

# ANALISIS PENGARUH KEMIRINGAN SUDUT ATAP KACA DAN PENAMBAHAN CERMIN PADA ALAS BASIN TERHADAP LAJU PENGUAPAN AIR GARAM DALAM DESTILATOR TENAGA SURYA

## *INFLUENCE ANALYSIS FROM THE GLASS ROOF SLOPE ANGLE AND THE ADDITION OF MIRROR TO THE BASIN BASE TOWARDS BRINE EVAPORATION RATE IN A SOLAR POWERED DESTILATOR*

Eriz Aprizki, Dr. Mamat Rokhmat, S.Si, M.Si<sup>2</sup>, Dr.Edy Wibowo, S.Si, M.Sc<sup>3</sup>.

<sup>1,2</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom,

apriski.eris@gmail.com<sup>1</sup>, mamatrokmat76@gmail.com<sup>2</sup>, edyw.phys@gmail.com<sup>3</sup>

---

### Abstrak

---

Desain destilator adalah salah satu faktor yang mempengaruhi laju penguapan pada destilator. Oleh karena itu destilator perlu di desain sebaik mungkin agar produksi air yang didapat maksimal. Pada penelitian ini telah dilakukan variasi kemiringan atap destilator. Selain itu alas basin destilator juga dimodifikasi dengan menambahkan reflector cermin. Dalam penelitian ini pengujian destilator dilakukan pada skala laboratorium menggunakan dua lampu bohlam yang pancaran energinya dianggap konstan. Adapun sampel air garam 33 ppt yang dibuat dengan mencampurkan air minum kemasan dengan sejumlah garam. Penggunaan reflector menyebabkan produksi air meningkat sebesar 36,5%. Selain itu penggunaan atap dengan sudut 35° menghasilkan air lebih banyak dibandingkan dengan atap 30° dan 40° yaitu 320 ml.

**Kata Kunci:** Alumina, nanopartikel, viskositas, konduktivitas termal, konsentrasi, dan koefisien kinerja.

---

### Abstract

*The destilator design is one of the factors affecting the evaporation rate of the distillator. Therefore, the destilator needs to be designed in the best possible way for maximum water production. In this research has been done variation of roof tilt destilator. The base of the destilator basin is also modified by adding a mirror reflector. In this research, the destilator testing is done at the laboratory using two bulb lamps whose energy emission is considered constant. The 33 ppt brine sampel is made by mixing the bottled drinking water with some salt. The use of reflector causes water production to increase as 36.5%. In addition, the use of the roof with 35o angle to produce more water compared with the roof of 30o and 40o is 320 ml.*

**Keywords:** Alumina, nanoparticles, viscosity, thermal conductivity, concentration, and coefficient of performance

---

## 1. Pendahuluan

Masyarakat sekitar pesisir melakukan beberapa usaha pemanfaatan energi surya menjadi energi alternatif yang dipilih karena ramah lingkungan. Energi surya dirasa sangat sesuai dengan kondisi Indonesia, energi surya tersedia sangat melimpah di daerah tropis. Prediksi Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2015 jumlah penduduk Indonesia melonjak hingga 247,5 juta jiwa. Kebutuhan air bersih berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk, dan diprediksi hingga 9.391 miliar meter kubik naik 47% dibandingkan tahun 2000. Ketersediaan air bersih cenderung menurun setiap tahunnya, di daerah padat penduduk seperti Pulau Jawa, ketersediaan air hanya 1.750 meter kubik per kapita setiap tahunnya, jauh dari standar kecukupan yaitu 2.000 meter kubik per kapita setiap tahunnya. Jika hal ini tidak ditanggulangi maka dipastikan Indonesia akan mengalami kekurangan air bersih pada beberapa tahun kedepan. Diperkirakan ketersediaan air pada tahun 2015 hanya 1.200 meter kubik per kapita setiap tahunnya. Untuk menanggulangi kekurangan air bersih yang

terus meningkat setiap tahunnya maka air laut atau air asin merupakan harapan untuk dapat dimanfaatkan, mengingat Indonesia termasuk dalam negara yang kaya akan air [1].

