

# PENINGKATAN EFISIENSI DISTILASI AIR ENERGI SURYA MENGUNAKAN PELAMPUNG KAYU BERKAIN

FA. Rusdi Sambada <sup>\*1</sup>, Alfonsius Reynolds Sitepu <sup>2</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma <sup>\*1,2</sup>

Email : [sambada@usd.ac.id](mailto:sambada@usd.ac.id)<sup>\*1</sup>

**Abstract:** Drinking water is a basic need for everyday people. Water sources in remote areas are often polluted so that they cannot be used as a source of drinking water. Solar energy water distillation is a simple technology to purify polluted water to make it fit as drinking water. Solar energy is an environmentally friendly renewable energy that can use sustainably, but the efficiency of solar water distillation is still low. One of the causes of the low efficiency of solar energy water distillation is that water evaporation in the distillation basin takes a long time. The direct heating of water causes the long process of water evaporation in the distillation basin. This study aims to speed up evaporation using a wooden cloth float. The use of a wooden cloth float allows the process of heating the water in the distillation bath to occur gradually. This research was conducted experimentally in a laboratory using a heating lamp with a heating power of 375 Watt as a solar energy simulator. The wooden cloth float is made of wooden blocks with a length of 27 cm and a width of 6 cm, which are covered with cloth. The distillation model is made of wood with an absorber area of 0.1 m<sup>2</sup>. The various variables were the number of floats, as much as 2, 3 and 4, and the thickness of the wooden floats, as thick as 0.8, 1.8 and 2.8cm. In the variation of float thickness, the most distilled water was 0.51 liter/(hour.m<sup>2</sup>) and obtained 43% efficiency at a 2.8 cm thick float. In the variation of the number of floats, the most distilled water is 0.46 litres/(hour.m<sup>2</sup>), and the efficiency is 42%, obtained at the number of floats as many as four. The wooden cloth float method is a simple and easy-to-apply method to increase the yield and efficiency of solar water distillation.

**Keywords:** efficiency; water distillation; lifebuoy; cloth

**Abstrak:** Air minum merupakan kebutuhan pokok masyarakat sehari-hari. Sumber air di daerah terpencil seringkali tercemar sehingga tidak dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum. Distilasi air energi surya adalah teknologi sederhana untuk menjernihkan air tercemar agar layak sebagai air minum. Energi surya merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan sehingga dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, namun efisiensi distilasi air energi surya masih rendah. Penyebab rendahnya efisiensi distilasi air energi surya diantaranya adalah proses penguapan air di dalam bak distilasi memerlukan waktu yang lama. Proses penguapan air yang lama disebabkan proses pemanasan air dalam bak distilasi terjadi secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mempercepat proses penguapan menggunakan pelampung kayu berkain. Penggunaan pelampung kayu berkain memungkinkan proses pemanasan air dalam bak distilasi terjadi secara bertahap. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di dalam laboratorium menggunakan lampu pemanas dengan daya pemanas sebesar 375 W sebagai simulator energi surya. Pelampung kayu berkain terbuat dari balok kayu dengan ukuran panjang 27 cm dan lebar 6 cm yang diselimuti kain. Model distilasi terbuat dari kayu dengan luas *absorber* 0,1 m<sup>2</sup>. Variabel yang divariasikan adalah jumlah pelampung sebanyak 2, 3 dan 4, dan tebal pelampung kayu setebal 0,8; 1,8 dan 2,8cm. Pada variasi tebal pelampung, air hasil distilasi terbanyak yaitu 0,51 liter/(jam.m<sup>2</sup>) dan efisiensi 43% diperoleh pada tebal pelampung 2,8 cm. Pada variasi jumlah pelampung, air hasil distilasi terbanyak yaitu 0,46 liter/(jam.m<sup>2</sup>) dan efisiensi 42%, diperoleh pada jumlah pelampung sebanyak empat. Metode pelampung kayu berkain merupakan metode yang sederhana dan mudah diterapkan untuk meningkatkan hasil serta efisiensi distilasi air energi surya.

