

Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut dengan Metode Ketinggian Permukaan Air Selalu Sama Menggunakan Energi Matahari

Rio Adhitya Putra^{(1)*}, Gurum Ahmad Pauzi⁽¹⁾, Arif Surtono⁽¹⁾

⁽¹⁾Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Bandar Lampung 35145

*E-mail: rio.adhitya27@gmail.com

Diterima (28 September 2017), Direvisi (13 Oktober 2017)

Abstract. It has been realized an distillation device of sea water by using solar energy. Sea water putted in the distillation room and being heated by solar radiation so that heat transfer, evaporation and condensation process can take place. In this study was used corrugated plate absorber with the method used is the sea level in the distillation equipment is always the same so that it will retain heat for the evaporation process in obtaining the capacity of clean water produced with variations of height 2, 4, 6, 8, 10, 12, and 14 cms. In addition, the distillation roof is made of transparent acrylic material with a slope of 45°. The results showed that the increase of water temperature (T_w) and evaporation temperature (T_e) is bigger than environmental temperature (T_L) and cover (T_C) so that there is evaporation and condensation process so that the distillate water is obtained. Based on sea level, the volume of distillation water mostly occurred at sea water level of 2 cm that is 0,355 liter with salinity 0‰ and efficiency equal to 48,07%.

Keywords: Distillation, solar energy, seawater, clean water

Abstrak. Telah direalisasikan alat destilasi air laut yang dilakukan menggunakan energi matahari. Air laut dimasukkan ke dalam ruang destilasi dan dipanaskan menggunakan radiasi matahari sehingga terjadi proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Pada penelitian ini digunakan plat absorber tipe bergelombang dengan metode yang digunakan adalah ketinggian permukaan air laut di dalam alat destilasi selalu sama sehingga dapat mempertahankan panas untuk proses penguapan dalam mendapatkan kapasitas air bersih yang dihasilkan dengan variasi ketinggian 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 cm. Selain itu, bagian atap destilasi dibuat dari bahan akrilik transparan dengan kemiringan 45°. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kenaikan temperatur air (T_w) dan temperatur penguapan (T_e) lebih besar dibandingkan temperatur lingkungan (T_L) dan cover (T_C). Hal ini menyebabkan terjadinya proses penguapan dan kondensasi sehingga didapatkannya air bersih hasil destilasi. Berdasarkan ketinggian permukaan air laut, hasil pengujian yang didapatkan berupa volume air hasil destilasi terbanyak terjadi pada ketinggian air 2 cm yaitu 0,355 liter dengan kadar salinitas 0‰ dan efisiensi sebesar 48,07 %.

Kata Kunci: Destilasi, energi matahari, air laut, air bersih

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia telah diakui dunia secara internasional. Berdasarkan United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS), total luas daerah laut Indonesia seluas 5,9 juta km². Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia [1]. Namun tidak semua daerah Indonesia telah mendapatkan air bersih yang cukup.

Kelangkaan dan kesulitan mendapatkan air bersih dan layak pakai menjadi permasalahan yang muncul di banyak tempat yang salah satunya menimpa masyarakat yang tinggal di daerah pesisir pantai [2].

Pada pihak nelayan terjadi permasalahan yang dijumpai ketika pergi melaut yaitu penyediaan kebutuhan yang disuplai untuk kapal berupa air tawar (air bersih) yang digunakan selama operasi

penangkapan sebagai air minum dan pencuci hasil tangkapan [3]. Sehingga untuk mendapatkan air bersih perlu adanya pemrosesan atau pengolahan air laut menjadi air bersih bebas dari kotoran, bakteri yang merugikan, dan zat-zat lain yang bersifat merugikan bagi kesehatan manusia.

