

PERFORMA DESALINASI AIR LAUT TENAGA SURYA TIPE WICK METODE KAPILER

Siska R. Manafe

Mahasiswa S1
Program Studi Teknik Mesin
siskamanafe03@gmail.com

Ben V. Tarigan

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Nusa Cendana
Program Studi Teknik Mesin
ben_tarigan@staf.undana.ac.id

Arifin Sanusi

Tenaga Pengajar (Dosen)
Universitas Nusa Cendana
Program Studi Teknik Mesin
arifin@staf.undana.ac.id

How to get clean water using the seawater desalination process into pure water in coastal communities. Basin is a sea water desalination tool in the form of a tub or bowl to hold sea water. The basin used in this study was shaped like a tub using a cover made of glass with a thickness of 0.003 m, a slope of 25o and consisted of two types of basins in which one consisted of three levels and the other two levels. From the test results with the variation of the cover glass distance and level variations in the basin showed that the productivity of pure water at the distance of the glass cover 0.105 m basin three levels more is 416 ml while at the distance of the glass cover 0.11 m the productivity of pure water in the basin was two levels more which is 450 ml. The most pure water productivity found in the distance of 0.11 m cover glass, either a three-level basin or a two-level basin with a total pure water productivity of 667 ml. Whereas in the variation in the number of levels in the basin, pure water productivity found in the two-level basin, 450 ml with a desalination efficiency of 26.07%.

Keywords : *Desalination of Sea Water, Solar Energy, Type Wick.*

1. PENDAHULUAN

Air bersih dan sehat merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Namun belum semua masyarakat mendapat air bersih dan layak pakai [1]. Hal ini menjadi masalah tersendiri baik di perkotaan dan di daerah pesisir pantai. Masalah yang terjadi dimasyarakat pesisir pantai yaitu akses untuk mendapatkan air tawar susah dan sulit dijangkau [1]. Salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi kebutuhan air bersih, dengan mengolah air laut menjadi air tawar.

Desalinasi adalah cara untuk mendapatkan air bersih melalui proses penyulingan air kotor. Pada proses penyulingan terjadi proses perpindahan panas, penguapan dan pengembunan. Pada proses desalinasi air laut ini, dibutuhkan sumber panas agar bisa melakukan penyulingan dan salah satu sumber panas yang bisa digunakan yaitu energi surya.

Pada sistem desalinasi air laut tenaga surya, telah dilakukan berbagai penelitian dengan variasi penyerap intensitas radiasi matahari untuk dikonversikan menjadi energi panas yang berfungsi untuk memanaskan air laut [2] [3]. Radiasi surya yang langsung diserap oleh air di basin kemudian diubah menjadi energi panas yang akan membuat air menguap [4]. Air laut yang dipanaskan langsung di dalam basin menghasilkan air tawar yang lebih sedikit dibandingkan memanaskan air laut dengan material. [3].

Oleh karena itu salah satu cara untuk mempercepat penguapan digunakan material tambahan seperti kain. Material kain yang digunakan ini akan menggunakan tipe *wick*. Adapun tipe *wick* adalah sistem hidroponik paling sederhana, yang dibutuhkan sumbu untuk dapat dihubungkan antara larutan nutrisi pada bak penampung dengan media tanam [5]. Namun bentuk basin dan jarak kaca penutup juga mempengaruhi produktifitas air laut. Oleh karena itu bentuk basin yang digunakan yaitu variasi basin dua dan tiga tingkat serta variasi jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m [7].

2. METODE DAN BAHAN

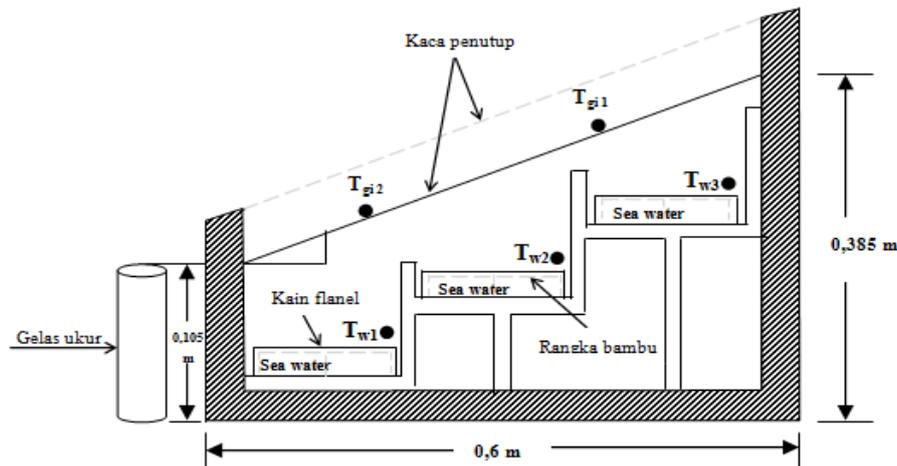
2.1 Deskripsi Basin

Basin merupakan alat desalinasi air laut yang berbentuk bak atau cekungan untuk menampung air laut. Basin yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk bak dengan menggunakan penutup yang terbuat dari kaca dengan ketebalan 0,003 m, kemiringan 25° dan terdiri dari dua jenis basin dimana satu terdiri dari tiga tingkat

dan yang satunya lagi dua tingkat. Kontruksi dasar basin terbuat dari tripleks yang dilapisi dengan *styrofoam* dan plastik jenis *polypropylene*. Rangka untuk tipe *wick* metode kapiler terbuat dari bambu dan kain yang digunakan kain flanel. Data suhu diukur dengan termokopel dan ditransfer ke laptop menggunakan Arduino Uno serta volume air dari proses desalinasi diukur menggunakan gelas ukur, sedangkan data intensitas matahari diukur dengan *Solar Power Meter SM206*.

Penempatan alat ukur pada titik pada titik – titik yang telah ditentukan bisa dilihat pada gambar. 1 dibawah.

T_{gi} = temperatur kaca
 T_w = temperatur kain



Gambar 1 : Penempatan alat ukur pada alat desalinasi air laut.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Analisis Perhitungan

Data yang di hitung dalam analisa menggunakan data hasil pengujian pada tabel 4.1 jam 12.00, dengan menggunakan Persamaan-persamaan sebagai berikut.

