



Efisiensi desalinasi air laut dengan menggunakan konsentrasi reflektor parabolik

Efficiency of seawater desalination using parabolic reflector concentration

E. Y. Tae, B. V. Tarigan*, M. Jafri

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto, Kec. Kelapa Lima, Kupang, NTT, 85001, Indonesia. Telepon. (0380) 8815801

*E-mail: ben_tarigan@staf.undana.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 13 June 2024

Accepted 19 August 2024

Available online 01 October 2024

Keywords:

Desalination

Parabolic Reflector

Heat Transfer

Evaporation Rate



Water is very important for the life of living things, many countries in the world are experiencing a clean water crisis. The total global water reserve is less than 1.4 billion km³, of which about 97.5% is in the oceans and the remaining 2.5% is fresh water contained in the atmosphere, ice mountains and groundwater. Desalination is generally the process of removing salt from seawater or saltwater. Desalination of seawater and brackish water can be utilized to increase the availability of clean water. Two types of desalination techniques used can be classified into phase change (heat) and membrane. desalination techniques with phase change processes are processes that utilize changes in a substance under certain temperature conditions. While desalination techniques with membrane processes are processes that focus on filtering a substance accurately. Comparison of desalination efficiency between the three materials in different days is the flanel sheet material, the goni and the combination of flannels and goni. Flanel leaf material has the highest efficiency value on the 1st day with a presentation of 57,71% while the lowest one has a value of 32,24%. Then on the 2nd day the most efficient value is 45,32%, while the least value is 0%. In the first day goni material has a highest efficacy value with a presentation of 34,56%, and a lowest value with 0%. Then the second day trial with the same material has its highest effectiveness value with the presentation of 41,44%, and the lower value with 0%.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 14, No. 2, Oktober 2024, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Sepertiga populasi dunia tinggal di negara-negara dengan air tawar yang tidak mencukupi untuk mendukung populasi. Akibatnya, air dengan kualitas yang dapat diterima menjadi komoditas yang langka. Total cadangan air global adalah kurang dari 1,4 miliar km³, dimana sekitar 97,5% berada di lautan dan sisanya 2,5% merupakan air tawar yang terdapat di atmosfer, pegunungan es dan air tanah. Dari jumlah tersebut, hanya kurang

dari 0,014% yang tersedia langsung untuk manusia dan organisme lain seperti dijelaskan oleh Al-Kharabsheh (2003). Dengan persentase air laut sebagai sumber air yang melimpah di muka bumi tetapi tidak dapat langsung dikonsumsi dikarenakan kandungan garam yang terdapat pada air laut. Untuk mengatasi masalah ini salah satu solusi untuk menghasilkan air bersih yaitu dengan memanfaatkan air laut menggunakan teknologi yang namanya desalinasi.

Desalinasi secara umum merupakan proses memisahkan garam dari air laut atau air asin. Banyak metode desalinasi telah dikembangkan, seperti desalinasi membran, *reverse osmosis*, *electrodialysis*, *multistage flash distillation*, multi-effect distillation dan desalinasi surya antar-muka (*solar-driven interfacial desalination*). Dari beberapa metode tersebut, desalinasi surya antar-muka (*solar-driven interfacial desalination*) telah menarik perhatian karena efisiensinya yang tinggi, biaya terjangkau, dan lebih portabel dibandingkan dengan metode lainnya (Tao dkk., 2020). Selain itu, hanya air desalinasi antar-muka (*solar-driven interfacial desalination*) yang dipanaskan dan diuapkan, sehingga mengurangi kehilangan panas secara signifikan, dan uap air dapat diperoleh dengan mudah. Metode ini dengan mudah mencapai efisiensi konversi fototermal-uap lebih dari 80% (Ni dkk., 2016). Peran panas dalam hal ini matahari sangat penting dalam desalinasi sebagai objek yang memberikan panas. Matahari sebagai salah satu sumber daya yang dapat diperbarui dengan ketersediaan yang melimpah dan mamancarkan energi radiasinya (Joel P. Nababan dkk., 2019). Solar still mampu mengolah air laut menjadi air tawar, namun kuantitas yang dihasilkan masih belum maksimal (Kalogirou, 2005). Perlu adanya tambahan sumber panas atau termal agar menghasilkan panas yang optimal, sehingga dapat mempercepat penguapan dalam solar still.

Parabolic dish atau piringan parabolik merupakan salah satu alat reflektor panas matahari yang banyak digunakan dalam proses tidak langsung solar desalinasi. Penggunaan parabola pada solar still mampu memberikan penambahan kuantitas air tawar sekitar 32-58% apabila dibandingkan dengan desalinasi secara konvensional (Rosari dkk., 2014). Pada tahun 2020 penelitian yang dilakukan oleh Surendra, Dilip Jain dan Ak Singh, air garam disimpan di dalam panci dan dipanaskan. Membandingkan berbagai jenis alat penyulingan tenaga surya, khususnya digunakan sebagai konsentrator, dengan periode percobaan yang hampir sama menunjukkan bahwa unit yang ada memiliki kapasitas yang cukup, dengan Efisiensi harian rata-rata unit dihitung menjadi 34,2% di bulan Mei dan 32,3% (Poonia dkk., 2020a).

