

UNJUK KERJA *DISTILLER* TENAGA SURYA SISTEM KONTINUE DENGAN BERBAGAI JUMLAH KACA PENUTUP

M. Mirmanto, M. Wirawan, A. Abdullah

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

E-mail: m.mirmanto@unram.ac.id

Abstrak – Penelitian tentang *distiller tenaga surya sistem kontinue* untuk mengetahui unjuk kerja *distiller* tersebut telah dilakukan. Tiga buah *distiller* yaitu *distiller* dengan kaca penutup tunggal, ganda dan rangkap tiga telah dirancang dan diuji. Material yang diuji adalah air laut berasal dari pantai Tanjungkarang, Mataram, NTB yang diubah menjadi air tawar melalui proses distilasi. Ukuran *distiller* yang diuji adalah 1136 mm x 936 mm x 574 mm (bagian luar), sedangkan ukuran plat penyerap panasnya adalah 0,8 m x 1 m. Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2019 dari jam 09.00 WITA hingga jam 16.00 WITA. Hasil menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah kaca penutup semakin sedikit air tawar yang diproduksi. *Distiller* dengan kaca penutup rangkap tiga lebih panas sehingga uap air tidak dapat mengembun. Oleh sebab itu, *distiller* dengan kaca penutup tunggal yang direkomendasikan untuk digunakan.

Kata kunci: *distiller, jumlah kaca penutup, air laut, air tawar, tenaga surya*

Abstract - A study on solar distillers with a continuous system to assess their performances were conducted. Three identical distillers i.e. single cover distiller, double cover distiller, and triple cover distiller were designed and examined. The material tested in this study was seawater taken from Tanjungkarang beach, Mataram, NTB and converted into distilled water through distillation processes. The overall size of the distillers was 1136 mm x 936 mm x 574 mm (outer dimension), while the absorber plate size was 0.8 m x 1 m. The experiments were performed on July 2019 from 09.00 MIT to 16.00 MIT. The results showed that increasing the number of glass cover decreased the amount of distilled water. The distiller with 3 glass covers was hotter than others so that the seawater vapor could not condense. Therefore, the distiller with a single glass cover was recommended to be used.

Keywords: *distiller, glass cover, seawater, distilled water, solar power*

1. PENDAHULUAN

Beberapa daerah di Indonesia selalu mengalami kekurangan air bersih di musim kemarau. Daerah tersebut di antaranya adalah Gunung Kidul, Jawa Timur, Lombok Tengah dan Timur, serta NTT. Sementara itu, air bersih merupakan kebutuhan paling mendasar bagi manusia. Manusia tidak dapat hidup tanpa air bersih dalam waktu yang tidak lama. Oleh sebab itu, usaha pemenuhan ketersediaan air bersih merupakan hal yang sangat krusial. Tetapi untuk memenuhi air bersih tersebut, memerlukan biaya yang cukup besar. Adakah cara termurah untuk menyediakan air bersih?

Peralatan pembuat air bersih sebenarnya sudah ada dan cukup canggih. Contohnya adalah alat pembuat air tawar dan bersih yang disebut dengan reverse osmosis (RO). Penelitian tentang RO juga sudah banyak dilakukan seperti penelitian oleh Slocum dkk. [1] dan Khanzada dkk. [2]. Tetapi harga esin RO mahal dan biaya operasional cukup tinggi. Oleh sebab itu, sistem RO hanya cocok untuk kapasitas yang besar

untuk memenuhi keperluan orang banyak. Ada cara lain yang bisa jadi lebih murah yaitu menggunakan sistem penyulingan. Sistem ini banyak metodenya seperti penyulingan dengan mendidihkan air kotor atau air tawar kemudian uapnya diembunkan. Masalahnya adalah energi apa yang digunakan untuk memanaskan tersebut. Jika memanaskannya menggunakan bahan bakar cair atau gas atau kayu, maka biaya pembuatan air suling tersebut menjadi tinggi. Oleh sebab itu metode demikian tidak cocok.

Sistem desalinasi dapat diklasifikasikan menurut sumber energi seperti; termal, mekanis, listrik dan sumber energi kimia. Klasifikasi lain tergantung pada proses desalinasi: evaporasi-kondensasi, penyaringan, dan teknik kristalisasi, Alkaisy dkk. [3]. Beberapa teknologi desalinasi masih dalam pengembangan seperti; cerobong surya, rumah kaca, vakum alami, desalinasi adsorpsi, *membrane distillation* (MD), bioreaktor membran (MBR), *forward osmosis* (FO), dan resin penukar ion (IXR). RO diikuti oleh *multistage flashing* (MSF) dan sistem multi-efek

distilasi (MED) adalah desalinasi yang paling banyak diterapkan. Menurut International Desalination Association (IDA) 2015, lebih dari 300 juta orang bergantung pada air yang diproduksi oleh 18426 desalinator di 150 negara, yang menyediakan lebih dari 86,8 juta meter kubik per hari seperti penelitian oleh Bawaain dkk. [4]. Negara-negara barat dan negara-negara maju lebih memilih sistem RO karena konsumsi daya yang efisien, sementara Timur Tengah dan Teluk negara lebih memilih sistem MSF dan MED karena sumber minyak yang tersedia melimpah. Pabrik desalinasi terbesar yang mulai beroperasi pada akhir 2014 adalah Ras Al-Khair di Arab Saudi. Pabrik ini menghasilkan sekitar 728.000 kubik meter air desalinasi per hari dengan mengimplementasikan teknologi MSF dan RO seperti dijelaskan oleh Cheong dkk. [5]. Heck dkk. [6] menjelaskan bahwa terbesar kedua pabrik desalinasi adalah Carlsbad di California, Amerika Serikat yang memproduksi sekitar 190.000 meter kubik air desalinasi per hari dengan menerapkan teknologi RO, dibuka pada Desember 2015. Teknologi desalinasi yang paling sederhana adalah sistem *solar still distillation* (SD), yang cocok untuk daerah terpencil dengan permintaan air yang kecil karena rendah produktivitas sistem ini. Namun semua itu, biaya awal dan operasional sangat mahal sehingga tidak cocok digunakan di pedesaan untuk keperluan rumah tangga, terlebih-lebih untuk desa yang belum ada aliran listriknya.

