

Eksperimen Basin Desalinasi *Solar Still* Sistem Talang Bertingkat Lereng Tunggal

Fransiskus Efendi Naihati¹, Muhamad Jafri^{2*}, Ben V. Tarigan³, Matheus M. Dwinanto⁴, Gusnawati⁵, Adi Y. Tobe⁶

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: muhamad_jafri@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan talang bertingkat terhadap volume produksi dan efisiensi sistem desalinasi. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan dua jenis basin, yaitu Basin tanpa satu talang (Basin A) dan Basin dengan saluran bertingkat (basin B). Hasil pengujian menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari tertinggi mencapai $1409,77 \text{ W/m}^2$, yang menyebabkan peningkatan temperatur air laut dan laju evaporasi. Produksi air tawar meningkat seiring waktu pengujian, dengan total volume distilat rata-rata Basin A sebesar 1284 ml dan Basin B sebesar 971 ml. Pada Basin B, distribusi kondensat menunjukkan bahwa talang II menghasilkan volume distilat terbesar. Efisiensi maksimum yang diperoleh masing-masing basin adalah 2,55% untuk Basin A dan 2,05% untuk Basin B. Secara umum, penggunaan talang bertingkat kurang memperbaiki distribusi kondensat dan tidak meningkatkan efektivitas proses kondensasi.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of the use of multilevel gutters on the production volume and efficiency of the desalination system. The method used is an experimental method with two types of basins, namely a basin without a gutter (Basin A) and a basin with multilevel channels (Basin B). The test results show that the highest solar radiation intensity reaches 1409.77 W/m^2 , which causes an increase in seawater temperature and evaporation rate. Freshwater production increases over the test time, with an average total distillate volume of Basin A of 1284 ml and Basin B of 971 ml. In Basin B, the condensate distribution shows that gutter II produces the largest distillate volume. The maximum efficiency obtained by each basin is 2.55% for Basin A and 2.05% for Basin B. In general, the use of multilevel gutters does not improve condensate distribution and does not increase the effectiveness of the condensation process.

Keywords: *Solar still desalination; Multi-level gutters; Desalination efficiency*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air bersih di berbagai belahan bumi cukup mendapat perhatian para peneliti dalam mencari sumber air alternatif [1]. Sumber air alternatif yang keberadaanya menempati hampir 97% dari sumber air dunia adalah air laut [2]. Namun keberadaan unsur garam yang tinggi, air laut tidak dapat dikonsumsi langsung. Perkembangan teknologi mampu menghadirkan alat yang merubah air laut menjadi air bersih seperti teknologi desalinasi.

Seiring meningkatnya permintaan air tawar, berbagai teknik desalinasi telah dikembangkan, termasuk osmosis terbalik, distilasi membran, humidifikasi-dehumidifikasi, elektrodialisis, distilasi multi-efek, deionisasi kapasitif [3], [4], [5], [6]. Meskipun efektif, sebagian besar teknologi tersebut masih sangat bergantung pada energi termal atau listrik yang umumnya bersumber dari bahan bakar fosil, yang ketersediaannya semakin terbatas serta menimbulkan emisi karbon yang tinggi. Emisi global dari sistem desalinasi berbasis fosil selama 25 tahun terakhir diperkirakan telah melampaui 400 juta ton karbon per tahun. Kondisi ini mendorong perlunya pemanfaatan sumber energi terbarukan, seperti energi surya, sebagai alternatif utama [7], [8]. Desalinasi surya (solar desalination)

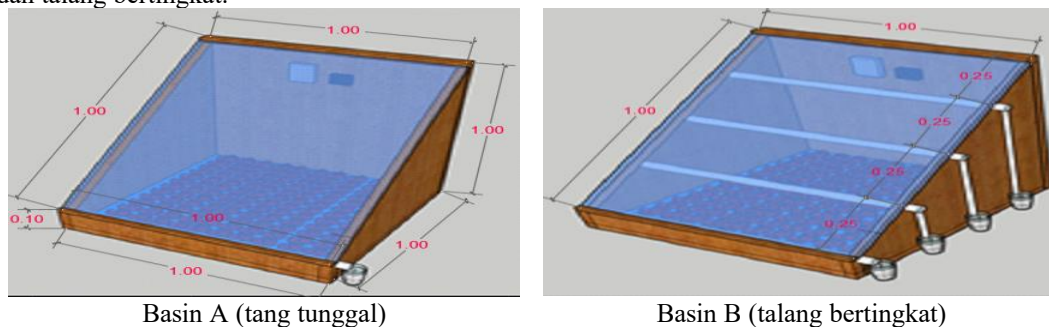
menjadi salah satu opsi yang menarik karena memanfaatkan radiasi matahari sebagai pendorong utama proses evaporasi. Panas dari radiasi matahari masuk ke dalam basin untuk menguapkan air laut dan kemudian mengkondensasikannya menjadi air tawar. Hal ini telah diteliti tentang konsentrasi reflektor parabolik, juga diteliti oleh [9], penggunaan saluran bertingkat pada basin lereng tunggal [10], Tinggi Cover Collector Distilasi [11], variasi jarak kaca penutup [12], sudut kaca dan jenis kaca [13]. Namun, teknologi konvensional ini umumnya memiliki efisiensi yang relatif rendah akibat kehilangan panas yang cukup besar.

Dalam rangka meningkatkan kinerja desalinasi surya tipe basin, berbagai inovasi telah dikembangkan, salah satunya dengan menambahkan material penyerap dan penyimpan panas radiasi matahari. Material ini berperan dalam meningkatkan laju penguapan, efisiensi, dan total distilat yang dihasilkan. Berbagai jenis material telah diteliti, namun sebagian di antaranya membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Arang dari kayu merupakan salah satu material yang menjanjikan karena memiliki kemampuan penyerapan energi termal dan porositas yang tinggi. Penelitian sebelumnya, menggunakan briket arang kayu kusambi [14], [15], ketebalan briket arang [16], sistem blok arang [17], briket arang tempurung kelapa [18].

