

Pemanfaatan dinding sebagai permukaan kondensasi untuk meningkatkan kinerja solar still double slope

Nova Risdiyanto Ismail^{1*}, Purbo Suwandono², Dadang Hermawan³, Frida Dwi Anggraeni⁴

^{1,2,3} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

⁴ Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Widyagama Malang
Jl. Taman Borobudur Indah No.1, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Indonesia

*Corresponding author: nova@widyagama.ac.id

Abstract

Indonesia is an archipelagic country that often experiences drought, especially in the dry season. In the dry season, there is very abundant solar and seawater energy, so to overcome the problem, you can use solar still technology that utilizes solar energy to process seawater into condensate / fresh water economically. Various efforts are made to optimize the performance of solar stills, in this case the study aims to utilize the wall as a condensation surface to improve the performance of solar still double slope. The study was conducted experimentally by comparing: 1. Solar still double slope without utilizing the wall as a condensing surface, 2. Solar still double slope by utilizing the north side wall as a condensing surface, 3. Solar still double slope by utilizing the south side wall as a condensation surface, and 4. Solar still double slope by utilizing the north and south side walls as condensing surfaces. The results of the study using solar still double slope by utilizing the north wall as a condensing surface obtained the highest productivity of 1966 ml and the highest efficiency of 68.58%.

Keywords: wall condensation; productivity; efficiency; solar stills.

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sering mengalami kekeringan terutama pada musim kemarau. Pada musim kemarau terdapat energi matahari dan air laut yang sangat melimpah, sehingga untuk mengatasi masalah dapat menggunakan teknologi solar still yang memanfaatkan energi matahari untuk memproses air laut menjadi air kondensat/tawar dengan ekonomis. Berbagai usaha dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja solar still, dalam hal ini penelitian bertujuan untuk memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi untuk meningkatkan kinerja solar still double slope. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan membandingkan: 1. Solar still double slope tanpa memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi, 2. Solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi utara sebagai permukaan kondensasi, 3. Solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi selatan sebagai permukaan kondensasi, dan 4. Solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi utara dan selatan sebagai permukaan kondensasi. Hasil penelitian menggunakan solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sebelah utara sebagai permukaan kondensasi mendapatkan produktivitas tertinggi sebesar 1966 ml dan efisiensi tertinggi sebesar 68.58%.

Kata kunci: dinding kondensasi; produktivitas; efisiensi; solar still.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan. Masyarakat yang bertempat tinggal di pulau-pulau kecil dan pesisir

pantai sering mengalami masalah air tawar untuk memenuhi kebutuhan rumahtangga, terutama pada musim kemarau [2]. Kondisi tersebut terjadi di beberapa daerah

kepulauan seperti Kabupaten Sumenep [3], Nusa Tenggara Timur [4], Nusa Tenggara Barat [5] dan Manggarai barat [6], Pada musim kemarau energi matahari dan air laut sangat melimpah. Untuk mengatasi masalah masyarakat dapat menggunakan teknologi solar still yang memanfaatkan energi matahari untuk memproses air laut menjadi air kondensat/tawar dengan ekonomis [1].

Berbagai usaha dilakukan untuk meningkatkan kinerja solar distillation dengan mengoptimalkan pelat penyerap. Usaha mengoptimalkan pelat penyerap dilakukan dengan membuat pelat penyerap berbentuk sirip yang dapat meningkatkan kinerja solar still [7-12]. Selain bentuk, material pelat penyerap sirip juga dikembangkan dengan menggunakan material Plastik [13], sirip berbahan aluminium dan PCM [14] dan porous media [12,15] yang menghasilkan peningkatan kinerja solar still.

Usaha peningkatan kinerja solar still dilakukan dengan membuat air berbentuk lapisan tipis untuk mempercepat proses evaporasi telah dilakukan dengan menggunakan wick [16,17], batu kerikil [18], spon [19-21] yang menghasilkan peningkatan kinerja solar still.

Usaha untuk meningkatkan kinerja solar still juga dilakukan dengan mempercepat proses kondensasi, diantaranya menambahkan pendingin [22,23], memperluas permukaan kondensasi [24] dan menambahkan ruang kondensasi [25].

Optimalisasi pelat penyerap solar distillation lebih difokuskan untuk meningkatkan evaporasi. Peningkatan evaporasi seharusnya linier dengan kecepatan proses kondensasi. Mempercepat proses kondensasi dapat dilakukan dengan dengan memperluas permukaan kondensasi. Untuk memperluas permukaan kondensasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi. Dengan memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi, maka permukaan kondensasi menjadi lebih luas

dan dapat menurunkan temperatur kaca penutup, sehingga dapat mempercepat proses kondensasi.

Dengan demikian penelitian ini bertujuan memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi untuk meningkatkan kinerja *solar still double slope*.