Desalinasi yang paling sederhana adalah *solar still destilation* [7-9]. Masalah yang ada dengan desalinator model ini adalah kapasitas produksi airnya sangat rendah sebab produktifitas tergantung pada luasan dan kondisi lingkungan. Di referensi [1], produksi air tawarnya hanya 0,5 liter per hari. Alat penelitian berbentuk piramida dengan ukuran 1 meter x 1 meter dan tinggi total sekitar 50 cm. Di Mukadim dkk [8], hasil air tawar yang diperoleh hanyalah 15 ml/jam, dengan alat yang digunakan berukuran 1 meter persegi. Untuk itulah pada penelitian ini memodifikasi *solar still destilation* dengan berbagai model absorber dan model bertingkat. Model bertingkat sudah pernah diteliti, Heck dkk. [6], namun pengaruh jumlah rak terhadap produksi air tawar belum ada di literatur. Dari penelitian ini akan diperoleh *solar still destilation* yang paling murah, sederhana, mudah dioperasikan, tetapi produktifitasnya yang tinggi. Kalau sudah ketemu model yang optimal ini, langkah selanjutnya adalah mengembangkan atau mengoptimasi alat desalinator tersebut.

Akhir-akhir ini penelitian tentang distilasi surya menggunakan tiga buah bentuk absorber yang berbeda telah dilakukan oleh Faisal [10]. Bentuk absorber yang digunakan adalah pelat

rata, absorber berserabut, dan absorber bersirip. Dia menjelaskan bahwa bentuk absorber sirip menghasilkan air tawar yang paling banyak. Untuk itulah, paper ini melanjutkan penelitian Faisal [10]. Absorber yang digunakan adalah pelat rata dan variasi yang diteliti adalah jumlah tutup kaca. Hal ini dikarenakan variabel jumlah kaca penutup belum banyak dilakukan. Jumlah kaca yang lebih banyak diharapkan mampu menguapkan air laut yang lebih banyak sehingga air tawar hasil distilator menjadi lebih banyak. Disamping itu, alat distilator ini menggunakan sistem kontinue, tidak seperti distilator-distilator yang sudah diteliti oleh para peneliti sebelumnya.

Untuk menganalisis data hasil percobaan, persamaan-persamaan tentang perpindahan panas, penguapan dan pengembunan diambil dari [7-9]. Persamaan ini terdiri dari persamaan untuk menentukan panas masuk, panas guna dan panas yang hilang ke lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Alat penelitian yang digunakan berupa tiga buah distilator identik dengan bentuk absorber yang sama yaitu pelat galvalum rata, tetapi dengan jumlah kaca penutup yang berbeda. Alat penelitian tersebut disajikan pada gambar 1. Jumlah kaca tersebut adalah satu tutup (Kasus A), dua tutup (Kasus B) dan tiga tutup (Kasus C). Ukuran distilator yang digunakan adalah 1136 mm x 936 mm x 574 mm, sedangkan luasan absorbernya 1 m x 0,8 m.

Air laut dituangkan pada bak penampung atas, kemudian akan mengalir secara grafitasi menuju bak distilator. Setelah air laut pada distilator mencapai ketinggian tertentu, maka katup pelampung akan menutup. Setelah sebagian air laut di dalam distilator menguap, maka air laut dari tampungan atas akan masuk ke dalam bak distilator lagi dan seterusnya proses tersebut berulang ulang hingga percobaan selesai. Oleh sebab itu ketinggian permukaan air laut akan terjaga tetap dan sama untuk tiga buah distilator yaitu sekitar 4 cm..