Namun terdapat fenomena yang perlu diatasi di mana proses kondensasi pada permukaan kaca penutup bagian dalam tidak berlangsung sempurna. Butiran destilat yang terbentuk jauh pada daerah yang jauh dari saluran air yang jumlah satu dan berada pada bagian bawah basin jatuh kembali ke air laut dalam basin. Sedangkan butiran destilat yang terbentuk dekat dengan saluran tetap masuk ke dalam saluran. Maka pemecahan fenomena ini adalah membentuk talang bertingkat agar semua butiran destilat yang terbentuk masuk ke dalam talang dan teruskan ke penampung yang ada diluar basin.

2. METODOLOGI

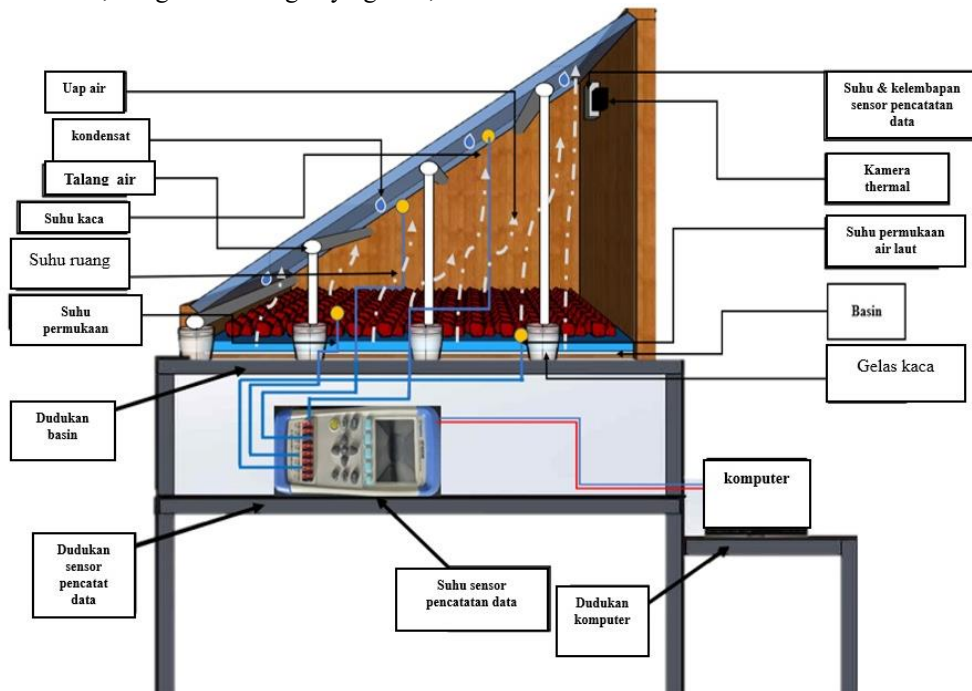
Dua buah basin *solar still* ini memiliki karakteristik sama yaitu: luas permukaan 1 m²; bahan pembentuk basin bagian dalam akrilik 4 mm, bagian tengah styrofoam 10 mm dan bagian luar papan plywood 120 mm; media penyerap kalor adalah plat kolektor dan tambahan bongkahan arang (*Combined bottom heating and top heating solar desalination method*); penutup basin berbahan kaca 5 mm. Perbedaan 2 buah basin menunjukkan variabel pengujian; yaitu menggunakan talang tunggal dan talang bertingkat.



Gambar 1 Desain variabel bebas penelitian

Pengambilan data saat pengujian dilakukan setiap 30 menit secara realtime dari jam 08:00 - 16:00 sore. Data-data yang diukur adalah salinitas air laut, intensitas radiasi matahari, temperatur (permukaan air laut, permukaan bongkahan arang, ruang basin, permukaan bagian dalam kaca penutup dan lingkungan), kelembaban dalam basin, serta dan volume air desalinasi. Sedangkan alat-alat uji yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : *Salinity meter*, *Solar Power Meter SM206*, *AT4208 Multi-Chanel Temperature Data Logger*, Data logger temperatur dan kelembaban *Elitech*

RC-4HC, gelas ukur dan PC atau Laptop. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut, bongkahan arang kayu gamal, dan isolator.



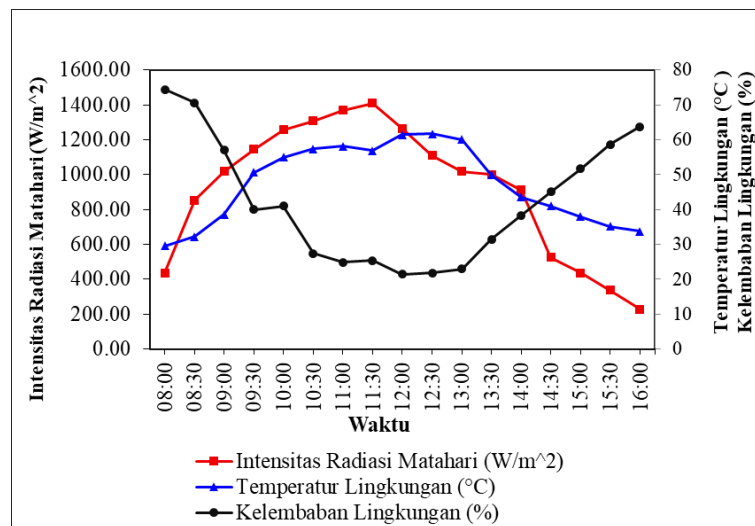
Gambar 2 Instalasi pengujian

Penelitian ini memiliki prosedur sebagai berikut; a) menempatkan 2 buah media uji yaitu basin A dan basin B berderet dan menghadap ke utara; b) mengukur salinitas air laut; c) menempatkan gelas ukur pada saluran keluar sisi bawa basin; d) mengisi air ke dalam basin; e) menempatkan bongkahan arang dalam basin, f) menempatkan thermokopel pada permukaan air laut, permukaan bongkahan arang, ruang basin, penutup basin bagian dalam, g) menempatkan alat ukur kelembaban dalam basin, h) menutup basin, i) memasang isolator pada bagian sambungan, j) menempatkan thermokopel di sekitar basin.