**Kata kunci:** efisiensi; distilasi air; pelampung; kain

## 1. PENDAHULUAN

Sumber air di daerah terpencil seringkali tercemar oleh garam, tanah atau zat kontaminan lain sehingga tidak layak digunakan se-

bagai air minum (Anna, 2017). Di Indonesia, krisis air layak minum juga dialami di daerah terpencil atau daerah pesisir pantai (Susilawaty dan Amansyah, 2016). Distilasi air energi surya adalah alternatif cara mendapat-

kan air layak minum dari air terkontaminasi. Distilasi air energi surya jenis bak adalah jenis yang termudah untuk dibuat, tetapi efisiensi jenis bak masih rendah. Rendahnya efisiensi disebabkan jumlah massa air yang banyak pada bak distilasi, sehingga proses penguapan menjadi lama.

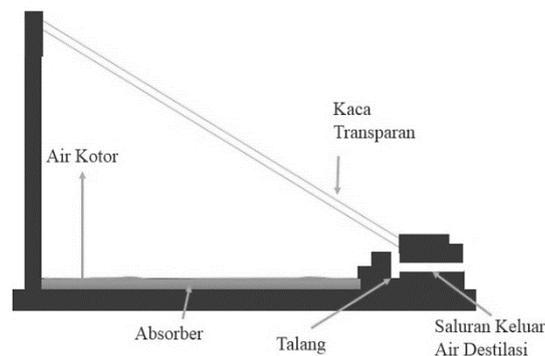
Meningkatkan efisiensi distilasi air energi surya jenis bak adalah tujuan utama yang akan dicapai dalam penelitian ini. Untuk mencapai tujuan tersebut metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menambahkan pelampung kayu berkain dalam bak air. Adanya pelampung kayu berkain dalam bak memungkinkan proses pemanasan air terjadi secara bertahap sehingga proses penguapan menjadi lebih cepat karenanya efisiensi meningkat. Adanya pelampung kayu berkain dalam bak menyebabkan air dalam bak mengalir ke permukaan atas pelampung kayu melalui kain. Mengalirnya air ke permukaan atas pelampung kayu disebabkan oleh sifat kapilaritas kain. Air dalam bak akan mengalir ke permukaan atas pelampung kayu jika air di permukaan atas kayu sebelumnya telah menguap. Dengan kata lain penguapan terjadi secara bertahap, sedikit demi sedikit namun dengan waktu yang cepat di setiap tahapnya. Secara umum sifat kapilaritas kain menyebabkan meningkatnya proses penguapan air (Purwadianto dkk, 2017). Kain

yang digunakan adalah kain katun dengan kapilaritas yang baik (Alaian dkk, 2016).

Penelitian distilasi jenis bak sebelumnya menggunakan kain bergelombang dalam bak distilasi dapat meningkatkan efisiensi 34% dibandingkan distilasi konvensional (Matrawy dkk, 2015). Penelitian distilasi dengan modifikasi bentuk bak dapat memperbesar luasan penerima energi surya sehingga meningkatkan laju penguapan dan meningkatkan efisiensi distilasi (Aba, 2008). Selain modifikasi bentuk bak, penggunaan reflektor jenis datar dan parabola juga dapat meningkatkan jumlah energi surya yang diterima (Puja & Sambada, 2012). Kombinasi pelampung dan reflektor dapat meningkatkan hasil 79% dibandingkan distilasi konvensional (Srivastava & Agrawal, 2013).

Gambar 1 menunjukkan bagian utama distilasi air energi surya jenis bak yakni bak air dan penutup yang terbuat dari kaca. Bak air terbuat

dari bahan yang mudah menyerap energi panas surya sehingga bak juga berfungsi sebagai *absorber*. *Absorber* sendiri berfungsi untuk menyerap energi surya. Kaca penutup berfungsi mengembunkan uap air (Purwadianto & Sambada, 2013). Bagian lain adalah saluran keluar air bersih dan talang. Talang adalah tempat terkumpulnya embun dari kaca. Embun dapat mengalir dari kaca dan terkumpul dalam talang karena posisi kaca yang miring. Embun dalam talang akan mengalir ke dalam penampung air bersih akhir yang terletak diluar model distilasi.