Metode alternatif pengolahan air garam yang memiliki biaya relatif terjangkau dan efisiensi. Pengolahan relatif murah yaitu dengan cara penguapan menggunakan desalinasi surya. Indonesia sebagai daerah lintasan equator yang kebutuhan pemanasan matahari dapat dimanfaatkan setiap harinya. Desalinasi dengan evaporasi dapat memanfaatkan sinar matahari yang ditangkap oleh air di dalam ruang kaca. Kalor hasil pemanasan air di dalam kaca akan berubah menjadi uap. Uap yang bergerak ke atas akan mengalami kondensasi dan menempel pada dinding kaca. Hasil dari kondensasi akan merambat mengikuti bidang atap kaca. Uap mengalir ditampung dalam suatu wadah yang merupakan air destilat. Dalam penelitian akan dibahas terhadap analisa pengaruh kemiringan sudut atap kaca dan penambahan cermin pada alas basin. Perancangan berfungsi untuk meningkatkan kondensasi pada sistem dan memaksimalkan produksi air destilat [2].

Modifikasi distilator yang telah dikembangkan oleh Tanaka. Basin dimodifikasi mengganti material kaca menjadi cermin. Cermin digunakan agar panas dari matahari menembus kaca penutup dapat dipantulkan kembali sehingga panas tetap terperangkap dalam sistem, melalui penelitian tersebut, produktivitas distilator berhasil ditingkatkan 70-100% [3]. Distilator menggunakan reflektor cermin memiliki hasil destilasi lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan cermin sebagai reflektor. Suhu maksimum menggunakan reflektor cermin mencapai 84°C dan suhu distilator tanpa menggunakan reflector maksimum mencapai 65°C. Penelitian ini dilakukan untuk mendestilasi air laut dengan menggunakan energi matahari dari pantulan cermin pada alas basin dan tanpa cermin pada alas basin [4]. Penelitian yang dilakukan Mulyanef, alat distilator surya dengan membuat tiga tipe atap kaca miring. Hasil penelitian ini menunjukkan tipe dua permukaan kaca miring menghasilkan kondensat sebanyak 255 ml/jam, dengan intensitas surya tertinggi 757,37 w.m<sup>2</sup> [4].

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Destilasi

Destilasi merupakan proses pemisahan antara zat cair terhadap campurannya melalui perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan benda untuk menguap. Destilasi (penyulingan) air laut telah digunakan selama bertahun-tahun. Destilasi air laut adalah proses penguapan air laut dengan cara dipanaskan, kemudian uap air diembunkan sehingga didapatkan hasil air tawar dari air kotor. Destilasi (penyulingan), kamus besar bahasa Indonesia edisi II (1995) menyatakan “penyulingan adalah proses mendidihkan zat cair hasil dari pengembunan zat cair berupa uap ditampung pada wadah lain”. Oxford Dictionary (2003) menyatakan “penyulingan adalah perubahan zat cair menjadi gas melalui proses pemanasan zat cair tersebut, kemudian mendinginkan gas hasil dari pemanasan dihasilkan tetesan cairan embun. Tetesan embun kemudian dikumpulkan dalam suatu wadah [5].

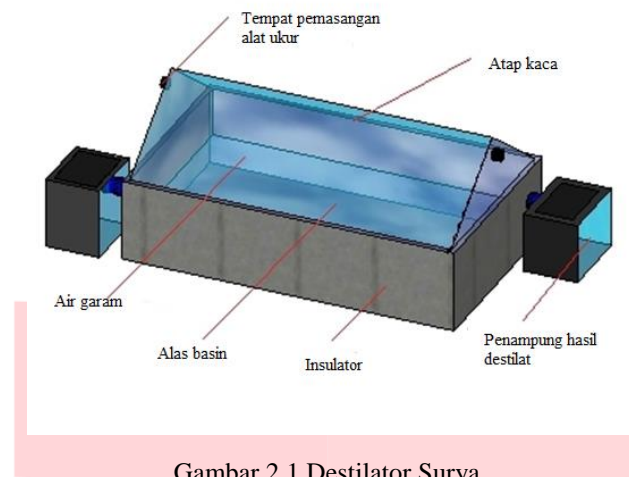
Jenis distilator sangat bervariasi, jenis distilator yang lazim digunakan diantaranya adalah:

1. *flash distilator* adalah jenis distilator bahan bakunya dimasukan secara berangsur terus-menerus sehingga terjadi kontinuitas bahan baku, produksi akan terus mengalir sepanjang waktunya.
2. *batch distilator* (distilator curah) adalah jenis distilator bahan bakunya dimasukan dan diproses sampai bahan baku tersebut habis teruapkan.
3. *extractive & azeotropic distilator* adalah jenis distilator bahan baku yang akan disuling dicampurkan dengan bahan pelarut (solvent). Fungsi dari solvent adalah memisahkan cairan atau minyak dengan cepat yang telah di (ekstraksi) kemudian diupkan, uap, itulah yang akan ditampung sebagai hasil dari setilasi.

### 2.2. Prinsip Kerja Distilasi Surya

Radiasi sinar matahari menembus atap kaca dan mengenai permukaan alas basin, air akan memanaskan pada kolam (basin). Air pada basin akan menguap dan membentuk titik-titik embun yang akan berkumpul dibawah permukaan atap kaca. Ketika temperatur udara di dalam distilator lebih tinggi dari pada temperatur lingkungan

sekitar., maka terjadi kondensasi. Kondensasi adalah uap yang berubah menjadi cair dan melekat pada atap kaca bagian dalam. Air pada atap kaca bagian dalam akan mengalir mengikuti kemiringan atap kaca dan masuk ke dalam kanal, kemudian air mengalir menuju tempat penampungan air tawar. Garam akan tersisa di atas alas basin karena perbedaan masa jenis [4]. Pada gambar 2.1 menggambarkan rancang alat dan bagian-bagian destilator air garam tenaga surya.



Gambar 2.1 Destilator Surya

### 2.3. Efisiensi Alat Destilasi

Efisiensi alat destilasi adalah perbandingan energi panas untuk menguapkan air laut yang menjadi produk air bersih terhadap besar radiasi matahari dalam selang waktu tertentu. Efisiensi alat destilator didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah energi yang digunakan dalam proses penguapan air dengan total radiasi surya yang datang ke destilator [6].

### 2.4. Solar Energi

Tenaga surya (*solar energy*) adalah energi yang berasal dari sinar matahari. Pemanfaatan solar energi dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu pemanfaatan secara langsung dan tidak secara langsung. Pemanfaatan secara tidak langsung adalah pemanfaatan biomassa untuk sumber energi. Pemanfaatan secara langsung adalah dengan menggunakan matahari sebagai sumber energi utama secara langsung.

### 2.5. Tinjauan Termal Pada Destilator Surya

#### 1. Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas disertai dengan perpindahan partikel. Konveksi terjadi pada zat cair dan gas. Pada destilator konveksi terjadi pada udara yang terdapat antara kaca dan penguapan air garam [7]. Perpindahan panas secara konveksi terjadi melalui dua cara yaitu:

##### a. Konveksi Alami

Konveksi alami adalah perpindahan kalor yang terjadi secara alami. Pergerakan fluida disebabkan perbedaan massa jenis akibat adanya variasi suhu pada fluida.

##### b. Konveksi Paksa

Konveksi paksa adalah perpindahan kalor yang terjadi bukan karena faktor alami. Fluida bergerak karena adanya alat yang digunakan untuk menggerakkan fluida tersebut.

#### 2. Konduksi

Konduksi adalah perpindahan kalor melalui zat penghantar tanpa disertai perpindahan bagian zat itu sendiri. Konduksi merupakan peristiwa mengalirnya panas dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah bertemperatur rendah.

#### 3. Radiasi

Radiasi adalah pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel atau gelombang elektromagnetik dari sumber radiasi. Pada destilator untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi panas dibutuhkan kolektor surya.