Data-data hasil pengujian di analisis untuk memperoleh nilai perpindahan panas dan efisiensi desalinasi. Dalam analisis perpindahan panas, yang dianalisis adalah perpindahan panas konveksi, radiasi dan evaporasi antara permukaan air laut permukaan dalam kaca penutup.

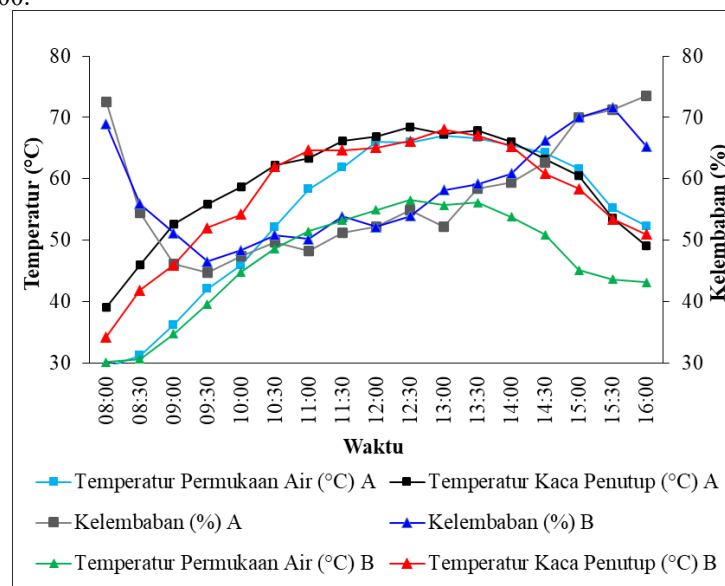
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem desalinasi air laut berbasis energi matahari dilakukan dengan mengukur intensitas radiasi matahari, temperatur dalam dan luar basin serta kelembaban dalam basin. Data-data ini diukur secara berkala setiap 30 menit mulai pukul 08.00 WITA hingga 16.00 WITA. Data hasil pengukuran ditunjukkan dalam bentuk tabel dan grafik berikut ini.



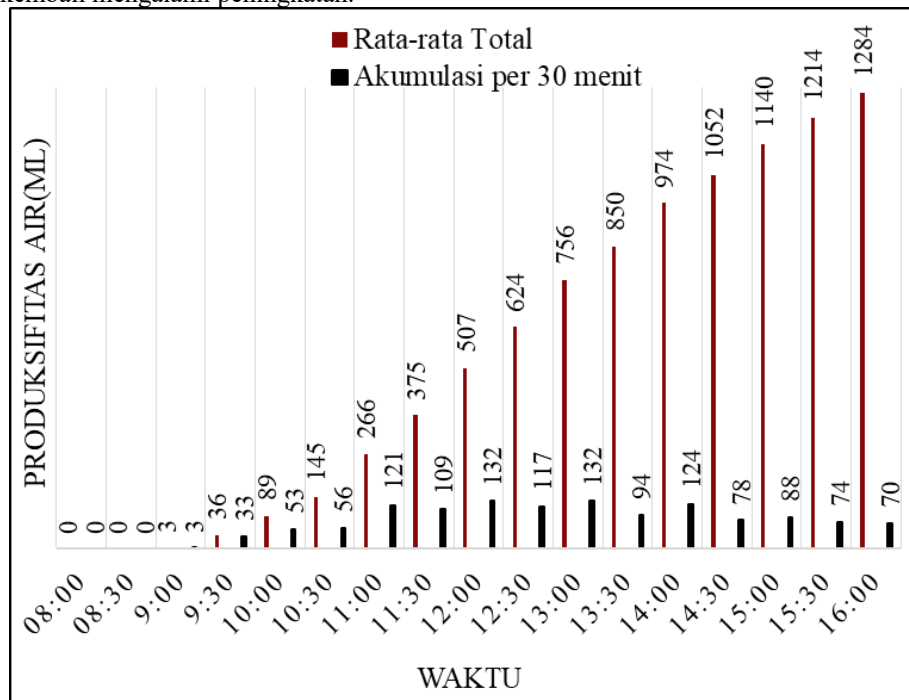
Gambar 3. Grafik hubungan antara intensitas radiasi matahari terhadap temperatur dan kelembaban ruangan

Gambar 3 merupakan grafik hasil pengujian yang menunjukkan bahwa perubahan temperatur dan kelembaban dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan waktu pengujian. Intensitas radiasi matahari meningkat mulai dari pukul 8:00 hingga puncak tertinggi di pukul 11:30, menurun pada pukul 11:30 hingga titik terendahnya pada pukul 16:00. Sedangkan temperatur mulai meningkat pada pukul 8:00 hingga 12:00 kemudian mulai menurun pada pukul 13:00 hingga titik terendahnya pada pukul 16:00. Sementara itu berbanding terbalik dengan kelembaban ruang basin mulai menurun pada pukul 8:00 sampai pada pukul 12:00 dan mulai meningkat pada pukul 12:00 hingga ke titik tertinggi pada pukul 16:00.



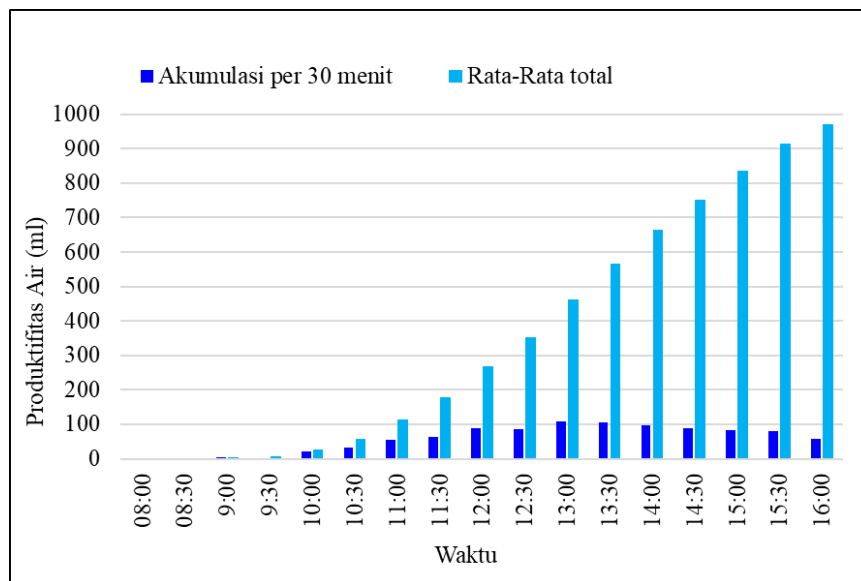
Gambar 4. Grafik temperatur dan kelembaban Basin A dan B