**Gambar 1.** Skema distilasi air jenis bak

Penguapan air yang tercemar dan pengembunan uap air merupakan proses yang terjadi dalam distilasi air energi surya. Penguapan air pada distilasi air energi surya akan

semakin besar sejalan dengan bertambahnya temperatur air. Penguapan air dalam distilasi air energi surya umumnya terjadi tanpa melalui proses pendidihan air. Pen-

guapan selalu terjadi pada permukaan air, dengan lepasnya beberapa molekul dengan energi terbesar dari permukaan air (Pabiban dkk, 2019). Proses penguapan air menyebabkan pemisahan air dengan zat pencemar (Aburideh dkk, 2012). Uap air akan bergerak naik ke penutup kaca, sedangkan zat kontaminan yang mencemari akan tetap berada dalam bak air. Uap air akan terkumpul di sekitar penutup kaca dan pada tekanan parsial uap tertentu uap air yang bersentuhan dengan permukaan kaca, akan mengembun. Embun akan mengalir ke talang karena keadaan kaca yang miring.

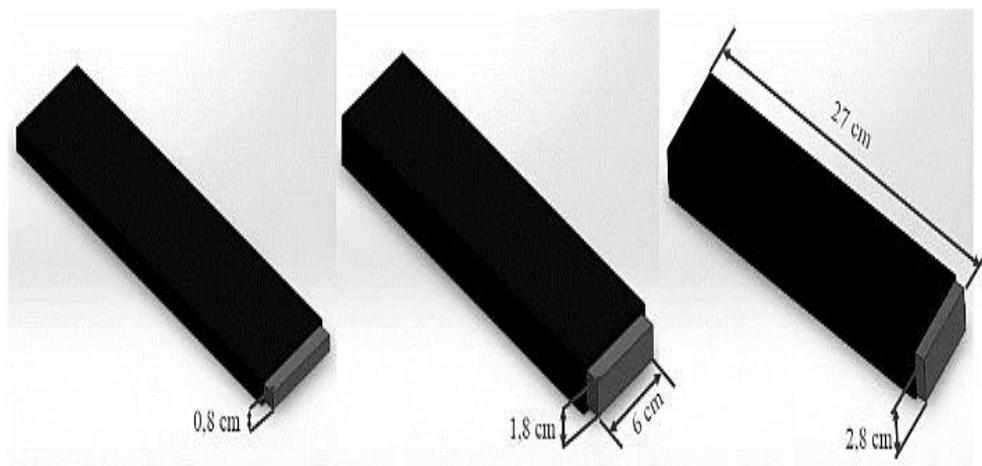
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan model di dalam laboratorium menggunakan tiga lampu *infrared* sebagai simulator energi surya dengan total radiasi yang setara dengan radiasi surya sebesar 375 W. Pengambilan data temperatur dan hasil air distilasi tiap variasi dilakukan selama 2 jam.

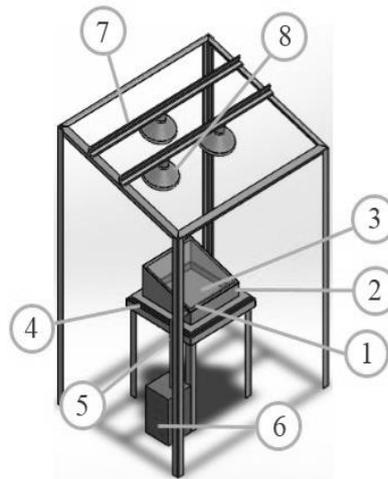
Model distilasi yang digunakan terbuat dari multiplek, dengan ukuran 0,32 m x 0,32 m (0,1 m<sup>2</sup>). Bak distilasi berbahan alumium, diberi warna hitam berfungsi sebagai penampung air sekaligus sebagai *absorber*. Pelam-

pung pada penelitian ini berbahan kayu dan digunakan untuk mengapungkan kain. Pelampung kayu yang digunakan mempunyai ukuran panjang 27 cm dan lebar 6 cm. Tiga variasi tebal kayu yang digunakan untuk pelampung pada penelitian ini adalah 0,8; 1,8 dan 2,8 cm (Gambar 2).

