

ANALISIS PERFORMA ALAT DISTILASI SURYA DENGAN VARIASI KETEBALAN KACA PENUTUP

PERFORMANCE ANALYSIS OF A SOLAR DISTILLATION DEVICE WITH VARIATIONS IN COVER GLASS THICKNESS

Ida Bagus Alit*, Made Wirawan, Irham Zulkarnain

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62 Mataram NTB

*Corresponding author

E-mail addresses: alit.ib@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v5n1.346-353>

Received 12 April 2026; Received in revised form 14 May 2026; Accepted 19 May 2026

ABSTRACT

The availability of clean water has become a global challenge due to the dominance of seawater on Earth and the limited amount of usable freshwater. One potential solution is solar distillation, which utilizes solar energy as a renewable energy source. This study aims to analyze the effect of glass cover thickness on the performance of the solar distillation system, including temperature distribution, water productivity, and system efficiency. The glass thicknesses used in this study were 3 mm, 5 mm, and 8 mm. The results showed that glass thickness significantly affected system performance. 3 mm glass produced the highest productivity of 1073.33 ml/day with an efficiency of approximately 39%, followed by 5 mm and 8 mm glass. Increasing glass thickness reduced temperature, evaporation rate, and distillation yield due to higher thermal resistance and lower solar radiation transmission. Therefore, the optimal glass thickness is 3–5 mm to achieve maximum system performance.

Keywords: Solar distillation, Glass thickness, Solar energy, Thermal efficiency

1. Pendahuluan

Air laut mendominasi ketersediaan air di bumi dengan persentase sekitar 97,5%, sedangkan air tawar hanya sekitar 2,5%. Dari jumlah air tawar tersebut, kurang dari 1% yang dapat dimanfaatkan secara langsung [1]. Oleh karena itu, teknologi desalinasi menjadi sangat penting. Desalinasi merupakan proses pemisahan garam serta mineral lainnya dari air laut atau air payau untuk menghasilkan air layak pakai. Secara umum, proses desalinasi air laut membutuhkan energi yang cukup besar, yakni sekitar 10.000 ton bahan bakar fosil setiap tahun untuk menghasilkan 1.000 m³ air tawar per hari [2]. Beberapa metode desalinasi yang umum digunakan antara lain *reverse osmosis*, elektrodialisis, dan distilasi [3]. Salah satu teknik distilasi yang banyak diterapkan adalah distilasi surya. Energi matahari sebagai sumber energi terbarukan memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam proses desalinasi, baik pada skala rumah tangga maupun industri. Energi ini berasal dari radiasi matahari yang melimpah dan dapat diubah menjadi energi panas ketika diserap oleh suatu permukaan. Panas tersebut kemudian dimanfaatkan untuk memanaskan air dalam proses distilasi. Pemanfaatan energi surya dalam desalinasi air laut atau air payau menjadi solusi penting dalam mengurangi dampak lingkungan serta ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai inovasi telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem desalinasi surya yang masih tergolong rendah. Teknologi desalinasi sendiri telah digunakan sejak lama sebagai solusi penyediaan air bersih di wilayah yang memiliki keterbatasan atau pencemaran sumber air tawar [4]. Salah satu contoh penerapannya adalah distilasi