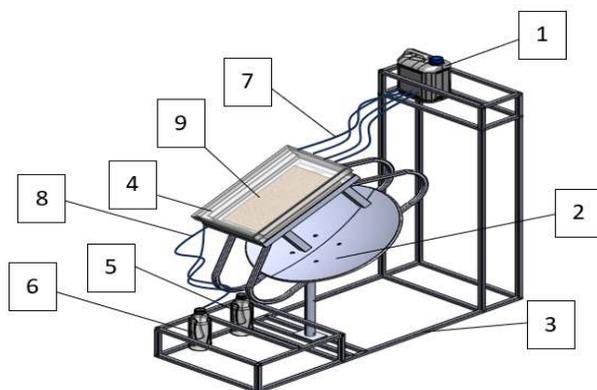
Berdasarkan penjelasan sebelumnya, kali ini air laut yang masuk dan dikontrol pada basin dengan metode tetes atau drepp secara berkala mempunyai tujuan agar material yang berada pada dasar basin tidak terendam ataupun kekeringan melainkan langsung memberikan efek evaporasi ketika pada temperatur ruang yang maksimum. Dengan membedakan antara air yang direndam dalam basin dan air yang dialiri secara berkala atau tetes memberikan gambaran sementara, bahwa air yang dialirkan secara menetes sesudah plat atau material dipanaskan oleh reflektor piringan parabolik di bawah box evaporasi terlebih dahulu dapat mempercepat proses evaporasi daripada air yang direndam, dikarenakan panas yang sudah diserap oleh kolektor atau material sehingga dapat mempercepat laju evaporasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental pada alat desalinasi dengan bantuan reflektor parabolik. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah prototipe desalinasi surya tipe single dengan dimensi basin 30×50 cm dan ketebalan atau tinggi 7 cm. Basin menggunakan kaca dengan ketebalan 5 mm. Untuk meningkatkan penyimpanan kalor dalam basin, ditambahkan material lembaran flanel dan lembaran goni dengan panjang 74 cm, lebar 30 cm untuk menutupi dasar basin yang langsung menangkap cahaya reflektor matahari. Kemudian juga diameter yang ada pada piringan parabola 75 cm dan jarak titik fokus 40 cm dengan rangka dari besi holo sebagai penopang parabola.

Proses merakit dukungan tempat penampung air laut, parabola dan basin dengan mengukur dan memotong kaca sebagai box evaporasi kemudian proses merakit bagian-bagian alat uji yang telah dipotong sesuai ukuran menjadi satu kesatuan setelah itu pemotongan material flanel dan goni menjadi lembaran dengan ukuran yang telah ditentukan.

Prinsip kerja dengan memposisikan alat desalinasi menghadap sesuai arah matahari yang bersamaan dengan parabola, isi basin dengan aliran tetes air yang dikontrol, kemudian termokopel dipasang pada posisinya masing-masing, dan periksa kondisi alat-alat desalinasi termasuk celah-celah udara, debu pada kaca, jalur distilat dan selang serta sesuaikan kemiringan basin, setelah itu persiapkan alat ukur Solar Power Meter dan alat tulis untuk mencatat intensitas matahari dan volume air distilat, serta menyiapkan kamera guna melakukan dokumentasi. Setelah alat ukur dijalankan pada Arduino untuk membaca waktu dan membaca temperatur termokopel pada laptop dengan durasi waktu pengambilan data setiap 5 detik selama 8 jam lalu pengujian kadar garam/salinitas air desalinasi menggunakan salinity meter.



Gambar 1. Desain alat desalinasi. 1. penampung air laut, 2. parabola, 3. rangka, 4. basin, 5. penampung hasil desalinasi, 6. penampung tidak, terdesalinasi 7. selang aliran 8. selang aliran air hasil desalinasi dan air yang tidak terdesalinasi, 9 lembaran material.



Gambar 2. Pengujian alat desalinasi dengan konsentrasi reflektor parabolik

Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Table 1. Alat dan bahan	
Nama	Spesifikasi
Arduino mega	Dimensi 101,52 mm × 53,3 mm, pin digital i/o 54, tegangan operasi 5 v, memori flash 256 kb
Termokopel max6675 tipe-k	Tegangan kerja 3v – 5v, rentang pengukuran suhu 0°C – 800°C, akurasi suhu 0,25°C
Leptop	Merk asus x415, prosesor i5-1035g1, ram 8 gb, os windows 10
Solar power meter spm-1116sd	Dimensi 182 x 73 x 47.5, resolusi 0.1 w/m ² , kisaran kesalahan ± 5%, rentang 0,1 – 2000 w/m ²
Salinity meter	Dimensi 183×37×37 mm, rentang tds 0 – 1000 rpm ;10.1 – 200.0 ppt
Kaca Bening	Tebal 5 mm
Selang	Diameter 6 mm
Selang infus	Diameter 3 mm