Tinjauan Pustaka

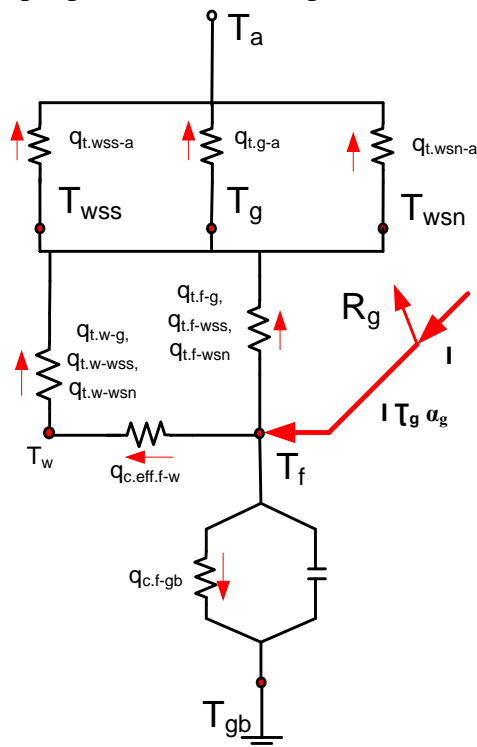
Solar still merupakan peralatan yang berfungsi untuk mendistilasi air laut menjadi air tawar menggunakan energi matahari [26]. Solar still menggunakan pelat penyerap sirip berpori, kaca penutup double slope dan dengan penambahan dinding sebagai permukaan kondensasi, cara kerjanya sebagai berikut: energi radiasi matahari yang dipancarkan diterima kaca penutup sebagian diserap, direfleksikan dan sebagian besar ditransmisikan ke pelat penyerap sirip. Pelat penyerap sirip akan merubah energi radiasi matahari menjadi panas. Panas pada pelat penyerap akan ditransfer ke kaca penutup ($q_{t.f-g}$), permukaan dinding sebelah selatan ($q_{t.f-wss}$), dan dinding sebelah utara ($q_{t.f-wsn}$), melalui proses evaporasi, konveksi dan radiasi. Selain itu panas dari pelat penyerap akan ditransfer ke air ($q_{c,eff.f-w}$), sebagian disimpan ($m_c c_f (dT_f/dt)$), dan sebagian di transfer ke kaca di bawah basin ($q_{c.f-gb}$).

Panas yang diterima air dari pelat penyerap sirip ($q_{c,eff.f-w}$) akan ditransfer ke ke kaca penutup ($q_{t.w-g}$), permukaan dinding sebelah selatan ($q_{t.w-wss}$), dan dinding sebelah utara ($q_{t.w-wsn}$), melalui proses evaporasi, konveksi dan radiasi, dan sebagian lagi disimpan ($m_w c_w (dT_w/dt)$). Panas yang diterima kaca penutup, permukaan dinding sebelah selatan dan sebelah utara dari pelat penyerap sirip/fins ($q_{t.f-g}$) dan air ($q_{t.w-g}$) akan dibuang ke lingkungan melalui proses konveksi dan radiasi.

Dengan metode demikian, uap yang berasal dari proses evaporasi pada fins dan air akan menuju permukaan kaca penutup, dinding permukaan sebelah selatan dan

utara. Uap yang berada pada kaca penutup, dinding permukaan sebelah selatan dan utara akan menjadi air kondensat/tawar melalui proses kondensasi. Kemudian air kondensat tersebut dikumpulkan pada tempat penampungan.

Berikut konsep keseimbangan panas pemanfaatan permukaan dinding sebagai tempat proses kondensasi pada *solar still*:



Gambar 1. Skema perpindahan panas pada peralatan *solar still*

Keseimbangan energi pada kaca penutup

Keseimbangan panas pada kaca penutup dipengaruhi oleh: penyerapan panas dari intensitas radiasi matahari, panas yang dilepas penyerap sirip (konveksi, radiasi dan evaporasi), panas yang dilepas air diantara sirip (konveksi, radiasi dan evaporasi) dan panas yang dilepaskan oleh kaca penutup ke atmosfer (konveksi dan radiasi). Persamaan dari [27,28], kemudian dikembangkan pada alat 4, menjadi:

$$[I_{(t)}(1 - \alpha_g)(1 - R_g)] + q_{t.f-g} + q_{t.w-g} = q_{t.f-wss} + q_{t.f-wsn} + q_{t.w-wss} + q_{t.w-wsn} + q_{t.g-a} + q_{t.wss-a} + q_{t.wsn-a} \quad (1)$$

Dimana:

- $I_{(t)}$ = Intensitas radiasi matahari
- α_g = Penyerapan panas cover glass
- R_g = Refleksi cover glass
- $q_{t.f-g}$ = Perpindahan panas total dari sirip ke kaca penutup
- $q_{t.f-wss}$ = Perpindahan panas total dari sirip ke dinding sisi selatan
- $q_{t.f-wsn}$ = Perpindahan panas total dari sirip ke dinding sisi utara
- $q_{t.w-g}$ = Perpindahan panas total dari water ke kaca penutup
- $q_{t.w-wss}$ = Perpindahan panas total dari water ke dinding sisi selatan
- $q_{t.w-wsn}$ = Perpindahan panas total dari water ke dinding sisi utara
- $q_{t.g-a}$ = Perpindahan panas total dari kaca penutup ke lingkungan
- $q_{t.wss-a}$ = Perpindahan panas total dari dinding sisi selatan ke lingkungan
- $q_{t.wsn-a}$ = Perpindahan panas total dari dinding sisi utara ke lingkungan

Keseimbangan panas pada penyerap sirip

Keseimbangan panas pada penyerap sirip dipengaruhi oleh penyerapan panas sirip dari intensitas radiasi matahari yang ditransmisikan kaca penutup, panas yang dilepaskan oleh penyerap sirip ke kaca penutup dan permukaan dinding (konveksi, radiasi dan evaporasi), panas konduksi efektif yang ditransfer ke air dan kehilangan panas. Persamaan [27], dikembangkan pada alat 4, menjadi:

$$[I_{(t)}(1 - \alpha_g)(1 - R_g) \alpha_f(1 - R_f)] = q_{t.f-g} + q_{t.f-wss} + q_{t.f-wsn} + q_{c.eff.f-w} + q_{c.f-gb} + mc_f(dT_f/dt) \quad (2)$$

Dimana:

- α_f = Penyerapan panas sirip
- R_f = Refleksi sirip
- $q_{c.eff.f-w}$ = Perpindahan panas konduksi efektif dari sirip ke air
- $mc_f(dT_f/dt)$ = Penyimpanan panas pelat penyerap sirip

Perpindahan panas konduksi efektif

Perpindahan panas dari permukaan penyerap sirip ke air [29], menjadi:

$$q_{c.eff.f-w} = k_{eff} A_f \frac{dT}{dx} \quad (3)$$

Koefisien konduktitas Efektif

$$k_{eff} = ((1 - \varepsilon) * k_f) + (\varepsilon * k_w) \quad (4)$$

Keseimbangan panas pada air

Keseimbangan panas pada air dipengaruhi oleh; panas konduksi efektif, panas yang dilepaskan oleh air ke kaca penutup dan permukaan dinding (konveksi, radiasi dan evaporasi) dan penyimpanan panas pada air. Adapun persamaan keseimbangan panas pada alat 4, sebagai berikut:

$$q_{c.eff.f-w} = q_{t.w-g} + q_{t.w-wss} + q_{t.w-wsn} + m_w c_w (dT_w/dt) \quad (5)$$

Dimana:

$m_w c_w (dT_w/dt)$ = Penyimpanan panas pada air (water)

Produktivitas output distilasi dan efisiensi

Proses evaporasi terjadi pada air dan penyerap sirip. Persamaannya sebagai berikut:

Produktivitas air kondensat dari air diantara sirip

Dari teori yang dituliskan [30], persamaan produktivitas pada alat dan 4, menjadi:

$$M_{w4} = \frac{[(q_{e.w-g}) + (q_{e.w-wsn}) + (q_{e.w-wsn})] x t}{L_{ev}} \quad (6)$$

Produktivitas air kondensat dari pelat penyerap sirip

Dari teori yang dituliskan [30], persamaan produktivitas pada alat 4, menjadi:

$$M_{f4} = \frac{[(q_{e.f-g}) + (q_{e.f-wsn}) + (q_{e.f-wsn})] x t}{L_{ev}} \quad (7)$$

Total produktivitas distilasi

Total produktivitas pada alat 4, menjadi:

$$M_{fw4} = M_{w4} + M_{f4} \quad (8)$$

Efisiensi penyerap sirip

Persamaan efisiensi pada alat 4, menjadi:

$$\eta_4 = \frac{M_{fw4} x L_{ev}}{A_b x \sum I(t) x t} \quad (9)$$

Dimana:

A_b = Luasan pelat penyerap

t = Interval waktu pengambilan data

Metode Penelitian

Lokasi penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Energi Surya dan Alternatif Universitas Widyagama Malang pada bulan November 2022 (pada musim penghujan). Lokasi Lab. pada 7.98 koordinat lintang selatan dan 112.62 koordinat bujur timur.