Pada awal pengujian, temperatur relatif rendah karena intensitas radiasi matahari yang masih rendah. Seiring bertambahnya waktu, temperatur meningkat dan mencapai maksimum pada tengah hari. Kondisi ini disebabkan oleh radiasi matahari yang mencapai puncaknya, sehingga panas yang diserap semakin besar. Setelah melewati waktu tersebut, temperatur mulai menurun secara perlahan hingga sore hari akibat berkurangnya intensitas radiasi matahari. Sebaliknya, kelembaban relatif pada Basin A menunjukkan kecenderungan yang berlawanan dengan temperatur. Pada pagi hari, kelembaban relatif berada pada nilai yang cukup tinggi. Ketika temperatur meningkat menuju siang hari, kelembaban relatif menurun hingga mencapai nilai terendah. Penurunan kelembaban ini terjadi karena udara dengan temperatur tinggi mampu menampung lebih banyak uap air, sehingga persentase kelembaban relatif menjadi lebih kecil. Pada sore hari, ketika temperatur mulai menurun, kelembaban relatif kembali mengalami peningkatan.



Gambar 5. Grafik produktifitas air Basin A

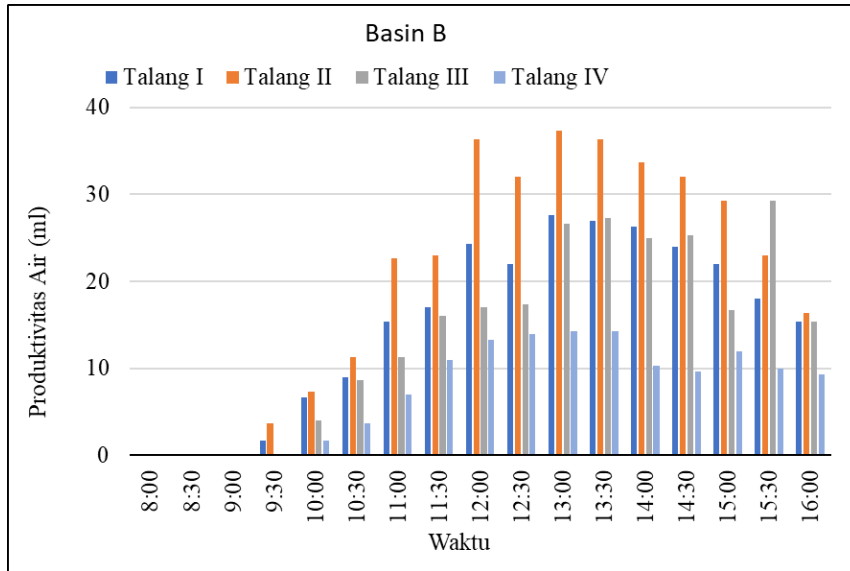
Berdasarkan Gambar 5, hasil pengujian volume distilat Basin A dengan konfigurasi talang tunggal, terlihat bahwa sistem desalinasi tenaga surya menunjukkan pola produksi distilat yang meningkat seiring bertambahnya waktu pemaparan radiasi matahari. Pada awal pengujian, yaitu 08.00–08.30, volume distilat yang dihasilkan masih 0. Kondisi ini menandakan bahwa energi matahari yang diterima sistem pada fase awal masih digunakan untuk menaikkan temperatur air dalam basin, sehingga proses penguapan belum berlangsung secara sempurna. Memasuki interval waktu berikutnya, yaitu sekitar pukul 09.00, mulai terbentuk distilat meskipun dalam jumlah kecil. Berdasarkan grafik, volume distilat yang dihasilkan bervariasi setiap waktu pengujian. Variasi ini menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari dan kondisi lingkungan sangat mempengaruhi kinerja sistem. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa Basin A dengan talang tunggal mampu beroperasi dan menghasilkan air distilat cukup banyak.



Gambar 6. Grafik produktivitas air Basin B

Berdasarkan grafik pada Gambar 6, terlihat bahwa proses desalinasi air laut berbasis energi matahari menunjukkan kecenderungan peningkatan volume distilat seiring bertambahnya waktu paparan radiasi matahari. Pada awal pengujian, volume distilat yang dihasilkan masih sangat kecil atau bahkan nol. Kondisi ini menunjukkan bahwa energi panas yang diterima sistem pada tahap awal masih digunakan untuk meningkatkan temperatur air baku dan udara di dalam basin, sehingga proses evaporasi belum berlangsung secara optimal. Seiring berjalannya waktu, volume distilat mulai terbentuk dan mengalami peningkatan secara bertahap. Hal ini menandakan bahwa temperatur air di dalam basin telah mencapai kondisi yang memungkinkan terjadinya penguapan. Uap air yang terbentuk kemudian mengalami kondensasi pada permukaan penutup dan selanjutnya mengalir melalui sistem talang menuju wadah penampung. Perbedaan volume distilat antar interval waktu menunjukkan bahwa laju evaporasi dan kondensasi sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan kondisi lingkungan selama pengujian berlangsung.

Akumulasi volume distilat yang tercatat pada tabel menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara berkelanjutan selama periode pengujian. Namun demikian, peningkatan volume yang terjadi masih bersifat gradual, yang menandakan bahwa masih terdapat keterbatasan dalam proses pemanfaatan panas dan pengumpulan kondensat. Secara keseluruhan, hasil yang ditunjukkan pada grafik membuktikan bahwa alat desalinasi yang diuji telah mampu mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses evaporasi dan kondensasi berbasis energi matahari. Data ini sekaligus menjadi dasar evaluasi kinerja sistem serta bahan pembandingan untuk konfigurasi basin atau talang yang berbeda, terutama dalam upaya meningkatkan volume dan efisiensi hasil desalinasi pada pengujian selanjutnya.