surya, yang bekerja dengan memanaskan air laut hingga menghasilkan uap, kemudian dikondensasikan kembali menjadi air bersih, sementara garam dan kotoran tertinggal. Secara umum, distilasi air laut merupakan metode yang andal dan efektif dalam menyediakan air bersih di daerah yang mengalami kekurangan air. Selain untuk kebutuhan konsumsi, air hasil distilasi juga dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri seperti pertanian, farmasi, dan elektronik. Kualitas air yang tinggi menjadikannya cocok untuk irigasi, proses produksi, serta aplikasi lain yang membutuhkan air murni. Meskipun membutuhkan biaya awal dan energi yang cukup besar, manfaat jangka panjang dari ketersediaan sumber air bersih yang stabil jauh lebih signifikan. Seiring perkembangan teknologi, proses distilasi menjadi semakin efisien dan ekonomis, sehingga semakin banyak digunakan sebagai solusi terhadap krisis air [5]. Salah satu keunggulan utama distilasi air laut adalah kemampuannya menghasilkan air murni tanpa penggunaan bahan kimia, sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu, produk sampingan seperti garam dan air pekat dapat dimanfaatkan kembali atau dibuang dengan aman tanpa merusak lingkungan [6]. Hal ini menjadikan distilasi air laut sebagai solusi berkelanjutan dalam penyediaan air bersih di daerah dengan keterbatasan sumber air tawar. Kemajuan teknologi juga berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi energi serta menurunkan jejak karbon dari proses ini, sehingga semakin menarik untuk diterapkan pada skala luas. Secara keseluruhan, distilasi air laut terbukti sebagai metode yang andal dan berkelanjutan dalam menghasilkan air bersih di wilayah dengan keterbatasan air tawar. Sifatnya yang ramah lingkungan serta potensi pemanfaatan kembali produk samping menjadikannya solusi yang menjanjikan. Dengan terus berkembangnya teknologi, efisiensi energi dalam proses ini semakin meningkat, sehingga memperkuat perannya sebagai salah satu solusi utama dalam mengatasi permasalahan kelangkaan air global [7].

Sistem distilasi air laut terdesentralisasi memiliki potensi besar sebagai solusi penyediaan air bersih bagi komunitas kecil maupun wilayah terpencil yang belum didukung oleh infrastruktur konvensional. Sistem ini dapat dirancang sesuai dengan kebutuhan spesifik masing-masing daerah, baik untuk keperluan domestik, pertanian, maupun sektor industri. Ketersediaan air bersih yang stabil melalui teknologi ini berkontribusi dalam meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat, memperkuat ketahanan pangan, serta mendorong pertumbuhan ekonomi di wilayah yang kurang terlayani. Selain itu, penerapan distilasi air laut juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap sumber air tanah yang tidak berkelanjutan, sehingga membantu menjaga kelestarian sumber daya air tawar bagi generasi mendatang [8]. Lebih jauh lagi, teknologi ini berperan penting dalam situasi darurat, seperti bencana alam, karena mampu menyediakan air minum dengan cepat dan efisien. Perkembangan teknologi distilasi air laut yang terus berlangsung telah meningkatkan efisiensi energi sekaligus menurunkan biaya operasionalnya. Di tengah pertumbuhan populasi dunia dan semakin terbatasnya ketersediaan air tawar, distilasi air laut menjadi salah satu alternatif solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi krisis air, khususnya di wilayah-wilayah rentan. Investasi dalam pengembangan teknologi ini akan mendukung terciptanya sistem penyediaan air yang lebih aman dan tangguh di masa depan. Sebagai contoh, suatu alat distilasi dengan dimensi panjang 125 cm, lebar 65 cm, dan tinggi 30 cm mampu menghasilkan sekitar 1,5 liter air murni dari 14 liter air baku dalam waktu 6 jam [9]. Untuk meningkatkan performa sistem, dikembangkan desain distilasi tipe hemispherical [10], yang secara umum menunjukkan kinerja termal yang lebih unggul dibandingkan dengan tipe distilasi lainnya. Kinerja alat distilasi dipengaruhi oleh beberapa parameter penting, seperti bentuk penutup, ketebalan kaca, jenis bahan insulasi, tinggi air, serta tingkat salinitas [11]. Peningkatan salinitas air menyebabkan penurunan laju penguapan, yang terjadi akibat berkurangnya tekanan uap air di permukaan. Salah satu faktor utama yang sangat menentukan efisiensi sistem distilasi air laut adalah sudut kemiringan kaca penutup pada alat distilasi [12].

