

**COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF 45° AND 60°
COVER ANGLE ON THE PRODUCTION OF CLEAN WATER
ON DOUBLE SLOPE SOLAR DISTILLATIONS
(PERBANDINGAN EFEKTIVITAS SUDUT PENUTUP 45° DAN 60° PADA
DOUBLE SLOPE SOLAR DESTILASI SEBAGAI PENYEDIA AIR BERSIH)**

Ni Ketut Caturwati^{1,2*}, Yusvardi Yusuf¹, Imron Rosyadi¹, Ahmad Fikri Almarwan¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

²Laboratorium Konversi energy FT, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jenderal Sudirman KM 03 Cilegon 42435

*Corresponding author : n4wati@yahoo.co.id

ABSTRACT

Clean water is a basic human need in fulfilling their daily needs. Many ways that used to purify water, one of which is using a solar distillation device. Solar distillation is a simple tool to help people purify water using solar energy. Many modifications to the design of the tool done, one of which is by modifying the angle of the glass cover to increase the productivity of the distillator. The aim of this research is to compare the effectiveness of double slope solar distillation for the angle of cover glass 45° and 60°. Experimental method is used in this research. The two solar distillations with different cover glass angles are observed at the same time, so that the solar radiation intensity and the environment of the two devices have the same conditions. The results showed that the tilt angle of the cover glass 45° resulted in a condensate amount that was 29% higher than the angle of the cover glass 60°. The average efficiency of double slope solar distillation with a cover glass slope of 45° is 40.07%.

Keywords : Angle of cover glass, Condensate, Distillation.

ABSTRAK

Air Bersih merupakan kebutuhan pokok manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Banyak cara yang dapat digunakan dalam menjernihkan air, salah satunya menggunakan alat distilasi surya. Alat Distilasi Surya merupakan alat sederhana dalam membantu masyarakat menjernihkan air dengan menggunakan energi Matahari. Banyak modifikasi desain alat yang dapat dilakukan, salah satunya adalah dengan memodifikasi sudut penutup kaca untuk meningkatkan produktivitas alat distilasi. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan efektivitas distilasi surya jenis double slope untuk sudut kaca penutup 45° dan 60°. Metode ekperimental digunakan dalam penelitian ini. Kedua distilasi surya dengan sudut kaca penutup berbeda diamati pada waktu bersamaan, sehingga radiasi matahari dan kondisi lingkungan kedua alat tersebut memiliki kondisi yang sama. Hasil penelitian menunjukkan sudut kemiringan kaca penutup 45° menghasilkan jumlah kondensat 29 % lebih tinggi dibandingkan sudut kaca penutup 60°. Efisiensi rata-rata distilasi surya jenis double slope dengan kemiringan kaca penutup 45° mencapai 40.07 %.

Kata Kunci : Distilasi, Kondensat, Sudut kaca penutup.

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi air yang sangat besar. Sebagian besar wilayah Indonesia diliputi oleh laut yang tentu menjadi sumber utama air di bumi. Namun demikian, masih ada di beberapa daerah di Indonesia yang susah sekali dalam mendapatkan air bersih bahkan air yang tersedia pun adalah air yang sudah terkontaminasi oleh tanah, logam berat, bakteri, garam (air laut), dan bahan lain yang dapat merusak kesehatan. Sehingga air yang seperti ini tak layak digunakan oleh masyarakat karena akan menimbulkan berbagai macam penyakit yang dapat menyerang masyarakat yang mengkonsumsinya. Untuk itu, air yang terkontaminasi tersebut harus dijernihkan supaya bisa digunakan oleh masyarakat.

Banyak cara yang dapat digunakan dalam menjernihkan air. Distilasi termasuk cara yang paling sederhana dan mudah untuk digunakan. Didalam proses distilasi air, memerlukan 2 komponen utama yakni pelat absorber dan penutup kaca. Pelat absorber berfungsi menyerap energi matahari untuk menguapkan air sehingga air terpisah dari bahan-bahan yang tidak dibutuhkan. Penutup kaca berfungsi sebagai tempat mengembunnya uap air sehingga terkumpul embun air yang akan digunakan sebagai air bersih.