Variabel penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel bebas pemanfaatan dinding sebagai permukaan kondensasi, yaitu: 1) Pada alat 1, solar still double slope tanpa memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi. 2) Pada alat 2, solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi utara sebagai permukaan kondensasi. 3) Pada alat 3, solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi selatan sebagai permukaan kondensasi. 4) Pada alat 4, solar still double slope dengan memanfaatkan dinding sisi utara dan selatan sebagai permukaan kondensasi. Variabel terikatnya adalah kinerja solar distillation (Temperatur, Produktivitas dan efisiensi). Pengambilan data temperatur dan radiasi matahari mulai 07.00 WIB hingga 17.00 WIB dengan interval waktu pengambilan data setiap 5 menit. Produktivitas diambil pada jam 17.00 WIB dan 06.00 WIB pada hari berikutnya. Sedangkan variabel terkontrol adalah tempat pengambilan data.

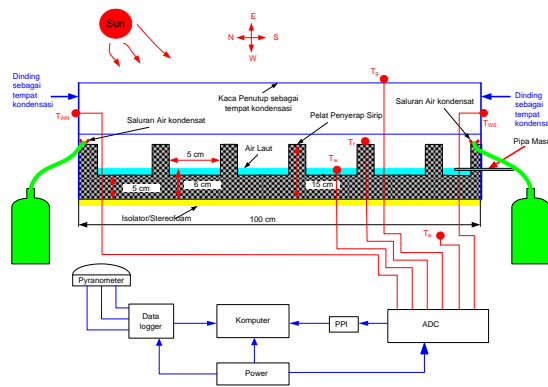
Material penelitian

Pelat penyerap sirip solar still menggunakan material mortar yang merupakan campuran pasir besi dan semen [31,29,32]. Kaca penutup, dinding sisi utara dan selatan menggunakan kaca tebal 3 mm. Untuk dinding sisi timur dan barat menggunakan kaca tebal 5 mm, alas menggunakan kaca tebal 8 mm.

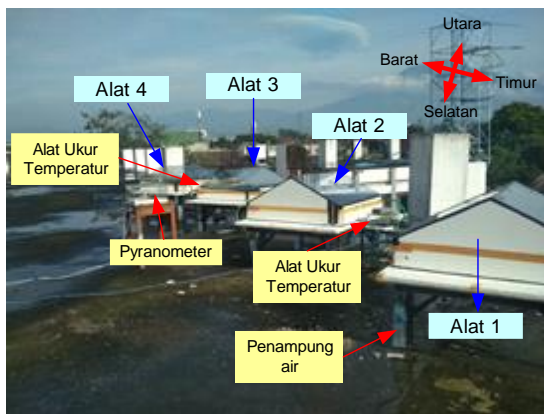
Air laut berasal dari Kabupaten Lamongan dengan kadar garam 3.5 %. Air laut diisi setiap pagi hari antara jam 06.00 sampai dengan jam 06.45 WIB. Saluran air distilasi terbuat dari aluminium yang dipasang pada dinding di bawah kaca penutup untuk mengalirkan air ke penampungan.

Skema peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan dapat dilihat pada gambar1, sebagai berikut:



Gambar 2. Set up peralatan pengujian dinding kondensasi



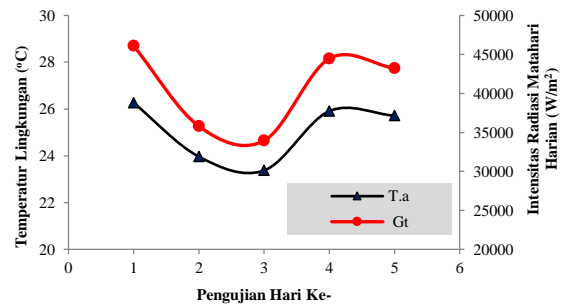
Gambar 3. Foto pengambilan data

Hasil dan Pembahasan

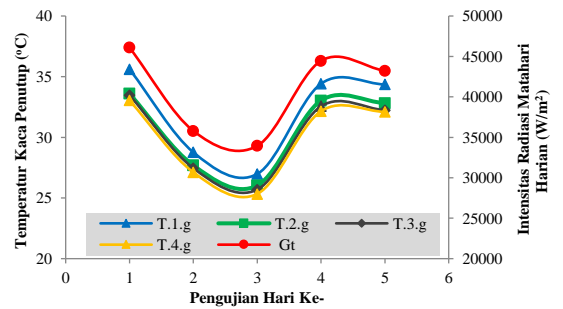
Dari hasil penelitian diperoleh data temperatur lingkungan, temperatur kaca penutup, temperatur air, temperatur pelat penyerap, intensitas radiasi matahari dan produktivitas air kondensat/tawar. Berikut disajikan temperatur rata-rata harian, intensitas radiasi matahari harian dan produktivitas air kondensat. Dari data yang

diperoleh kemudian dihitung efisiensi solar still.