Tekanan kain dan kaca dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 dan 2.

$$P_w = 100(0,004516 + 0,0007178T_w - 2,6469 \times 10^{-6}T_w^2 + 6,944 \times 10^{-7}T_w^3) \quad (1)$$

$$P_{gi} = 100(0,004516 + 0,0007178T_{gi} - 2,6469 \times 10^{-6}T_{gi}^2 + 6,944 \times 10^{-7}T_{gi}^3) \quad (2)$$

Sedangkan perpindahan panas konveksi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$q_{cwg} = h_{cwg}(T_w - T_{gi}) \quad (3)$$

Koefisien konveksi dapat dihitung menggunakan Persamaan 4.

$$h_{cwg} = 0,844 \left[(T_w - T_{gi}) + \frac{P_w - P_{gi}}{2016 - p_w} \right]^{1/3} \quad (4)$$

Perpindahan panas radiasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$q_{rwg} = \sigma \epsilon (T_w^4 - T_{gi}^4) \quad (5)$$

Evaporasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 6.

$$h_{ewg} = \frac{9,15 \times 10^7 (P_w - P_{gi}) h_{ev}}{(T_w - T_{gi})} \quad (6)$$

Entalpi dan entropi dapat dihitung menggunakan Persamaan 7 dan 8.

$$h_s = h_{so} + c_{ps}(T - T_o) \quad (7)$$

$$s_s = s_{so} + c_s \ln\left(\frac{T}{T_o}\right) \quad (8)$$

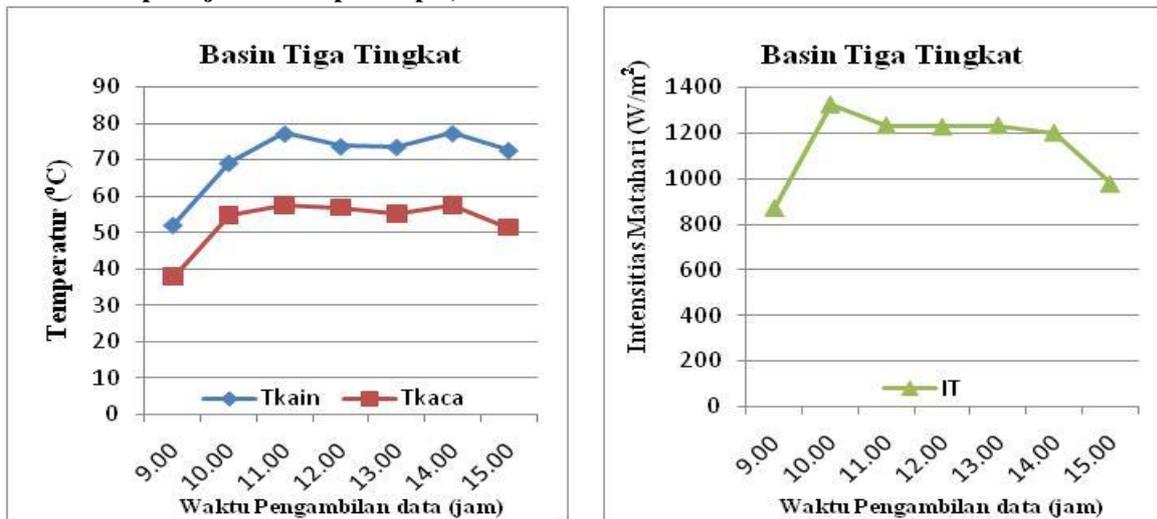
Efisiensi alat desalinasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 9.

$$\eta_d = \frac{m_k \times h_{fg}}{A_c \times I_T \times t} \times 100\% \tag{9}$$

3.2 Pembahasan

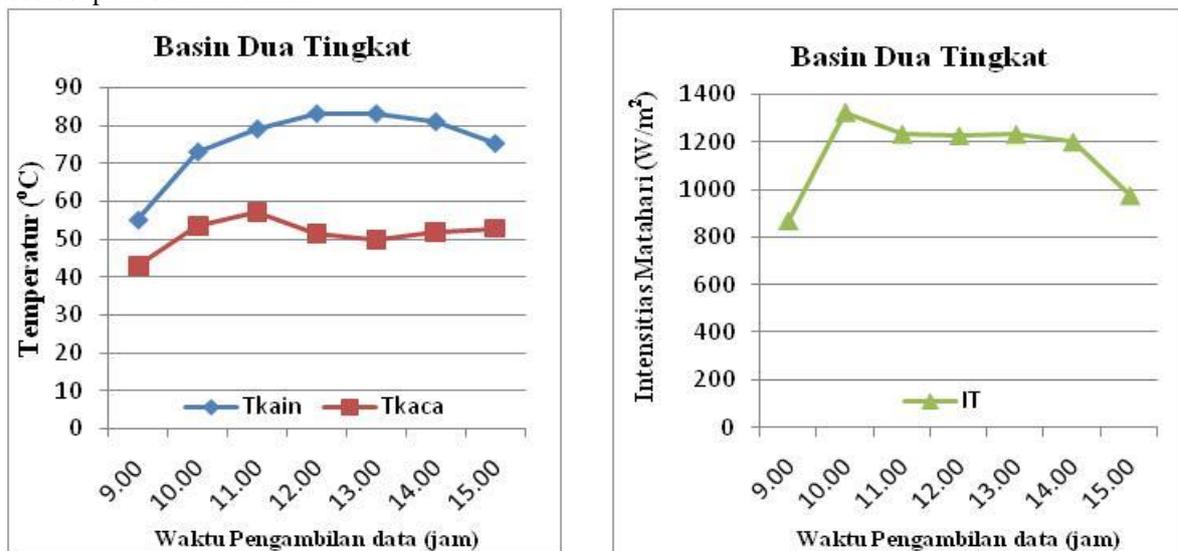
Data yang digunakan dalam penelitian ini akan dianalisis secara matematis yang diperoleh dari rumus – rumus perhitungan dalam item-item kajian teori dengan menyelidiki pengaruh kain flanel terhadap proses desalinasi air laut dan variasi jarak kaca penutup serta variasi jumlah tingkat pada basin. Hasil akan ditampilkan dalam grafik dibawah.

Pembahasan pada jarak kaca penutup 0,105 m.