Tingkat produksi dari distilasi air ini masih terbilang rendah. Sehingga dibutuhkan banyak faktor yang harus mendukung tingkat produksi distilasi

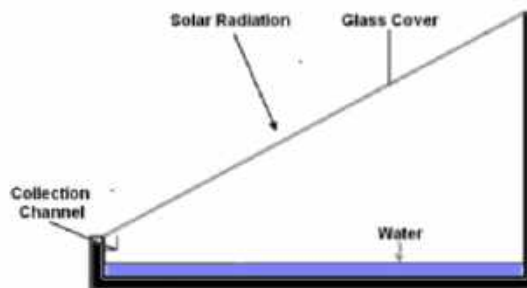
air. Salah satu faktor yang mendukung tingkat produksi pada alat distilasi ialah desain alat distilasinya. Desain atau bentuk alat memiliki pengaruh besar dalam hal produktivitas. Banyak modifikasi desain alat yang dapat dilakukan diantaranya modifikasi bentuk penutup kaca, jenis dan tebal kaca, bentuk pelat absorber, jenis pelat absorber, maupun menggunakan alat bantu lain yang bisa meningkatkan produktivitas alat distilasi air. Adapun modifikasi lain yang bisa digunakan untuk meningkatkan produktivitas alat ialah dengan memodifikasi sudut atap kaca.

Prinsip Kerja Distilasi Surya

Distilasi merupakan proses pemisahan antara zat cair terhadap campurannya melalui perbedaan titik didih atau berdasarkan kemampuan benda untuk menguap. Distilasi surya merupakan distilasi sederhana yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber pemanas.

Pada proses penyulingan terdapat proses perpindahan panas, penguapan, dan pengembunan. Energi panas yang masuk diterima air baku dalam basin sehingga terjadi proses penguapan. Uap air yang menyentuh kaca penutup terkondensasi dan selanjutnya mengalir mengikuti permukaan bagian dalam kaca penutup menuju bak penampung kondensat. Pada proses distilasi yang dihasilkan hanyalah air murni dalam bentuk kondensat, sedangkan berbagai zat pengotor akan mengendap di dasar basin.

Pada sistem distilasi air tenaga surya, plat penyerap sangat berperan penting karena berfungsi sebagai penyerap sinar radiasi matahari yang datang dan berfungsi sebagai pemans air yang ada di atasnya (Astawa dkk, 2011).



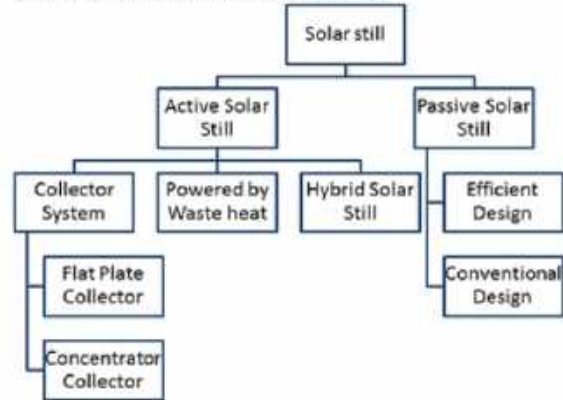
Gambar 1. Distilasi surya kaca penutup tunggal. (Aljubouri, 2017)

Klasifikasi Distilasi Surya

Distilasi tenaga surya dapat diklasifikasikan menjadi pasif dan aktif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Distilasi tenaga surya pasif, air dipanaskan langsung oleh radiasi matahari. Distilasi tenaga surya aktif, energi panas dikumpulkan di luar (eksternal) dan kemudian dimasukkan ke dalam alat distilasi untuk penguapan lebih cepat.