Skema alat penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 terdiri dari (1) penutup kaca, (2) kotak distilasi, (3) bak distilasi, (4) struktur yang mendukung distilasi, (5) saluran air distilasi keluar, (6) penampung air distilasi, (7) struktur kerangka dan (8) lampu *infrared*. Jumlah kayu berkain di dalam bak distilasi divariasikan sebanyak 2, 3, dan 4 buah. Ketebalan pelampung kayu berkain kain divariasikan sebesar 0,8; 1,8, dan 2,8 cm. Variabel yang dibaca sensor adalah temperatur *absorber*,  $T_{Absorber}$  (°C), temperatur penutup kaca,  $T_{Kaca}$  (°C) dan hasil air distilasi,  $m$  (ml). Temperatur dibaca dengan sensor *Dallas Semiconductor Temperature Sensor* dan hasil air distilasi diukur dengan *E Tape Level Sensor*. Kedua sensor dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino sehingga dapat merekam data setiap 10 detik selama 120 menit pengambilan data untuk setiap variasi.



Gambar 2. Pelampung kayu berkain



**Gambar 3.** Skema alat penelitian

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Secara matematis efisiensi distilasi air energi surya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\eta = \frac{m_g \cdot h_{fg}}{A_C \cdot \int_0^t G \cdot dt} \quad (1)$$

dengan

- $m_g$  = air distilasi yang dihasilkan (kg)
- $h_{fg}$  = enthalpy penguapan air (kJ/kg)
- $A_C$  = luas penutup kaca (m<sup>2</sup>)
- $G$  = energi sumber panas (W/m<sup>2</sup>)

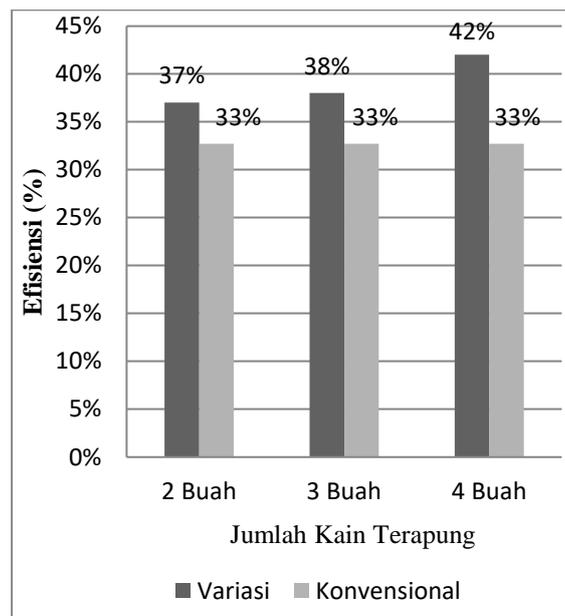
$dt$  = waktu pemanasan (detik).

Hubungan massa air yang dipanasi dengan kenaikan temperatur air dapat dinyatakan dengan:

$$q_c = m_c C_p \Delta T \quad (2)$$

dengan

- $q_c$  = energi panas sensibel air (W)
- $m_c$  = massa air (kg)
- $C_p$  = kapasitas panas air (J/(kg<sup>o</sup>C))
- $\Delta T$  = pertambahan temperatur air (°C)