Ada beberapa cara yang sering dilakukan untuk mendapatkan air bersih yaitu perebusan, penyaringan, destilasi, dan lain-lain. Cara destilasi merupakan cara yang efektif digunakan untuk menghasilkan air bersih yang bebas dari kuman, bakteri, dan kotoran yang berupa padatan kecil [2]. Destilasi atau penyulingan air laut merupakan teknologi penyulingan air untuk mendapatkan air bersih dari air laut yang intinya adalah menguapkan air laut dengan cara dipanaskan. Sumber panas yang dipergunakan berasal dari energi yang beragam yaitu minyak, gas, listrik, surya/matahari, dan lainnya [4].

Destilasi energi surya merupakan salah satu cara mengolah air laut dalam menghasilkan air bersih dengan cara pemanasan dan penguapan (evaporasi) pada kolektor surya. [5]. Keunggulan dalam penggunaan teknologi destilasi menggunakan energi matahari memiliki konstruksi sederhana, mudah dioperasikan, menggunakan energi radiasi matahari secara gratis, dan bahan-bahan mudah didapatkan dengan harga yang relatif murah [6].

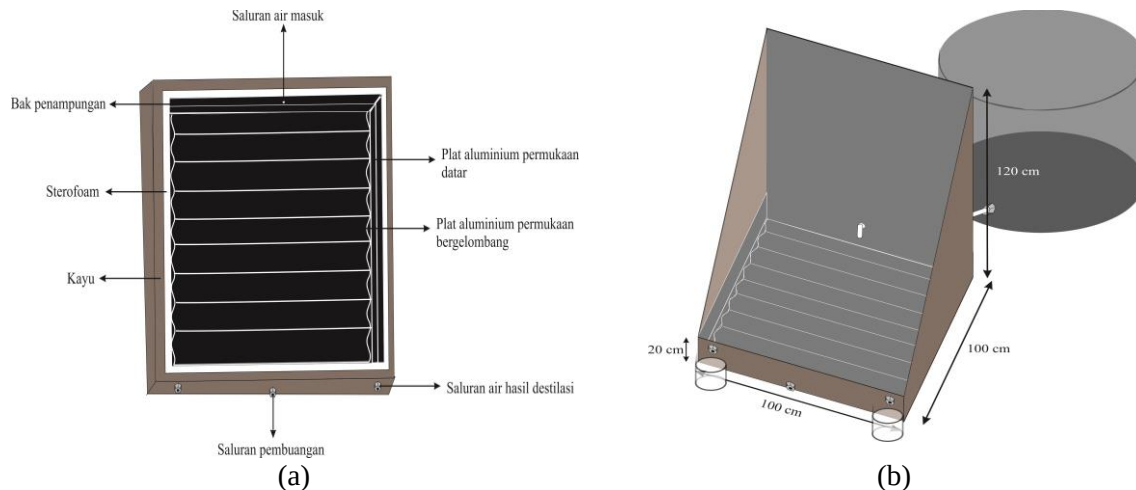
Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk mengolah air laut menjadi air tawar menggunakan uji destilasi surya antara lain dilakukan oleh Abdullah [4]

membuat model destilator dibuat dari bahan kayu yang dilapisi resin dan fiber dan penutup transparan dari kaca dengan tebal 5,0 mm, kemiringan kaca penutup 45° dan kedalaman air laut dalam ruang pemanas destilator 2 cm. Hidayat [7] membuat alat pemisah garam dan air tawar menggunakan energi surya dengan luas kolektor 220x120x5 cm² dan sudut kemiringan kolektor 40°. Ismail [8] melakukan penelitian dengan membandingkan bentuk *cover* satu kemiringan dengan sudut 35° dan *cover* bentuk atap dengan luas penampang yang sama, hasil yang diperoleh *cover* dengan satu kemiringan menghasilkan produktivitas air kondensat lebih tinggi.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dilakukan penelitian mengenai pembuatan alat destilasi air laut dengan metode ketinggian permukaan air selalu sama menggunakan energi matahari untuk menghasilkan air bersih yang siap digunakan. Metode ini digunakan agar proses perubahan temperatur air laut di dalam alat destilasi lebih cepat mengalami proses penguapan. Dalam penelitian ini, plat absorber yang digunakan tipe bergelombang dan bentuk atap menggunakan kemiringan 45°.