Jerigen	Kapasitas 5 l
Besi hollow	Diameter 15x15 mm, tebal 1 mm
Besi siku	Tebal 1,1 mm
Stiker kaca film silver	Tebal 0,1 mm
Baut	Diameter 10 mm
Lem	Silicone sealant 300 ml
Roda	Tingg 5 inc
Parabola	Diameter 75 cm
Material lembaran flanel dan goni	Panjang 47 cm, lebar 30 cm

Laju perpindahan panas secara radiasi yang terjadi pada matahari yang merambat masuk kedalam basin dapat di hitung menggunakan persamaan Belessiotis and Delyannis (2016):

$$q_{rwg} = h_{rwg} (T_w - T_{gi}) \tag{1}$$

$$h_{rwg} = \sigma \epsilon (T_w^2 - T_{gi}^2) (T_w - T_{gi}) \tag{2}$$

dengan h_{rwg} adalah koefisien perpindahan panas radiasi (W/m²K), σ adalah konstanta Stefan-Boltzmann = 5,669×10⁻⁸ (W/m²K), ϵ adalah emisivitas, T_w adalah temperatur permukaan air (°C), T_{gi} adalah temperatur permukaan kaca (°C). Laju perpindahan panas secara konveksi yang terjadi pada pada permukaan air basin dapat di hitung menggunakan persamaan Belessiotis and Delyannis (2016):

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

$$h_{cwg} = 0,884 \left[(T_w - T_{gi}) + \frac{P_w - P_{gi}}{2016 - P_w} \right]^{1/3} \tag{4}$$

dengan h_{cwg} adalah koefisien perpindahan panas konveksi (W/m²K), P_w adalah tekanan permukaan air (Pa), P_{gi} adalah tekanan permukaan kaca (Pa). Koefisien perpindahan panas evaporasi dari permukaan air ke bagian dalam penutup kaca pada basin dapat dihitung menggunakan persamaan Belessiotis and Delyannis (2016):

$$q_{ewg} = \frac{16,276 \times 10^{-3} (P_w - P_{gi})}{(T_w - T_{gi})} q_{cwg} \tag{5}$$

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

dengan h_{ewg} adalah koefisien perpindahan panas evaporasi (W/m²K), h_{fg} adalah entalpi evaporasi (J/kg). Berapa persen efisiensi desalinasi dapat dihitung dengan persamaan Belessiotis and Delyannis (2016):

$$\eta_d = \frac{m_d \times h_{fg}}{A \times I_s} \times 100\% \tag{7}$$

dengan η_d diberikan oleh energi yang digunakan penguapan air (%), m_d adalah total massa air (kg/jam), A adalah luas penampang absorber (m²), I_s adalah intensitas matahari (W/m²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan 1 (satu) basin dengan dimensi yaitu 30×50 cm dan tinggi 7 cm, kemudian pada dasar basin diletakan material berupa lembaran flanel dan goni. Pengambilan data dimulai dari jam 08.00-16.00 WITA selama 8 jam dengan interval waktu setiap 5 detik secara real time. Pengambilan data suhu yang diberikan dengan simbol (T) sebagai suhu atau temperatur pada setiap sudut dalam basin yaitu suhu atas kaca luar (T1), suhu atas kaca dalam (T2), suhu ruangan dalam basin (T3), suhu material dalam basin (T4), suhu bawah kaca dalam (T5), suhu bawah kaca luar (T6). Penelitian ini juga mengumpulkan data intensitas matahari dan produksi air pada interval waktu setiap 1 jam dengan tujuan untuk mengakumulasi suhu rata-rata. Proses pengujian dilakukan dengan mengukur suhu menggunakan termokopel tipe K yang disambung pada Arduinomega. Arduino diprogram untuk mencatat tiap suhu yang disensor oleh termokopel setiap 5 detik.

