses pembuatan variasi parameter dilakukan dengan

menggunakan *Fresh Water Generator* pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. *Fresh Water Generator*

Pada Gambar 3 di atas merupakan mesin *Fresh Water Generator (FWG)* tekanan rendah yang menjadi alat utama untuk penelitian ini yang memiliki spesifikasi teknis pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Spesifikasi Teknis FWG

Maker	: Alfa Laval
Type	: JWP – 16 – C40
Capacity	: 8 m ³ / 24 H
Tahun Pembuatan	: 2004

Fresh water generator merupakan tempat berlangsungnya proses distilasi dengan evaporasi dan kondensasi. Evaporasi memerlukan panas yang disuplai dari *jacket cooling* mesin induk pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Mesin Diesel Induk

Mesin diesel induk pada Gambar 4 merupakan sistem penggerak utama kapal. Mesin tersebut memiliki fungsi pokok untuk dapat memberikan daya agar kapal dapat bergerak maju maupun mundur. Selain memiliki fungsi utama, sistem lain yang dimiliki oleh mesin induk tersebut dapat membantu proses kerja permesinan bantu lainnya [12]. Sistem jacket cooling mesin induk dianggap memiliki panas yang cukup stabil untuk dapat membantu kinerja *Fresh Water Generator*. Mesin diesel induk yang terdapat pada Gambar 4 memiliki spesifikasi teknis pada Tabel 3 berikut.

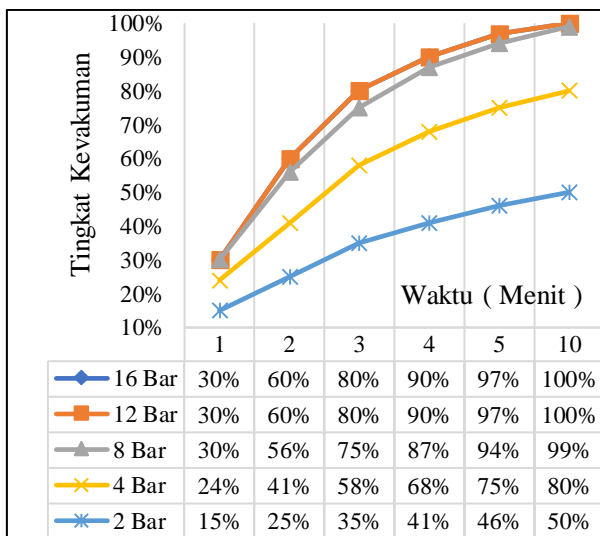
Tabel 3. Spesifikasi Teknis Mesin Induk

Maker	: MAN B & W - IZAR Motor
Engine Type	: 6L 20/27
Power	: 1200 kW
RPM	: 1000

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Tekanan *Ejector Pump* Terhadap Kevakuman

Tekanan kerja *ejector pump* memiliki peran yang sangat vital dalam proses produksi air tawar dengan FWG. Tekanan *ejector pump* berada pada kisaran antara 8 – 16 Bar [13]. Tekanan *ejector pump* tersebut dapat divariasikan untuk menyesuaikan kondisi operasi. Tekanan *ejector pump* dapat mengalami penurunan hingga hanya 1 – 2 bar saat terjadi permasalahan. Permasalahan dapat disebabkan oleh kerusakan pompa, penggerak, dan kotorinya saringan air laut [14]. Hasil studi dengan membuat variasi tekanan *ejector pump* dan pengaruhnya terhadap vakum disajikan pada grafik Gambar 5 di bawah ini.

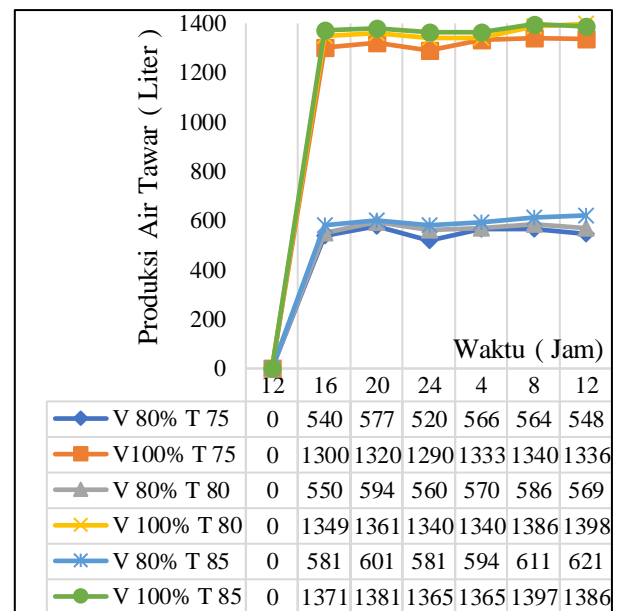


Gambar 5. Tingkat Kevakuman Ruang FWG

Berdasarkan Gambar 5 di atas dapat dilihat nilai tingkat kevakuman yang dipengaruhi oleh tekanan dari *ejector pump*. Proses vakum dilakukan untuk setiap variasi tekanan dengan durasi yang sama selama 10 menit. Tekanan 2 dan 4 Bar hanya mampu memberikan kevakuman masing-masing 50 dan 80%. Pada tekanan 8, 12, dan 16 tingkat kevakuman yang dapat dicapai masing-masing 99, 100, dan 100%. Tingkat kevakuman dalam ruang FWG masih dalam kondisi bagus dengan tekanan air masuk *ejector vaccum* tidak kurang dari 8 bar.