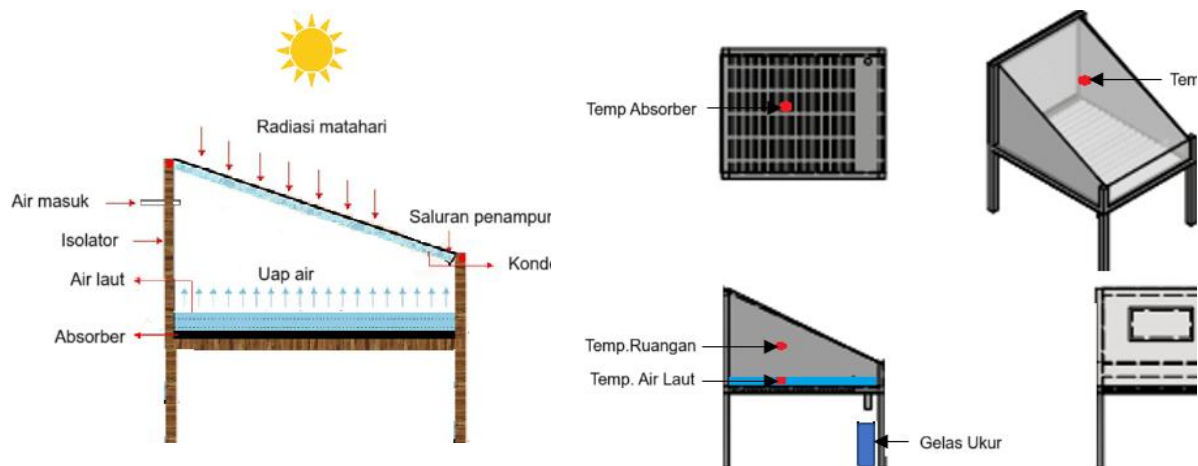
Dalam sistem distilasi surya, kaca penutup memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai penerima radiasi matahari sekaligus sebagai pengurang kehilangan panas, serta berperan sebagai media kondensasi uap air. Sudut kemiringan kaca tersebut memengaruhi proses evaporasi dan kondensasi, yang pada akhirnya menentukan produktivitas sistem secara keseluruhan. Selain itu, kemiringan kaca juga berpengaruh terhadap perilaku kondensasi uap air di permukaannya. Pada kemiringan yang terlalu kecil, kondensat cenderung tertahan dan membentuk lapisan tipis yang dapat menghambat proses kondensasi lanjutan akibat menurunnya gradien suhu [13]. Sebaliknya, sudut kemiringan yang optimal dapat meningkatkan produksi distilat secara signifikan dengan memaksimalkan penyerapan radiasi matahari serta memperlancar aliran kondensat menuju saluran penampung melalui gaya gravitasi. Meskipun penelitian

terkait penyulingan surya telah banyak dilakukan, masih terdapat kekurangan dalam kajian yang secara khusus mengkaji pengaruh kuantitatif variasi kemiringan dan ketebalan kaca kolektor terhadap efisiensi sistem secara menyeluruh. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menitikberatkan pada desain geometri tetap atau menggunakan model termal sederhana yang belum mempertimbangkan variabel lingkungan dinamis, seperti perubahan intensitas radiasi matahari, suhu lingkungan, dan kelembapan udara. Keterbatasan ini dapat diatasi melalui pendekatan eksperimental, baik di laboratorium maupun di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan menganalisis pengaruh variasi ketebalan kaca kolektor terhadap efisiensi termal dan produksi air pada sistem distilasi surya. Melalui data eksperimen dan analisis perbandingan, penelitian ini berupaya menentukan ketebalan kaca yang paling optimal guna memperoleh kinerja maksimum pada berbagai kondisi lingkungan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain penyuling surya yang lebih efisien, adaptif terhadap lokasi, dan ekonomis. Upaya ini juga sejalan dengan tujuan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan serta penerapan teknologi mandiri di wilayah yang minim layanan infrastruktur.