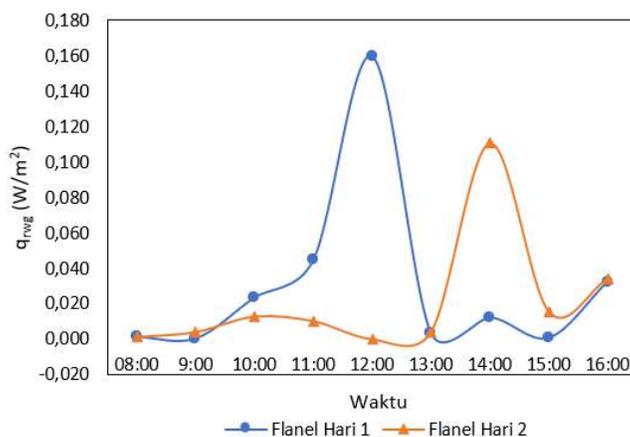
Pada proses penelitian ditambahkan dua material penyerap yaitu lembaran flanel berwarna hitam, dan lembaran goni berwarna coklat dengan ketebalan masing-masing material 3 mm. Pada hari ke-1 dengan material penyerap lembaran flanel hitam dimana cuaca cerah berawan, suhu pada atas kaca luar tertinggi yaitu 70,25°C pada pukul 15:00, sedangkan suhu terendah yaitu 48,25°C pada pukul 08:00. Pada suhu atas kaca dalam memiliki suhu tertinggi yaitu 85 °C pada pukul 15:00, sedangkan suhu terendah yaitu 53°C pada pukul 08:00. Kemudian suhu ruang dalam basin memiliki suhu tertinggi yaitu 111,5 °C pada pukul 09:00 dan 15:00, sedangkan suhu terendah 62°C pada pukul 08:00. Kemudian suhu material dalam basin tertinggi 89,5°C pada pukul 10:00, sedangkan suhu terendah yaitu 51,1°C pada pukul 08:00. Suhu pada bawah kaca dalam memiliki nilai tertinggi yaitu 98°C pada pukul 15:00, kemudian suhu terendah yaitu 52,5 pada pukul 08:00. Suhu pada

bawah kaca luar tertinggi yaitu 100,25°C pada pukul 15:00, kemudian suhu terendah yaitu 55,75°C pada pukul 08:00.

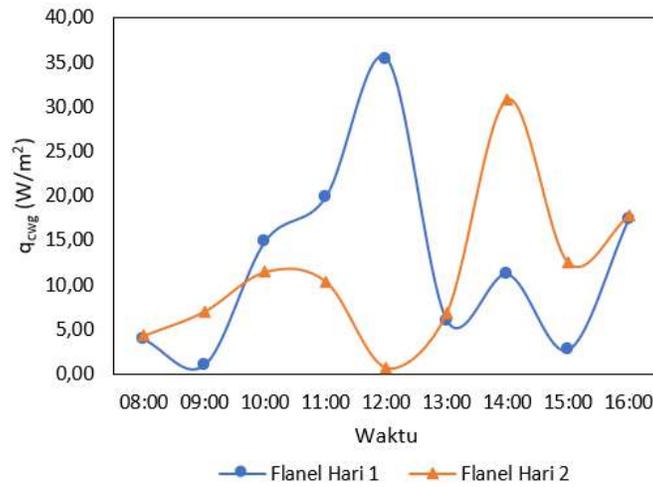
Pada hari ke-2 dengan material penyerap lembaran flanel hitam dimana cuaca cerah sedikit berawan, suhu pada atas kaca luar tertinggi yaitu 68,20°C pada pukul 10:00, sedangkan suhu terendah yaitu 35,81°C pada pukul 14:00. Pada suhu atas kaca dalam memiliki suhu tertinggi yaitu 85,40°C pada pukul 12:00, sedangkan suhu terendah yaitu 48,25°C pada pukul 08:00. Kemudian suhu ruang dalam basin memiliki suhu tertinggi yaitu 135°C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 60,6°C pada pukul 14:00. Kemudian suhu material dalam basin tertinggi 89,43°C pada pukul 13:00, sedangkan suhu terendah yaitu 51,5°C pada pukul 08:00. Suhu pada bawah kaca dalam memiliki nilai tertinggi yaitu 81,42°C pada pukul 16:00, kemudian suhu terendah yaitu 40°C pada pukul 08:00. Suhu pada bawah kaca luar tertinggi yaitu 82,12°C pada pukul 15:00, kemudian suhu terendah yaitu 43,5°C pada pukul 08:00.

Pada penelitian dengan material lembaran goni berwarna coklat hari ke-1 suhu pada atas kaca luar tertinggi yaitu 68,44°C pada pukul 10:00, sedangkan suhu terendah 42°C pada pukul 08:00. Suhu atas kaca dalam memiliki suhu tertinggi 76,60°C pada pukul 10:00, kemudian suhu terendah yaitu 41°C pada pukul 08:00. Suhu ruang dalam basin memiliki suhu tertinggi 136,72°C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 47,25°C pada pukul 08:00. Suhu material dalam basin memiliki suhu tertinggi 82,74°C pada pukul 09:00, sedangkan suhu terendah 43,5°C pada pukul 08:00. Suhu bawah kaca dalam memiliki suhu tertinggi 67,50°C pada pukul 12:00, sedangkan suhu terendah 40°C pada pukul 08:00. Suhu bawa kaca luar memiliki suhu tertinggi 67,44°C pada pukul 09:00, sedangkan suhu terendah 39,25°C pada pukul 08:00. Kemudian pada hari ke-2, penelitian menggunakan material yang sama yaitu lembaran goni berwarna coklat. Dimana suhu pada atas kaca luar tertinggi yaitu 72,5 °C pada pukul 12:00, sedangkan suhu terendah 43,25°C pada pukul 08:00. Suhu atas kaca dalam memiliki suhu tertinggi 87°C pada pukul 10:00, kemudian suhu terendah yaitu 43,25°C pada pukul 08:00. Suhu ruang dalam basin memiliki suhu tertinggi 112°C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 62,25°C pada pukul 08:00. Suhu material dalam basin memiliki suhu tertinggi 94,75°C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 42°C pada pukul 08:00. Suhu bawah kaca dalam memiliki suhu tertinggi 113,75 °C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 41,75°C pada pukul 08:00. Suhu bawa kaca luar memiliki suhu tertinggi 76°C pada pukul 11:00, sedangkan suhu terendah 37°C pada pukul 16:00.