Gambar 7. Produktivitas Air

Berdasarkan grafik hasil pengamatan volume distilat pada talang I, talang II, talang III, dan talang IV, diperoleh bahwa proses desalinasi sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari. Pada rentang waktu 08.00–09.00, seluruh talang belum menghasilkan distilat, yang menunjukkan bahwa energi panas matahari pada pagi hari belum cukup untuk memicu proses evaporasi secara optimal. Pukul 09.30, distilat mulai terbentuk dan terus mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum pada tengah hari. Peningkatan volume distilat paling signifikan terjadi pada rentang waktu 10.00–13.00, seiring dengan meningkatnya suhu sistem akibat radiasi matahari yang semakin tinggi. Talang II menunjukkan kinerja paling baik dibandingkan talang lainnya, dengan volume distilat maksimum mencapai 37 ml pada pukul 13.00. Sementara itu, talang I dan talang III menghasilkan volume distilat yang relatif lebih rendah namun menunjukkan pola peningkatan yang serupa, sedangkan talang IV menghasilkan volume distilat paling kecil sepanjang waktu pengamatan.

Setelah pukul 14.00, volume distilat pada seluruh talang mengalami penurunan hingga akhir pengamatan pada pukul 16.00. Penurunan ini disebabkan oleh berkurangnya intensitas radiasi matahari sehingga laju evaporasi air menurun. Perbedaan volume distilat antar talang menunjukkan bahwa faktor desain, posisi, dan kemampuan penyerapan panas masing-masing saluran berpengaruh terhadap efektivitas proses desalinasi.

3.1 Analisis Perpindahan Panas

Sebelum menganalisis perpindahan panas, perlu dilakukan analisis tekanan uap jenuh pada permukaan air (P_w) dan permukaan kaca (P_{gi}), dapat dianalisis secara matematis dengan persamaan yang dikembangkan oleh [19];

$$P_w = 100(0.004516 + 0.0007178 T_w - 2.6469 \times 10^{-6} T_w^2 + 6.944 \times 10^{-7} T_w^3) \quad (1)$$

$$P_{gi} = 100(0.004516 + 0.0007178 T_{gi} - 2.6469 \times 10^{-6} T_{gi}^2 + 6.944 \times 10^{-7} T_{gi}^3) \quad (2)$$

Keterangan: T_w = rata-rata suhu permukaan air dan bongkahan arang ($^{\circ}\text{C}$) T_{gi} = Suhu permukaan kaca bagian dalam ($^{\circ}\text{C}$).

Setelah mendapatkan nilai tekanan uap jenuh dan koefisien perpindahan panas pada permukaan air dan permukaan kaca, dilakukan analisis koefisien perpindahan panas antara permukaan air dan

permukaan kaca penutup (h_{cwg}). Untuk menganalisis koefisien perpindahan panas, persamaan yang digunakan adalah persamaan yang dikembangkan oleh [19].

$$h_{cwg} = 0.884 \left[(T_w - T_{gi}) + \frac{(P_w - P_{gi})}{(2016 - P_w)} \right]^{1/3} \quad (3)$$

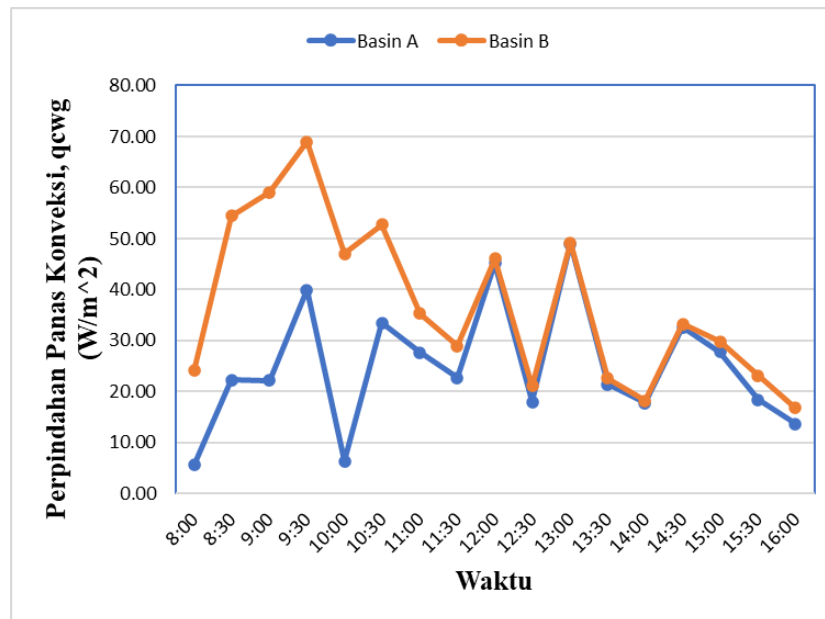
Keterangan: h_{cwg} = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m^2K), P_w = Tekanan uap di permukaan air (kPa) P_{gi} = Tekanan uap di permukaan dalam kaca (kPa).

Deskripsi: h_{cwg} = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m^2K), T_w = suhu permukaan air ($^{\circ}C$), T_{gi} = suhu di dalam permukaan kaca ($^{\circ}C$).

Kemudian persamaan untuk menganalisis perpindahan panas konveksi (q_{cwg}) antara permukaan air dan penutup wadah [20];

$$q_{cwg} = h_{cwg}(T_w - T_{gi}) \quad (4)$$

Hasil analisis perpindahan panas konveksi dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 8 berikut ini.