Gambar 2: Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin tiga tingkat pada jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

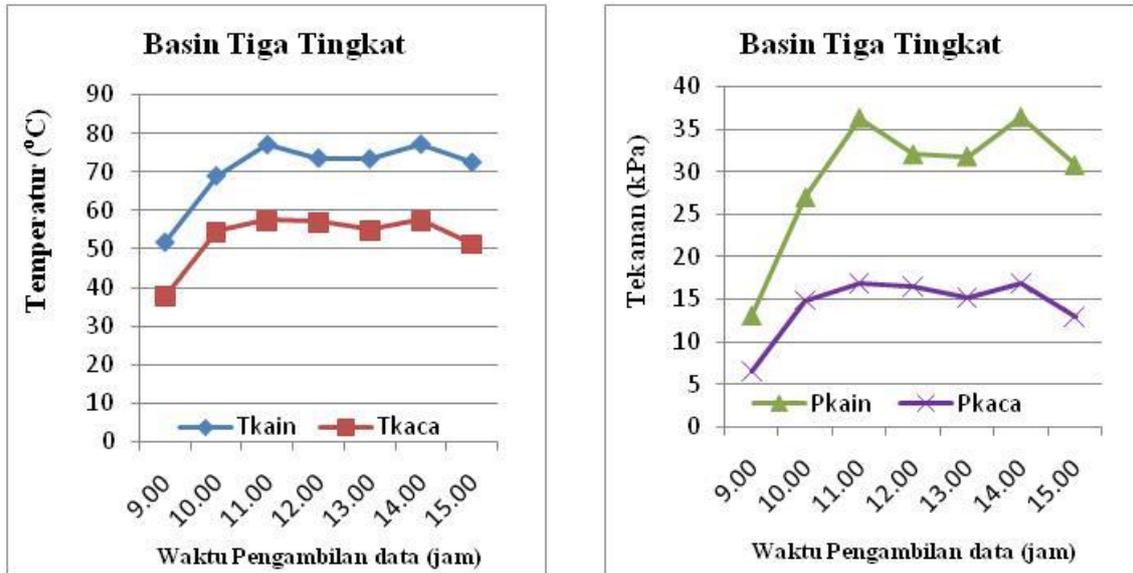
Grafik di atas temperatur kain dan kaca memiliki pola yang sama dan bergerak mengikuti waktu, dan temperatur maksimumnya terdapat pada jam 11.00 dengan suhu kainnya 77,2 °C dan suhu kacanya 57,5 °C dengan intensitas matahari pada saat itu 1234 W/m² Namun pada jam 13.00 temperatur kain dan kaca mengalami penurunan yang minimum sedangkan intensitas matahari tetap. Hal ini disebabkan oleh cuaca yaitu kecepatan angin yang diabaikan sehingga pancaran matahari tidak tetap maka energi yg ditransmisikan dan diabsorpsi pada saat itu rendah.



Gambar 3: Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin dua tingkat pada jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

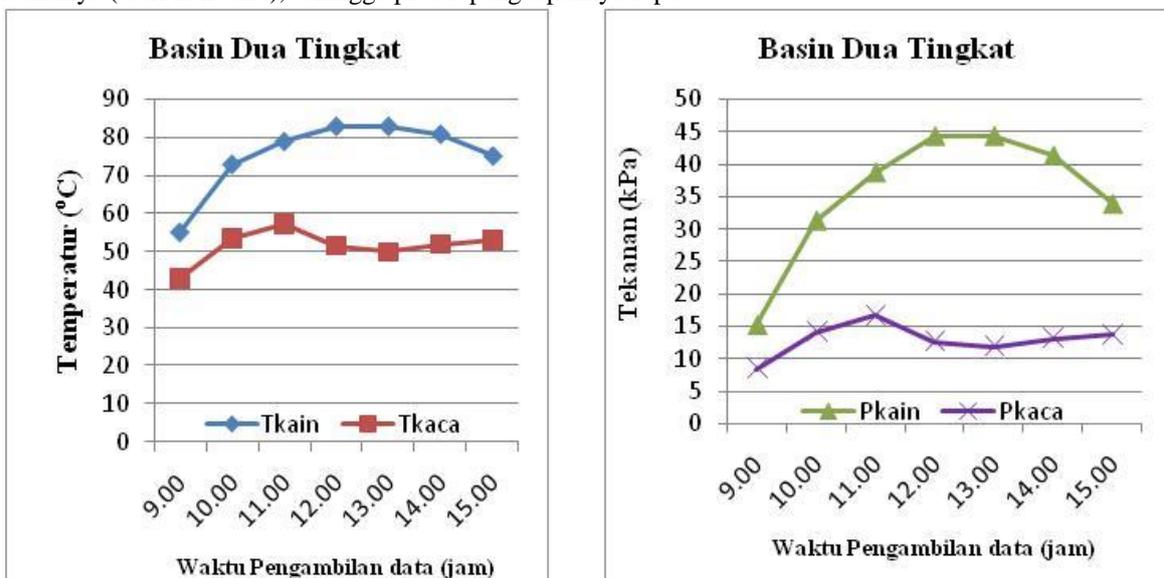
Pada gambar. 3 terlihat bahwa untuk mencapai temperatur yang maksimum maka intensitas matahari harus mengalami kenaikan atau tetap stabil. Intensitas matahari pada jam 10.00 mengalami kenaikan yang

maksimum yaitu 1236 W/m^2 dan terlihat bahwa temperatur kain dan kaca meningkat juga. Temperatur kain maksimum terdapat pada jam 12.00 dan jam 13.00 yang suhunya mencapai $83 \text{ }^\circ\text{C}$. Namun pada temperatur kaca, temperaturnya mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh kecepatan angin yang diabaikan sehingga pancaran matahari tidak tetap dibagian permukaan kaca.