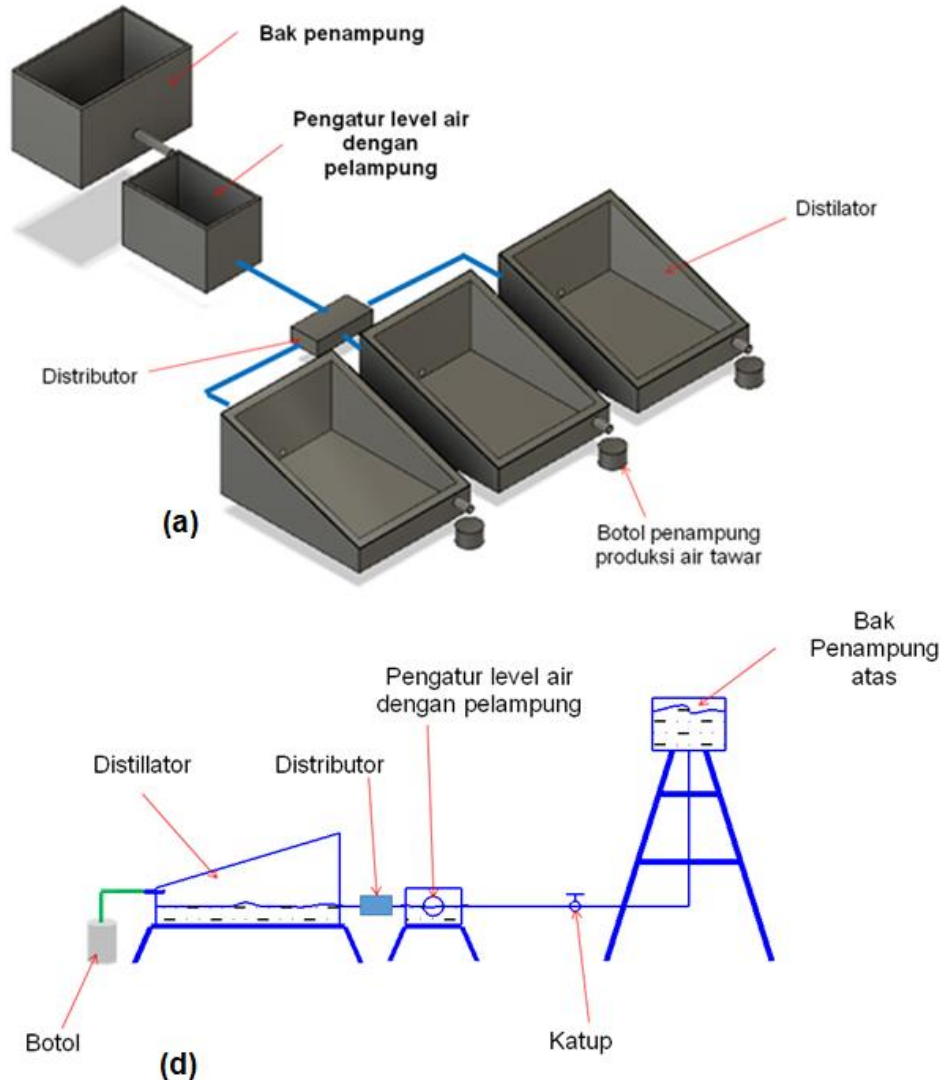
Semua suhu diukur menggunakan termokopel tipe K yang telah dikalibrasi dengan ketidak pastian $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Pyranometer model Lutron SPM-1116SD digunakan untuk mencatat solar power dalam satuan (W/m^2) dan dengan akurasi 5% reading. Sementara itu kecepatan angin di sekeliling distilator juga diukur, yaitu menggunakan anemometer Benetech GM8901 dengan akurasi 3% reading dalam (m/s). Percobaan dilakukan 3 kali pada hari yang berbeda beda dan dilakukan di Universitas Mataram pada posisi $08^{\circ} 33' - 08^{\circ} 38'$ Lintang Selatan dan $116^{\circ} 04' - 116^{\circ} 10'$ Bujur Timur. Produksi air tawar langsung ditimbang setiap jamnya menggunakan timbangan digital dengan resolusi 1 g.

3. PERSAMAAN TEORITIS

Persamaan teoritis ini dipakai untuk memprediksi laju perpindahan panas yaitu panas guna, panas

$$Q_{in} = \tau A \tag{1}$$

Q_{in} adalah panas yang masuk menuju air dan



Gambar 1. Skema alat penelitian; (a) tiga dimensi, (b) sketsa, Faisal [10]

masuk dan panas yang hilang ke lingkungan. Persamaan-persamaan tersebut diambil dari [7-9].

3.1 Panas masuk

Panas masuk yang dimaksud adalah panas dari matahari dikalikan dengan luasan aperture dari distilator. Panas dari matahari yang diukur menggunakan pyranometer memiliki satuan W/m^2 , jika panas tersebut dikalikan dengan luasan maka satuannya berubah menjadi watt seperti ditunjukkan persamaan (1) yang diambil dari Duffie and Beckman [11].

absorber di dalam distilator (W), τ menunjukkan transmisivitas tutup kaca yaitu sekitar 0,88 menurut Idi and De [12], Syahri [13].

Sementara itu, panas yang digunakan oleh air untuk memanaskan suhunya dari suhu mula-mula atau suhu lingkungan ke suhu akhir dinyatakan dengan persamaan (2) yang dapat diperoleh di Holman [14].

$$Q_s = mc_p(T_f - T_i) / t \tag{2}$$

Q_s adalah panas sensible (W), m menyatakan massa air laut di dalam distilator (kg), c_p menyatakan panas spesifik ($J/kg^\circ C$), T_f dan

T_i menunjukkan suhu akhir dan awal dari air laut yang berada di dalam distilator ($^{\circ}\text{C}$), dan t adalah waktu lama percobaan dilakukan (s).

Selain panas sensibel seperti persamaan (2), panas yang digunakan untuk menguapkan air laut juga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) yang dapat diperoleh pada Holman [14], dan ditulis sebagai:

$$Q_i = m_i h_{fg} / t \quad (3)$$

Q_i adalah panas yang digunakan untuk menguapkan air (W) dan panas ini disebut dengan panas laten, m_i adalah massa uap air atau air produksi (kg), h_{fg} menyatakan kalor penguapan (J/kg). Untuk itu, menurut Holman [14], total panas yang digunakan, Q , dalam (W) adalah:

$$Q = Q_s + Q_i \quad (4)$$

Efisiensi yang merupakan parameter yang menunjukkan kinerja dari distiler. Efisiensi dapat dinyatakan dengan persamaan (5) yang dapat diperoleh di Holman [14].