2. Bahan dan Metode

Skema yang menggambarkan prinsip kerja distilasi surya ditunjukkan pada Gambar 1. Proses perpindahan panas merupakan komponen utama dalam pengoperasian sistem penyulingan surya, yang secara umum meliputi perpindahan panas internal dan eksternal. Energi matahari dalam bentuk radiasi gelombang pendek menembus kaca penutup dan kemudian diserap oleh permukaan *absorber* [14]. Di sisi lain, sebagian besar radiasi gelombang panjang (inframerah) yang dipancarkan dari permukaan air akan diserap kembali oleh air atau kaca di dalam ruang distilasi. Fenomena ini dikenal sebagai efek rumah kaca, yang berperan dalam meningkatkan temperatur air di dalam bak. Energi panas yang tersimpan selanjutnya digunakan untuk menaikkan suhu air laut hingga melebihi suhu lingkungan, sehingga memicu proses penguapan. Perbedaan temperatur yang cukup besar antara permukaan air dan kaca penutup menyebabkan uap air mengalami kondensasi pada permukaan kaca. Selanjutnya, tetesan air hasil kondensasi tersebut mengalir dan dikumpulkan ke dalam wadah penampung.



Gambar 1 Desain dan prinsip kerja distilasi surya

Penutup distilasi menggunakan kaca dengan variasi ketebalan yaitu 3 mm, 5 mm dan 8 mm. Ketinggian air laut dalam bak distilasi akan berpengaruh terhadap volume air bersih yang dihasilkan. Pengujian alat distilasi ini menggunakan air laut dengan ketinggian 30 mm, atau setara dengan 24 liter. Absorber menggunakan bahan plat bergelombang yang dicat hitam dengan luas 0,8 m², dengan kemiringan kaca kolektor 35° [15]. Spesifikasi alat distilasi yang diuji seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi alat distilasi

Spesifikasi	Dimensi
Panjang	1 m
Lebar	0,8 m
Luas absorber	0,8 m ²
Tinggi air	30 mm
Tebal kaca	3 mm, 5mm, 8mm
Kemiringan kaca	35 ^o
Tebal isolasi	5 mm

Untuk menghitung nilai kalor yang diterima oleh kolektor (Q_{in}), data yang diperlukan berupa intensitas radiasi matahari (IT) dan luasan kolektor.

$$Q_{in} = I A \tau \alpha \text{ (watt)} \tag{1}$$

Keterangan: I = Intensitas radiasi matahari, A = luasan kolektor surya, τ = transmisivitas kaca, σ = nilai absorpsivitas bahan. Sementara energi yang dimanfaatkan oleh kolektor (Q_{use}) seperti pada Persamaan 2.

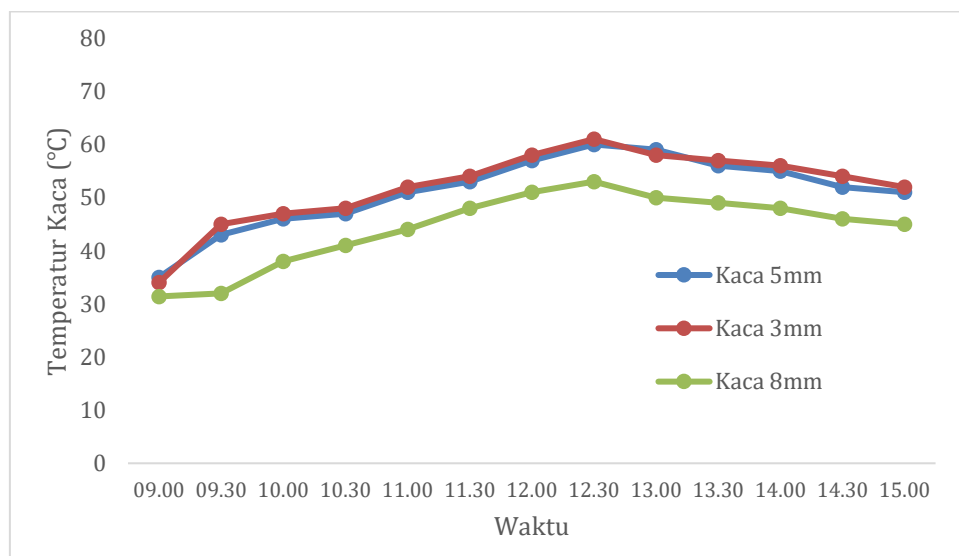
$$Q_{use} = \frac{m h_{fg}}{t} \text{ (watt)} \tag{2}$$

Keterangan: m = massa air bersih yang dihasilkan, h_{fg} = panas laten penguapan air, t = lama pengujian. Efisiensi alat distilasi dihitung dengan Persamaan 3.

