

## **THE OPTIMUM LENGTH ANALYSIS OF SOLAR DESTILLATORS ON THE QUANTITY OF WATER PRODUCED AND THE PERFORMANCE OF SOLAR POWER DESTILLATORS**

**(ANALISA PANJANG OPTIMUM DESTILATOR SURYA TERHADAP  
KUANTITAS AIR HASIL DAN UNJUK KERJA DESTILATOR TENAGA  
SURYA)**

Syafril Oktari<sup>a\*</sup>, Sehat Abdi Saragih<sup>a</sup>, Eddy Elfiano<sup>a</sup>, Masli Irwan Rosli<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

<sup>b</sup>Fuel Cell Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia

\*Corresponding author : Syafriloktari@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Distillation technology (distillation) of water to get fresh water from dirty water or sea water is essentially to evaporate sea water by heating, which is then condensed to become fresh water. The work process that produced is also a weakness of the evaporation process, which results in condensation into the water particles attached to the glass. Then the water will meet with other water grains and produce water that has excess water weight so that before the water reaches the reservoir, the water will first fall. Similarly, the longer the destilator will affect the evaporation of the fall of the water before falling into the shelter. This study aims to determine the optimal length of solar power. This study uses the optimum length of 500 mm, 600 mm, 700 mm, 800 mm, 900 mm and 1000 mm as the length to be analyzed. Then the evaporation process will affect the distillation system and the quantity of water produced. From the test result which have the optimum length, there is the highest quantity of water, the length is 700 mm by 1678 ml. This is caused by water in the evaporated basin which must be condensed so that the saturated vapor releases the latent heat to produce maximum quantity of water. From the result of testing and calculations that have an optimum length of the best performance on a solar power destilator that is 700 mm long, because the rate of energy at condensation is 127,6 Watts, energy at evaporation 124,02 Watt is, the rate of distillation in the distillation process is 0,0000517 kg/s, the efficiency of distillation product was 11,65%, and the efficiency of the highest distillation system was obtained at a length of 700 mm by 38,2%.*

*Keywords : Optimum Length, solar Distillation, yield quantity of water*

### **ABSTRAK**

*Teknologi destilasi (penyulingan) air untuk mendapatkan air tawar dari air kotor atau air laut intinya adalah menguapkan air laut dengan cara dipanaskan, yang kemudian uap air tersebut diembunkan sehingga menjadi air tawar. Proses kerja destilator terdapat juga kelemahan yaitu dari proses penguapan destilator, uap yang dihasilkan lalu diembunkan menjadi butiran air yang menempel dikaca.*

*Selanjutnya butir air bertemu dengan butir-butiran air yang lainnya dan menghasilkan butir air yang memiliki berat air berlebih sehingga sebelum butir air tersebut sampai ke dalam penampungan, butir air tersebut akan terlebih dahulu jatuh. Begitu pula dengan semakin panjangnya destilator akan mempengaruhi penguapan jatuhnya butir air sebelum jatuh ke dalam penampungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui panjang optimum destilator tenaga surya. Penelitian ini menggunakan panjang optimum dari 500 mm, 600 mm, 700 mm, 800 mm, 900 mm, dan 1000 mm sebagai panjang yang akan dianalisa. Proses penguapan tersebut akan mempengaruhi dari sistem destilasi dan kuantitas air yang dihasilkan. Dari hasil pengujian yang memiliki panjang optimum terhadap kuantitas air hasil yang terbanyak yaitu pada panjang 70 cm sebesar 1678 ml. Hal ini disebabkan oleh air pada basin yang sudah diuapkan harus diembunkan (kondensasi) supaya uap jenuh tersebut melepaskan kalor laten agar menghasilkan kuantitas air hasil yang maksimal. Dari hasil pengujian dan perhitungan yang memiliki panjang optimum terhadap unjuk kerja terbaik pada destilator tenaga surya yaitu adalah panjang 70 cm, karena laju energi saat penguapan sebesar 127,6 Watt, laju energi saat pengembunan sebesar 124,02 Watt, laju destilasi dalam proses destilasi sebesar 0,0000517 kg/s, efisiensi produk destilasi sebesar 11,65%, dan efisiensi sistem destilasi sebesar 38,2%.*