$$\eta = \frac{Q}{Q_{in}} \quad (5)$$

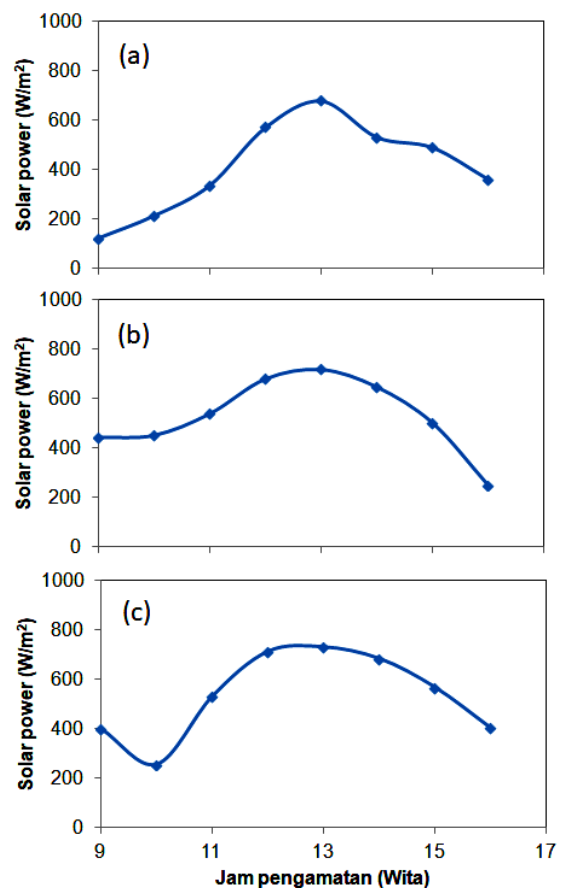
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa hasil pencatatan solar power, suhu dan massa air produksi disajikan pada bagian ini dalam bentuk gambar/ grafik untuk lebih mudah menginterpretasikan. Gambar 2 menunjukkan pencatatan solar power yang diperoleh selama percobaan untuk Kasus A, Kasus B dan Kasus C pada tiga hari di bulan Juni 2019 dan lokasi di halaman Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram.

Pencatatan solar power tidak dipengaruhi oleh Kasus A, B maupun C, sebab pencatatan solar power berada di sekitar distiler dan tentunya sama untuk tiga Kasus tersebut. Gambar 2 menyatakan bahwa solar power meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pengamatan kemudian mencapai puncaknya sekitar jam 13 Wita, dan selanjutnya menurun. Trend seperti ini juga ditemukan oleh para peneliti sebelumnya seperti Faisal [10], dan Mirmanto dkk. [15]. Namun demikian pada hari ke tiga pada jam 10 (Wita), solar power turun yaitu disebabkan adanya mendung sesaat yang menutupi matahari. Karena gambar 2 adalah hasil pencatatan sesaat setiap jam, maka pengaruh mendung akan sangat nampak. Tetapi jika solar power tersebut di rata-ratakan untuk setiap harinya maka

diperoleh data solar power sebesar 414,5 W/m^2 (hari pertama), 530,4 W/m^2 (hari kedua) dan 537,2 W/m^2 (hari ke tiga). Tentu saja hasil pencatatan solar power dari hari ke hari berbeda beda sebab tergantung tingkat kecerahan matahari. Namun secara umum, grafik solar power memiliki nilai maksimum sekitar jam 13 (Wita), dimana pada jam tersebut matahari sedang bersinar terang sekali sehingga radiasi panasnya maksimum. Setelah lewat jam 13 (Wita) tersebut solar power turun perlahan dan turun terus hingga jam 16 (Wita). Dari data solar power, data panas yang masuk (Q_{in}) dapat dihitung menggunakan persamaan (1), dan hasil hitungannya ditunjukkan pada gambar 3.

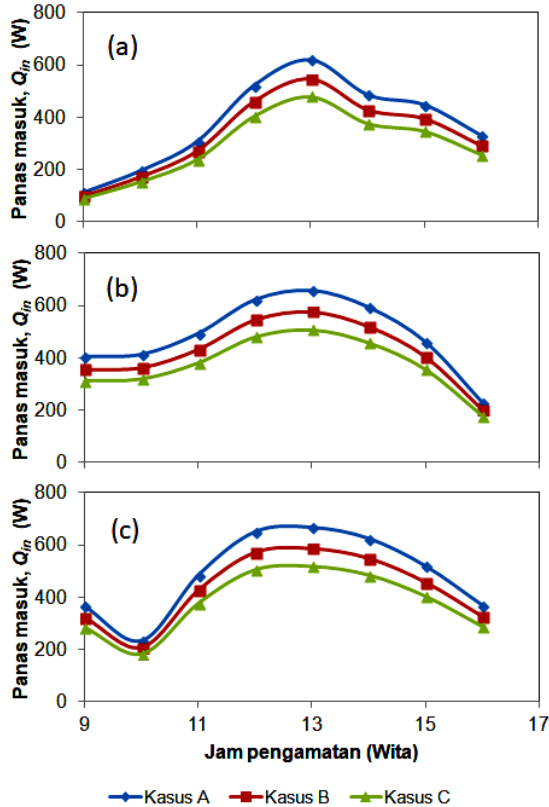
Sedangkan panas masuk tentunya berbeda beda sebab berbeda jumlah cover penutup. Untuk cover tunggal transmisivitas 0,88 sesuai pendapat Idi and De [12], Syahri [13]. Untuk cover rangkap dua, transmisivitasnya adalah 0,7744 yaitu sama dengan $0,88 \times 0,88$. Sedangkan cover rangkap tiga, transmisivitasnya $0,88 \times 0,88 \times 0,88 = 0,681$.



Gambar 2. Hasil pencatatan solar power: (a) hari ke 1, (b) hari ke 2, dan (c) hari ke 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa tren panas masuk untuk ke tiga kasus sama dan sesuai

dengan tren solar power. Panas masuk maksimum terjadi di sekitar jam 13 (Wita). Namun demikian magnitudenya berbeda untuk kasus yang berbeda. Kasus A memiliki panas masuk yang paling tinggi sebab hanya memiliki satu cover dengan nilai transmisivitas 0,88.