Pengaruh Kevakuman Dan Temperatur Jacket Cooling Terhadap Hasil Produksi Air Tawar

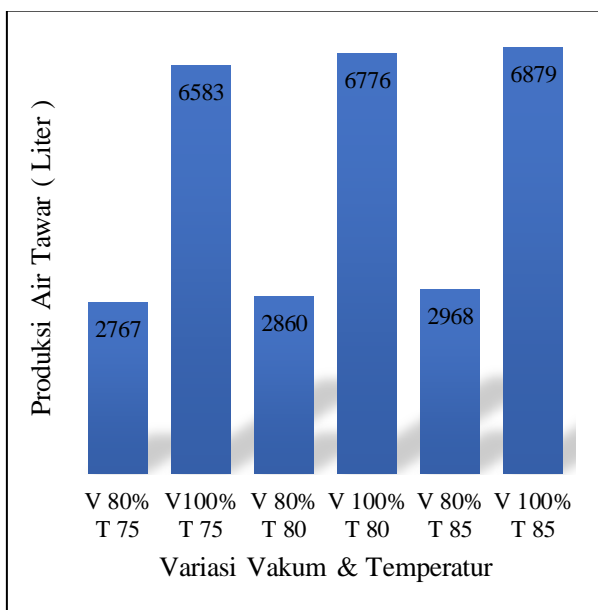
Kevakuman ruang *Fresh Water generator* merupakan parameter pertama yang harus dipenuhi. Setelah kevakuman terpenuhi selanjutnya dapat dialirkan air pemanas ke evaporator untuk membantu penguapan. Pemanas yang berasal dari jacket cooling mesin induk memiliki temperatur kisaran antara 75 – 85 °C [15]. Studi untuk mengetahui kapasitas produksi dilakukan dengan kevakuman 80% dan 100%. Pemilihan kevakuman tersebut untuk mengetahui perbandingan kapasitas produksi. Kevakuman tersebut divariasikan dengan temperatur 75, 80, dan 85 °C. Hasil produksi air tawar secara rinci disajikan pada grafik Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Rincian Hasil Produksi Air Tawar

Pada Gambar 6 di atas disajikan grafik rincian hasil produksi air tawar. Hasil produksi yang disajikan saat FWG dioperasikan dengan vakum 80 dan 100%. Pada setiap vakum divariasikan dengan temperatur *jacket cooling* yang masuk *evaporator*.

Temperatur air pemanas yang masuk *evaporator* divariasikan masing-masing 75, 80, dan 85 °C. Pada beberapa variasi tersebut, FWG dioperasikan selama 24 jam. Setiap 4 jam dilakukan pengambilan data melalui *flowmeter* untuk mengetahui jumlah air tawar yang diproduksi. Pada vakum 80 % hasil produksi air tawar per-4 jam pada kisaran 550 – 600 Liter untuk setiap variasi temperatur. Pada vakum maksimal 100% air tawar yang diproduksi lebih banyak antara 1250 – 1400 Liter per-4 jam. Hasil produksi air tawar selama 24 jam operasi disajikan pada diagram Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Hasil Produksi Air Tawar 24 Jam

Berdasarkan Gambar 7 di atas dapat dilihat perbandingan kapasitas produksi FWG dengan variasi vakum dan temperatur pemanas evaporator. Tingkat kevakuman ruang FWG sangat mempengaruhi jumlah produksi air tawar. Kondisi tersebut dapat diketahui dari selisih produksi yang dihasilkan. Selisih produksi air tawar mencapai 4 Ton/hari. Produksi terendah dari FWG saat dioperasikan dengan vakum 80% dengan temperatur pemanas 75 °C sebanyak 2767 Liter/hari. Pada operasi FWG dengan vakum maksimal 100% dan temperatur pemanas 85 °C mampu menghasilkan air tawar terbanyak sekitar 6879 Liter/hari. Berdasarkan hasil yang diperoleh juga diketahui bahwa variasi temperatur pemanas tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil produksi. Selisih produksi hanya sekitar 100 – 200 Liter/hari untuk setiap kenaikan temperatur sebesar 5 °C. Sesuai hasil yang didapatkan bahwa vakum dan temperatur ruang FWG merupakan parameter penting yang perlu dijaga untuk kestabilannya.