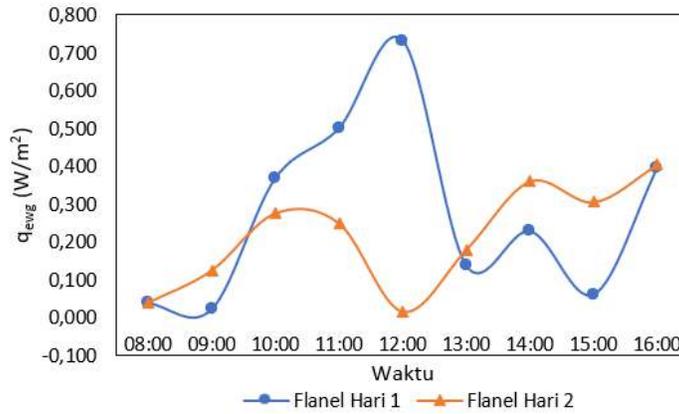
Dalam menganalisis data, digunakan data temperatur dengan interval waktu 5 detik. Nilai suhu atau temperatur yang digunakan pada perhitungan adalah nilai suhu pada kaca bagian dalam T_{gi} , dan suhu pada permukaan air T_w , sehingga dilakukan akumulasi untuk nilai rata-rata tiap jam agar dapat menentukan nilai T_{gi} dan T_w . Dari nilai tersebutlah diambil nilai rata-rata selama 8 jam. Pengukuran suhu material lembaran flanel hari-1 saat penelitian yaitu pada suhu permukaan kaca bagian dalam T_{gi} 76,78°C, kemudian suhu permukaan air T_w 84,05 °C. Penelitian hari ke-2 dengan material yang sama, dimana suhu permukaan kaca T_{gi} 73,45°C sedangkan suhu permukaan air T_w 82,62°C. Sedangkan suhu rata-rata untuk material lembaran goni pada percobaan hari ke-1 yaitu suhu permukaan kaca dalam T_{gi} 80,67°C, sedangkan untuk suhu pada permukaan air T_w yaitu 87,08°C. Kemudian percobaan hari ke-2 dengan material yang sama yaitu suhu permukaan kaca dalam T_{gi} 68,40°C, sedangkan suhu pada permukaan air yaitu T_w 74,89°C. Kemudian dilakukan penggabungan antara lembaran flanel dan goni, dimana percobaan dilakukan sebanyak dua kali dengan menukar posisi material. Pada penelitian hari ke-1 goni bagian atas dan flanel bagian bawah, dimana suhu permukaan kaca bagian dalam T_{gi} 80,56°C, sedangkan suhu permukaan air T_w 88,20°C. Kemudian hari ke-2 flanel bagian atas dan goni bagian bawah, dimana suhu permukaan kaca T_{gi} 85,76°C, sedangkan suhu permukaan air T_w 95,50°C. Berikut dibawah adalah gambar 3, 4, 5 dan 6 dari perhitungan perpindahan panas dengan material penyerap lembaran flanel.



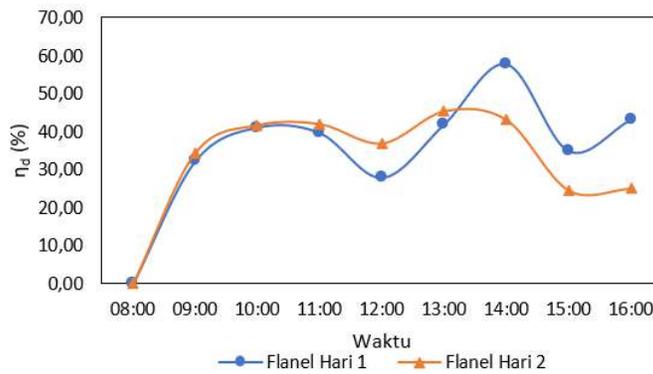
Gambar 3. Perpindahan panas radiasi flanel