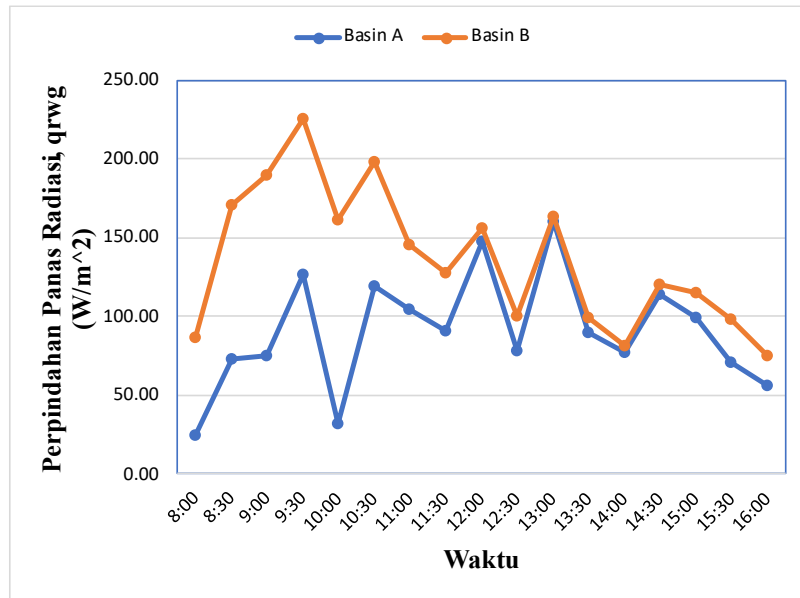


Gambar 8. Perpindahan Panas Konveksi, q_{cwg}

Analisis berikutnya adalah perpindahan panas radiasi (q_{rwg}) dari permukaan air laut ke permukaan penutup bagian dalam dapat dinyatakan dengan persamaan radiasi [20]:

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

Deskripsi: σ = konstanta Stefan Boltzmann ($5,67032 \times 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$), dan ϵ = emisivitas. Hasil analisis perpindahan panas radiasi dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Perpindahan Panas Radiasi

Analisis selanjutnya adalah perpindahan panas evaporasi yang didahului dengan analisis koefisien perpindahan panas evaporatif (h_{ewg}) dari permukaan air laut di dalam baskom ke permukaan bagian dalam penutup diberikan [21], sebagai:

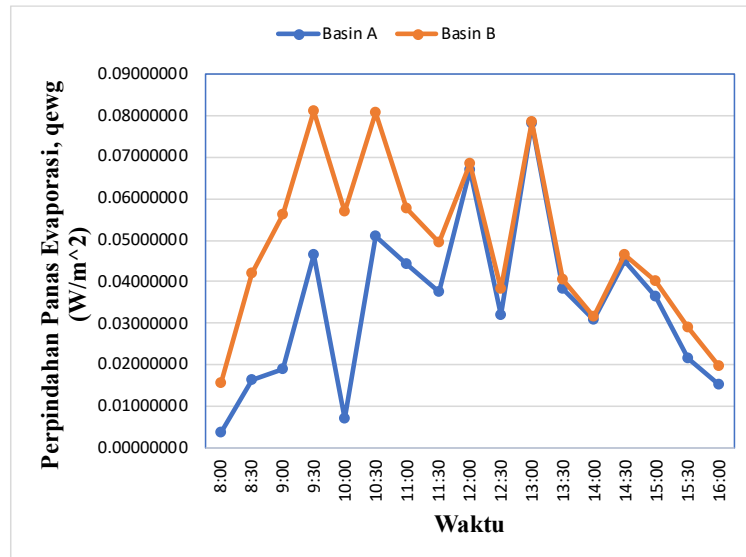
$$h_{ewg} = \frac{9.15 \times 10^{-7} h_{cwg} (P_w - P_{gi}) h_{fg}}{(T_w - T_{gi})} \quad (6)$$

Kemudian persamaan untuk menganalisis laju perpindahan panas evaporatif (q_{ewg}) antara permukaan air dan penutup baskom [21]:

$$q_{ewg} = h_{ewg} (T_w - T_{gi}) \quad (7)$$

Hasil analisis perpindahan panas evaporasi dilihat grafik dalam Gambar 10 di bawah ini.

Berdasarkan grafik perpindahan panas konveksi di atas dapat dilihat bahwa titik tertinggi perpindahan panasnya pada basin A berada pada pukul 13:00 sebesar 48,96 W/m² dan basin B terjadi pada pukul 9:30 sebesar 28,99 W/m². Sementara itu titik terendah basin A berada pada pukul 10:00 sebesar 6,37 W/m² dan basin B berada pada pukul 16:00 sebesar 3,17 W/m². Titik tertinggi perpindahan panas radiasi pada Basin A terjadi pada pukul 9:30 sebesar 126,06 W/m² dan basin B pada pukul 9:30 sebesar 99,64 W/m² selain itu titik terendah pada basin A berada pada pukul 10:00 sebesar 31,41 W/m² dan Basin B berada pada pukul 16:00 sebesar 19,75 W/m². Sementara itu titik tinggi perpindahan panas evaporasi basin A terjadi pada pukul 13:00 sebesar 0,07815478 W/m² dan basin B pada pukul 9:30 sebesar 0,03447544 W/m² kemudian titik terendah basin A berada pada pukul 10:00 sebesar 0,00707199 W/m² sementara basin B terjadi pada pukul 16:00 sebesar 0,004413003 W/m².



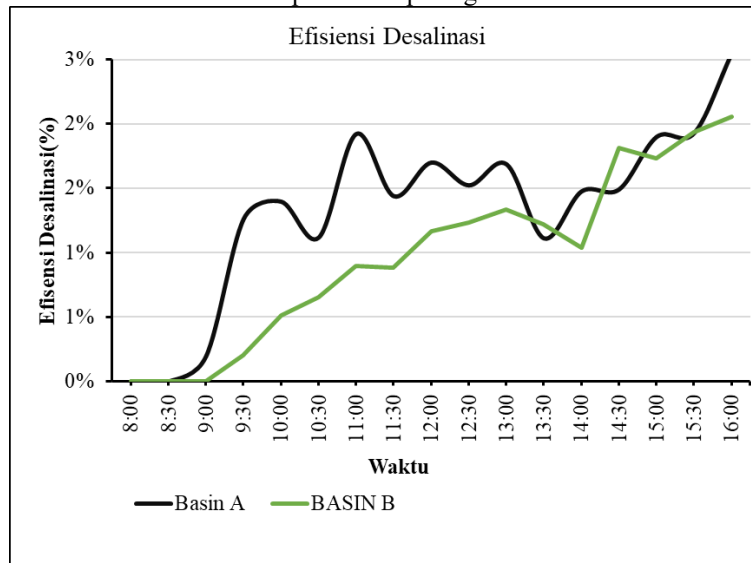
Gambar 10. Perpindahan Panas Evaporasi

3.2 Analisis Efisiensi Desalinasi

Efisiensi dianalisis menggunakan persamaan yang dikembangkan [22]. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\eta_d = \frac{m_d \times h_{fg}}{A \times I_s} \times 100\% \quad (8)$$