Pada gambar 4, 5, 6 dan 7 terlihat keseluruhan temperatur rata-rata pada solar still mengikuti pola intensitas radiasi matahari. Dari gambar 5 terlihat terlihat temperatur kaca penutup rata-rata harian pada alat 1 lebih besar dibandingkan dengan alat 2, 3 dan 4. Kondisi demikian memberikan informasi, bahwa memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi dapat menurunkan temperatur kaca penutup. Penurunan temperatur kaca penutup pada pengujian hari pertama, dimana $T_{1.g} - T_{2.g}$ sebesar $2.02\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{1.g} - T_{3.g}$ sebesar $2.02\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan $T_{1.g} - T_{4.g}$ sebesar $2.57\text{ }^{\circ}\text{C}$.

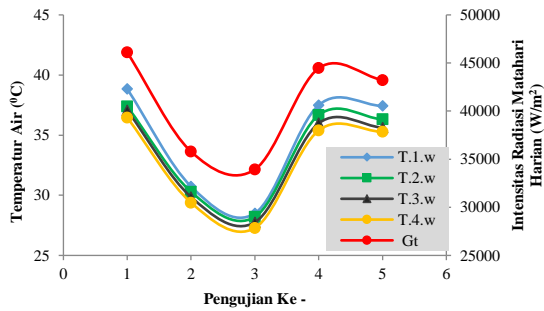


Gambar 4. Temperatur lingkungan



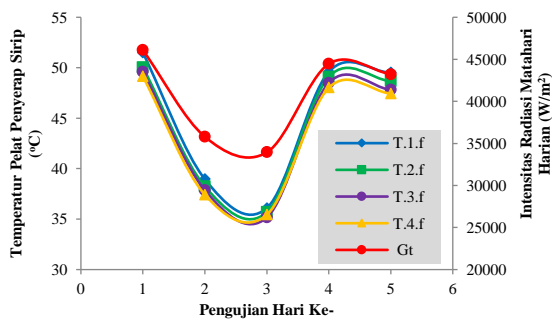
Gambar 5. Temperatur kaca penutup (glass cover)

Pada gambar 6 terlihat temperatur air (water) alat 1 lebih tinggi dibandingkan dengan alat 2, 3 dan 4. Penurunan temperatur air pada pengujian hari pertama, dimana $T_{1.w} - T_{2.w}$ sebesar $1.46\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{1.w} - T_{3.w}$ sebesar $1.78\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan $T_{1.w} - T_{4.w}$ sebesar $2.38\text{ }^{\circ}\text{C}$. Penurunan temperatur air karena adanya efek dari penambahan luas permukaan kondensasi, temperatur kaca penutup dan panas konduksi efektif yang ditransfer dari permukaan pelat penyerap sirip ke air.



Gambar 6. Temperatur air (*water*)

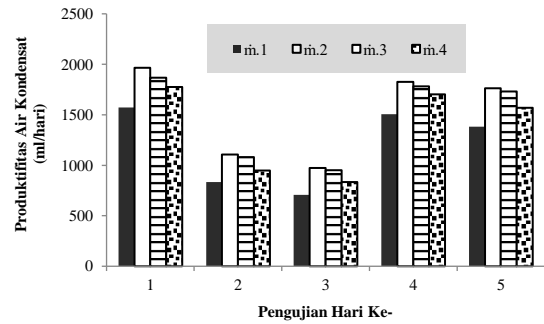
Pada gambar 7 terlihat temperatur pelat penyerap sirip (*fins*) alat 1 lebih tinggi dibandingkan dengan alat 2, 3 dan 4. Penurunan temperatur pelat penyerap sirip pada pengujian hari pertama, dimana $T_{1.1.f} - T_{2.1.f}$ sebesar $1.44\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{1.1.f} - T_{3.1.f}$ sebesar $1.88\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan $T_{1.1.f} - T_{4.1.f}$ sebesar $2.35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Penurunan temperatur pelat penyerap sirip, karena efek dari penambahan luas permukaan kondensasi, temperatur kaca penutup dan panas konduksi efektif yang ditransfer dari permukaan pelat penyerap sirip ke air. Selain itu perpindahan panas secara konveksi, radiasi dan evaporasi dari pelat penyerap sirip ke kaca penutup dan dari pelat penyerap ke permukaan dinding kondensasi.



Gambar 7. Temperatur pelat penyerap

Dari data produktivitas *solar still* yang diperoleh selama 5 hari, kemudian dapat dibuat gambar 8. Pada gambar tersebut terlihat produktivitas *solar still* tertinggi pada pengujian hari pertama menggunakan alat 2 sebesar 1966 ml dibandingkan dengan alat 1 sebesar 1574 ml, alat 3 sebesar 1866 dan alat 4 sebesar 1777 ml. Kondisi ini disebabkan oleh perbedaan temperatur air dengan kaca

penutup dan perbedaan temperatur pelat penyerap sirip dengan kaca penutup lebih besar. Perbedaan tersebut menyebabkan perpindahan panas evaporasi meningkat. Peningkatan panas evaporasi dapat meningkatkan produktivitas air kondensat [33]. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.