*Kata kunci: Air, Destilasi Surya, Panjang Optimum, Kuantitas Air Hasil, Unjuk Kerja.*

## LATAR BELAKANG

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia untuk hidup di bumi, sehingga semua makhluk hidup sangat tergantung dengan keberadaan air karena hampir disegala aspek kehidupan manusia menggunakan air terutama air bersih. Alat destilasi energi surya memiliki beberapa keuntungan, diantaranya pembuatan dan perawatan alat yang murah dan pengoperasian yang mudah karena tidak memerlukan teknologi yang tinggi. Menurut Elviano R, (2016) Destilasi surya dapat terjadi dengan memanfaatkan potensi alam sinar matahari untuk mengubah fase air di dalam basin menjadi uap. Hal yang paling mendasar dalam proses destilasi yang menggunakan alat destilator ini dipengaruhi oleh air laut pada basin, namun kemampuan destilator jenis ini

dalam menghasilkan air bersih banyak dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari, temperatur, ukuran luas ruang pemanas dan model atau disain. Kemudian proses pemanasan air laut juga dipengaruhi oleh volume air yang dipanaskan pada basin.

I Gusti Ketut Puja (2012), mengatakan bahwa volume air pada basin memiliki pengaruh terhadap performansi. Semakin besar volume air maka menyebabkan proses penguapan menjadi lama, begitu pula sebaliknya semakin kecil volume maka mempercepat proses penguapan.

Titik embun hasil penguapan sehingga titik-titik embun itu akan membentuk cairan, mekanisme perpindahan panas yang efektif dan koefisien panas bahan yang sangat ekstrim juga menjadi faktor penentu dalam pembentukan titik embun (Cengel 2003).

Namun pada proses kerja destilator terdapat juga kelemahan yaitu dari proses penguapan destilator, uap yang dihasilkan lalu diembunkan menjadi butiran air yang menempel dikaca. Selanjutnya butiran air bertemu dengan butiran-butiran air yang lainnya dan menghasilkan butiran air yang memiliki berat air berlebih sehingga sebelum butiran air tersebut sampai ke dalam penampungan, butiran air tersebut akan terlebih dahulu jatuh. Begitu pula dengan semakin panjangnya destilator akan mempengaruhi penguapan jatuhnya butiran air sebelum jatuh ke dalam penampungan (Donny S, 2014). Proses penguapan tersebut akan mempengaruhi dari sistem destilasi dan kuantitas air yang dihasilkan. Berdasarkan masalah diatas, belum ada yang melakukan penelitian tentang panjang optimum. Karena itu pada penelitian ini digunakan panjang optimum dari 500 mm, 600 mm, 700 mm, 800 mm, 900 mm, dan 1000 mm sebagai panjang yang akan dianalisa.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Destilator Tenaga Surya

Destilator tenaga surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan energi surya. Destilator tenaga surya merupakan sebuah alat penyulingan sederhana, murah dan mudah dibuat. Pada proses destilator tenaga surya, air laut dipanaskan dengan tenaga surya didalam kolektor kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasikan untuk memperoleh air tawar.



Gambar 1 Destilator Tenaga Surya.

### Komponen Utama Destilator Tenaga Surya

Komponen utama destilator tenaga surya terdiri dari beberapa komponen, yang meliputi kaca menutup, plat penyerap, isolasi dan kotak destilator.