Gambar 4. Perpindahan panas konveksi flanel



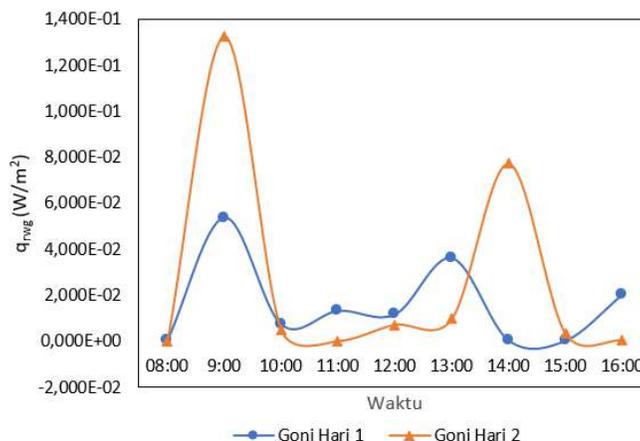
Gambar 5. Laju evaporasi flanel



Gambar 6. Efisiensi desalinasi flanel

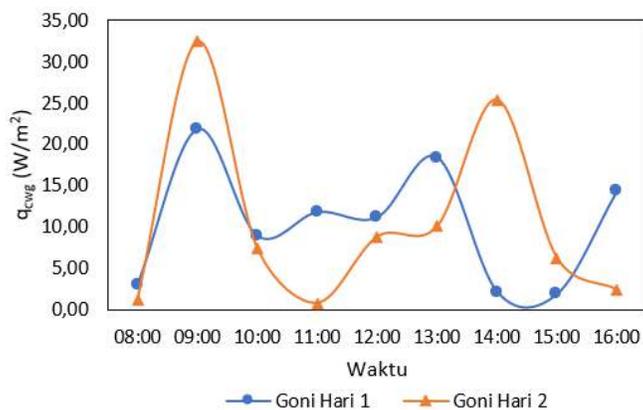
Pada gambar 2, flanel hari ke-1 dimana nilai q_{rwg} tertinggi yaitu $1,596 \times 10^{-1}$ W/m, sedangkan yang terendah yaitu $4,881 \times 10^{-4}$ W/m², kemudian pada hari ke-2 nilai q_{rwg} tertinggi yaitu $1,106 \times 10^{-1}$ W/m². Kemudian pada gambar 3, hari ke-1 nilai q_{cwvg} tertinggi pada material flanel $35,35$ W/m² dan yang terendah 1 W/m². Pada

hari ke-2 dengan material yang sama nilai q_{ewg} tertinggi yaitu $17,72 \text{ W/m}^2$, sedangkan nilai terendah yaitu $0,62 \text{ W/m}^2$. Pada gambar 4, nilai q_{ewg} dengan material dalam basin yaitu flanel pada hari ke-1 memiliki nilai tertinggi $7,320 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$, dan nilai q_{ewg} yang terendah $2,051 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$. Sedangkan pada hari ke-2 dengan material yang sama nilai q_{ewg} tertinggi $4,044 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$, sedangkan nilai yang terendah yaitu $1,584 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$. Kemudian untuk efisiensi desalinasi pada gambar 5, material lembaran flanel memiliki nilai efisiensi tertinggi yaitu pada hari ke-1 dengan presentase $57,71\%$ sedangkan yang terendah dengan nilai $32,24\%$. Kemudian pada hari ke-2 nilai efisiensi tertinggi $45,32\%$, sedangkan nilai terendah 0% . Berikut dibawah ini adalah gambar 7, 8, 9 dan 10 dengan material penyerap lembaran goni.



Gambar 7. Perpindahan panas radiasi goni

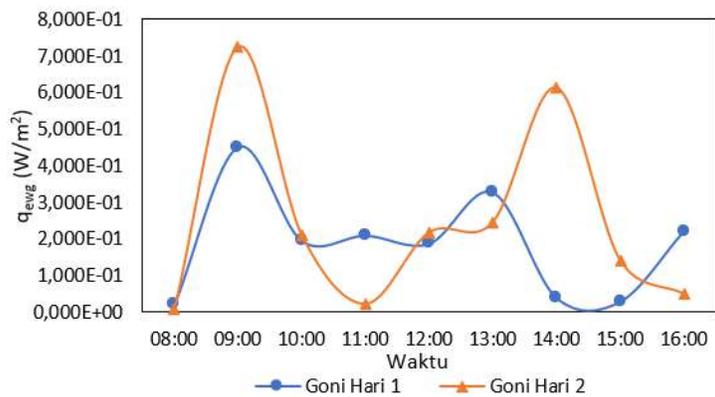
Pada gambar 6, material lembaran goni hari ke-1 nilai q_{rwg} tertinggi yaitu $5,360 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$, sedangkan nilai yang terendah $2,167 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$. Kemudian pada hari ke-2 nilai q_{rwg} yang tertinggi yaitu $1,325 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$, kemudian nilai terendah $6,993 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$. Kemudian pada gambar 7, pada hari ke-1 dengan material lembaran goni, nilai q_{ewg} yang tertinggi $21,76 \text{ W/m}^2$ dan yang terendah $1,91 \text{ W/m}^2$. Sedangkan hari ke-2 dengan material lembaran goni, nilai q_{ewg} yang tertinggi $32,42 \text{ W/m}^2$ dan yang terendah $0,77 \text{ W/m}^2$. Gambar 8, hari ke-1 dengan material goni, nilai q_{ewg} yang tertinggi $4,516 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$, dan nilai yang terendah $3,983 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$. Kemudian percobaan hari ke-2 dengan material yang sama nilai q_{ewg} yang tertinggi $7,254 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$, dan nilai yang terendah $4,906 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$. Pada gambar 9, material goni hari ke-1 memiliki nilai efisiensi desalinasi tertinggi yaitu dengan presentase $34,56\%$, dan nilai terendah yaitu 0% . Kemudian percobaan hari ke-2 dengan material yang sama memiliki nilai efisiensi tertinggi yaitu dengan presentase $41,44\%$, dan nilai terendah yaitu 0% .