## 2.6. Kaca

Kaca merupakan hasil penguraian senyawa-senyawa anorganik yang telah mengalami pendinginan tanpa kristalisasi. Kaca terbentuk dari komponen silika. Kaca dalam kehidupan sehari-hari digunakan sebagai insulator panas, alat laboratorium, dekorasi, dan cermin.

Cermin adalah benda yang dapat memantulkan cahaya, banyak benda-benda yang dapat memantulkan cahaya, contohnya air di kolam. Pantulan pada permukaan benda memiliki dua jenis sinar, yaitu sinar pantul dan sinar datang. Kedua sinar tersebut memiliki besaran dan sudut pantul tertentu. Cermin dibagi menjadi tiga jenis yaitu cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Bayangan hasil pantulan pada cermin datar adalah maya, sama tegak dengan benda asli dan sama besar dengan benda aslinya [7].

## 3. Pembahasan

### 3.1 Persiapan Sampel Air Garam

Penelitian ini menggunakan 2 liter air kemasan yang dicampurkan dengan 66 gram garam dapur untuk dilarutkan hingga menjadi air garam dengan kadar 33 ppt.

### 3.2 Deskripsi Alat

Adapun alat yang digunakan dalam proses destilasi ini adalah destilator yang berbahan kaca. Destilator bekerja dengan cara dipanaskan menggunakan lampu halogen. Lampu halogen dihidupkan selama 9 jam untuk memanaskan air garam di dalam destilator hingga uap air menempel pada penutup kaca destilator.

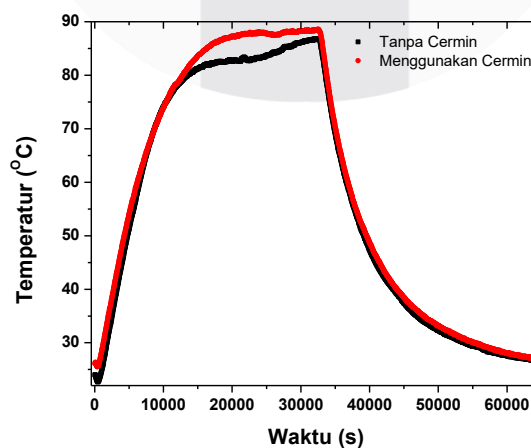
### 3.3. Destilasi Menggunakan Reflektor dan Tanpa Reflektor Pada Alas Basin

#### 3.3.1 Temperatur Air dan Udara didalam Destilator

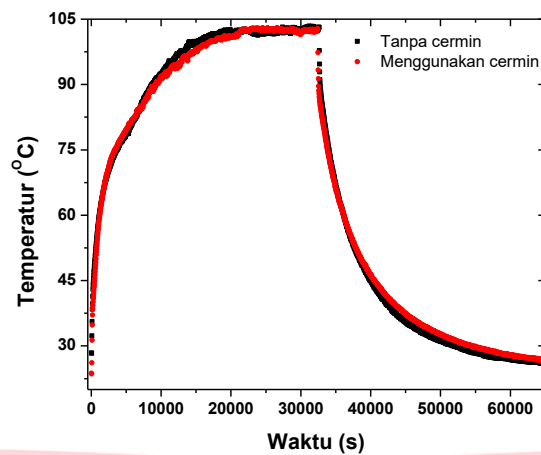
Pengujian dilakukan pada destilator menggunakan kemiringan atap  $30^\circ$  untuk membandingkan temperatur di dalam destilator menggunakan penambahan cermin pada basin dan destilator tanpa menggunakan penambahan cermin pada basin. Percobaan ini dilakukan dengan memanaskan destilator dengan lampu halogen selama 9 jam. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.

Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh penambahan cermin pada alas basin saat lampu dihidupkan mempunyai temperatur air dan udara lebih tinggi dibandingkan temperatur tanpa reflektor cermin. Suhu maksimal yang dapat dicapai air garam tanpa cermin adalah  $86^\circ\text{C}$ , suhu maksimal dicapai udara didalam destilator tanpa cermin yaitu  $103^\circ\text{C}$ . Suhu maksimal yang dapat dicapai air dalam destilator menggunakan cermin adalah  $88^\circ\text{C}$  dan suhu udara maksimum yaitu  $115^\circ\text{C}$ ,

Penambahan cermin berfungsi sebagai reflector, sehingga panas yang diserap lebih kecil daripada panas yang dipantulkan. Panas hasil pantulan cermin kemudian meningkatkan temperature air dan udara di dalam destilator. Berdasarkan hasil pengamatan penambahan cermin berpengaruh menambah produktivitas hasil air sebanding dengan kenaikan temperatur air dan udara pada destilator. Pada saat lampu dimatikan terjadi penurunan temperatur yang bersamaan antara basin menggunakan cermin dan tanpa menggunakan cermin, perbedaan temperatur saat lampu dimatikan tidak teralau terlihat dikarenakan temperature air dan udara kembali pada suhu ruangan destilator secara bersamaan.

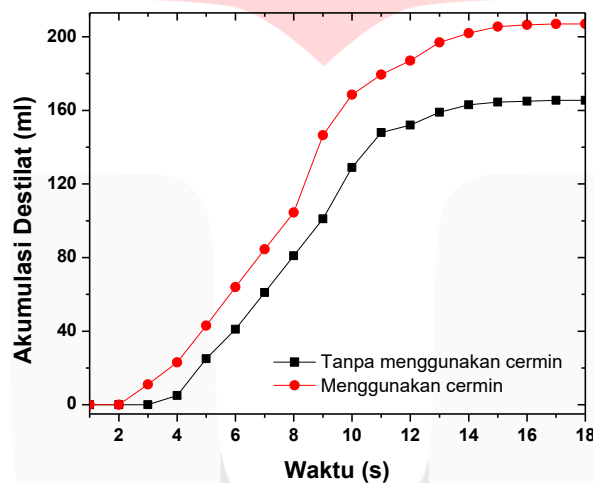


**Gambar 3.1.** Grafik temperatur air terhadap waktu pada basin menggunakan cermin dan tidak



**Gambar 3.2.** Grafik temperatur udara terhadap waktu pada basin menggunakan cermin dan tidak

### 3.3.2 Hasil Volume Air Destilat



**Gambar 3.3.** Grafik hasil air destilasi

Pada Gambar 3.3 dari waktu 0 sampai 240 menit, basin menggunakan penambahan cermin menghasilkan air sebanyak 23 ml dan basin tanpa menggunakan penambahan cermin menghasilkan air sebanyak 5 ml pada waktu yang sama, suhu udara yang dihasilkan dari pemanasan kedua variasi basin yaitu 25,8 °C sampai 98 °C untuk suhu basin tanpa penambahan cermin, 23,7 °C sampai 108 °C untuk suhu basin menggunakan penambahan cermin. Suhu air yang dihasilkan dari pemanasan kedua variasi basin yaitu 24 °C sampai 81,2 °C untuk suhu basin tanpa penambahan cermin, dan 26,1 °C sampai 83,6 °C untuk suhu basin menggunakan penambahan cermin.

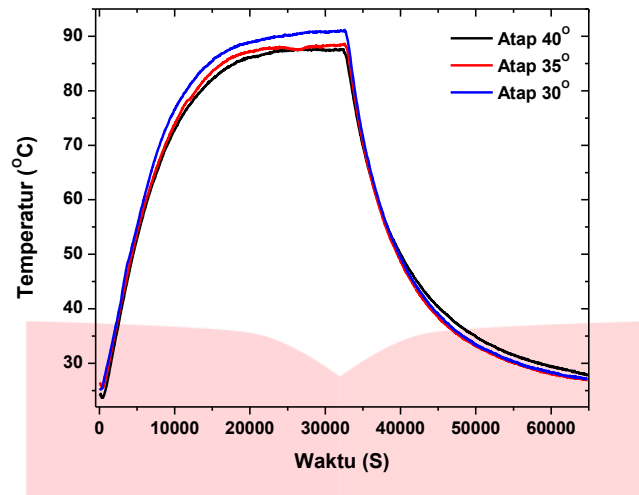
Volume air destilasi terbanyak yang dihasilkan adalah pada jam ke-9 yaitu 146,5 ml untuk destilator menggunakan penambahan cermin, dan 101 ml untuk destilator tanpa menggunakan penambahan cermin. Gambar 3.2 menunjukkan hasil panen air menggunakan kolektor cermin sebesar 207 ml dan tidak menggunakan penambahan cermin sebanyak 165,5ml. kenaikan hasil produksi air menggunakan reflector cermin sebesar 36,5%. Destilator yang memiliki hasil panen terbanyak yaitu destilator menggunakan penambahan cermin. Pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 menunjukkan semakin tinggi temperature air garam dan temperature udara di dalam destilator maka proses penguapan akan semakin meningkat dan hasil air panen yang dihasilkan semakin bertambah.