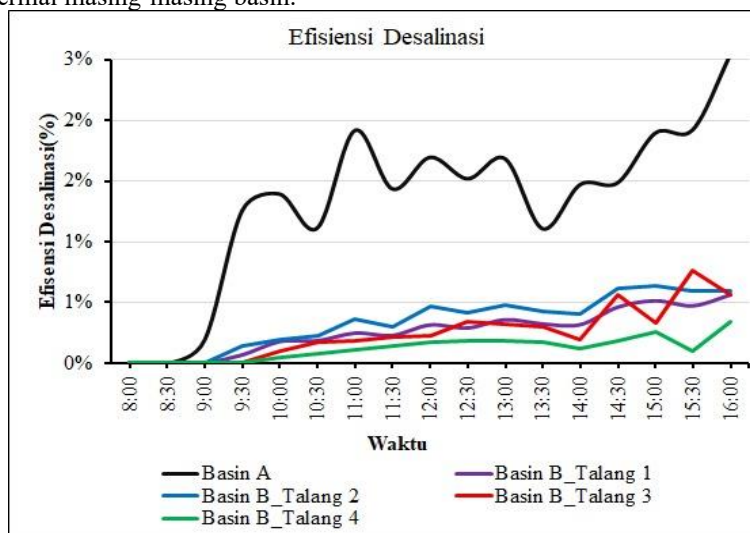
Keterangan: η_d = efisiensi desalinasi (%), m_d = produksi distilat (kg/jam), h_{fg} = kalor laten evaporasi (kJ/kg), A = luas penampang penerima radiasi matahari (m²), dan I_s = intensitas matahari (kJ/m².jam). Hasil analisis efisiensi desalinasi dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Grafik efisiensi desalinasi basin A dan B

Berdasarkan hasil analisis efisiensi pada Basin A dan Basin B, terlihat bahwa efisiensi sistem desalinasi mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu pengoperasian. Pada periode awal pengamatan, yaitu pukul 08.00–08.30, kedua basin belum menunjukkan efisiensi karena energi panas matahari yang diterima masih rendah sehingga proses evaporasi belum berlangsung secara signifikan. Efisiensi mulai muncul pada pukul 09.00 untuk Basin A (0,2%), sementara Basin B masih belum menunjukkan peningkatan, yang mengindikasikan respons termal Basin A lebih cepat terhadap pemanasan awal.

Seiring meningkatnya intensitas radiasi matahari, efisiensi pada kedua basin mengalami fluktuasi namun cenderung meningkat. Pada rentang waktu 11.00–13.00, Basin A secara umum menunjukkan efisiensi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Basin B. Hal ini mengindikasikan bahwa Basin A memiliki kemampuan penyerapan panas atau proses evaporasi yang lebih baik pada kondisi radiasi matahari maksimum. Namun, pada beberapa waktu tertentu, seperti pukul 14.30 hingga 15.30, efisiensi Basin B meningkat cukup signifikan dan bahkan mendekati atau melampaui Basin A, yang menunjukkan adanya akumulasi panas atau peningkatan kinerja kondensasi pada Basin B. Pada akhir pengamatan, efisiensi tertinggi dicapai pada pukul 16.00, dengan Basin A mencapai 2,55% dan Basin B sebesar 2,05%. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun intensitas radiasi matahari mulai menurun, panas yang tersimpan dalam sistem masih mampu mendukung proses evaporasi dan kondensasi. Secara keseluruhan, Basin A memiliki efisiensi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan Basin B, namun kedua basin menunjukkan pola peningkatan efisiensi yang serupa. Hasil ini menegaskan bahwa kinerja sistem desalinasi sangat dipengaruhi oleh waktu operasi dan karakteristik termal masing-masing basin.



Gambar 12. Grafik efisiensi desalinasi basin A dan basin B setiap talang

Sedangkan jika banding untuk setiap saluran menampilkan grafik efisiensi dari dua buah basin yakni Basin A dan Basin B, dengan beberapa talang yang di ukur sepanjang hari. Basin A menunjukan efisiensi tertinggi, mencapai 2 persen pada pukul 09:00 dan mencapai lebih dari 3 persen pada pukul 16:00. Basin B memiliki beberapa titik pengukuran (talang 1, 2, 3 dan 4) yang secara konsisten menunjukan efisiensi yang jauh lebih rendah, tetap di bawah 1 persen sepanjang hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis kinerja sistem desalinasi air laut berbasis energi matahari dapat disimpulkan bahwa intensitas radiasi matahari mempengaruhi kinerja sistem