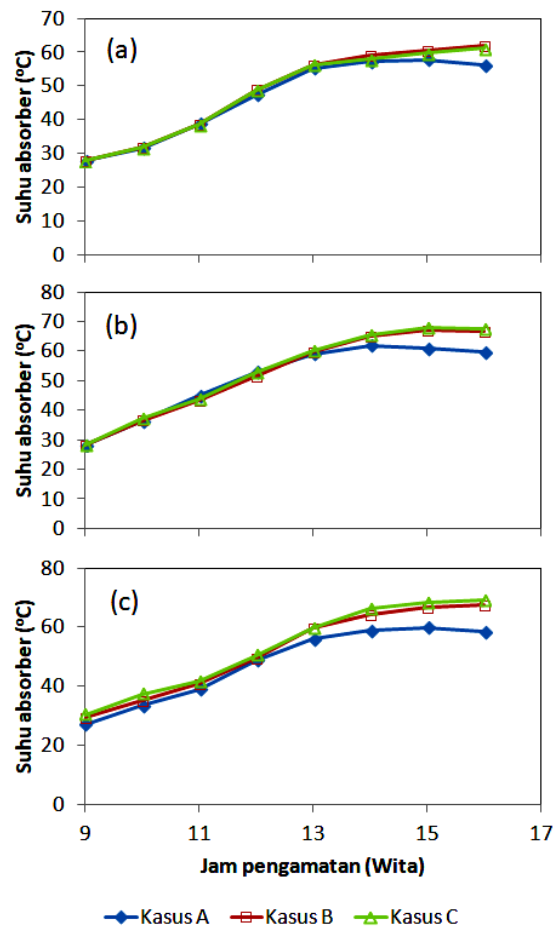


Gambar 3. Hasil hitungan panas masuk (Q_{in}) untuk ke tiga Kasus: (a) hari pertama, (b) hari kedua dan (c) hari ketiga.

Selanjutnya, hasil pencatatan suhu absorber diberikan pada gambar 4. Suhu absorber yang ditunjukkan pada gambar 4 menunjukkan tren naik terhadap jam pengamatan. Cover tunggal setelah jam 13 Wita suhu absorbernya menjadi konstan, sedangkan suhu absorber untuk cover rangkap dua dan tiga masih naik dan kemudian mendatar, Namun suhu absorber cover rangkap dua dan tiga lebih tinggi dibandingkan dengan suhu absorber cover tunggal. Hal ini disebabkan ketika panas masuk dan sampai ke absorber, untuk distiller dengan rangkap 2 dan 3, sulit untuk keluar sebab terkurung oleh kaca dan gap di antara dua kaca penutup. Oleh sebab itu, losses paling besar terjadi pada distiller dengan cover rangkap dua dan tiga dan losses lebih banyak lewat dinding-dinding distiller. Untuk mendalami lebih jauh pengaruh cover terhadap suhu air laut di dalam distiller,

gambar 5 menyajikan hasil pencatatan suhu air laut yang dimaksud.

Gambar 5 mengindikasikan bahwa tren suhu air di dalam distiller mirip dengan tren suhu absorber, yaitu meningkat terhadap waktu atau jam pengamatan dan selanjutnya mendatar. Hal ini karena air bersentuhan dengan absorber langsung, sehingga antara suhu air dan absorber magnitude dan trenya hampir sama. Penelitian sebelumnya juga menemukan hal/ tren yang sama yaitu penelitian oleh Mukadam dkk. [8], Faisal [10], Mirmanto dkk. [15].

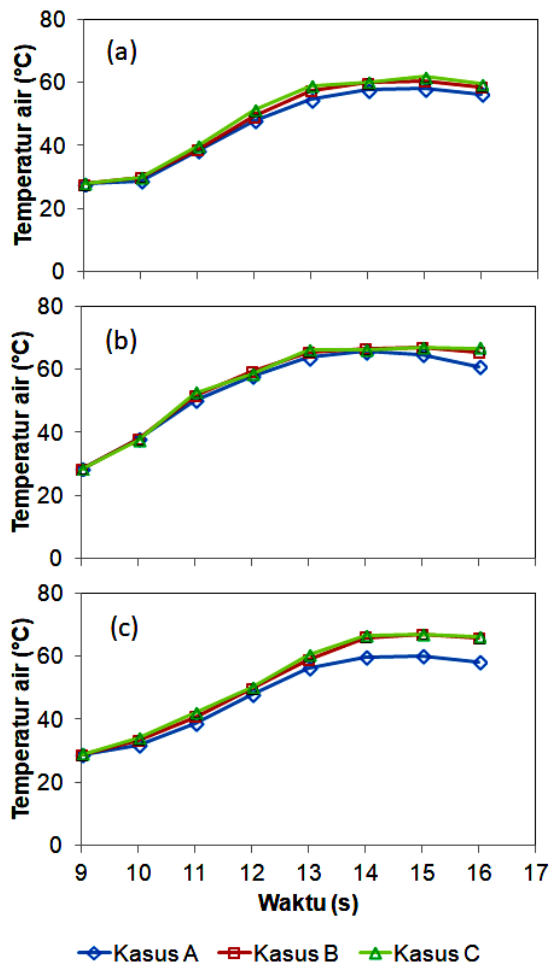


Gambar 4. Tren suhu absorber untuk berbagai Kasus: (a) hari pertama, (b) hari kedua dan (c) hari ketiga.

Variabel lain yang dicatat pada percobaan ini adalah air tawar produksi. Air tawar produksi sistiler ini disajikan pada gambar 6, untuk produksi per jamnya, gambar 7 untuk produksi air tawar akumulasi dan gambar 8 untuk produksi harian.