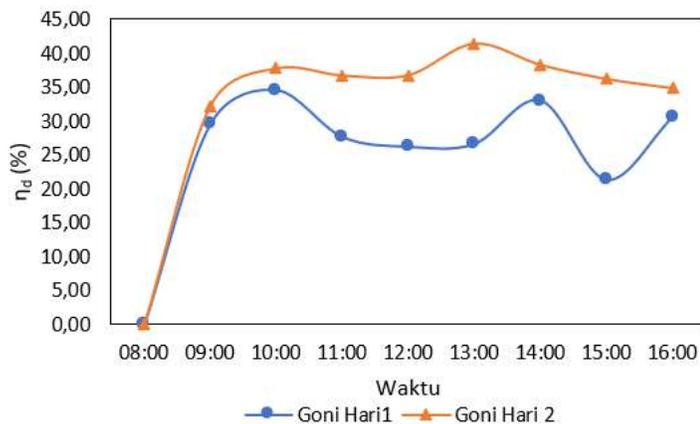
Gambar 8. Perpindahan panas konveksi goni

Gambar 8 menunjukkan perbedaan yang jelas antara material kain flanel, serat goni. Perpindahan panas radiasi yang terjadi dan menimpa suatu permukaan bahan, maka sebagian radiasi itu akan dipantulkan (refleksi), sebagian diserap (absorpsi), dan sebagian lagi diteruskan (transmisi). Radiasi matahari yang terkena permukaan kaca basin, sebagian direfleksikan ke lingkungan dan sebagian merambat dalam ruang basin dan diserap oleh material. Dalam proses desalinasi, hubungan antara perpindahan panas radiasi dan hubungan karakteristik kain

flanel hitam, serat goni, dan gabungan kedua material tersebut sebagai penyerap dalam proses perpindahan panas radiasi yang terjadi dalam basin.



Gambar 9. Laju evaporasi goni



Gambar 10. Efisiensi desalinasi goni

Hubungan dari karakteristik penyerap terhadap perpindahan panas konveksi, dimana karakter dari material penyerap memiliki nilai konduktivitas termalnya masing-masing yang mempengaruhi perpindahan panas konveksi pada aliran dalam basin, dan juga tekanan udara yang membawa uap (Jamilah dkk., 2021). Nilai konduktivitas termal flanel hitam lebih unggul dibandingkan goni. Mengapa demikian, karena flanel berwarna hitam cenderung lebih bagus dalam menyerap panas daripada goni yang berwarna coklat yang nilai konduktivitas termalnya tidak sebaik flanel hitam. Dengan demikian, perpindahan panas konveksi pada material penyerap akan terjadi di sekitar permukaan air, di mana udara hangat naik dan udara dingin mengalir ke bawah untuk menggantikannya. Laju evaporasi yang terjadi pada kain flanel, serat goni dan gabungan flanel goni. Karakteristik lembaran flanel, lembaran goni dan gabungan kedua material tersebut membantu dalam menjaga suhu dalam basin agar tetap stabil saat terkena suhu yang tinggi secara tiba-tiba, dimana air yang jatuh dalam basin langsung menguap dengan singkat yang berakibat pada pecah termal. Kemudian ke tiga material tersebut menyerap panas pada basin yang menerima paparan konsentrasi dari reflektor parabolik yang tidak merata, agar panas tidak terfokus pada satu titik saja. Suhu yang naik secara singkat berpengaruh terhadap tekanan dalam basin. Tekanan pada permukaan kaca dan tekanan pada permukaan air tidak dapat terjadi tanpa ada yang mempengaruhinya. Jika air dalam basin dipanaskan oleh sinar matahari (radiasi), maka pemanasan ini dapat menyebabkan air menjadi lebih panas dan mengalami ekspansi termal. Ekspansi termal ini akan meningkatkan volume air dalam basin, yang kemudian akan meningkatkan tekanan dalam basin (Bara, 2016). Selain itu, panas yang ditransfer ke air oleh sinar matahari juga dapat menyebabkan konveksi di permukaan air, di mana air panas naik dan air dingin tenggelam. Proses konveksi ini dapat membantu dalam penyebaran panas secara merata di dalam basin, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi tekanan pada permukaan kaca, dan tekanan pada permukaan air.