### 3.4 Variasi Kemiringan Atap Kaca pada Destilator

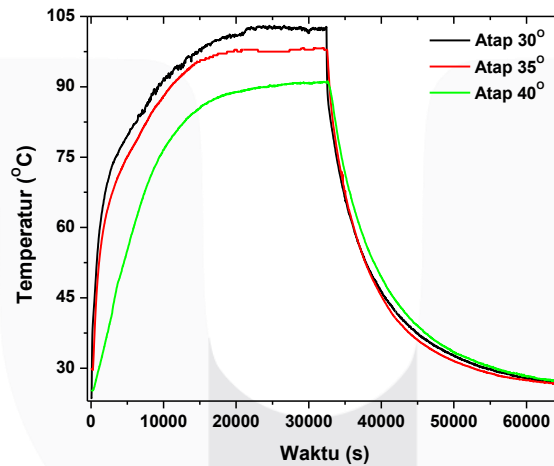
#### 3.4.1 Temperatur Air dan Udara didalam Destilator

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan temperatur didalam destilator menggunakan kemiringan atap 30°, kemiringan atap 35° dan kemiringan atap 40°. Sampel air garam yang digunakan adalah

dengan melarutkan 66 g garam dalam dua liter air. Percobaan ini dilakukan dengan memanaskan destilator dengan lampu halogen selama 9 jam dan saat dimatikan selama 9 jam. Hasil percobaan dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6.

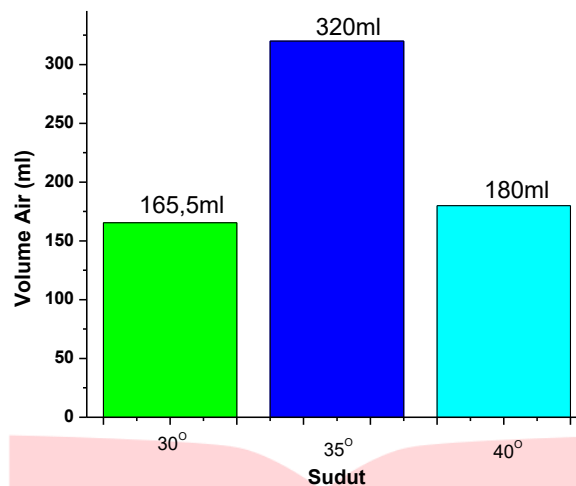


**Gambar 3.4.** Grafik temperatur air terhadap waktu pada atap kemiringan 30° dan 35°



**Gambar 3.5.** Grafik temperatur udara terhadap waktu pada atap kemiringan 30° dan 35°

Gambar 3.5 menampilkan hubungan antara temperatur air dan temperature udara didalam destilator dari tiga tipe kemiringan atap destilator. Kenaikan temperatur air dan udara pada destilator paling tinggi adalah pada kemiringan 30° dengan volume 2.692,8 cm<sup>3</sup>. Suhu maksimal yang dapat dicapai air garam menggunakan tipe kemiringan atap 30° adalah 88,5°C, suhu maksimal dicapai udara yaitu 103,4°C. Suhu maksimal yang dapat dicapai air dalam destilator menggunakan atap kemiringan 35° dengan volume 3.326,4 cm<sup>3</sup> adalah 87,6 °C dan suhu udara maksimum yaitu 102,8°C, Suhu maksimal yang dapat dicapai air dalam destilator menggunakan atap kemiringan 40° dengan volume 5.227,2 cm<sup>3</sup> adalah 87,6°C dan suhu udara maksimum yaitu 91°C.