METODE PENELITIAN

Bahan dari alat destilasi terbuat dari karpet talang dengan ketebalan 1 mm pada bagiandinding dan alas serta dilapisi oleh sterofoam dan aluminium foil sebagai isolator dan bagian atapnya terbuat dari akrilik transparan dengan ketebalan 3 mm.



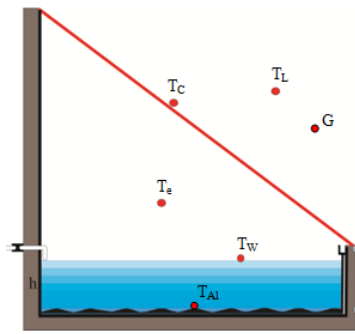
Gambar 1. Skema rancangan (a) bak penampungan (b) Realisasi alat destilasi.

Dimensi dari alat destilasi adalah panjang 100 cm, lebar 100 cm, tinggi bagian belakang 120 cm, tinggi bagian depan 20 cm, dan kemiringan bagian atap 45° . Plat aluminium sebagai heat absorber yang berbentuk gelombang diletakan pada dasar bagian dasar bak penampungan Sedangkan yang berbentuk datar diletakan pada dinding kedua sisi dan bagian depan alat destilasi. Air laut yang digunakan pada penelitian ini diambil dari pantai daerah Lempasing Pesawaran Lampung. Rancangan realisasi alat destilasi digambarkan pada **Gambar 1**.

Prinsip kerja alat destilasi ini melibatkan proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Proses perpindahan panas terjadi ketika air laut dimasukan ke dalam bak penampungan dan dijemur di tempat terbuka yang langsung terkena sinar matahari. Di dalam bak penampungan terdapat plat aluminium sebagai heat absorber yang melakukan proses penyerapan panas dari tenaga matahari, selanjutnya plat aluminium makin lama akan menjadi panas kemudian ditransfer ke air laut sehingga mengalami perubahan temperatur. Namun untuk memperoleh kenaikan temperatur pada air laut di dalam alat destilasi agar cepat naik digunakan metode ketinggian permukaan selalu sama dengan variasi ketinggian adalah 2, 4, 6, 8, 10, 12, dan 14 cm. Sistem

ini memanfaatkan ketinggian air laut dibuat selalu tetap dengan keadaan receiver tertutup tanpa adanya udara yang masuk pada receiver dan alat destilasi.

Ketika air laut setinggi pada variasi yang sudah ditentukan maka air akan berhenti mengalir. Jika air laut terus-menerus dipanaskan maka akan terjadi proses penguapan. Uap ini akan bersentuhan dengan permukaan bagian atap alat destilasi yang memiliki temperatur lebih rendah dibanding temperatur penguapan sehingga terjadi proses kondensasi atau pengembunan. Proses pengembunan ini menghasilkan air bersih. Selanjutnya karena bagian atap memiliki kemiringan 45° maka air bersih hasil destilasi akan mengalir ke bawah dan ditampung oleh gelas ukur yang telah disediakan. Tahap selanjutnya, yaitu melakukan pengujian dan pengambilan data karakteristik alat destilasi berdasarkan variasi ketinggian permukaan air laut dengan pengukuran berupa radiasi matahari, temperatur lingkungan, air laut di dalam alat destilasi, ruang evaporasi, plat aluminium, cover atau bagian atap alat destilasi, dan massa produksi.



Gambar 2. Skema titik pengambilan data. Keterangan: G = Intensitas radiasi matahari (Lux); T_L = Temperatur lingkungan ($^{\circ}\text{C}$); T_W = Temperatur air laut ($^{\circ}\text{C}$); T_{Al} = Temperatur plat aluminium ($^{\circ}\text{C}$); T_e = Temperatur ruang evaporasi (penguapan) ($^{\circ}\text{C}$); T_C = Temperatur cover/bagian atap alat destilasi ($^{\circ}\text{C}$); h = Ketinggian permukaan air laut masing-masing 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, dan 14 cm.