Gambar 8. Produktivitas air kondensat

Tabel 1. Perbedaan temperatur air dengan temperatur kaca penutup

Pengujian ke-	T _{1.1.w-g}	T _{2.1.w-g}	T _{3.1.w-g}	T _{4.1.w-g}
1	3.23	3.79	3.59	3.42
2	1.97	2.60	2.40	2.27
3	1.52	2.18	2.07	1.95
4	3.08	3.64	3.43	3.24
5	3.07	3.49	3.39	3.17
Rata-rata	2.57	3.14	2.97	2.81

Tabel 2. Perbedaan temperatur pelat penyerap sirip dengan temperatur kaca penutup

Pengujian i ke-	T _{1.1.f-g}	T _{2.1.f-g}	T _{3.1.f-g}	T _{4.1.f-g}
1	15.87	16.45	16.13	16.09
2	10.19	10.55	10.41	10.30
3	9.12	9.66	9.47	10.11
4	15.17	16.07	15.94	15.87
5	15.15	15.85	15.57	15.33
Rata-rata	13.10	13.72	13.50	13.54

Dari tabel 1 dan 2 terlihat pada alat 2 memiliki perbedaan temperatur tertinggi pada $T_{2.1.w-g}$ dan juga pada $T_{2.1.f-g}$, yang menyebabkan proses evaporasi tinggi. Hal ini sesuai dengan teori pada persamaan 6 dan 7 yang jika lebih sedikit didetailkan, menurut Agrawal [34][35] sebagai berikut:

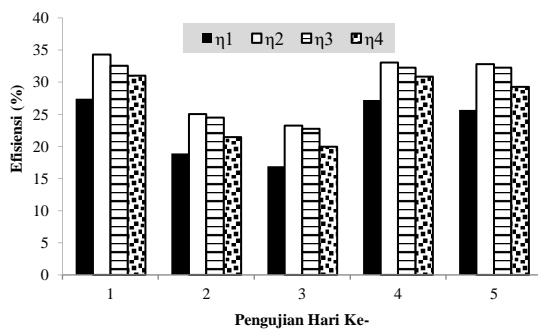
$$q_{e.w-g} = h_e A (T_w - T_g)$$

$$h_{e.w-g} = (16.28 \times 10^3) h_{c.w-g} \left[\frac{(P_w - P_g)}{(T_w - T_g)} \right]$$

$$q_{e.f-g} = h_e A (T_f - T_g)$$

$$h_{e.f-g} = (16.28 \times 10^3) h_{c.f-g} \left[\frac{(P_f - P_g)}{(T_f - T_g)} \right]$$

Dari persamaan di atas dapat dipahami juga untuk persamaan evaporasi pada dinding sisi utara dan dinding sisi selatan. Dari persamaan tersebut dengan evaporasi yang tinggi dapat meningkatkan produktivitas air kondensat semakin tinggi pula [36]. Peningkatan produktivitas rata-rata selama 5 hari, untuk alat 2 sebesar 28,73 %, alat 3 sebesar 25,21 % dan alat 4 sebesar 14,18 %



Gambar 9. Efisiensi solar still

Dari hasil penelitian, dengan memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi dapat menurunkan temperatur kaca penutup dan dapat meningkatkan evaporasi, kemudian dapat meningkatkan produktivitas air kondensat. Peningkatan produktivitas air kondensat dapat meningkatkan pula nilai efisiensi solar still [37]. Efisiensi tertinggi pada solar still menggunakan alat 2 sebesar 68.58%.

Perbandingan penelitian

Penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan solar still double slope dan modifikasi kaca penutup. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan penelitian

No	Author	Modification	Efisiensi (%)
1	Penelitian ini	Penambahan permukaan kondensasi	68.58
2	Morad, 2015, [38]	Pendingin air pada kaca penutup	57,1
3	Omar, 2017 [22]	Pendingin air pada kaca penutup	59
4	Effendi, 2018, [39]	Pendingin air pada kaca penutup	48,83
5	Ambarita, 2020, [40]	Pendingin air pada kaca penutup	52.32
6	Saragih, 2020, [41]	-	55.15
7	Mugisidi, 2022, [42]	Kaca penutup dan kondensor	83.94

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dengan memanfaatkan dinding sebagai permukaan kondensasi dapat menurunkan temperatur kaca penutup, meningkatkan perbedaan temperatur pada $T_{2.w-g}$ dan $T_{2.f-g}$, meningkatkan evaporasi, produktivitas dan efisiensi solar still. Produktivitas tertinggi sebesar 1966 ml dan efisiensi tertinggi sebesar 68.58% menggunakan alat 2 dengan memanfaatkan dinding sebelah utara sebagai permukaan kondensasi.