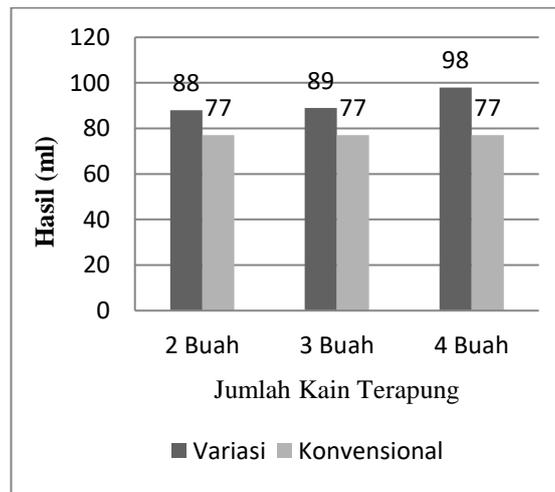
**Gambar 4.** Pengaruh jumlah pelampung pada efisiensi

Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan

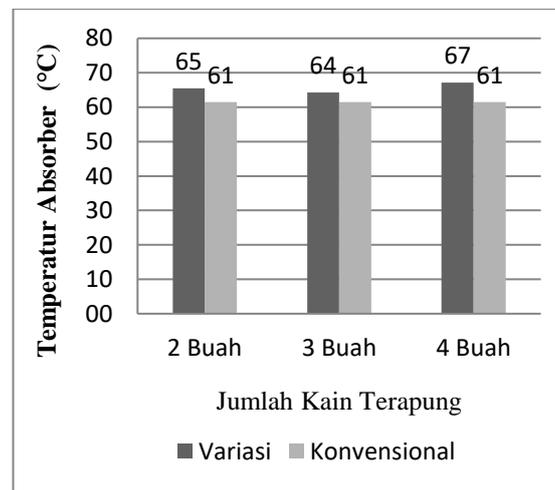
dalam proses penguapan air dengan jumlah radiasi panas yang datang (Aris munandar, 1995).

Gambar 4 menunjukkan efisiensi alat distilasi konvensional dan efisiensi alat distilasi yang menggunakan pelampung kayu berkain pada variasi jumlah pelampung berkain. Gambar 4 menunjukkan efisiensi terbaik sebesar 42% diperoleh dengan menggunakan 4 pelampung kayu berkain. Dengan kata lain peningkatan efisiensi distilasi dengan pelampung kayu berkain adalah 21,4% dari efisiensi distilasi konvensional. Persamaan 1 menunjukkan bahwa semakin besar efisiensi, semakin banyak air distilasi yang dihasilkan. Oleh karenanya hasil

air distilasi terbaik juga diperoleh pada distilasi dengan menggunakan 4 pelampung kayu berkain yakni sebesar 98 ml selama 2 jam pengambilan data menggunakan alat distilasi yang mempunyai luas 0,1 m<sup>2</sup> (Gambar 5). Hasil distilasi umumnya dinyatakan dengan jumlah air distilasi tiap jam untuk luasan alat distilasi sebesar 1 m<sup>2</sup>, karenanya hasil terbaik pada variasi jumlah pelampung ini dapat dinyatakan dengan 0,49l/(jam.m<sup>2</sup>).



Gambar 5. Pengaruh jumlah pelampung pada hasil air distilasi



Gambar 6. Pengaruh jumlah pelampung pada temperatur absorber

Faktor yang mempengaruhi efisiensi dan hasil distilasi adalah temperatur absorber dan temperatur kaca penutup. Gambar 6 menunjukkan rerata temperatur permukaan absorber pada variasi jumlah pelampung kayu berkain. Gambar 6 menunjukkan temperatur absorber disti-

lasi yang menggunakan pelampung kayu berkain lebih besar dari distilasi konvensional. Temperatur absorber yang lebih tinggi dapat mempercepat laju penguapan.