Produksi air tawar per jam terlihat tidak teratur, terkadang banyak terkadang sedikit. Hal ini disebabkan oleh cuaca langit atau kondisi lingkungan. Jika satu jam sebelumnya

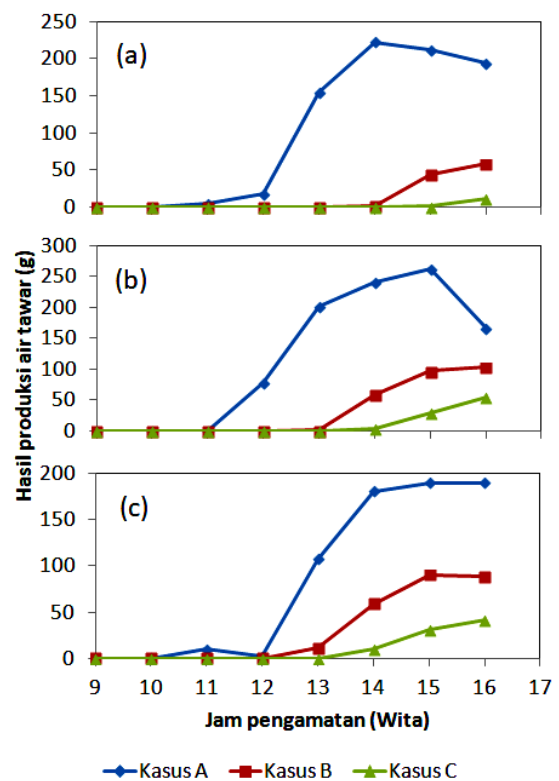
cerah, maka produksi di akhir jam tersebut banyak dan sebaliknya. Fenomena seperti ini juga ditemukan oleh Faisal [10] dan Abdullah [16]. Produksi air tawar per jam yang dihasilkan oleh Faisal [12] paling banyak adalah sekitar 160 ml, sedangkan Abdullah [16] menghasilkan produksi air tawar per jam paling banyak sebesar 240 ml. Namun demikian hasil harinya Faisal [10] memperoleh lebih banyak dibandingkan dengan Abdullah [16].



Gambar 5. Suhu air laut di dalam distiler dari ke tiga kasus. (a) hari pertama, (b) hari kedua dan (c) hari ketiga.

Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa distiler dengan cover tunggal justru menghasilkan produksi air tawar per jam yang paling banyak. Fenomena ini disebabkan oleh suhu kaca penutup yang langsung bersentuhan dengan uap air. Untuk cover tunggal suhu kaca penutup lebih rendah sehingga ketika uap air naik dari permukaan air di dalam distiler dan kemudian menyentuh dinding kaca penutup maka uap segera

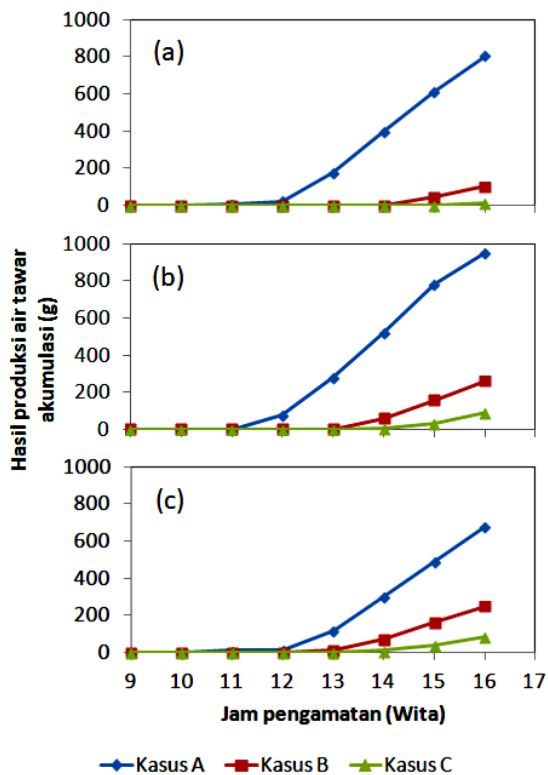
mengembung. Sedangkan pada distiler dengan kaca penutup ganda dan rangkap tiga, suhu kaca bagian bawah yang bersentuhan dengan uap suhunya masih tinggi. Oleh sebab itu, uap yang menyentuh dinding kaca tersebut tidak dapat mengembun. Namun demikian pada penelitian ini, suhu kaca bawah tidak diukur sehingga tidak ada bukti untuk menyakatkan demikian. Tetapi ketika percobaan selesai dan kaca penutup dibuka, pada distiler dengan kaca penutup ganda uapnya keluar lebih banyak dari pada distiler dengan kaca tunggal. Yang paling banyak lagi sisa uap yang belum mengembun adalah distiler dengan kaca penutup rangkap tiga. Bukti lain adalah suhu absorber dan suhu air laut di dalam distiler dengan penutup ganda dan rangkap tiga selalu lebih tinggi dari pada distiler dengan penutup tunggal. Jadi mengapa distiler dengan penutup kaca rangkap tiga menghasilkan air tawar paling sedikit? Karena banyak uap yang tidak dapat mengembun. Namun hasil pada penelitian ini lebih rendah dari pada penelitian yang dilakukan oleh Kabeel [17], Mulyanef et al. [18].



Gambar 6. Produksi air tawar per jam. (a) hari pertama, (b) hari kedua dan (c) hari ketiga.

Berbeda dengan produksi air tawar per jam, produksi air tawar akumulasi selalu naik dengan bertambahnya jam pengamatan. Oleh sebab itu grafik meningkat terus tidak naik turun seperti gambar 6. Fenomena ini juga