$$\eta = \frac{Q_{use}}{Q_{in}} 100 \text{ (\%)} \tag{3}$$

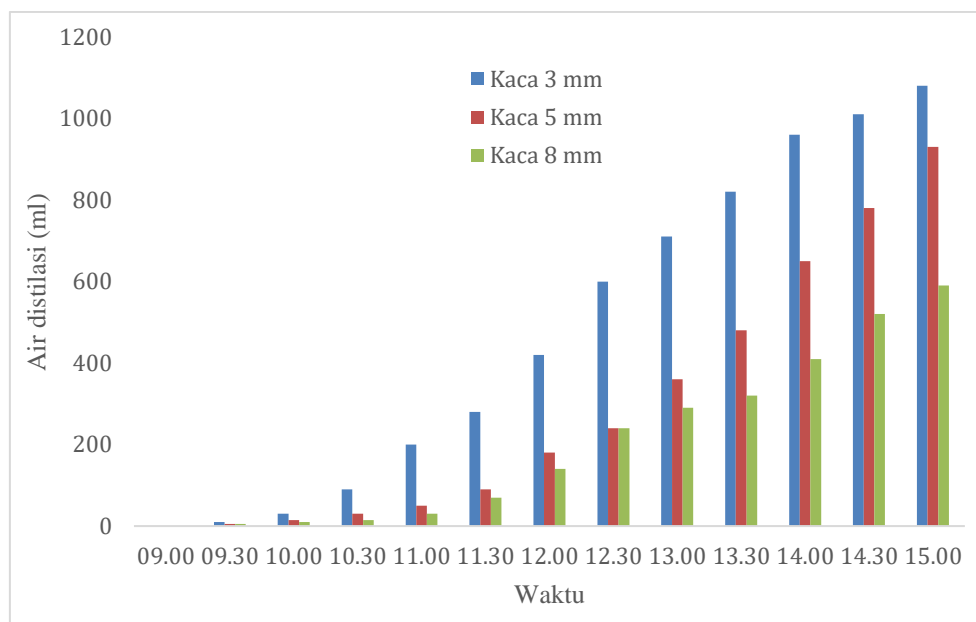
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilaksanakan di wilayah pesisir pantai dengan periode pengambilan data dari pukul 09.00 hingga 15.00 WITA. Air laut dimasukkan ke dalam alat distilasi hingga mencapai ketinggian 30 mm tanpa penambahan selama proses pengamatan. Parameter yang diukur meliputi temperatur, intensitas radiasi matahari, serta volume air tawar yang dihasilkan, kemudian dianalisis untuk menentukan efisiensi termal dari alat distilasi tersebut.



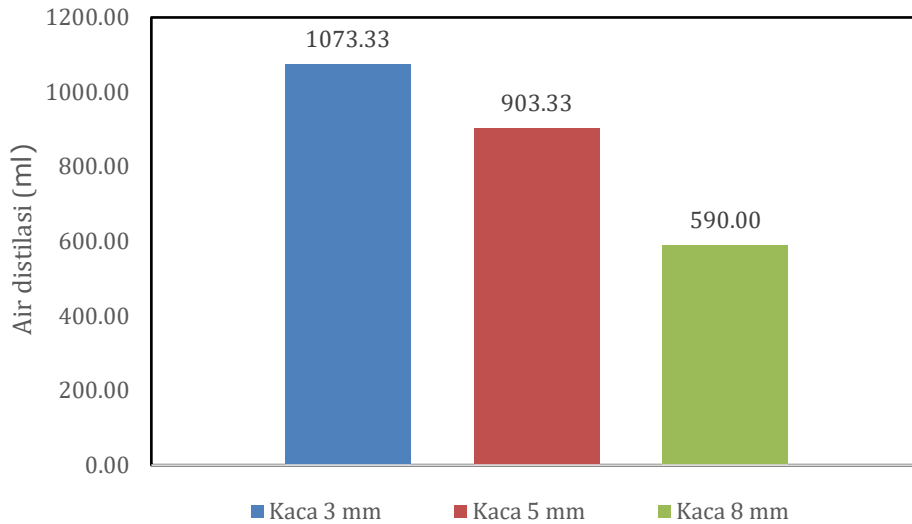
Gambar 2 Waktu distilasi terhadap temperatur kaca