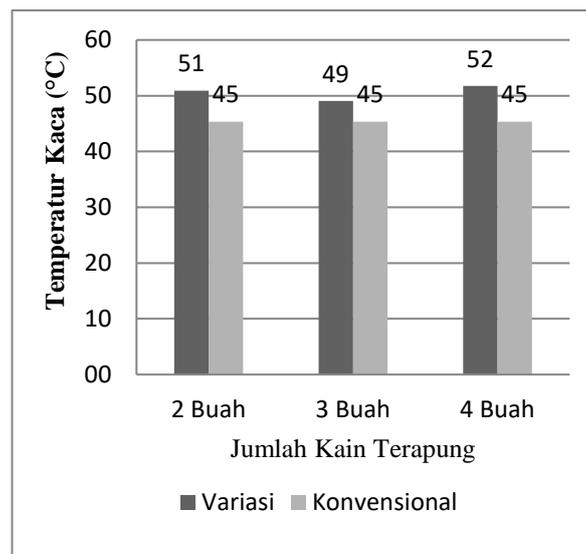
Temperatur absorber yang lebih tinggi pada distilasi dengan pelampung kayu berkain

## PROSIDING

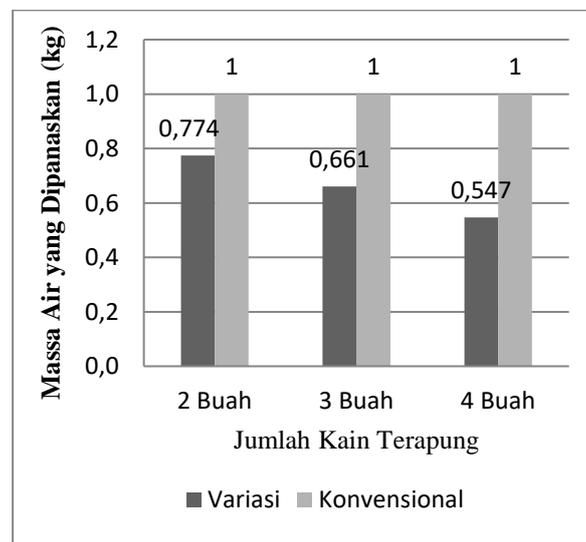
Seminar Nasional Dies Natalis ke-57  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

dibandingkan distilasi konvensional disebabkan banyaknya massa air yang terpanasi diwaktu yang sama. Pada distilasi yang menggunakan pelampung kayu berkain, banyaknya massa air yang terpanasi diwaktu yang sama hanya sedikit, yakni air yang berada di kain pada permukaan atas pelampung kayu berkain. Pada distilasi konvensional, massa air yang terpanaskan diwaktu yang sama adalah sebanyak air

yang berada di dalam bak. Persamaan 2 menunjukkan temperatur air akan lebih cepat naik pada massa air yang lebih sedikit. Proses penguapan air dipengaruhi temperatur air. Semakin tinggi temperatur air, semakin mudah air menguap. Oleh karenanya temperatur air yang lebih cepat naik akan menyebabkan proses penguapan air yang lebih cepat.



Gambar 7. Pengaruh jumlah pelampung pada temperatur kaca



Gambar 8. Pengaruh jumlah pelampung pada massa air dalam kain

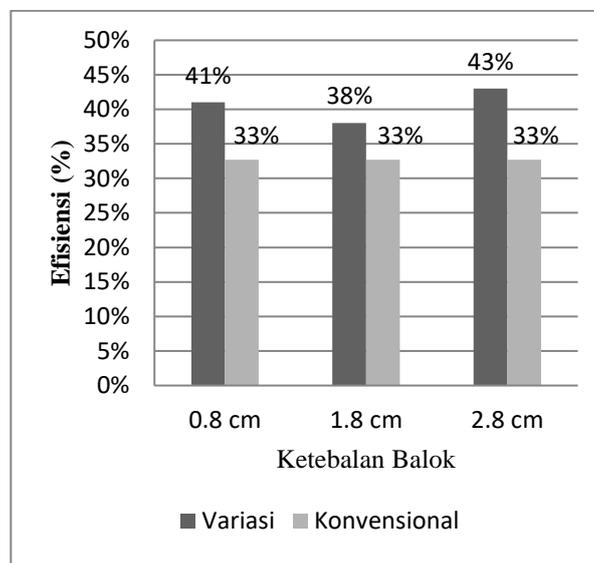
Gambar 7 menunjukkan rata-rata temperatur kaca penutup pada distilasi yang menggunakan pelampung kayu berkain dan distilasi konvensional. Rerata temperatur kaca penutup pada distilasi konvensional lebih kecil dari temperatur distilasi yang menggunakan

pelampung kayu berkain. Temperatur kaca penutup yang lebih rendah menunjukkan pengembunan uap yang terjadi lebih sedikit. Pengembunan yang lebih sedikit menunjukkan air yang menguap juga lebih sedikit. Penguapan yang lebih sedikit terjadi karena banyaknya massa air