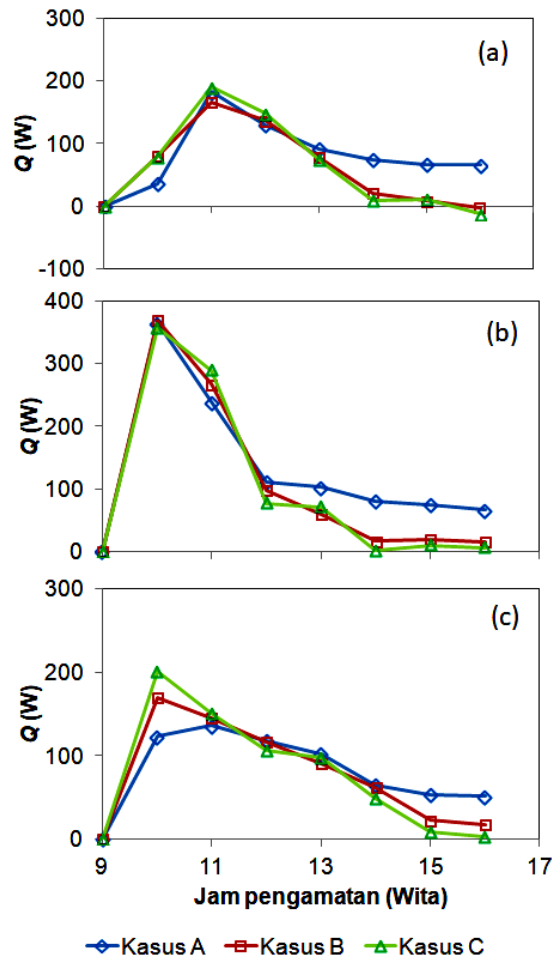
ditemukan oleh peneliti sebelumnya Mirmanto dkk. [15] dan Kabeel [17]. Mirmanto dkk. [16] menghasilkan data produksi air tawar hampir 1500 ml sehari yaitu mulai dari jam 9.00 Wita hingga jam 16.00 Wita. Sedangkan penelitian ini hanya menghasilkan produksi air tawar paling banyak 949 ml sehari dari jam 9.00 Wita hingga jam 16.00 Wita. Namun demikian, garis hijau pada gambar 7 terletak paling bawah dan sangat sedikit hasilnya hingga percobaan dihentikan. Jadi produksi air tawar dengan menggunakan distiller janganlah memakai kaca tutup lebih dari satu, terkecuali, kaca penutup bagian bawah dilubangi sehingga uap dapat naik dan menyentuh tutup kaca paling atas dan mengembun di kaca tutup atas. Tetapi hal demikian perlu dicoba terlebih dulu melalui penelitian berikutnya.



Gambar 7. Produksi air tawar akumulasi; (a) hari pertama, (b) hari kedua dan (c) hari ketiga.

Hasil hitungan perpindahan panas disajikan pada gambar 8. Perpindahan panas ini disebut dengan panas guna, Q . Q dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) yang terdiri dari perpindahan panas sensible dan perpindahan panas laten. Panas guna pada awal percobaan naik drastis, kemudian setelah jam 10.00 Wita, panas guna turun dan terus turun hingga selesai percobaan. Fenomena tersebut disebabkan oleh laju penyerapan panas. Pada awal-awal percobaan

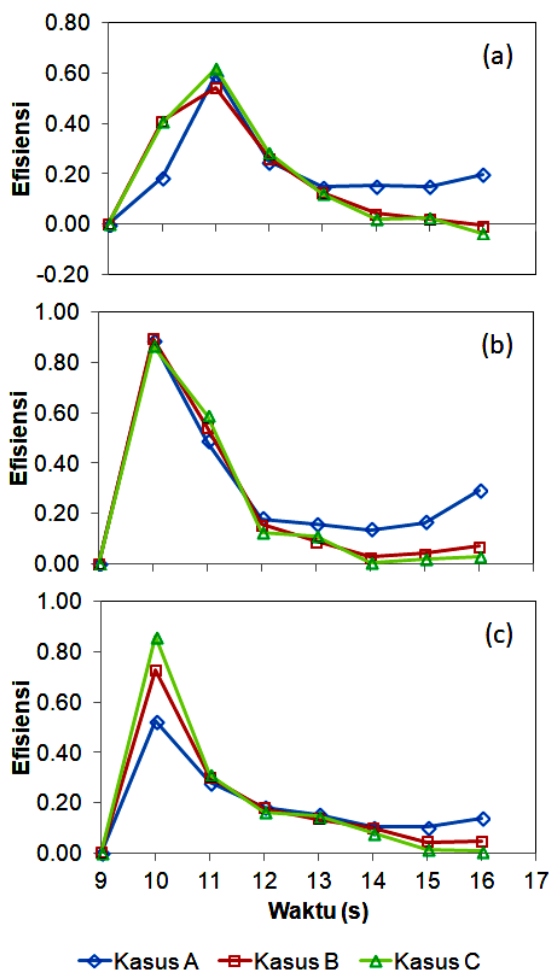
panas yang masuk banyak diserap untuk menaikkan suhu air yang pada saat itu suhu air masih rendah. Seiring bertambahnya jam pengamatan, maka suhu air semakin panas dan penyerapan panas guna untuk menaikkan suhu menurun. Namun demikian, panas guna untuk penguapan mulai hadir. Gambar 8 panas guna penguapan diprediksi dengan massa produksi air tawar yang diperoleh. Karena produksi air tawar yang diperoleh pada Kasus A lebih banyak, maka panas guna untuk Kasus A pada sesi pengembunan lebih besar dan garis panas guna untuk Kasus A selalu di atas garis lainnya.



Gambar 8. Perpindahan panas berguna pada distiller untuk berbagai Kasus dan untuk tiga hari yang berbeda.

Variabel selanjutnya yang perlu disajikan adalah efisiensi distiller. Efisiensi ini merupakan perbandingan antara panas guna terhadap panas masuk. Panas guna adalah Q dan panas masuk adalah Q_{in} yang dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan (1). Oleh sebab itu efisiensi dapat diprediksi dengan persamaan (5) dan hasil hitungan efisiensi disajikan pada gambar 9.