Gambar 2 menunjukkan bahwa temperatur kaca meningkat dari pukul 09.00 hingga mencapai puncak sekitar pukul 12.30, kemudian menurun hingga pukul 15.00. Pola ini konsisten dengan variasi intensitas radiasi matahari harian, di mana radiasi maksimum terjadi sekitar tengah hari. Semua variasi ketebalan menunjukkan tren yang sama, namun terdapat perbedaan nilai temperatur antar ketebalan. Kaca dengan ketebalan 3 mm dan 5 mm menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dibandingkan 8 mm. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan kaca cenderung menurunkan temperatur permukaan. Secara fisika, fenomena ini disebabkan oleh meningkatnya resistansi termal pada material yang lebih tebal, sehingga laju perpindahan panas menjadi lebih lambat. Akibatnya, energi panas dari radiasi matahari tidak dapat ditransmisikan dan diserap secara optimal. Selain itu, setelah melewati puncak siang hari, temperatur menurun karena berkurangnya intensitas radiasi serta meningkatnya kehilangan panas melalui konveksi dan radiasi ke lingkungan. Dalam sistem kolektor surya, kaca berfungsi sebagai glazing yang memengaruhi transmisi, absorpsi, dan kehilangan panas. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Bakari dkk. [16], menunjukkan bahwa ketebalan kaca berpengaruh terhadap performa termal kolektor surya melalui perubahan sifat transmisi dan kehilangan panas. Selain itu, juga menegaskan bahwa konduktivitas termal material sangat.



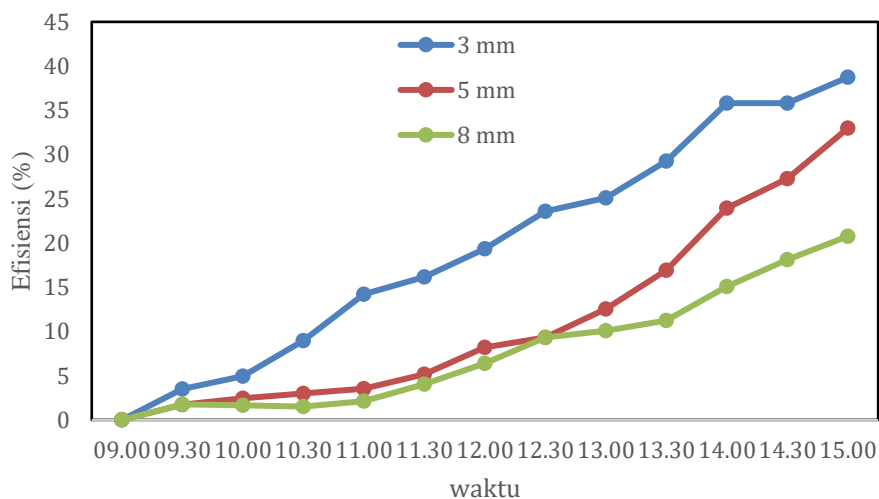
Gambar 3 Waktu distilasi terhadap air distilasi

Gambar 3 menunjukkan bahwa ketebalan kaca penutup sangat mempengaruhi produksi air destilasi pada alat destilasi surya. Kaca 3 mm menghasilkan volume air tertinggi, dibandingkan kaca 5 mm dan 8 mm. Peningkatan hasil terjadi seiring waktu akibat akumulasi energi panas di dalam basin yang meningkatkan laju evaporasi. Kaca yang lebih tipis memungkinkan transmisi radiasi matahari lebih besar sehingga temperatur air meningkat lebih cepat dan mempercepat proses penguapan. Sebaliknya, kaca yang lebih tebal menghambat penetrasi radiasi serta meningkatkan kehilangan panas, sehingga produksi air menjadi lebih rendah. Hasil ini konsisten dengan penelitian Oussama [17] yang dipublikasikan dalam *International Journal of Renewable Energy Development*, yang menyatakan bahwa ketebalan kaca optimal berada pada kisaran 4 mm untuk memaksimalkan produktivitas destilasi. Selain itu, resistansi termal kaca yang lebih tebal berkontribusi terhadap penurunan laju evaporasi dan hasil distilat. Penelitian serupa juga menunjukkan semakin tebal kaca penutup menyebabkan temperatur kaca menurun.