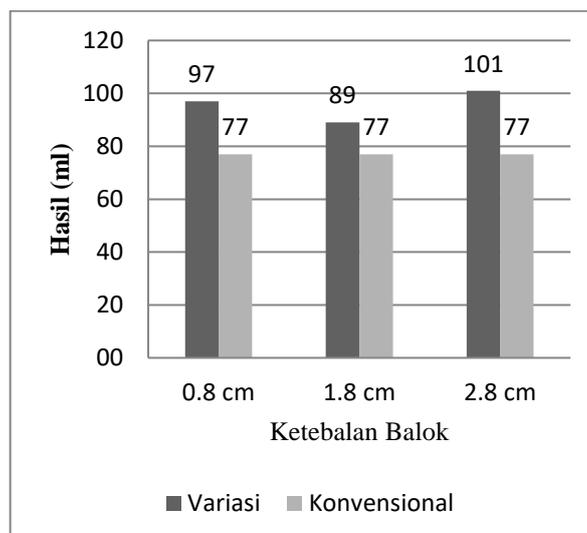
yang terpanaskan diwaktu yang sama pada distilasi konvensional jauh lebih banyak dibandingkan distilasi dengan pelampung kayu berkain. Banyaknya massa air yang terpanaskan diwaktu yang sama pada distilasi air yang menggunakan pelampung kayu berkain adalah jumlah massa air yang terserap kain ditambah banyaknya massa air di dalam bak yang tidak tertutup kain atau berada diantara pelampung kayu berkain

Perbandingan massa air yang terpanasi diwaktu yang sama pada semua variasi jumlah pelampung kayu berkain dan pada distilasi air konvensional dapat dilihat pada Gambar 8.

Banyaknya massa air yang terpanaskan diwaktu yang sama akan semakin kecil dengan bertambahnya jumlah pelampung kayu berkain yang digunakan. Radiasi panas yang datang akan memanaskan air yang terdapat pada kain di bagian atas kayu pelampung dan air yang berada diantara pelampung kayu berkain dalam bak distilasi. Air yang berada di kain pada permukaan atas pelampung kayu lebih cepat menguap karena massanya yang sedikit. Dengan kata lain massa air yang menguap pada distilasi air dengan jumlah pelampung kayu berkain yang lebih banyak akan berlangsung lebih cepat.



Gambar 9. Pengaruh ketebalan pelampung pada efisiensi



Gambar 10. Pengaruh ketebalan pelampung pada hasil air distilasi

Variasi kedua yang dilakukan adalah memvariasikan ketebalan balok kayu pada

pelampung kayu berkain. Ketebalan balok kayu yang digunakan adalah 0,8, 1,8 dan 2,8