Pelaksanaan pengujian dilakukan pada pukul 09.00 WIB sampai dengan 15.00 WIB dengan selang waktu setiap 30 menit. Pengukuran pengambilan data ditunjukkan pada Gambar 2 Setelah diperoleh data pengukuran maka dilakukan analisis hasil untuk mengetahui kecenderungan ketinggian permukaan air laut terhadap temperature, volume air bersih hasil destilasi dan efisiensi kerja alat destilasi. Efisiensi alat destilasi diperoleh menggunakan persamaan (1) berikut.

$$\eta = \frac{m_D h_{fg}}{A.G.t} \times 100\% \quad (1)$$

dimana, m_D = Laju aliran massa produk destilasi per hari (kg); h_{fg} = Panas laten penguapan penguapan (J/kg); G = Radiasi matahari (W/m^2); A = Luas permukaan (m^2); t = Lama waktu pengujian (s) [9].

Salah satu alasan utama yang melatar belakangi rendahnya efisiensi *solar still* (peralatan pemurnian air tenaga matahari), karena sekitar 30-40% adalah kehilangan panas laten kondensasi ke lingkungan dan panas laten yang terbuang oleh kondensat [10].

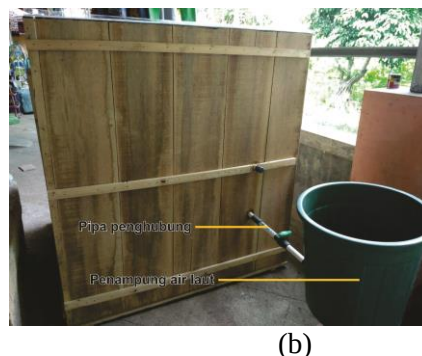
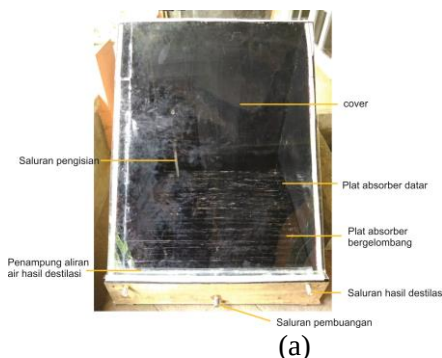
HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Alat Destilasi