**Gambar 3.7.** Jumlah volume destilat yang diperoleh berdasarkan kemiringan atap destilator

Berdasarkan Gambar 3.7, menunjukkan kemiringan atap kaca paling optimal dalam menghasilkan panen air terbanyak adalah pada kemiringan 35° yaitu sebesar 320 ml dibandingkan dengan dua tipe kemiringan lainnya. Pada kemiringan atap 30° memiliki hasil panen dibawah kedua tipe kemiringan atap lainnya, pada atap 35° pengaruh kemiringan pada atap mempengaruhi air yang menempel di dalam atap kaca untuk lebih cepat mengalir menuju tempat hasil panen air. Panen air tawar antara kemiringan 35° dengan kemiringan 40° menghasilkan kemiringan 35° memiliki volume air panen lebih banyak yaitu 320 ml. Kemiringan atap 40° cenderung lebih curam permukaan kacanya dibandingkan dengan dua tipe yang lain, hasil panen air kemiringan 40° memiliki hasil panen 180 ml ini dikarenakan volume destilator berpengaruh dalam proses destilasi, dimana destilator menggunakan atap kemiringan 40° memiliki volume sebesar 5.227,2 cm<sup>3</sup> lebih besar dibandingkan volume atap destilator atap 30° dan atap 35°. Hal ini mempengaruhi dalam proses penguapan air didalam destilator. Semakin besar volume destilator maka air membutuhkan waktu lebih lama untuk menguap.

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, telah dilakukan proses desalinasi pada alat destilator surya. Penambahan cermin pada alas basin mempengaruhi laju penguapan air garam pada destilator dan menambah hasil produksi air menggunakan kolektor cermin sebesar 207 ml dan tidak menggunakan penambahan cermin sebanyak 165,5ml. Kenaikan hasil produksi air menggunakan reflector cermin sebesar 36,5%. Dengan demikian penambahan cermin pada alas basin berpengaruh terhadap produksi air tawar. Penggunaan atap dengan sudut 35° menghasilkan air lebih banyak dibandingkan dengan atap 30° dan 40° yaitu sebesar 320 ml.

## 5. Referensi

- [1] Syahri. M. 2011. "Rancang Bangun Sistem Desalinasi Energi Surya Menggunakan Absorber Bentuk Separo Elip Melintang". Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". ISSN 1693 – 4393.
- [2] Ulvi. 2016. "Atap Desalinasi Sebagai Solusi Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Daerah Pesisir". Journal of Research and Technology, Vol. 2 No. 2 Desember 2016 P-ISSN: 2460-5972 E-ISSN: 2477-6165.
- [3] Tanaka, Hiroshi. 2009. *Experimental study of a basin type solar still with internal and external reflectors in winter*. Desalination vol. 249: Hal. 130-134. Elsevier.
- [4] Mulyanef, 2007. "Prestasi Sistem Desalinasi Tenaga Surya Menggunakan Berbagai Tipe Kaca Penutup Miring" Teknik Mesin Universitas Bung Hatta. Jurnal Teknos-2k, No.1 Januari 2007.
- [4] Prasetyo, C. H, 2011. Peningkatan Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya Menggunakan Reflektor. S kripsi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Santa Dharma. Yogyakarta.
- [5] A.Suggeng. 2005, Pemanfaatan Destilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air Tawar Dari Air Laut, Laporan Penelitian Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [6] R. Sambada and K. Puja. "Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya," *Energi dan manufaktur*, vol. 5, p. 83, 2012.
- [7] Rabby, Hadani. 2016. Analisa pengaruh temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, lama penyinaran dan konsentrasi larutan terhadap penguapan air garam dalam distilator. Bandung: Telkom University.