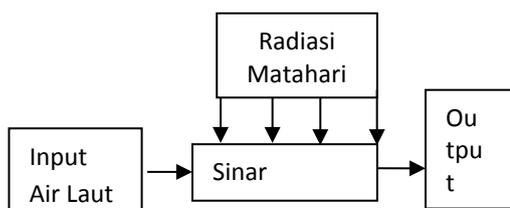
1. Kaca berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas dari plat penyerap kelengkungan dan sebagai tempat kondensasi. Kaca dapat menyerap panas, memantulkan serta meneruskan radiasi sinar matahari yang merupakan fungsi dari radiasi batang, ketebalan, dan *refracting index*.
2. Plat penyerap berfungsi mengkonversikan radiasi matahari yang diserap sebagai pemanas digunakan untuk memanaskan fluida kerja pada basin. Jenis – jenis penyerap yang biasa digunakan untuk kolektor surya pada alat destilator yaitu:
  - Tembaga
  - *Stainless Steel*
  - Alumunium
3. Isolasi berfungsi untuk mengurangi panas yang hilang dari samping dan dibawah secara konduksi.
4. Reservoir pada pembuatan dan pengujian kolektor surya tipe satu permukaan kaca miring untuk

destilasi air laut berguna sebagai penyimpanan air baku yang akan disalurkan ke basin.

5. Basin berfungsi sebagai tempat atau wadah air didalam destilator surya.
6. Kanal berfungsi sebagai tempat aliran hasil air (destilat) menuju ketempat penampungan.
7. Kotak destilator berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas baik dari bawah maupun dari samping secara konduksi serta menjaga destilator dari kebocoran.

### Proses Kerja Distilator Tenaga Surya

Pada proses kerja distilator tenaga surya, radiasi surya yang menerima permukaan kaca transparan diteruskan ke plat penyerap melalui air laut yang ada didalam basin, maka plat penyerap akan panas. Semakin tinggi radiasi surya yang dapat diserap oleh air laut menyebabkan suhu air laut semakin tinggi. Bawasannya proses penguapan hanya terjadi di antarmuka/interface antara cairan dan udara, sedang mendidih adalah penguapan yang terjadi di setiap bagian molekul cairan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.3 mengenai proses penguap air, dalam setiap pendidihan, selalu terjadi penguapan, tetapi dalam penguapan belum tentu mendidih, jadi mendidih adalah bagian dari penguapan.



Gambar 2 Proses Kerja Destilator Tenaga Surya

(Sumber :Irfan, S.2011)

### Parameter Performasi Destilator Tenaga Surya.

Rumus Laju Energi Pada Saat Penguapan:

$$Q_{evap} = \frac{m_v \times h_{fg}}{t} \quad (1)$$

Rumus Laju Energi Pada Saat pengembunan:

$$Q_c = \frac{m_v \times h_{fg}}{t} \quad (2)$$

Rumus Laju Destilasi Dalam Proses Destilasi:

$$\dot{m} = \frac{m_c}{\Delta t} \quad (3)$$

Rumus Efisiensi Produksi Destilasi:

$$\eta_p = \frac{m}{m_{in}} \times 100\% \quad (4)$$

Rumus Efisiensi Sistem Destilasi:

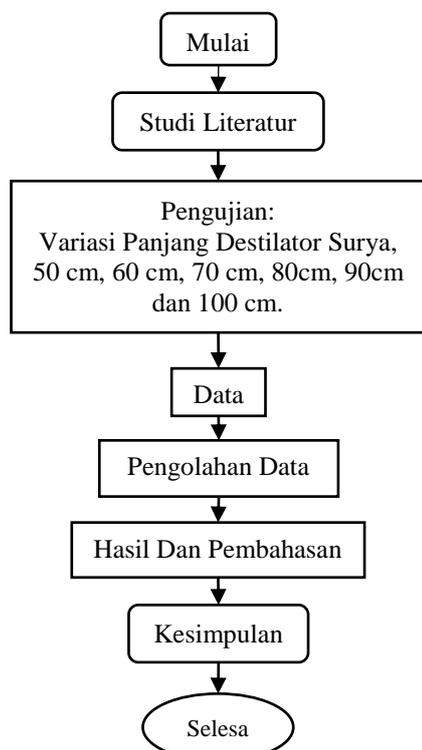
$$\eta_{tot} = \frac{Q_c}{Q_{in}} \times 100\% \quad (5)$$

## METODOLOGI

Pada penelitian tentang analisa panjang optimum destilator surya terhadap kuantitas hasil air dan unjuk kerja destilator tenaga surya ini dilakukan pada area Universitas Islam Riau, yaitu melakukan pengujian destilator surya dengan cara penyinaran matahari kedestilator surya dengan lama waktu pengujian rata-rata dilakukan selama 9 (sembilan) jam, dimulai dari pukul 08:00 WIB sampai dengan pukul 17:00 WIB.