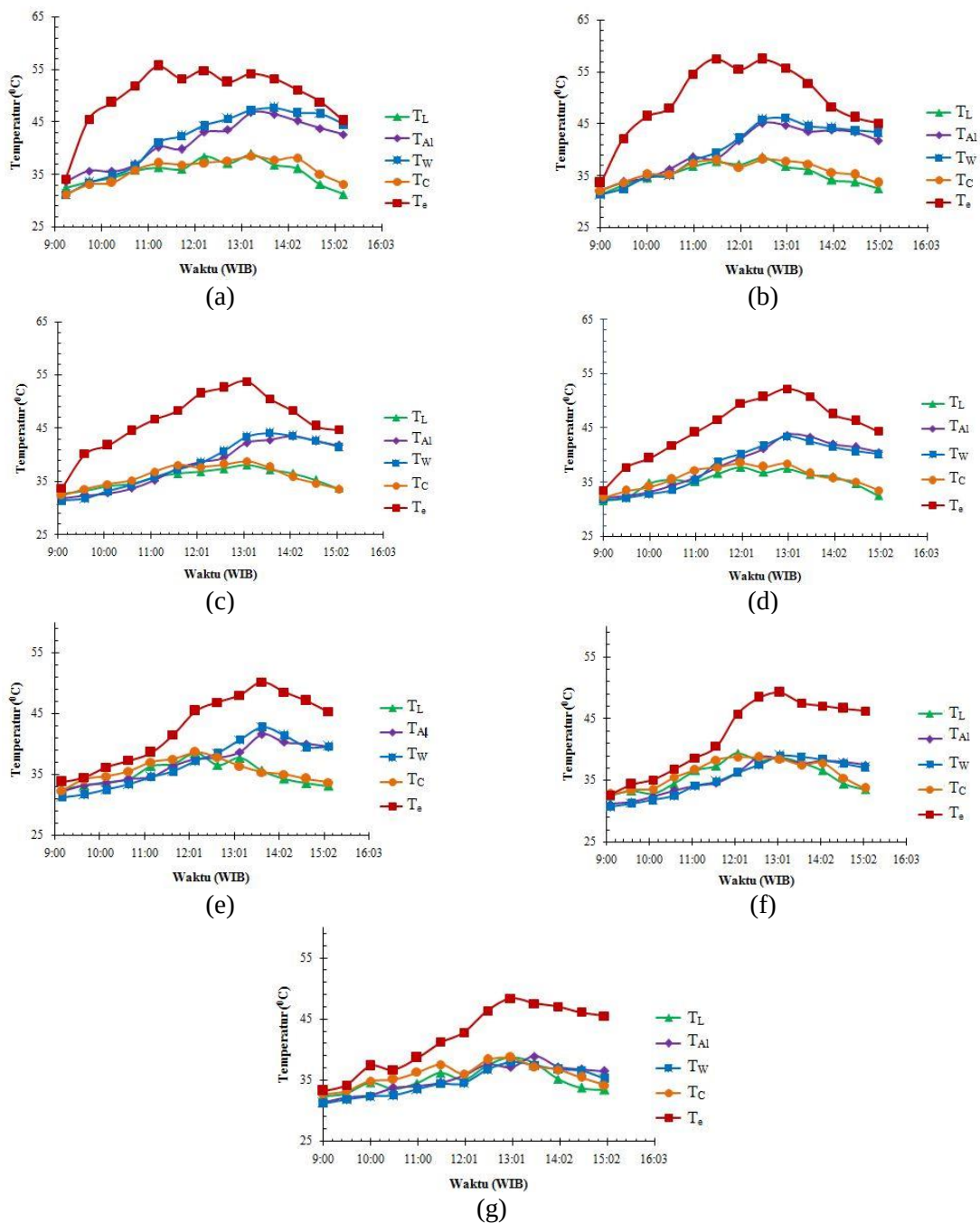
Realisasi alat destilasi ditunjukkan pada **Gambar 3**.

Karakteristik Hasil Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan selama 30 menit sekali dengan rentang waktu dari pukul 09.00–15.00 WIB atau 6 jam untuk masing-masing ketinggian air laut di dalam alat destilasi dengan pengukuran berupa radiasi matahari (G), temperatur lingkungan (T_L), plat aluminium (T_{Al}), air laut (T_W), cover (T_C), dan penguapan (T_e). Hubungan waktu pengujian terhadap temperatur pada masing-masing ketinggian permukaan air laut 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, dan 14 cm dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 3. Realisasi alat destilasi (a) Tampak depan (b) Tampak belakang.



Gambar 4. Grafik hubungan temperatur T_L , T_{Ai} , T_W , T_C , dan T_e terhadap waktu pengujian pada ketinggian permukaan air laut (a) 2 cm (b) 4 cm (c) 6 cm (d) 8 cm (e) 10 cm (f) 12 cm (g) 14 cm

Grafik **Gambar 4** menunjukkan pola yang sama yaitu T_L dan T_C memiliki temperatur yang tidak berbeda jauh karena temperatur *cover* dipengaruhi oleh lingkungan sehingga perubahan T_C mengikuti perubahan T_L . Selain itu, T_W dan T_{Ai} juga memiliki nilai yang tidak berbeda jauh dimana kedua titik pengukurannya

terdapat di dalam alat destilasi, T_{Ai} berada di dalam air sehingga perubahan T_{Ai} mengikuti perubahan T_W . T_e yang berupa garis merah pada grafik memiliki nilai temperatur lebih tinggi dibandingkan temperatur yang lainnya. Hal ini sebabkan karena alat destilasi tertutup rapat sehingga terpusatnya temperatur pada ruang

penguapan selama waktu pengujian. Meningkatnya T_w menyebabkan terjadinya penguapan dan terjadinya kondensasi ketika uap air di udara mengenai permukaan yang lebih dingin dari temperatur uap air. Permukaan yang lebih dingin adalah T_c . Seperti pada ketinggian permukaan air laut 2 cm, besar T_e adalah 49,90 °C dan T_c adalah 35,76 °C. Hal ini terjadinya juga pada ketinggian permukaan air laut yang lainnya. Menurut data yang didapatkan maka proses penguapan dan kondensasi dapat berlangsung.