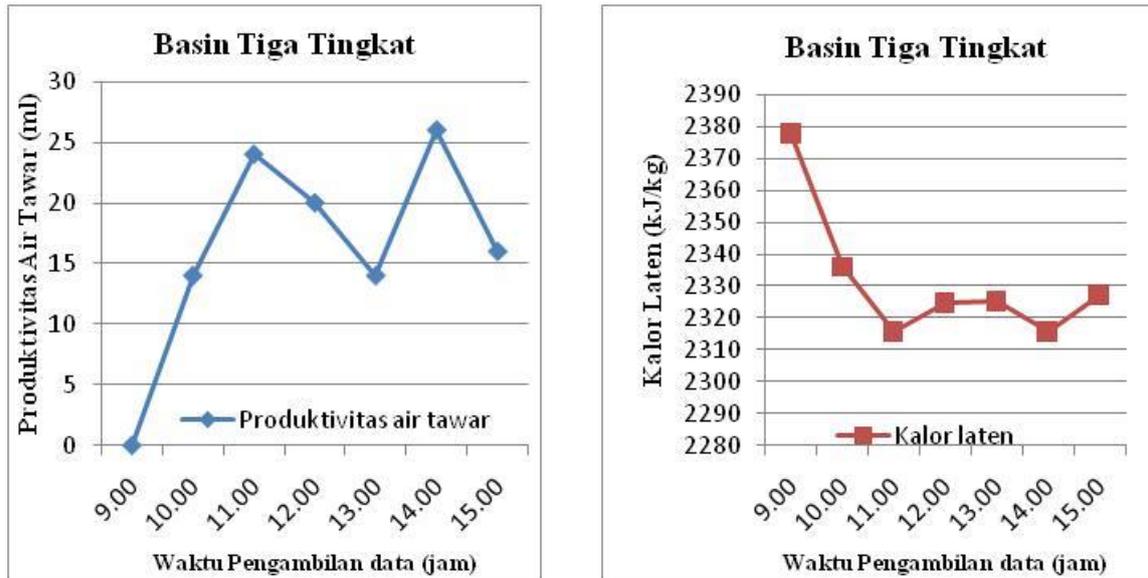
Gambar 4: Grafik hubungan antara temperatur dan tekanan pada basin tiga tingkat pada jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Nilai tekanan kain dan kaca di peroleh dari hasil perhitungan (rumus 4.1 dan 4.2) yang dipengaruhi oleh temperatur. Pada gambar 4.1 di jam 11.00 dan 14.00 tekanan kain dan kaca mencapai maksimum yaitu tekanan kainnya 36 kPa dan tekanan kacanya 16 kPa karena pada saat itu temperaturnya naik akibat energi yang diabsorbsi lebih tinggi sehingga tekanan juga naik. Hal ini terjadi karena koefisien konveksi pada jam itu tinggi. Karena semakin cepat gerakan fluida didalam basin di area penguapan maka semakin cepat perpindahan panas konveksinya (toeri konveksi), sehingga proses penguapannya cepat.



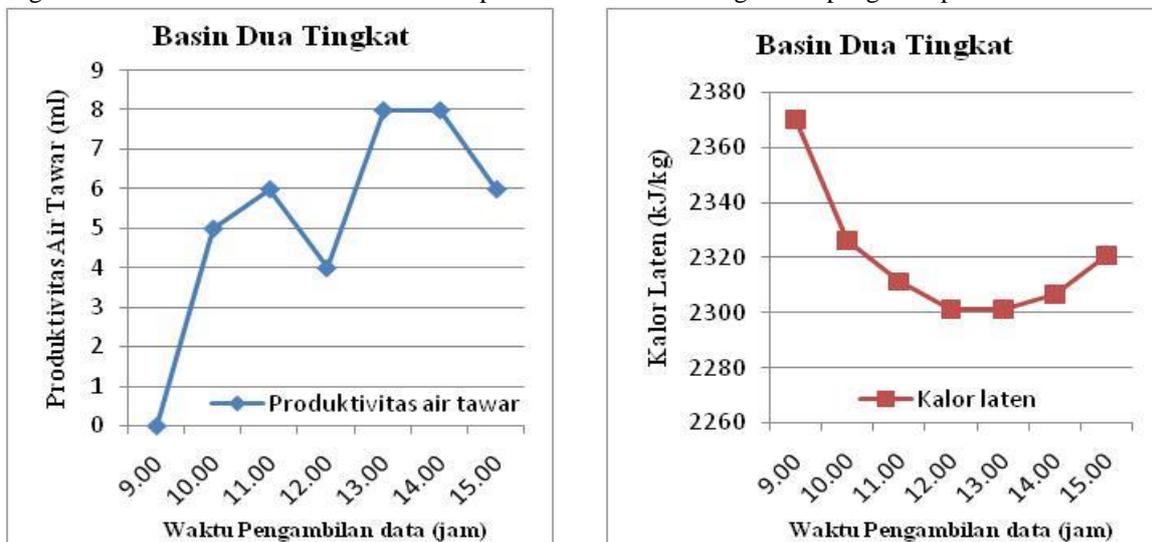
Gambar 5: Grafik hubungan antara temperatur dan tekanan pada basin dua tingkat pada jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Namun pada basin dua tingkat tekanan kain dan kaca polanya berbeda dengan basin tiga tingkat, tekanan kain maksimum terdapat pada jam 12.00 dan 13.00 mengikuti waktu yaitu 44,25 kPa. Namun tekanan kaca maksimum pada jam 11.00 yaitu 16,72 kPa karena dipengaruhi oleh temperatur dan selanjutnya tekanan kaca mulai tidak tetap karena penyinaran matahari dipengaruhi oleh kecepatan angin.



Gambar 6: Grafik hubungan antara produktivitas air dan kalor laten pada basin tiga tingkat pada jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

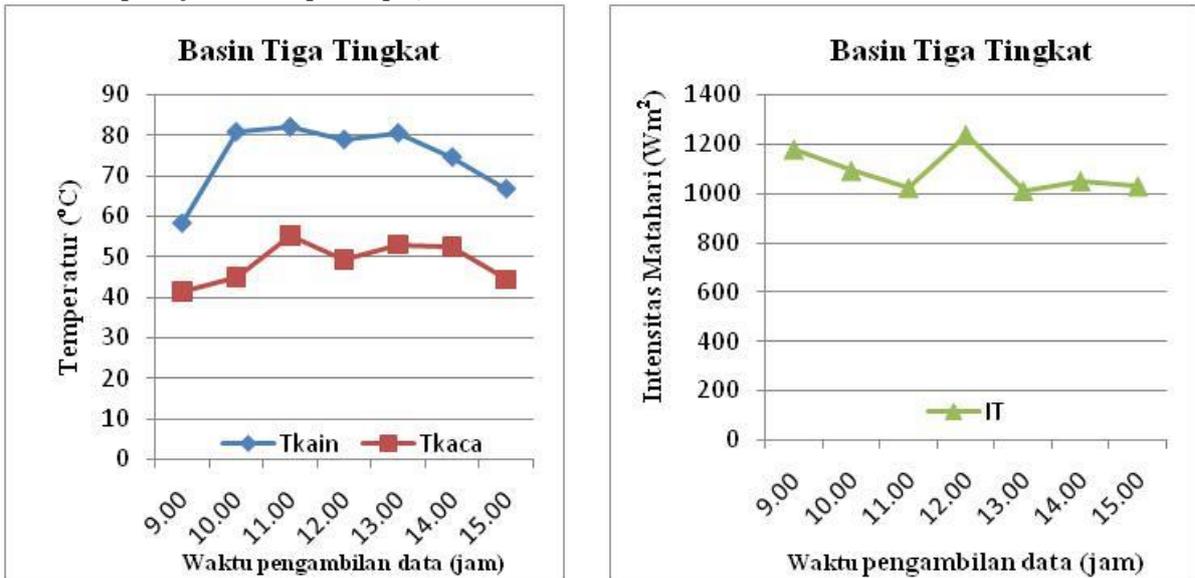
Hubungan antara kalor laten dengan produksi air yaitu kalor laten dibutuhkan untuk mengubah wujud zat cair menjadi uap (evaporasi) dan uap menjadi cair (kondensasi) namun kalor laten dipengaruhi oleh temperatur dan tekanan kain, jika temperatur dan tekanan kain tinggi maka kalor laten rendah begitu pun sebaliknya jika temperatur dan tekanan kain rendah maka kalor latennya tinggi. Produktivitas air tawar pada basin tiga tingkat dengan jarak kaca penutup 0,105 m pada grafik 4.5 maksimumnya terdapat pada jam 14.00 yaitu 26 ml dimana pada saat itu temperatur dan tekanan di kain maupun kaca mencapai titik maksimum dengan kalor laten 2315, kJ/kg. Hal ini membuktikan bahwa temperatur dan tekanan sangat mempengaruhi produktivitas air tawar.