Kesimpulan

Studi eksperimen yang dilakukan pada *Fresh Water Generator (FWG)* tekanan rendah dengan variasi vakum dan temperatur air pemanas mendapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Tekanan *ejector pump* yang masuk pada *ejector vaccum* sangat mempengaruhi tingkat kevakuman ruang FWG. Pada tekanan 8 – 16 Bar vakum ruang FWG maksimal mencapai 99 – 100%. Saat tekanan < 4 Bar kevakuman yang dicapai < 80%.
2. Tingkat kevakuman ruang FWG sangat mempengaruhi hasil produksi air tawar. Selisih hasil produksi dengan vakum 80% dan 100% mencapai 4 Ton untuk operasi selama 24 jam.
3. Variasi Temperatur air pemanas masuk evaporator tidak berdampak signifikan terhadap hasil produksi air tawar. Selisih air tawar yang dihasilkan hanya sekitar 100 – 200 Liter untuk peningkatan temperatur air pemanas 5 °C untuk 24 jam operasi.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Maritim Negeri Indonesia yang telah memberikan ijin penelitian. Ucapan terimakasih juga diberikan kepada tim jurusan teknika yang telah memberikan dukungan teknis, moril dalam setiap tahap penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] A. Z. M. Fathallah, W. Busse, and F. R. Clausthaldi, "Fluid Flow Analysis of Jacket Cooling System for Marine Diesel Engine 93 Kw," *Int. J. Mar. Eng. Innov. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 39–45, 2017, doi: 10.12962/j25481479.v1i2.2028.
- [2] S. Muktar, A. Ala, and R. Sepdeya, "Analisis Penurunan Kualitas Air Ketel Guna Menunjang Performa Ketel Bantu di MV. Tangguh Sago.pdf," *Pros. Semin. Pelayaran dan Ris. Terap.*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [3] O. Yuksel, Y. Gulmez, O. Konur, S. A. Korkmaz, A. Erdogan, and C. O. Colpan, "Performance assessment of a marine freshwater generator through exergetic optimization," *J. Clean. Prod.*, vol. 219, pp. 326–335, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.083.
- [4] D. A Iu, "Analysis Of Characteristics And Operational Features Of Alfa-Laval Fresh Water Generators," *Int. Sci. Conf.*, pp. 106–

- 108, 2022, doi: DOI
<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-264-7-25> ANALYSIS.
- [5] A. W. Krisdiarto, A. Ferhat, and M. P. Bimantio, "Penyediaan Air Bagi Masyarakat Pesisir Terdampak Kekeringan dengan Teknologi Desalinasi Air Laut Sederhana," *J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 2, 2020.
- [6] J. Safarian and T. A. Engh, "Vacuum evaporation of pure metals," *Metall. Mater. Trans. A Phys. Metall. Mater. Sci.*, vol. 44, no. 2, pp. 747–753, 2013, doi: 10.1007/s11661-012-1464-2.
- [7] K. Khaeroman, W. A. Putranto, S. Susanto, R. Arya Wiguna, and A. Nugroho, "Variasi Diameter Nozzle Terhadap Lamanya Proses Vakum Pada Fresh Water Generator di Laboratorium Polimarin," *J. Marit. Polimarin*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2021, doi: 10.52492/jmp.v7i1.8.
- [8] A. Maulana Yusuf, D. Mungisidi, I. Prasetyo Aji, and O. Heriyani, "Pengaruh Vakum Pada Penguapan Air Laut," *R.E.M (Rekayasa Energi Manufaktur)*, vol. Vol.8, no. No.2, pp. 55–62, 2023.
- [9] M. Fu and H. Liu, "Study of the functional parameters of the freshwater generation system , as an integral part of the waste heat recovery system for a tanker ship Study of the functional parameters of the freshwater generation system , as an integral part of the waste heat," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci.*, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1182/1/012023.
- [10] M. E. Lee, J. W. Lee, and Y. Al-Osairi, "Study on the local sea water temperature variation for the industrial water use of al-zour coastal area in Kuwait," *Desalin. Water Treat.*, vol. 176, no. March 2019, pp. 9–17, 2020, doi: 10.5004/dwt.2020.25488.
- [11] K. Hadiningrum and R. F. Muldani, "Optimization of the Amount of Gas Moles Determination through Boyle's Law and Gay-Lussac's Law Experiments," *J. Phys. Theor. Appl.*, vol. 2, no. 2, p. 53, 2018, doi: 10.20961/jphys theor-appl.v2i2.30666.
- [12] M. Faculty, N. Architecture, M. Faculty, M. Faculty, and E. Faculty, "Energy Analysis Of A Vacuum Fresh Water Generator On A Commercial," *7th Glob. Conf. Glob. Warm.*, 2018.
- [13] H. Q. Muhammed, M. Z. Khalifa, and A. J. Owaid, "Fresh Water Generator: A Review," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1973, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1973/1/012029.
- [14] H. Hartanto, A. Tjahjono, O. Wahyuni, and E. Wibowo, "Factors affecting the performance of fresh water generator in merchant vessel," *TEM J.*, vol. 9, no. 1, pp. 19–24, 2020, doi: 10.18421/TEM91-03.
- [15] C. Yang, R. Liu, Y. Jiao, Z. Zhang, and N. Xia, "Recent Advancement of Cooling and Heat Transfer of Diesel Engine," *2nd Int. Conf. Appl. Math. Model. Stat. Appl. (AMMSA 2018)*, no. January, 2018, doi: 10.2991/ammsa-18.2018.75.