Gambar 4. Volume air distilasi per hari

Gambar 4. menunjukkan volume air yang dihasilkan per hari pada tiga variasi ketebalan kaca (3 mm, 5 mm, dan 8 mm). Terlihat bahwa kaca 3 mm menghasilkan volume air tertinggi sebesar 1073,33 ml/hari, diikuti kaca 5 mm sebesar 903,33 ml/hari, dan terendah pada kaca 8 mm sebesar 590,00 ml/hari. Pola ini menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antara ketebalan kaca dan jumlah air yang dihasilkan. Secara fisika, hasil ini dapat dijelaskan melalui sifat optik dan termal kaca. Kaca yang lebih tipis memiliki transmitansi radiasi matahari yang lebih tinggi, sehingga lebih banyak energi panas yang masuk ke dalam sistem. Energi ini meningkatkan suhu internal, mempercepat proses evaporasi, dan pada akhirnya meningkatkan produksi air. Sebaliknya, kaca yang lebih tebal memiliki resistansi termal lebih besar serta meningkatkan refleksi dan absorpsi internal kaca, sehingga energi yang masuk berkurang dan proses evaporasi menjadi kurang optimal. Selain itu, kaca yang lebih tebal juga dapat meningkatkan kehilangan energi akibat konduksi dan memperlambat pemanasan fluida di dalam sistem. Hal ini menyebabkan efisiensi sistem menurun, sebagaimana terlihat pada penurunan signifikan produksi air pada ketebalan 8 mm.



Gambar 4 Efisiensi alat distilasi

Gambar 4 menunjukkan bahwa ketebalan kaca penutup berpengaruh terhadap efisiensi alat distilasi surya. Kaca 3 mm menghasilkan efisiensi tertinggi ($\approx 39\%$), diikuti 5 mm ($\approx 33\%$) dan 8 mm

($\approx 21\%$). Hal ini disebabkan kaca yang lebih tipis memiliki transmitansi radiasi matahari lebih tinggi sehingga energi panas yang masuk ke dalam sistem meningkat. Sebaliknya, kaca yang lebih tebal cenderung menyerap dan memantulkan lebih banyak radiasi, sehingga menurunkan energi yang diteruskan ke air dan meningkatkan hambatan termal. Selain itu, tren kenaikan efisiensi sepanjang waktu menunjukkan adanya akumulasi energi panas di dalam basin. Temuan ini sejalan dengan penelitian [18], yang melaporkan bahwa peningkatan ketebalan kaca dari 5mm sampai 20mm menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi. Penurunan efisiensi akibat berkurangnya transmitansi dan meningkatnya resistansi panas.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ketebalan kaca penutup memiliki pengaruh terhadap performa alat destilasi surya, baik dari aspek temperatur, produksi air destilasi, maupun efisiensi sistem. Pola temperatur kaca menunjukkan peningkatan dari pagi hingga mencapai puncak pada sekitar pukul 12.30, kemudian menurun seiring berkurangnya intensitas radiasi matahari. Meskipun seluruh variasi ketebalan kaca menunjukkan tren yang serupa, nilai temperatur tertinggi diperoleh pada kaca 3 mm, diikuti 5 mm, dan terendah pada 8 mm, yang mengindikasikan bahwa peningkatan ketebalan kaca cenderung menurunkan kemampuan sistem dalam mentransmisikan dan menyerap energi panas secara optimal. Dari segi produktivitas dan efisiensi alat distilasi, kaca dengan ketebalan 3 mm menghasilkan volume air destilasi tertinggi, diikuti 5 mm dan 8 mm. Hal ini menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara ketebalan kaca dan hasil destilasi. Kaca yang lebih tipis memiliki transmitansi radiasi matahari lebih tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa ketebalan kaca penutup merupakan salah satu parameter kunci dalam optimasi kinerja alat destilasi surya. Ketebalan yang lebih tipis (sekitar 3–5 mm) memberikan performa terbaik dalam hal temperatur, produktivitas, dan efisiensi.