Gambar 7: Grafik hubungan antara produktivitas air dan kalor laten pada basin dua tingkat dengan jarak kaca penutup 0,105 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

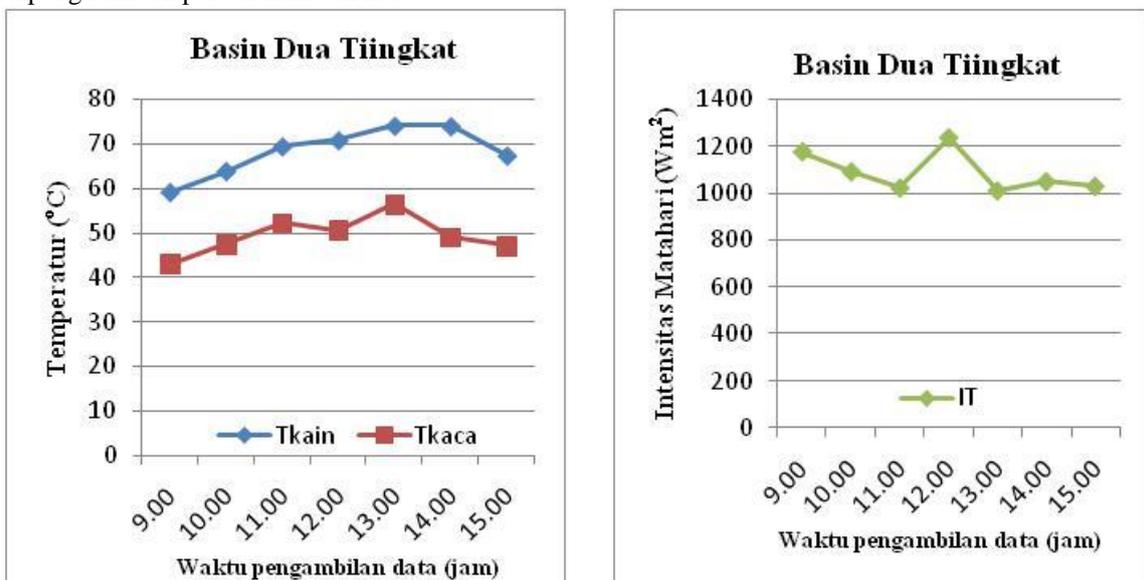
Namun pada basin dua tingkat terlihat bahwa kalor laten melepaskan energi seiring berjalannya waktu. Pada grafik produktivitas air tawar meningkat pada saat kalor latennya menurun, sehingga terlihat bahwa energi yang dilepaskan untuk proses kondensasi diikuti dengan produksi air tawar yang meningkat. Perolehan produktivitas air tawar terdapat pada jam 13.00 dan 14.00 yaitu 8 ml dengan kalor laten yang berbeda. Namun pada jam 12.00 produktivitas air tawar mengalami penurunan yang drastis yaitu 4 ml dengan kalor latennya sebesar 2301 kJ/kg.

Pembahasan pada jarak kaca penutup 0,11 m.



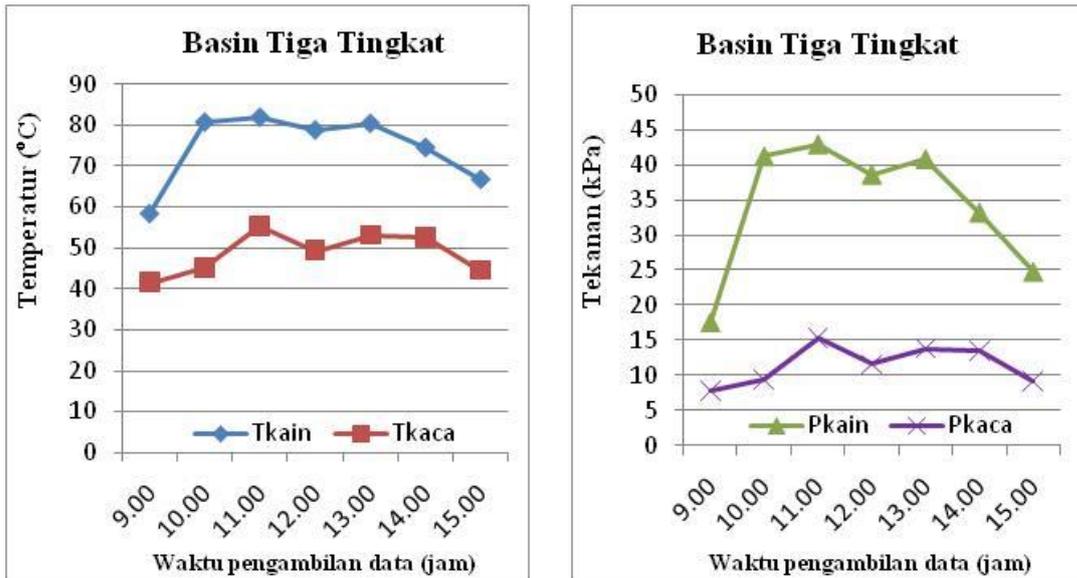
Gambar 8: Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin tiga tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Pada jarak kaca penutup 0,11 m basin tiga tingkat terlihat bahwa intensitas matahari tidak tetap bergerak mengikuti waktu dan selalu berubah pada titik – titik tertentu. Terlihat bahwa temperatur kain dan kacanya bergerak mengikuti waktu namun pada jam 12.00 temperatur kaca dan kain suhunya mengalami penurunan namun pada jam 12.00 sampai 15.00 kembali bergerak mengikuti waktu. Pada jam 11.00 temperatur pada kain dan kaca mencapai suhu maksimum yaitu 82,1 °C dan 55,4 °C dan intensitas matahari saat itu sebesar 1092 W/m². Pengambilan data pada jarak kaca penutup 0,11 m di lakukan dengan hari yang berbeda dengan jarak kaca penutup 0,105 m hal ini menyebabkan intensitas matahari setiap harinya berbeda, sehingga mempengaruhi temperatur kain dan kaca.