cm. Pada setiap variasi ketebalan balok kayu digunakan jumlah pelampung kayu berkain sebanyak 3 buah. Gambar 9 menunjukkan efisiensi terbaik pada variasi ketebalan balok kayu adalah 43% dan dihasilkan pada variasi ketebalan balok kayu sebesar 2,8 cm. Hasil air distilasi yang diperoleh pada variasi ketebalan balok kayu 2,8 cm adalah 101 ml (Gambar 10) atau sebanyak 0,51 l/(jam.m<sup>2</sup>). Semakin besar ketebalan balok kayu menyebabkan luas permukaan kain yang tidak terendam semakin besar. Semakin besar luasan kain yang tidak terendam dapat menyebabkan proses penguapan yang lebih baik. Disisi lain semakin tebal balok kayu akan menyebabkan jarak antara permukaan atas balok kayu dengan permukaan air semakin jauh, sehingga aliran air dari bak ke permukaan atas balok kayu semakin lama. Aliran air ke permukaan balok kayu yang semakin lama dapat merugikan proses penguapan. Dengan kata lain ketebalan balok kayu dapat menimbulkan pengaruh yang mendukung maupun menghambat proses penguapan air. Oleh karenanya semakin tebal balok kayu tidak selalu dapat memperbesar peningkatan efisiensi distilasi. Gambar 9 dan 10 menunjukkan efisiensi dan hasil distilasi pada ketebalan balok kayu 0,8 cm lebih baik dibandingkan efisiensi dan hasil distilasi pada ketebalan balok kayu 1,8 cm.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan, semakin banyak jumlah pelampung kain, semakin tinggi efisiensi model distilasi. Hasil terbaik didapatkan pada variasi jumlah pelampung kain sebanyak 4 buah dengan air hasil distilasi sebesar 0,46 liter/(jam.m<sup>2</sup>) dan efisiensi 42%.

Selain itu tebal kayu pelampung berpengaruh pada efisiensi. Hasil terbaik diperoleh pada ketebalan balok kayu 2,8 cm dengan air hasil distilasi sebesar 0,51 liter/(jam.m<sup>2</sup>) dan efisiensi 43%. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis kain yang memiliki sifat kapilaritas yang berbeda

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Aba, L. (2008). *Karakteristik Permukaan Absorber Radiasi Matahari Pada Solar Still Dan Aplikasinya Sebagai Alat Distilasi Air Laut Menjadi Air Tawar*, J. Sains Mipa, 13(3), 201–205.

- Aburideh, H., Deliou, A., Abbad, B., Alaoui, F., Tassalit, D., & Tigrine, Z. (2012). *An experimental study of a solar still: Application on the sea water desalination of Fouka*. *Procedia Engineering*, 33, 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1227>
- Alaian, W. M., Elnegiry, E. A., & Hamed, A. M. (2016). *Experimental investigation on the performance of solar still augmented with pin-finned wick*. *Desalination*, 379, 10–15. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.10.010>
- Anna, A. N. (2017). *Kondisi Air Tanah di Daerah Perkotaan: Problema Antara Kuantitas dan Kualitas Air*. *Forum Geografi*, 7(1), 49. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v7i1.4797>
- Arismunandar, W. (1995). *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Puja, I. G. K., & Sambada, F. R. (2012). *Unjuk Kerja Distilasi Air Energi Surya*. *Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 82–88.
- Matrawy, K. K., Alosaimy, A. S., & Mahrous, A. F. (2015). *Modeling and experimental study of a corrugated wick type solar still: Comparative study with a simple basin type*. *Energy Conversion and Management*, 105, 1261–1268. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.09.006>
- Pabiban, D., Namas, M., & Sarifudin, K. (2019). *Rancang Bangun Sistem Distilasi Surya Tipe Parabolic Untuk Menurunkan Kadar Salinitas Air Laut*. *Jurnal Ilmiah Flash*, 2(2), 131. <https://doi.org/10.32511/jiflash.v2i2.34>
- Purwadianto, D., & Sambada, F., R. (2013). *Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Menggunakan Kondenser Pasif*. *Jurnal Penelitian*, 17(1), 34–4
- Purwadianto, D., Sambada, F., R., & Puja, I. G. (2017). *Efek Kapilaritas Absorber Pada Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Jenis Vertikal*. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 16(2), 67–75
- Srivastava, P. K., & Agrawal, S. K. (2013). *Experimental and theoretical analysis*

*of single sloped basin type solar still consisting of multiple low thermal inertia floating porous absorbers.* Desalination, 311, 198–205. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.11.035>

Susilawaty, A., & Amansyah, M. (2016). *Kerentanan Ketersediaan Air Bersih Di Daerah Pesisir Dan Pulau - Pulau Kecil Sulawesi Selatan Indonesia.* Al-sihah:PublicHealth Science Journal, 8, 194–203