Sumber eksternal dapat berupa kolektor surya. Baik itu pasif atau masih aktif, bahan konstruksi *basin* memainkan peran penting untuk produktivitas air yang diperoleh. Konstruksi *basin* dapat dibuat dari plastik atau plat logam. Logam yang biasa digunakan adalah tembaga, aluminium dan baja. Karena konduktivitas termal adalah sifat penting yang terkait dengan penguapan air, tembaga dan aluminium dianggap paling efisien dalam hal konduktivitas, tetapi relatif mahal jika dibandingkan dengan baja

galvanis atau bahan plastik lainnya. (Muhammad Mustafa, 2016)



Gambar 2. Klasifikasi distilasi Surya (Sarkar, 2017)

Distilasi Tenaga Surya Pasif

Distilasi tenaga surya pasif adalah desain paling sederhana dan paling praktis untuk menghasilkan air distilasi. Sistem ini tidak memerlukan sumber energy lain untuk mengoperasikannya. Analisa performa thermodynamic system distilasi aktif dan passive dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB.

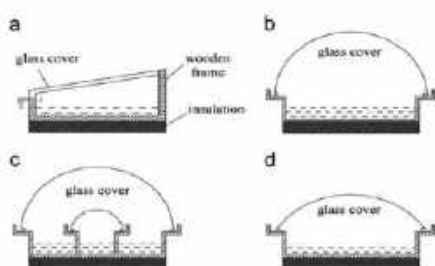
Hasil penelitian menunjukkan nilai efisiensi thermal untuk distilasi surya aktif lebih tinggi dibandingkan system distilasi surya pasif. Efisiensi thermal dari system distilasi surya aktif mencapai nilai maksimum sebesar 44 % sedangkan untuk system distilasi surya pasif nilai maksimum yang dapat dicapai sebesar 26 %. (Bardalai dkk, 2015).

Walaupun nilai efisiensi thermal yang diperoleh system distilasi surya pasif termasuk rendah, namun system ini sangat berguna diterapkan pada daerah terpencil yang belum mendapatkan jaringan listrik atau sumber daya lainnya.

Desain Kaca Penutup

Pemilihan bahan memainkan peran penting dalam menentukan output keseluruhan air tawar dan efisiensi air yang dihasilkan. Ada dua jenis bahan, kaca dan plastik. Kaca lebih banyak dipakai, tetapi harganya mahal. Menurut Phadatre dan Verma (2007), efek penggunaan gelas plastik pada distilasi tenaga surya tipe tunggal. Output yang diperoleh adalah 2,1 L / m² / hari untuk kedalaman air 2 cm, yang kurang efektif dibandingkan dengan penggunaan kaca.(Phadatre 2007)

Selain bahan kaca, bentuk kaca memainkan peran penting dalam produktivitas air condensat. Tayeb (1992) melakukan penelitian eksperimental untuk empat jenis penutup kaca dari area penyerapan efektif yang sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dimana a) penutup kaca datar, b) penutup semi-bola, c) lapisan dua lapisan penutup bola dan d) penutup lengkung. Ditemukan bahwa (a) memberikan hasil terbaik diantara yang lainnya (Kumar dkk, 2015).



Gambar 3. Desain kaca penutup (Tayeb 1992)

Single Slope dan Double slope Basin still

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh jenis penutup kaca datar yang berbentuk

single slope dan double slope terhadap efektifitas penyuling surya pasif. Tiwari dkk (1986) membuat kesimpulan bahwa jenis penutup kaca single slope lebih baik digunakan pada daerah dengan kondisi lingkungan yang dingin, sementara untuk daerah beriklim hangat maka jenis kaca penutup double slope lebih sesuai untuk digunakan. (Kumar dkk, 2015).

Efek Kedalaman Air

Berbagai penelitian menyelidiki pengaruh kedalaman air dalam basin terhadap produktivitas condensate pada distilasi surya. Tarawneh (2007) mengevaluasi produktivitas air kondensat yang dihasilkan dari alat distilasi surya untuk jumlah air yang terdapat dalam basin bervariasi, kedalaman air dalam basin : 0,5 cm; 2 cm; 3 cm dan 4 cm) yang diuji pada kondisi yang sama. Hasil penelitian menunjukkan semakin sedikit air dalam basin, maka kondensat yang dihasilkan semakin banyak.