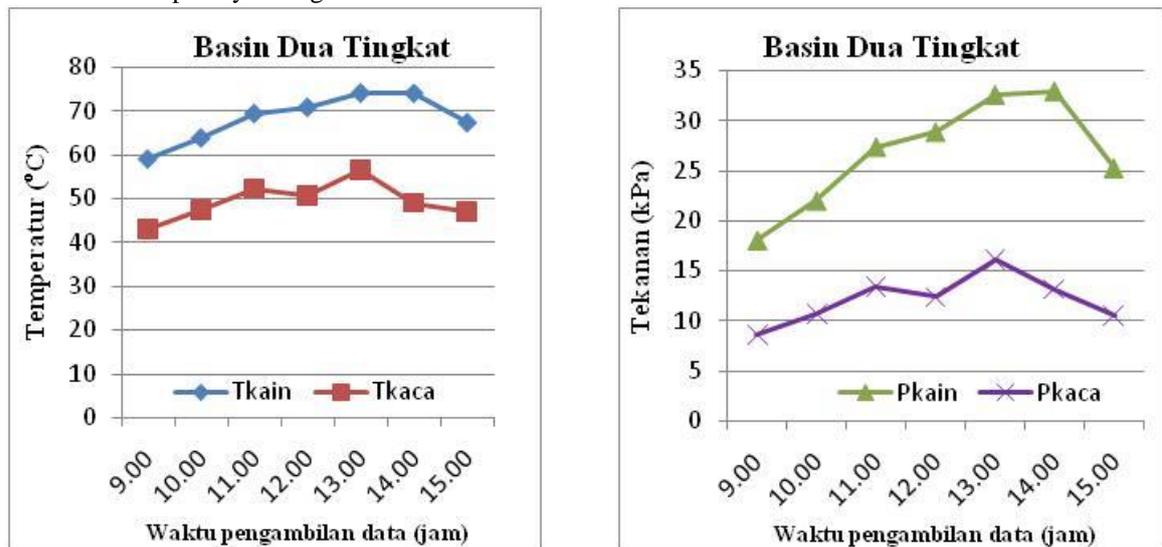
Gambar 9: Grafik hubungan antara temperatur dan intensitas matahari pada basin dua tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x

Sedangkan pada basin dua tingkat temperatur kain bergerak mengikuti waktu dan temperatur kaca bergerak mengikuti waktu juga namun pada jam 12.00 temperatur kacanya mengalami penurunan, sedangkan intensitas matahari mencapai titik maksimum sehingga energi yang ditransmisikan dengan baik maka temperatur kainnya tetap meningkat. Temperatur maksimum pada kain dan kaca diperoleh pada jam 13.00 yaitu 74,1 °C dan 56,5 °C dengan intensitas matahari saat itu 1011 W/m².



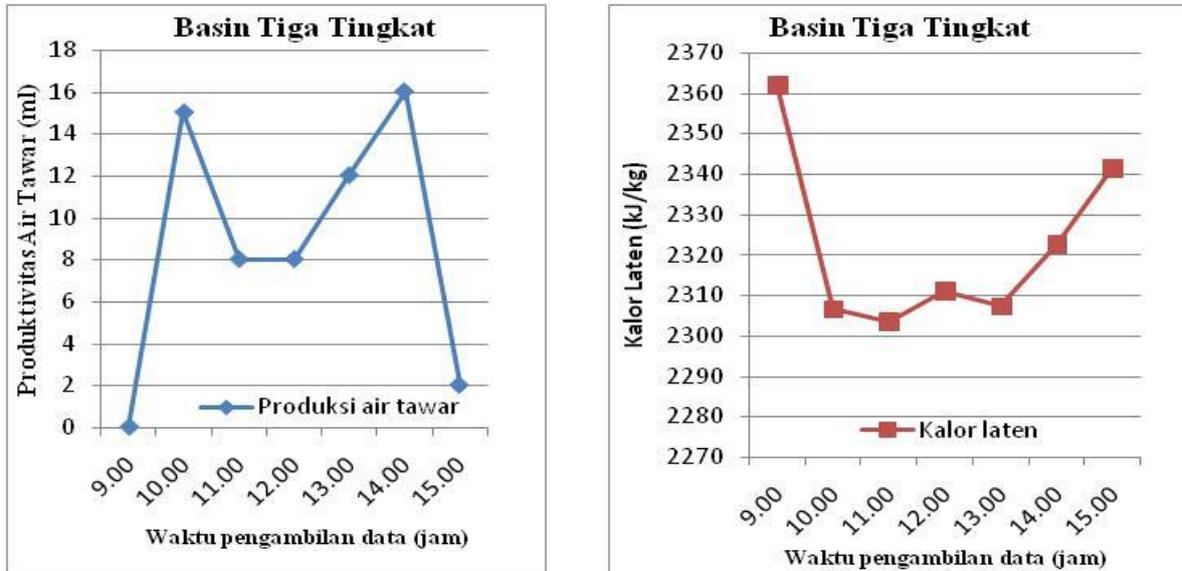
Gambar 10: Grafik hubungan antara temperatur dan tekanan pada basin tiga tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Tekanan pada jarak kaca penutup 0,11 m basin tiga tingkat terlihat bahwa pada jam 11.00 tekanan dikain dan kaca mencapai titik maksimum yaitu 41,25 kPa dan 15,38 kPa. Sehingga menyebabkan koefisien konveksi pada jam itu naik. Hal ini terjadi karena gerakan fluida didalam basin semakin cepat maka semakin cepat perpindahan panas konveksinya (toeri konveksi), sehingga panas yang diserap (absorbsi) dengan baik maka tekanan kain polanya mengikuti tekanan kaca.