Gambar 9 menunjukkan bahwa tren efisiensi mirip dengan tren panas guna. Pada awal percobaan efisiensi naik drastis dan akhirnya setelah mencapai puncak efisiensi terus menurun hingga selesai percobaan. Namun demikian, untuk Kasus A memiliki tren yang sedikit berbeda yaitu setelah turun efisiensi naik kembali. Hal ini dikarenakan produksi air tawar yang masih terus berlanjut walaupun panas masuk sudah menurun sebab matahari sudah menuju ufuk barat. Kasus B dan C sebenarnya masih banyak menguapkan air dari dalam dasar distiller tetapi karena kaca penutup paling bawah masih panas maka tidak dapat menghasilkan air tawar yang banyak. Oleh sebab itu, efisiensinya menjadi kecil dan menurun serta panas masuk hanya digunakan untuk memanaskan air dan uap di dalam distiller B dan C.



Gambar 9. Efisiensi distiller untuk berbagai Kasus dan data untuk tiga hari yang berbeda.

5. KESIMPULAN

Penelitian untuk mengetahui pengaruh jumlah cover terhadap produksi air tawar telah dilakukan

dengan beberapa variabel yang diuji dan diukur. Beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Potensi solar power sangat besar.
2. Temperatur absorber dan air laut secara umum meningkat dengan waktu dan mencapai puncak sekitar jam 13.00 Wita dan akhirnya menurun kembali.
3. Produksi air tawar per jam acak atau random tergantung kondisi cuaca per jamnya.
4. Produksi air tawar terbanyak adalah diperoleh dengan distiller cover tunggal.
5. Cover rangkap dua dan tiga justru menghalangi perolehan produksi air tawar.
6. Untuk cover banyak, uap air yang terbentuk tidak banyak yang dapat diembunkan.
7. Efisiensi di akhir dan pertengahan waktu percobaan didominasi oleh efisiensi cover tunggal.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada DRPM atas pendanaan penelitian dengan skema Penelitian Dasar dengan nomor kontrak: 182/SP2H/LT/DRPM/2019 dan kepada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram atas fasilitas yang diberikan pada penelitian ini. Disamping itu, Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian maupun membuat paper ini.

7. NOMENKLATUR

- A = Luasan perpindahan panas (m²).
- c_p = Panas jenis (J/kg K).
- I = Intensitas radiasi atau solar power (W/m²).
- m = Massa udara (kg)
- Q = Laju aliran panas guna total (W).
- Q_{in} = Panas masuk (W).
- Q_l = Laju aliran kalor laten (W).
- Q_s = Laju aliran kalor sensibel (W).
- t = Waktu (s).
- T_i = Suhu air laut awal atau masuk distiller (°C).
- T_f = Suhu air laut saat menguap (°C).
- η = Efisiensi

8. DAFTAR PUSTAKA

[1] Slocum AH, Haji MN, Trimble AZ, Ferrara M, Ghaemsaidi SJ. Integrated pump hydro reverse osmosis system, *Sustainable Energy Technologies and Assesments*, 2016: 18: 80-89.

[2] Khanzada NK, Khan SJ, Davies PA. Performance evaluation of reverse osmosis (RO) pre-treatment technologies for in-land

- brackish water treatment, *Desalination*, 2017: 406: 44-50.
- [3] Alkaisi A, Mossad R, Sharifian-Barforoush A. A review of the water desalination systems integrated with renewable energy. *Energy Procedia*, 2017: 110: 268 – 274.
- [4] Baawain M., Choudri BS, Ahmed M, Purnama A. An Overview: desalination, environmental and marine outfall systems. *Recent Progress in Desalination, Environmental and Marine Outfall Systems*. 2015: 1: 3-10.
- [5] Cheong SM, Choi GW, Lee HS. Barriers and solutions to smart water grid development. *Environmental Management*, 2016: 57(3): 509-615.
- [6] Heck N, Paytan A, Potts DC, Haddad B. Coastal residents' literacy about seawater desalination and its impacts on marine ecosystems in California. *Marine Policy*, 2016: 68: 178-86.
- [7] Water and waste water treatment specialist yang dipercaya dalam proses pengolahan air, tirtamandiri.com.
- [8] Mukadim A., Wirawan M., Alit I.B. Analisa pengaruh variasi bentuk absorber pada alat destilasi air laut terhadap kenaikan suhu air dalam ruang pemanas dan jumlah penguapan air yang dihasilkan. *Dinamika Teknik Mesin*, 2013: 3(2): 127-135.
- [9] Mirmanto. Destilasi surya pengubah air laut menjadi air tawar. Laporan Penelitian DPP/SPP, Universitas Mataram, 2003.
- [10] Faisal M. pengaruh variasi absorber alat distilasi air laut tenaga surya terhadap produksi air tawar, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram, 2019.
- [11] Duffie JA, Beckman WA. Solar engineering of thermal processes, 4th Edition y John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013.
- [12] Idi BY, De DK. Transmissivity of the glazing surface of a solar flat plate collector based on the metrological parameters of Yola, Nigeria, *Journal of American Science*, 2011: 7(1): 639-643.
- [13] Syahri M. Rancang bangun sistem desalinasi energi surya menggunakan absorber bentuk separo elip melintang, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta, 22 Februari, 2011.
- [14] Holman JP. Heat transfer. 8th Edition. McGraw-Hill Inc., USA, 1997.
- [15] Mirmanto M, Wirawan M, Sayoga IMA, Syahrul S, Faisal M, Abdullah A. Effect of absorber types of conventional distillers on the amount of distilled water production, *Frontiers in Heat and Mass Transfer*, 2019: 13: 1-7.
- [16] Abdullah. Pengaruh jumlah cover alat distilasi air laut tenaga surya terhadap produksi air tawar, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram, 2019.
- [17] Kabeel AA. Performance of solar still witha concave wick evaporation surface, *Energy*, 2009: 34: 1504–1509.
- [18] Mulyanef, Marsal, Arman R., Sopian K. Sistem distilasi airlaut tenaga surya menggunakan kolektor plat datar dengan tipe kaca penutup miring, Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta, Padang, Indonesia, 2014.