### Diagram Alir

Diagram alir berfungsi sebagai langkah-langkah dalam pengumpulan data penelitian, proses digambarkan seperti *flowchart* dibawah ini:



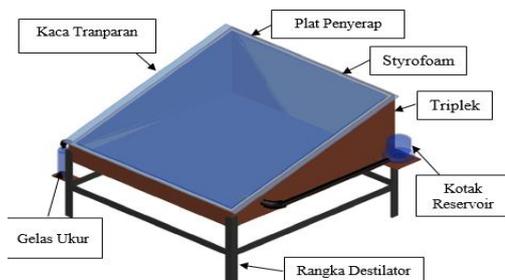
Gambar 2 Diagram Alir

### Alat Dan Bahan

Dalam penelitian destilator surya ini menggunakan beberapa peralatan dan bahan untuk mendukung proses pengujian, alat dan bahan tersebut adalah sebagai berikut:

#### Alat

Dalam penelitian ini terdapat komponen-komponen utama pada destilator surya yaitu:



Gambar 3 Desain Destilator Tenaga Surya.

### Bahan

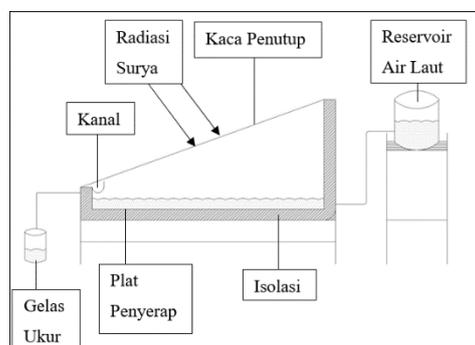
Dalam penelitian destilator surya ini menggunakan beberapa bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- **Air laut**
- **Lem silikon**

### Persiapan Saat Pengujian.

Sebelum melakukan pengujian terhadap alat uji destilator energi surya, diawali dengan mempersiapkan alat dan bahan kemudian dirakit sesuai dengan instalasi yang dibutuhkan. Adapun persiapan pengujian sebagai berikut:

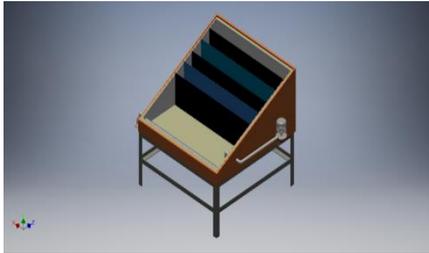
1. Pasang semua perangkat alat ukur yang akan digunakan untuk proses pengambilan data seperti:



Gambar 4. Bagian-Bagian Destilator Tipe Satu Permukaan Penutup Kaca Miring

(Sumber: Mulyanef, 2006)

2. Letakan destilator surya ditempat terbuka dan tidak terlindung oleh pepohonan dan pastikan destilator surya mendapat penyinaran matahari dengan baik.
3. Pemasangan sekat pada destilator untuk mengurangi panjang, maka air pada destilator akan berkurang namun tinggi air tetap.



Gambar 5. Sekat – sekat Untuk Panjang Pada Destilator

1. Masukkan air laut kedalam destilator surya melalui resevoir air.
2. Letakkan gelas ukur pada saluran kanal menampung hasil air dari destilator surya untuk mengetahui kuantitas hasil air yang didapatkan perjamnya.
3. Lalu siapkan stopwatch untuk melihat waktu, agar mengetahui temperatur lingkungan, temperatur kaca, temperatur uap dalam destilator surya, temperatur air dalam basin, dan temperatur plat penyerap perjamnya.
4. Siapkan pyranometer sebagai alat ukur intensitas matahari yang diterima destilator surya.
5. Dan destilator surya siap untuk melakukan penelitian.