desalinasi. Peningkatan intensitas radiasi matahari menyebabkan kenaikan temperatur air laut dan udara di dalam basin serta penurunan kelembaban relatif. Karakteristik termal basin A dan basin B menunjukkan pola yang serupa. Produktivitas air tawar meningkat seiring bertambahnya waktu operasi. Basin B dengan talang bertingkat menunjukkan potensi pengumpulan kondensat yang lebih stabil. Talang bertingkat membantu mengurangi kehilangan uap air dan mengarahkan kondensat menuju wadah penampung dengan lebih efisien namun belum dapat meningkatkan produksi air desalinasi. Efisiensi desalinasi basin A mencapai 2,55% dan basin B sebesar 2,05%. Hal ini menunjukkan bahwa panas tersimpan dalam sistem masih berperan dalam mendukung proses desalinasi meskipun intensitas radiasi matahari mulai menurun. Secara keseluruhan, basin A memiliki efisiensi yang sedikit lebih tinggi, namun basin B unggul dari sisi desain dan stabilitas proses.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. S. K. Patel, M. Qin, W. S. Walker, and M. Elimelech, "Energy Efficiency of Electro-Driven Brackish Water Desalination: Electrodialysis Significantly Outperforms Membrane Capacitive Deionization," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 54, no. 6, pp. 3663–3677, Mar. 2020, doi: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07482>.
- [2]. M. Elimelech and W. A. Phillip, "The future of seawater desalination: Energy, technology, and the environment," Aug. 05, 2011. doi: 10.1126/science.1200488.
- [3]. K. Harby *et al.*, "Reverse osmosis hybridization with other desalination techniques: An overview and opportunities," *Desalination*, vol. 581, p. 117600, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.DESAL.2024.117600.
- [4]. A. Shabib, B. Tatan, Y. Elbaz, A. Aly Hassan, M. A. Hamouda, and M. A. Maraqa, "Advancements in reverse osmosis desalination: Technology, environment, economy, and bibliometric insights," *Desalination*, vol. 598, p. 118413, Apr. 2025, doi: 10.1016/J.DESAL.2024.118413.
- [5]. E. M. Almetwally, M. A. Elazab, A. E. Kabeel, Y. Yasser, and A. Elgebaly, "Solar powered reverse osmosis desalination: A systematic review of technologies, integration strategies and challenges," *Desalination*, vol. 615, p. 119228, Nov. 2025, doi: 10.1016/J.DESAL.2025.119228.
- [6]. R. V. Patel, A. Yadav, and V. K. Shahi, "Advances in membrane distillation for wastewater treatment: Innovations, challenges, and sustainable opportunities," *Science of The Total Environment*, vol. 969, p. 178749, Mar. 2025, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2025.178749.
- [7]. J. Bundschuh, M. Kaczmarczyk, N. Ghaffour, and B. Tomaszewska, "State-of-the-art of renewable energy sources used in water desalination: Present and future prospects," Jul. 15, 2021, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.desal.2021.115035.
- [8]. T. Salameh *et al.*, "The technology of ocean thermal energy conversion and its applications with a case study," in *2023 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ASET56582.2023.10180694.
- [9]. E. Y. Tae, B. V. Tarigan, and M. Jafri, "Efisiensi desalinasi air laut dengan menggunakan konsentrasi reflektor parabolik," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 14, no. 2, p. 200, Oct. 2024, doi: 10.29303/dtm.v14i2.866.
- [10]. M. Jafri, B. V. Tarigan, and D. G. H. Adoe, "Solar desalination with charcoal briquettes from plants as an additional absorption sorbent," *Heritage and Sustainable Development*, 2024, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268755653>
- [11]. M. D. Djoe and B. V. Tarigan, "Pengaruh Variasi Tinggi Cover Collector Distilasi Surya Pasif Terhadap Produktivitas Air Desalinasi," vol. 12, no. 01, pp. 89–95, 2025, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>

- [12]. R. I. Muhamad, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Experiment of Passive Solar Desalination with Inclined Heating Type with Variation of Cover Glass Distance," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 927, pp. 51–57, Jun. 2025, doi: 10.4028/p-r5ila2.
- [13]. A. E. N. Saputro, B. V. Tarigan, M. Jafri, and J. T. Mesin, "Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut," *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, vol. 3, no. 1, pp. 65–74, Apr. 2016, [Online]. Available: <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>
- [14]. S. R. T. Siagian, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Charcoal briquettes for interfacial solar desalination," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics, Jul. 2024. doi: 10.1063/5.0211971.
- [15]. S. T. Ronny Siagian, M. Jafri, B. V. Tarigan, D. B. N. Riwu, and D. G. H. Adoe, "Pengaruh Ketebalan Briket Arang terhadap Perubahan Temperatur dan Kelembaban pada Desalinasi Surya Sistem Interfacial Heating", [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- [16]. T. R. Pardiono, M. Jafri, and B. V. Tarigan, "Effect of tubular-typed charcoal height variations on efficiency in passive interfacial solar desalination," *Disseminating Information on the Research of Mechanical Engineering-Jurnal Polimesin*, vol. 22, no. 3, 2024, [Online]. Available: <http://e-jurnal.pnl.ac.id/polimesin>
- [17]. F. Alfari, M. Jafri, B. V. Tarigan,) Program, and S. T. Mesin, "Penggunaan Bahan Alami Briket Arang Kayu sebagai Penyerap dan Penyimpan Kalor Solar Still Desalinasi Interfasial," vol. 11, no. 02, pp. 33–40, 2024, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- [18]. B. V. Tarigan, M. Jafri, and D. G. H. Adoe, "Use of coconut shell charcoal briquettes as PCM seawater distillation," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics, May 2024. doi: 10.1063/5.0210341.
- [19]. V. Belessiotis, S. Kalogirou, E. Delyannis, V. Belessiotis, S. Kalogirou, and E. Delyannis, "Chapter Three – Solar Distillation—Solar Stills," *Thermal Solar Desalination*, pp. 103–190, 2016, Accessed: Mar. 14, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/monograph/abs/pii/B9780128096567000039?via%3Dihub>
- [20]. R. V. Dunkle, "Solar Water Distillation: The Roof Type Still and a Multiple Effect Diffusion Still," in *Proceedings of International Heat Transfer Conference*, University of Colorado, Boulder, Colorado, 1961, pp. 895–902.
- [21]. V. B. Sharma and S. C. Mullick, "Estimation of Heat-Transfer Coefficients, the Upward Heat Flow, and Evaporation in a Solar Still," *J. Sol. Energy Eng.*, vol. 113, no. 1, pp. 36–41, Feb. 1991, doi: 10.1115/1.2929949.
- [22]. H. Zheng, "Fundamental Relationships of Heat and Mass Transfer in Solar Seawater Desalination Systems," *Solar Energy Desalination Technology*, pp. 173–258, 2017, doi: 10.1016/b978-0-12-805411-6.00003-8.