Analisis Hasil Massa Produksi dan Efisiensi

Massa produksi (m_D) diperoleh dari volume air hasil destilasi pada masing-masing ketinggian air laut. Massa produksi yang didapatkan ditunjukkan melalui grafik hubungan antara massa produksi terhadap ketinggian permukaan air laut di dalam alat destilasi pada **Gambar 5**.

Gambar 5 menunjukkan grafik mengalami penurunan massa produksi. Massa produksi tertinggi terjadi pada alat destilasi yang menggunakan ketinggian permukaan air laut 2 cm yaitu sebesar 0,355 Kg dan mengalami penurunan sampai 0,115 Kg pada ketinggian 14 cm.

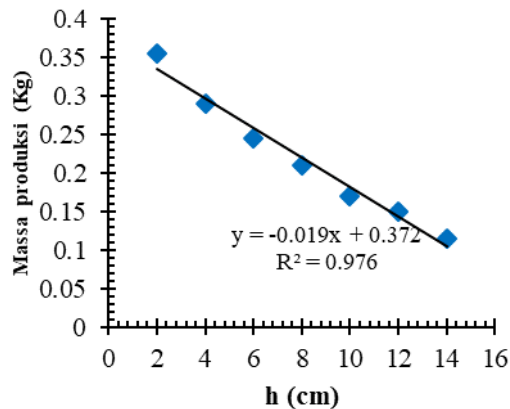
Semakin tinggi air laut yang digunakan di dalam alat destilasi maka semakin kecil massa produksi yang didapatkan. Hal ini dikarenakan semakin banyak volume air laut di dalam alat destilasi maka semakin lama proses perpindahan panas dan juga penguapan sehingga massa produksi yang didapatkan sedikit. Dalam mendapatkan massa produksi yang lebih besar diperlukan radiasi matahari yang lebih tinggi, hal ini dikarenakan semakin tinggi radiasi matahari

maka perpindahan panas dan penguapan akan terjadi lebih cepat sehingga massa produksi banyak didapatkan

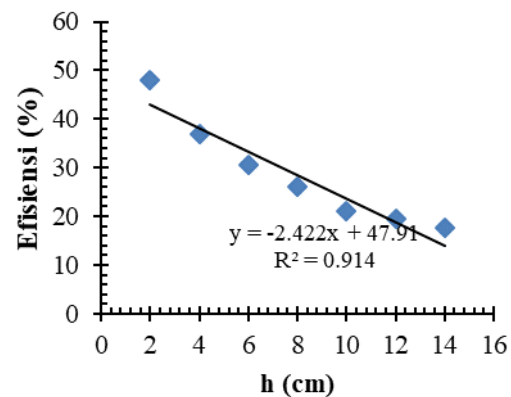
Selanjutnya massa produksi yang telah didapatkan diuji kadar garam terlarut atau salinitas menggunakan instrumen pengukur refraktometer analog. Salinitas yang diukur terlebih dahulu adalah air laut yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kadar salinitas sebesar 33‰, nilai ini sesuai dengan data dari [11]. Kemudian salinitas dari air hasil destilasi yang diperoleh dari masing-masing ketinggian air laut menunjukkan data yang sama yaitu dengan kadar salinitas 0 ‰. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa air hasil destilasi tidak memiliki kadar garam di dalamnya sehingga dapat dikatakan sebagai air bersih.