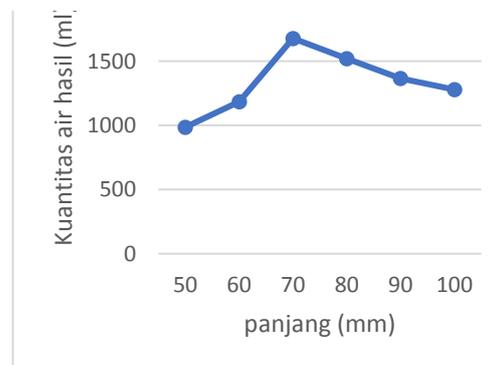
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Panjang Optimum Destilator Terhadap Kuantitas Air Hasil Destilator Tenaga Surya

Setelah dilakukan pengujian, penguji menemukan hasil bahwa, ternyata panjang optimum destilator terhadap kuantitas air hasil destilator tenaga surya mendapatkan hasil yang berbeda-beda mengikuti dimensi destilator.

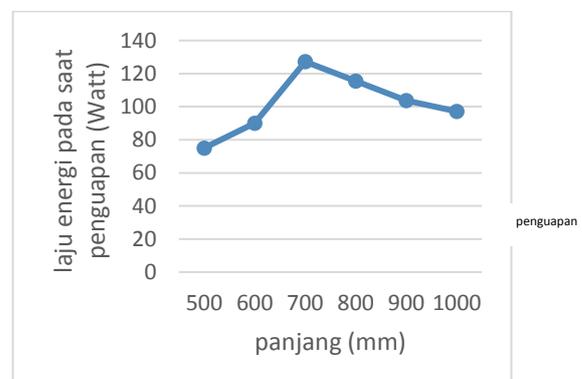
Tabel 1. Panjang Optimum Destilator Tenaga Surya Terhadap Kuantitas Air Hasil

Panjang Destilator (mm)	Rata-rata Intensitas Matahari ( $W/m^2$ ) Dari Jam (08:00 – 17:00)	Kuantitas Air Hasil Destilasi (ml)
100	471,23316	1280
90		1367
80	462,16872	1520
70		1678
60	464,87628	1184
50		986



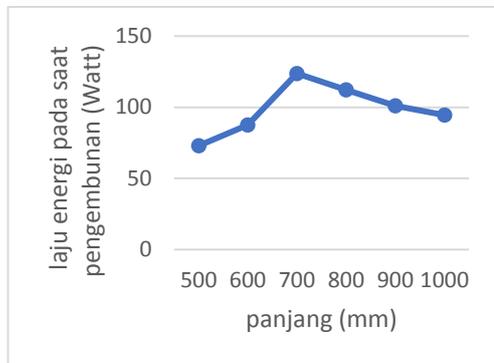
Gambar 6. Grafik Panjang Optimum Destilator Terhadap Kuantitas Air Hasil Destilator Tenaga Surya.

### Panjang Optimum Destilator Surya Terhadap Unjuk Kerja Destilator Tenaga Surya

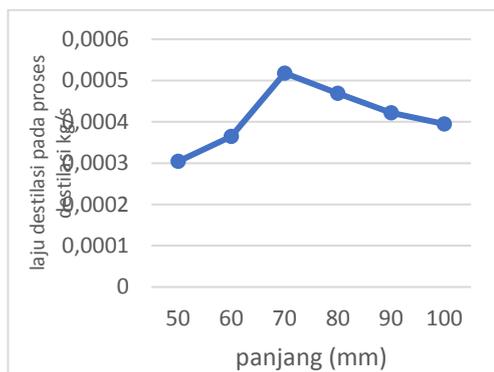


Gambar 7. Grafik Variasi Panjang Destilator Terhadap Laju

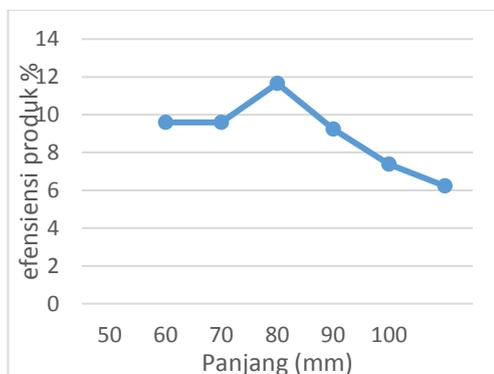
Energi Setiap Detik Pada Saat Proses Penguapan.