Ucapan terimakasih

Kami selaku Tim Peneliti mengucapkan terimakasih kepada BRIN dan LPDP yang telah membiayai kegiatan penelitian dengan kontrak Nomor : 53/IV/KS/06/2022 dan Nomor : 009/Kontrak-KS/PTS.030.7/PN/VI/2022.

Referensi

- [1] Z. Haddad, A. Chaker, A. Nahoui, M. Salmi, and I. Laifa, "Experimental Study of an Inclined Wick Solar still Operating in Drop by Drop System Under The Climatic Conditions of Hodna's Region, Algeria," *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, vol. 94, no. 1, pp. 188–189, 2022.
- [2] A. Dalengkade, "Musim Kemarau Tiba, Warga Pulau Kesulitan Air

- Bersih.,” *rri.co.id*, 2022.
- [3] C. Indonesia, “Wilayah di Kepulauan Sumenep Masih Kekurangan Air Bersih,” 2019.
- [4] E. de Rosary, “NTT Alami Krisis Air Bersih. Apa yang Harus Dilakukan?,” 2021.
- [5] REPUBLIKA.CO.ID, “Kekurangan Air Bersih Mulai Terjadi di NTB,” 2018.
- [6] C. Indonesia, “Warga Pulau Mesah Krisis Air Bersih,” 2022.
- [7] M. Appadurai and V. Velmurugan, “Performance analysis of fin type *solar still* integrated with fin type mini solar pond,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 9, pp. 30–36, 2015.
- [8] Z. M. Omara, M. H. Hamed, and A. E. Kabeel, “Performance of finned and corrugated absorbers *solar stills* under Egyptian conditions,” *Desalination*, vol. 277, no. 1–3, pp. 281–287, 2011.
- [9] R. Panomwan Na Ayuthaya, P. Namprakai, and W. Ampun, “The thermal performance of an ethanol *solar still* with fin plate to increase productivity,” *Renew. Energy*, vol. 54, pp. 227–234, 2013.
- [10] A. A. El-Sebaei, M. R. I. Ramadan, S. Aboul-Enein, and M. El-Naggar, “Effect of fin configuration parameters on single basin *solar still* performance,” *Desalination*, vol. 365, pp. 15–24, 2015.
- [11] H. Panchal and R. Sathyamurthy, “Experimental analysis of single-basin *solar still* with porous fins,” *Int. J. Ambient Energy*, pp. 1–7, Jul. 2017.
- [12] H. Panchal and R. Sathyamurthy, “Experimental analysis of single-basin *solar still* with porous fins,” *Int. J. Ambient Energy*, vol. 41, no. 5, pp. 563–569, Apr. 2020.
- [13] A. Khechekhouche, A. M. D. O. Siqueira, and N. Elsharif, “Effect of plastic fins on a traditional *solar still* ’s efficiency,” vol. 7, no. 1, pp. 23–27, 2022.
- [14] U. K. Prajapati, B. Gupta, and J. Bhalavi, “Performance improvement of double slope *solar still* using aluminium fins and phase change material,” no. June, 2019.
- [15] S. Khatami and N. Rahbar, “An analytical study of entropy generation in rectangular natural convective porous fins,” *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 11, pp. 142–149, 2019.
- [16] A. S. Abdullah *et al.*, “Enhancing trays *solar still* performance using wick finned absorber, nano-enhanced PCM,” *Alexandria Eng. J.*, vol. 61, no. 12, pp. 12417–12430, 2022.
- [17] S. S. Tuly, M. S. Rahman, M. R. I. Sarker, and R. A. Beg, “Combined influence of fin, phase change material, wick, and external condenser on the thermal performance of a double slope *solar still*,” *J. Clean. Prod.*, vol. 287, p. 125458, 2021.
- [18] A. S. S. N. Hamidi, “Pengaruh Pelat Penyerap Terhadap Kinerja *Solar Still* Di Kota Ngabang,” *Rekayasa Mesin*, no. January, pp. 85–95, 2020.
- [19] M. H. Sellami, T. Belkis, M. L. Aliouar, S. D. Meddour, H. Bouguettaia, and K. Loudiyi, “Improvement of *solar still* performance by covering absorber with blackened layers of sponge,” *Groundw. Sustain. Dev.*, vol. 5, pp. 111–117, 2017.
- [20] H. Indradaya, N. R. Ismail, and A. Farid, “Analisa dimensi pori sponge sebagai pelat penyerap terhadap kinerja *solar still* double slope tipe v,” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 1, pp. 39–43, 2020.
- [21] A. A. Alfin amanda, N. R. Ismail, and M. A. Sahbana, “Analisa Bentuk Permukaan Pelat Penyerap Sponge Terhadap Kinerja *Solar still* Double Slope Tipe V,” *J. Energi dan Teknol.*