Poonia dkk. (2020) efisiensi desalinasi merujuk pada seberapa efisien proses penghilangan garam dari air laut atau air payau untuk menghasilkan air tawar. Ini adalah ukuran dari seberapa baik sistem desalinasi bekerja dalam mengkonversi air laut menjadi air tawar yang dapat digunakan. Energi yang terpakai selama proses desalinasi sangat berpengaruh pada efisiensi dalam sistem, dimana semakin sedikit energi yang diperlukan maka akan semakin bagus nilai efisiennya. Merujuk pada nilai intensitas, temperatur, luas permukaan dan hasil distilat, sehingga pada proses desalinasi nilai efisiensi yang tertinggi diperoleh pada material kain flanel saja.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tetesan atau dripping membantu dalam laju evaporasi. Suhu yang diperoleh dari material penyerap yang digunakan menunjukkan nilai hasil efisiensi desalinasi yang berbeda. Lembaran material flanel hari ke-1 memiliki nilai rata-rata efisiensi desalinasi 39,80%, kemudian hari ke-2 dengan nilai efisiensi desalinasi 36,60%. Sedangkan dengan lembaran goni hari ke-1 memiliki nilai rata-rata efisiensi desalinasi 28,70%, kemudian hari ke-2 dengan nilai efisiensi desalinasi 36,80%. Gabungan kedua material lembaran flanel dan goni, dimana hari ke-1 memiliki nilai rata-rata efisiensi desalinasi 45,39%, sedangkan hari ke-2 memiliki nilai rata-rata efisiensi desalinasi 35,83%. Penambahan material penyerap dalam basin berupa lembaran flanel hitam dan lembaran goni membantu dalam menstabilkan suhu dalam basin, dan juga membantu dalam mentransmisikan air ke semua sisi dasar basin agar air dapat merata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Teknik Mesin atas bantuan alat penelitian yang digunakan. Yang ke tiga penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin di Universitas Nusa Cendana atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR NOTASI

A	: Luas absorber (m^2)
I_s	: Intensitas cahaya matahari (W/m^2)
η_d	: Efisiensi Dessalinasi (%)
q_{rwg}	: Kalor radiasi (W/m^2)
q_{cwg}	: Kalor konveksi (W/m^2)
q_{rwg}	: Kalor laju evaporasi (W/m^2)
n_d	: Efisiensi Desalinasi (%)
h	: Koefisien konveksi, radiasi (W/m^2K)
T_w	: Temperatur permukaan air ($^{\circ}C$)
T_{gi}	: Temperatur permukaan kaca ($^{\circ}C$)
P_w	: Tekanan permukaan air (kPa)
P_{gi}	: Tekanan permukaan kaca (kPa)
h_{fg}	: Entalpi evaporasi (kJ/kg)

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kharabsheh, S., Theoretical and experimental analysis of water desalination system using low grade solar heat, 2003.
- Bara, D. A., AdiSucipto, J., Pengaruh tebal kaca penutup terhadap efisiensi kolektor surya pelat gelombang tipe v pada proses destilasi air laut. 03(02), 2016.
- Belessiotis, V., Kalogirou, S., Delyannis, E., Thermal solar desalination: Methods and systems. Academic Press is an imprint of Elsevier, 2016.
- Husniyyah, H. H., Ajiwiguna, T. A., Analisis efisiensi pada concentrated solar thermal collector tipe parabolik, 2019.
- Jamilah, J. J., Oktavia, F. R., Nafita, S. W., Pengaruh material yang berbeda terhadap laju perpindahan panas, Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER), 3(1), 1, 2021.
- Nababan, J.P., Ambarita, H., Pintoro, A., Napitupulu F.H., Rancang bangun alat desalinasi air laut tenaga surya sistem pasif kemiringan ganda dengan air sebagai pendingin kaca luar, Dinamis, 7(2), 11, 2019.
- Kalogirou, S., Seawater desalination using renewable energy sources, Progress in Energy and Combustion Science, 31(3), 242–281, 2005.
- Ni, G., Li, G., Boriskina, S. V., Li, H., Yang, W., Zhang, T., Chen, G., Steam generation under one sun enabled by a floating structure with thermal concentration. Nature Energy, 1(9), 16126, 2016.

- Poonia, S., Singh, A. K., Jain, D., Design development and performance evaluation of concentrating solar thermal desalination device for hot arid region of India, *Desalination And Water Treatment*, 205, 1–11, 2020.
- Poonia, S., Singh, A. K., Jain, D., Design development and performance evaluation of concentrating solar thermal desalination device for hot arid region of India, *Desalination And Water Treatment*, 205, 1–11, 2020.
- Rosari, T., Hadi, W., Masduqi, A., Desalinasi air payau menggunakan energi solar dengan parabolic trough, *Jurnal Purifikasi*, 14(1), 55–64, 2014.
- Tao, F., Garcia, A.V., Xiao, T., Zhang, Y., Yin, Y., Chen, X., Interfacial solar vapor generation introducing students to experimental procedures and analysis for efficiently harvesting energy and generating vapor at the air–water interface, *Journal of Chemical Education*, 97(4), 1093–1100, 2020.