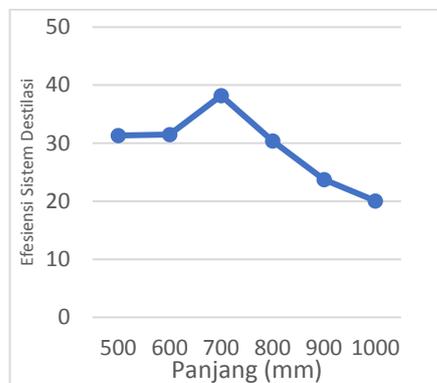
Gambar 8. Grafik Panjang Destilator Surya Terhadap Laju Energi Setiap Detik Pada Saat Proses Penguapan.



Gambar 9. Grafik Panjang Destilator Surya Terhadap Laju Destilasi Dalam Proses Destilasi.



Gambar 10. Grafik Panjang Destilator Surya Terhadap Efisiensi Produk Destilasi.



Gambar 11 Grafik Panjang Destilator Surya Terhadap Efisiensi Sistem Destilasi

Angka Dan Tabel

Tabel 1. Laju Energi Pada Saat Penguapan

Panjang Destilator (mm)	Rata-rata Intensitas Matahari ( $W/m^2$ ), Dari Jam (08:00 – 17:00)	Laju energi penguapan (Watt)
100	471,23316	94,56
90		100,77
80	462,16872	112,34
70		123,6

Tabel 2. Laju Destilasi Dalam Proses Destilasi

Panjang Destilator (mm)	Rata-rata Intensitas Matahari ( $W/m^2$ ), Dari Jam (08:00 – 17:00)	Laju destilasi ( $kg/s$ )
100	471,23316	0,0000395
90		0,0000421
80	462,16872	0,0000469
70		0,0000517
60	464,87628	0,0000365
50		0,0000304

Tabel 3. Efisiensi Produksi Destilasi

Panjang Destilator (mm)	Rata-rata Intensitas Matahari ( $W/m^2$ ), Dari Jam (08:00 – 17:00)	Efisiensi produk (%)
100	471,23316	6,23
90		7,38
80	462,16872	9,24
70		11,65
60	464,87628	9,597
50		9,591

Tabel 4 Efisiensi Sistem Destilasi

Panjang Destilator (mm)	Rata-rata Intensitas Matahari ( $W/m^2$ ), Dari Jam (08:00 – 17:00)	Efisiensi sistem (%)
100	471,23316	20,07
90		23,76
80	462,16872	30,38
70		38,2
60	464,87628	31,47
50		31,35

Dari hasil pengujian dilakukan analisa panjang optimum destilator tenaga surya terhadap unjuk kerja destilator tenaga surya, bahwa didapatkan hasil nilai dari unjuk kerja tersebut yang memiliki nilai tertinggi menunjukkan hasil panjang destilator tenaga surya terbaik. Dari hasil nilai perhitungan dapat disimpulkan yang memiliki unjuk kerja terbaik pada destilator tenaga surya yaitu adalah panjang 700 mm. Dimana laju energi saat penguapan tertinggi diperoleh pada panjang 700 mm sebesar 127,06 watt, berikutnya laju energi saat pengembunan tertinggi diperoleh panjang 700 mm sebesar 123,6 watt, laju destilasi dalam proses destilasi tertinggi diperoleh pada panjang 700 mm sebesar  $0,0000517 \text{ kg/s}$ .