Dalam mengetahui kemampuan kerja alat maka dapat dicari nilai efisiensi dari alat destilasi dengan menggunakan persamaan 1. Grafik hubungan karakteristik efisiensi terhadap pengaruh ketinggian air laut di dalam alat destilasi ditunjukkan dalam grafik pada **Gambar 6**.

Gambar 6 menunjukkan efisiensi tertinggi terjadi pada alat destilasi yang menggunakan ketinggian permukaan air laut 2 cm yaitu sebesar 48,07 % dan mengalami penurunan sampai 17,62 % pada ketinggian air 14 cm. Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi air laut yang digunakan di dalam alat destilasi maka semakin kecil efisiensi yang didapatkan. Selain itu, efisiensi berbanding lurus dengan massa produksi, dimana massa produksi ini mempengaruhi nilai efisien. Semakin besar massa produksi maka semakin besar juga nilai efisiensi dari alat destilasi.



Gambar 5. Grafik hubungan massa produksi terhadap pengaruh ketinggian air laut.



Gambar 6. Grafik hubungan efisiensi terhadap pengaruh ketinggian air laut di dalam alat destilasi.

DAFTAR PUSTAKA

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan yaitu alat destilasi air laut dengan metode ketinggian permukaan air selalu sama menggunakan energi matahari mampu menghasilkan air bersih terbanyak sebesar 0,355 liter dengan ketinggian permukaan air laut 2 cm. erjadinya proses perpindahan panas dari lingkungan ke dalam alat destilasi dengan diperolehnya kenaikan temperatur air mengakibatkan terjadi proses penguapan. Temperatur penguapan yang lebih besar dibandingkan temperatur lingkungan dan *cover* mengakibatkan terjadi proses kondensasi sehingga didapatkannya air bersih hasil destilasi. Efisiensi alat destilasi air laut terbesar diperoleh dengan menggunakan ketinggian air laut 2 cm yaitu sebesar 48,07 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Laboratorium Fisika Dasar, Fisika Inti dan Elektronika Dasar Jurusan Fisika Universitas Lampung untuk fasilitas laboratorium.

- [1] R. Lasabuda, "Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia," *J. Ilm. Platax*, vol. 1, no. 2, pp. 92–101, 2013.
- [2] K. Astawa, M. Sucipta, and I. P. G. A. Negara, "Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton," *J. Ilm. Tek. Mesin Cakra M*, vol. 5, no. 1, pp. 7–13, 2011.
- [3] Y. Atharis, "Tingkat Kepuasan Nelayan Terhadap Pelayan Penyediaan Kebutuhan Melaut Di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus Sumatera Barat," *Skripsi*, 2008.
- [4] S. Abdullah, "Pemanfaatan Distilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air," *Lap. Penelit. Sekol. Pascasarj. UGM*, 2005.
- [5] Mulyanef, Burmawi, and M. K, "Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih dan Garam dengan Destilasi Tenaga Surya," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 25–29, 2014.
- [6] L. Aba, "Karakteristik Permukaan Absorber Radiasi Matahari Pada Solar Still dan Aplikasinya Sebagai Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air

- Tawar,” *J. Sains MIPA*, vol. 13, no. 3, pp. 201–205, 2007.
- [7] R. R. Hidayat, “Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Menggunakan Energi Matahari,” *Skripsi*, 2011.
- [8] N. R. Ismail, “Pengaruh Bentuk Cover Terhadap Produktifitas dan Efisiensi Solat Still,” *J. Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 70–74, 2010.
- [9] Mulyanef, “Prestasi Sistem Desalinasi Tenaga Surya Menggunakan Berbagai Tipe Kaca Penutup Miring,” *Jurnal Teknos-2k*, vol. 7, no. 1, pp. 13–17, 2007.
- [10] S. Al-Kharabsheh and D. Y. Goswami, “Analysis of an innovative Water Desalination System Using Low-grade Solar Heat,” *Elsevier Sci.*, vol. 156, pp. 323–332, 2003.
- [11] K. Wyrski, *Physical Oceanography of the Southeast Asian Water*. La Jolla: Naga Report Univ. California, 1961.