- Manufaktur*, vol. 3, no. 01, pp. 17–22, 2020.
- [22] Z. M. Omara, A. S. Abdullah, A. E. Kabeel, and F. A. Essa, “The cooling techniques of the *solar stills*’ glass covers – A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 78, no. March, pp. 176–193, 2017.
- [23] Y. A. F. El-Samadony and A. E. Kabeel, “Theoretical estimation of the optimum glass cover water film cooling parameters combinations of a stepped *solar still*,” *Energy*, vol. 68, pp. 744–750, 2014.
- [24] S. K. Patel and K. V. Modi, “Techniques to improve the performance of enhanced condensation area *solar still*: A critical review,” *J. Clean. Prod.*, vol. 268, p. 122260, 2020.
- [25] K. Yahia Mahammed, R. Kerfah, and M. Bezzina, “Improving the water production of a *solar still* by adding an internal condensation chamber: A theoretical study,” *Environ. Prog. Sustain. Energy*, vol. 38, no. 5, pp. 1–9, 2019.
- [26] Sudjito Soeparman, *Teknologi Tenaga Surya (Pemanfaatan dalam bentuk energy panas)*. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2015.
- [27] A. Agrawal and R. S. Rana, “Theoretical and experimental performance evaluation of single-slope single-basin *solar still* with multiple V-shaped floating wicks,” *Heliyon*, vol. 5, no. 4, p. e01525, 2019.
- [28] S. Kumar, G. N. Tiwari, and H. N. Singh, “Annual performance of an active solar distillation system,” *Desalination*, vol. 127, no. 1, pp. 79–88, 2000.
- [29] N. R. Ismail, S. Soeparman, D. Widhiyanuriyawan, and W. Wijayanti, “The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous,” *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 17, no. 1, pp. 8–17, 2019.
- [30] M. K. Gaur and G. N. Tiwari, “Optimization of number of collectors for integrated PV/T hybrid active *solar still*,” *Appl. Energy*, vol. 87, no. 5, pp. 1763–1772, 2010.
- [31] N. R. Ismail, S. Soeparman, D. Widhiyanuriyawan, and W. Wijayanti, “The Influence of Pores Size and Type of Aggregate on Liquid Mass Transfer in Porous Media,” *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 17, pp. 7171–7178, 2018.
- [32] N. R. Ismail, S. Soeparman, D. Widhiyanuriyawan, and W. Wijayanti, “Temperature Distribution and Evaporation Rate in Porous Media,” *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 55, no. 3, pp. 1–12, 2020.
- [33] P. Dumka, A. Jain, and D. R. Mishra, “Energy, exergy, and economic analysis of single slope conventional *solar still* augmented with an ultrasonic fogger and a cotton cloth,” *J. Energy Storage*, vol. 30, no. May, p. 101541, 2020.
- [34] Z. Sun, W. Tu, S. Fang, and W. Zhong, “Comparison between double slope *solar still* and fourfold slope *solar still*: energy, exergy, exergoeconomic, and enviroeconomic evaluation,” *Water Supply*, vol. 22, no. 3, pp. 2929–2945, 2022.
- [35] A. K. Kaviti, V. R. Naike, A. S. Ram, and A. K. Thakur, “Energy and exergy analysis of a truncated and parabolic finned double slope *solar stills*,” *Int. J. Ambient Energy*, vol. 43, no. 1, pp. 6210–6223, 2022.
- [36] A. Agrawal, R. S. Rana, and P. K. Srivastava, “Heat transfer coefficients and productivity of a single slope single basin *solar still* in Indian climatic condition: Experimental and theoretical comparison,” *Resour. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 466–482, 2017.
- [37] S. S. Tuly, R. Hassan, B. K. Das, and M. R. I. Sarker, “Investigating the

- energetic, exergetic, and sustainability aspects of a *solar still* integrating fins, wick, phase change materials, and external condenser,” *J. Energy Storage*, vol. 55, no. PA, p. 105462, 2022.
- [38] M. M. Morad, H. A. M. El-Maghawry, and K. I. Wasfy, “Improving the double slope *solar still* performance by using flat-plate solar collector and cooling glass cover,” *Desalination*, vol. 373, pp. 1–9, 2015.
- [39] S. Effendi, A. Hendrawan, and N. Rahman, “Basin *Solar still* Dengan Tutup Kaca Berpendingin Untuk Meningkatkan Efisiensi,” *J. POROS Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 67–72, 2018.
- [40] H. Ambarita, William, and J. P. Nababan, “Effect of cooling water on the glass cover of the double slope *solar still*,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1542, no. 1, 2020.
- [41] J. F. H. Saragi and W. S. Damanik, “Energy and Exergy Efficiency of Double Slope Passive *Solar still*,” *J. Mech. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 82–90, 2020.
- [42] D. Mugisidi, A. Fajar, O. Heriyani, D. T. Mesin, F. Teknik, and U. M. Prof, “Peningkatan efisiensi dan efektivitas kondensor pada,” vol. 12, no. 1, pp. 19–31, 2022.