Selanjutnya efisiensi produk destilasi yang tertinggi diperoleh pada panjang 700 mm sebesar 11,65%, dan berikutnya efisiensi sistem destilasi tertinggi diperoleh pada panjang 700 mm sebesar 38,2%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai efisiensi sistem destilasi maka akan semakin baik pula unjuk kerja destilator tenaga surya.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem destilasi diantaranya temperatur air hasil destilasi, temperatur uap, laju energi pada saat pengembunan, energi yang diserap plat penyerap, intensitas radiasi matahari dan lama pengujian. Semakin panas temperatur udara (intensitas matahari) maka semakin cepat suhu di dalam ruang berdimensi minim meningkat, di akibatkan kadar oksigen di dalam ruang sedikit. Di lihat dari segi panjang pendeknya destilator, suhu di destilator yang pendek lebih cepat meningkat dari pada yang panjang. Hal ini dikarenakan volume ruang yang sedikit di dalam destilator yang pendek.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil pengujian yang memiliki panjang optimum terhadap kuantitas air hasil yang terbanyak yaitu pada panjang 700 mm sebesar 1678 ml.
2. Dari hasil pengujian dan perhitungan yang memiliki panjang optimum terhadap unjuk kerja terbaik pada destilator tenaga surya yaitu adalah panjang 700 mm, karena laju energi saat penguapan sebesar 127,06 Watt, laju energi

saat penguapan sebesar 123,6 Watt, laju destilasi dalam proses destilasi sebesar 0,0000517 kg/s, efisiensi produk destilasi sebesar 11,65%, dan efisiensi sistem destilasi sebesar 38,2%.

## REFERENSI

- Admin (2001). *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian*. Available At: [https://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201\\_KualitasAir.pdf](https://www.minerba.esdm.go.id/library/sijh/PP8201_KualitasAir.pdf) (14 februari 2018).
- Admin (2012). *Definisi air*. Available At: <https://www.definisimu.blogspot.com/definisi-air.html>, (18 oktober 2018).
- Admin (2013). Makalah Kesehatan Lingkungan. Available At: <http://ourlz.blogspot.com/2013/05/makalah-kesehatan-lingkungan.html>, (14 februari 2018).
- Arismunandar, W. (1995). *Teknologi Rekayasa Surya*, PT. Pradnya Paramittha Jakarta.
- Belinbang Dep.P.U (2005). *Perencanaan Destilator Surya Atap Kaca*.
- Bhybhaeg (2012). *Standar kualitas air bersih*. Available at: <http://bhybhaeg.blogspot.co.id/2012/03/standar-kualitas-air-bersih.html> (19 Februari 2018).
- CAKRAM Vol.2 No2 Desember 2008. *Pengaruh massa air baku terhadap performansi system destilasi*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Hindu Indonesia.
- Cengel Y.A (2003). *Heat Transfer: A Practical Approach*. second Edition. Newyork: McGraw-Hill Compania Inc.
- Donny S. (2014). Perencanaan Dstilasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Tenaga Surya. *Falkultas Teknologi, Industri Institut Teknologi Medan (ITM)*, 6.
- Elviano Rizky,(2016). *Pengaruh Dimensi Destilator Dan Volume Air Dalam Basin Terhadap Kuantitas Dan Performasi Destilator Surya*, Falkultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- I Gusti K.P, FA. Rusdi Sambada (2012). *Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya*, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Kampus III Paingan Maguwoharjo Depok Sleman, Yogyakarta.
- Irfan, S. 2011. *Pengaruh sudut kemiringan kaca penutup terhadap produksi air destilasi. Jenis basin solar still*. Universitas Pancasila Jakarta.
- Mulyanef, Burmawi dan Muslimin K, (2014). *Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Desilasi Tenaga Surya*. Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Mulyanef, dkk (2015). *Kaji Eksperimental Alat Pengolahan Air Laut Menggunakan Energi Surya Untuk Memproduksi*

*Garam Dan Air Tawar,*  
Universitas Bung Hatta, Padang.

Sumarsono M (2006)., *Analisis kinerja destilator tenaga surya tipe atap berdasar sudut kemiringan.* Proseding Seminar Nasional SNMI 2006 Universitas Tarumanagara, Jakarta.

Sugeng Abdullah, (2005). *Pemanfaatan Distilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air Tawar Dari Air Laut.* Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Vol.14 No.2 oktober 2002, *Pengaruh plat absorber terhadap panas pada alat destilator.* Jurnal Teknik Unika Atmajaya