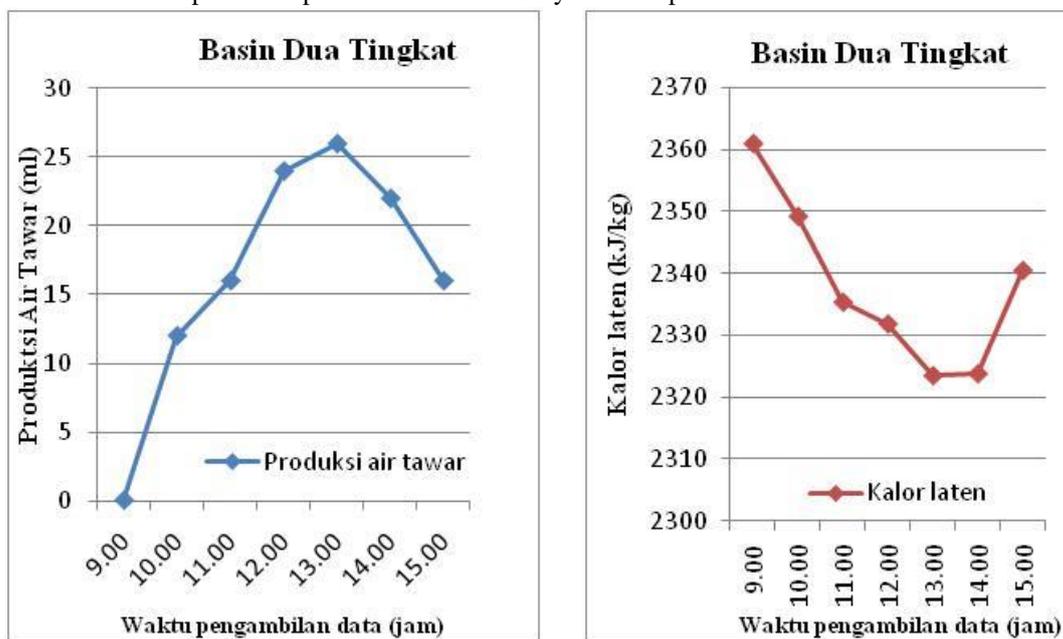
Gambar 11: Grafik hubungan antara temperatur dan tekanan pada basin dua tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Tekanan di basin tiga tingkat mengalami kenaikan dan penurunan tekanan kain mengikuti tekanan kaca (gambar. 10), sedangkan di basin dua tingkat tekanan kainnya stabil yaitu bergerak mengikuti waktu namun tekanan di kacanya tidak stabil yaitu mengalami kenaikan dan penurunan. Karena tekanan pada kainnya stabil sehingga proses evaporasinya semakin besar maka produktivitas air tawarnya semakin banyak. Tekanan kain maksimum di jam 14.00 mencapai 32,88 kPa.



Gambar 12: Grafik hubungan antara produktivitas air tawar dan kalor laten pada basin tiga tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

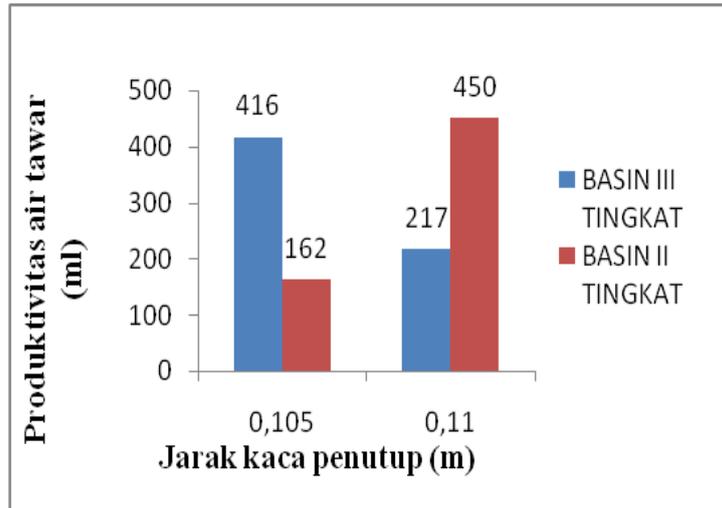
Produktivitas air tawar pada basin tiga tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 makasimumnya di jam 12.00 yaitu 16 ml dengan kalor laten pada saat itu sebesar 2326 kJ/kg. Pada basin tiga tingkat jarak kaca penutup 0,11 m produktivitas air tawarnya mengalami penurunan dari jarak kaca penutup 0,105 m. Hal ini disebabkan karena pengujian di hari yang berbeda menyebabkan intensitas matahari berbeda. Maka temperatur dan tekanan kain pada basin tiga tingkat jarak kaca penutup 0,11 m tidak stabil sehingga mempengaruhi energi yang diabsorbsi untuk proses evaporasi dan kondensasinya tidak cepat.



Gambar 12: Grafik hubungan antara produktivitas air tawar dan kalor laten pada basin dua tingkat dengan jarak kaca penutup 0,11 m (a) sumbu y, (b) sumbu x.

Pada basin dua tingkat di jarak kaca penutup 0,11 m produksi air tawarnya mengalami kenaikan dari basin tiga tingkat hal ini disebabkan karena temperatur dan tekanan dikain stabil mengikuti waktu dan temperatur kacanya ideal sehingga energi yang diabsorbsi untuk proses evaporasi dan kondensasinya cepat. Produksi air tawar maksimum diperoleh pada jam 13.00 sebanyak 26 ml denga kalor laten pada saat itu sebesar 2323,6 kJ/kg. Hal ini disebabkan oleh temperatur dan tekanan kain ,maupun kaca yang mempengaruhi energi yang diabsorbsi untuk proses evaporasi dan kondensasi.