Daftar Pustaka

- [1] R. K. Mishra, Fresh Water availability and It's Global challenge, *J. Mar. Sci. Res.*, 4 (3) (2023) 1–78.
- [2] W. Said, N.I. Widayat, Pilot plant pengolahan air minum dengan proses biofiltrasi dan ultrafiltrasi, *J. Air Indones.*, 4 (1) (2018) 244506.
- [3] R.A. Kadhim, B.H. Khudhair, M.S. Jaafar, Comparative study of water desalination using reverse osmosis (RO) and electro-dialysis systems (ED): Review, *J. Eng.*, 29 (4) (2023) 61–77.
- [4] T. Arunkumar, R. Sathyamurthy, D. Denkenberger, S.J. Lee, Solar distillation meets the real world: a review of solar stills purifying real wastewater and seawater, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 29 (16) (2022) 22860–22884.
- [5] E. Chiavazzo, M. Morciano, F. Viglino, M. Fasano, P. Asinari, Passive solar high-yield seawater desalination by modular and low-cost distillation, *Nat. Sustain.*, 1 (12) (2018) 763–772.
- [6] X. Zhang, W. Zhao, Y. Zhang, V. Jegatheesan, A review of resource recovery from seawater desalination brine, *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.*, 20 (2) (2021) 333–361.
- [7] A.F.I. Goh, P. Sean, Y.Y. Liang, Energy efficient seawater desalination: strategies and opportunities, *Energy Technol.*, 9 (5) (2021) 2100008.
- [8] P. Badiuzzaman, E. McLaughlin, D. McCauley, Substituting freshwater: can ocean desalination and water recycling capacities substitute for groundwater depletion in California, *J. Environ. Manage.*, 203 (2017) 123–135.
- [9] A. Metha, A. Vyas, N. Bodar, D. Lathiya, Design of solar distillation system, *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, 29 (2011) 67–74.
- [10] O. Younis, Hemispherical solar still: recent advances and development, *Energy Reports*, 8 (2022) 8236–8258.
- [11] M. Yan, S. He, M. Gao, M. Xu, J. Miao, X. Huang, K. Hooman, Comparative study on the cooling performance of evaporative cooling systems using seawater and freshwater, *Int. J. Refrig.*, 121 (2021) 23–32.

- [12] E. Rubio, J.L. Fernández-Zayas, M.A. Porta-Gándara, Current status of theoretical and practical research of seawater single-effect passive solar distillation in Mexico, *J. Mar. Sci. Eng.*, 8 (2) (2020).
- [13] K. Kalidasa Murugavel, K.K.S.K. Chockalingam, K. Srithar, Progresses in improving the effectiveness of the single basin passive solar still, *Desalination*, 220 (3) (2007) 677–686.
- [14] L. Tiwari, G.N., Sahota, *Advanced solar-distillation systems: basic principles, thermal modeling, and its application*. Springer, 2017.
- [15] I.B.Alit, M. Wirawan, Pengaruh sudut kemiringan kaca terhadap performa distilator surya, *Machinery Jurnal Teknologi Terapan*, 6 (3) (2025) 198-204.
- [16] R. Bakari, R.J.A. Minja, K.N. Njau, Effect of glass thickness on performance of flat plate solar collectors for fruits drying, (2014) doi: 10.1155/2014/247287.
- [17] O.D. Maliani, K. Guissi, R. Errais, E.H. Baali, Y. E. Fellah, Experimental investigation of the cooling effect in an autonomous orienting conventional solar still, *Int Journal of Renewable Energy Development*, 14 (5) (2025) 967-980.
- [18] H. Abdelmeguid, W.M. El, Optimizing solar still performance through glass cover optical properties: A mathematical modeling and theoretical investigation, *Ain Shams Eng. J.*, 15 (3) (2024) 102589.