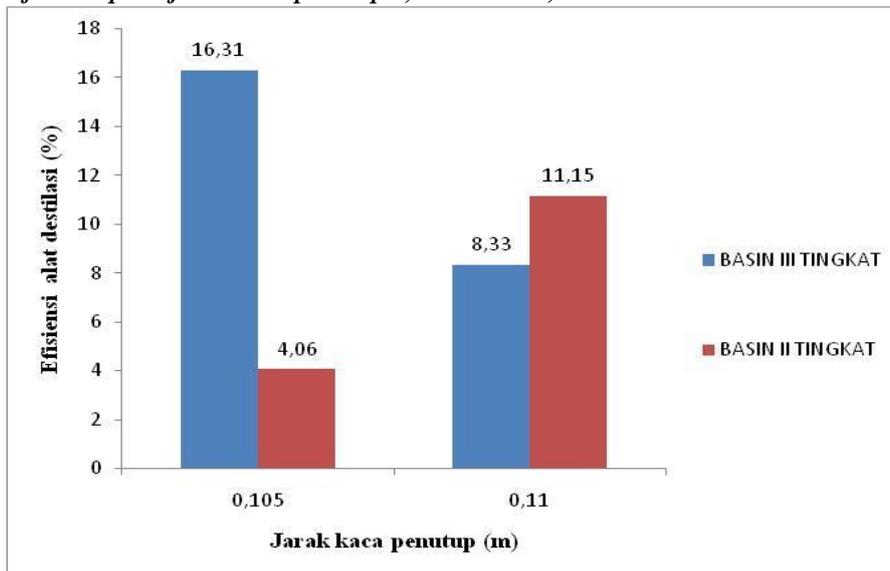
Perbandingan produktivitas air tawar pada jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m.



Gambar 13 : Grafik perbandingan produktivitas air tawar pada jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m.

Dari hasil pengujian dengan variasi jarak kaca penutup dan variasi tingkat pada basin menunjukkan bahwa produktivitas air tawar pada jarak kaca penutup 0,105 m basin tiga tingkat lebih banyak yaitu 416 ml sedangkan pada jarak kaca penutup 0,11 m produktivitas air tawar pada basin dua tingkat lebih banyak yaitu 450 ml. Maka produktivitas air tawar yang paling banyak terdapat pada jarak kaca penutup 0,11 m dengan basin tiga tingkat yang mencapai 217 ml dan basin dua tingkat yang mencapai 450 ml sehingga totalnya 667 ml. Produktivitas air tawar di pengaruhi oleh temperatur dan tekanan kain maupun kaca. Hal ini disebabkan oleh pada perbedaan temperatur dan tekanan di basin tiga dan dua tingkat di jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m. Hal ini juga terjadi karena diteliti di hari yang berbeda sehingga intensitas matahari, temperatur, tekanan setiap harinya berbeda. Sehingga mempengaruhi energi yang diabsorpsi untuk mempercepat proses evaporasi dan kondensasi untuk produksi air tawar.

Perbandingan efisiensi pada jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m.



Gambar 14 : Grafik perbandingan efisiensi destilasi pada jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m.

Hasil pengujian dan analisis, efisiensi alat desalinasi air laut pada jarak kaca penutup 0,105 m basin tiga tingkat efisiensinya lebih besar yaitu 16,31%, sedangkan pada jarak kaca penutup 0,11 m basin dua tingkat efisiensinya lebih besar yaitu 11,15 %. Namun efisiensi tertinggi dari jarak kaca penutup 0,105 m dan 0,11 m terdapat pada jarak kaca penutup 0,105 m, di basin tiga tingkat. Ini membuktikan bahwa energi yang dihasilkan serta produksi air tawar berbanding terbalik dengan efisiensi alat desalinasi. Intensitas matahari dan kalor laten juga mempengaruhi efisiensi alat desalinasi, ketika intensitas matahari semakin besar maka efisiensi semakin kecil dan sebaliknya semakin kecil nilai intensitas matahari maka efisiensi semakin besar.

4. KESIMPULAN

Dalam proses desalinasi air laut menjadi air tawar, intensitas matahari, temperatur, tekanan dan kalor laten sangat berpengaruh pada produktivitas air tawar. Sehingga pengaruh kain flanel terhadap proses desalinasi air laut dengan variasi jarak kaca penutup serta variasi jumlah tingkat pada basin yaitu :

1. Produktivitas air tawar paling banyak terdapat pada jarak kaca penutup 0,11 m baik itu basin tiga tingkat maupun basin dua tingkat dengan total produktivitas air tawarnya yaitu 667 ml.
2. Sedangkan pada variasi jumlah tingkat pada basin, produktivitas air tawar paling banyak terdapat pada basin dua tingkat yaitu 450 ml dengan efisiensi desalinasinya 26,07 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] EDITORIAL, KUPANG TRIBUN NEWS, <https://kupang.tribunnews.com/2019/10/24/krisis-air-bersih-di-palau-pemkabsikka-kirim-air-pakai-kapal-fery>. Diakses: September 2019.
- [2] K. UDHAYABHARATHI, P. Baskar, dkk., “Review Performance Analysis Of Wick Type Solar Stills”, *International Journal of Chemical Sciences*, v. 13, n. 3, pp. 1109-1122, 2015.
- [3] KETUT ASTAWA, dkk., “ Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton”, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, v. 5, n. 1, pp. 7-13, April 2011.
- [4] BELESSIOTIS, V, dkk., “Solar Distillation—Solar Stills”, In : Lisa Reading, *Thermal Solar Desalination - Methods and Systems* , 1 ed, chapter 3, London UK, Academic Press, 2016.
- [5] EDITORIAL, KLINIK HIDROPONIK, <https://klinikhidroponik.com/dasar-sistem-hidroponik-dan-bagaimana-sistem-hidroponik-tersebut-bekerja-bagian-2-wick-system-sistem-sumbu/>. Diakses : September 2019.
- [6] SAPUTRO, ANKIRA, E.N, dkk., “ Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut”, *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, v. 03, n. 01, pp. 61-70, April 2016.
- [7] TARIGAN, B. VASCO, dkk., “An analysis of desalination process with the variation of basin decker type and distance to glass cover collector at angle 25°”, *American Institute of Physics Conference Proceedins*, v. 2062 n. 020029, pp. 1-6, January 2019.
- [8] KAABEL, A.E., “Performance of solar still with a concave wick evaporation surface”. *Twelfth International Water Technology Conference*, v. 34, n. 10, pp. 1504-1509. July 2019.
- [9] KOESTOER, R.A, dkk., “Characteristic Testing of Still X Desalination Technology in Indonesia using Seawater”, *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XVII*, pp. 069-077, Kupang, Oktober 2018.
- [10] KALOGIROU, S. A., “Solar Desalination Systems”, *Solar Energy Engineering – Processes and System.*, 2 ed, chapter 8, Oxford UK. Academic Press, 2014.