Reflektor Tambahan

Cara lain untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan menggunakan reflektor internal dan eksternal, Tanaka (2009) memodifikasi distilasi tenaga surya pasif dengan menggunakan reflektor internal dan eksternal. Ditemukan bahwa menggunakan reflector meningkatkan produktivitas harian sekitar 44 hingga 65 %. (Kahn, 2019)

Pewarnaan Bak Penampung

Beberapa peneliti telah berupaya meningkatkan produktivitas dengan meningkatkan tingkat penyerapan dengan menambahkan pewarna. Rajnavshi (1981) mengevaluasi efek

penambahan pewarna: hijau, merah, dan hitam. Disimpulkan bahwa sekitar 29% dari hasil penyulingan meningkat dengan pewarna hitam.

Material Penyimpan Energi

Penggunaan *Phase Change Materials* (PCM) dalam distilasi tenaga surya digunakan oleh El-sebaili dkk. (2009) yang melakukan model eksperimental dan matematika untuk alat dengan tipe tunggal, Ditemukan bahwa meningkatkan produktivitas output sebesar 85% pada hari tertentu di musim panas dibandingkan dengan tenaga surya konvensional.

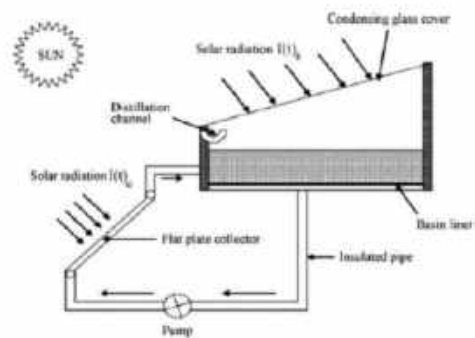
Penggunaan material sodium pentahydrate sebagai material penyimpan energi pada distilasi surya di Indonesia memperlihatkan adanya peningkatan produktivitas sebesar 38 % dibandingkan dengan system tanpa material penyimpan energi (Caturwati, 2020)

Distilasi Tenaga Surya Aktif

Beberapa metode dikembangkan untuk meningkatkan sistem distilasi tenaga surya aktif. Banyak peneliti telah mencoba berbagai pendekatan untuk meningkatkan produktivitas dengan mengintegrasikan pemanas matahari dengan alat distilasi tenaga surya. (Muhammad Mustafa, 2016)

Solar Collector

Penambahan solar collector tipe pelat datar pada system distilasi surya meningkatkan produksi air suling hingga 35%, secara umum semakin dangkal air dalam basin maka produksi air suling yang dihasilkan semakin besar (Hitesh NP dkk, 2011).



Gambar 4. Distilasi surya dengan solar collector (Hitesh N Panchal dkk, 2011)

PVT (*Photo Voltaic Thermal Energy*)

Kumar & Tiwari (2008) mengintegrasikan distilasi tenaga surya tipe tunggal dengan sistem *hybrid Photo Voltaic Thermal energy* (PV/T) digunakan untuk daerah-daerah terpencil. Dengan menambahkan PV/T pada system distilasi surya passive maka terjadi peningkatan produktivitas hingga 3,5 kali dibandingkan produksi system distilasi surya pasif.

Fotovoltaik (PV) yang terintegrasi dengan plat datar digunakan untuk menghasilkan listrik sehingga air dapat dipompa dari alat distilasi. Ditemukan bahwa sistem distilasi tenaga surya aktif tipe hybrid memberikan produktivitas yang lebih baik daripada pasif selama musim dingin.

n : Urutan hari percobaan

Urutan hari percobaan dihitung mulai tanggal 1 Januari. Misalkan percobaan dilakukan di tanggal 2 Februari, maka nilai n ialah 34.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen untuk menguji unjuk kerja alat distilasi air tenaga matahari dengan perbedaan kemiringan sudut penutup kaca antara 45° dan 60° yang hasilnya akan dibandingkan antara satu dengan yang lainnya. Jenis destilasi surya yang digunakan adalah *double slope basin still*. Kinerja yang ingin diperoleh adalah nilai efisiensi dan produktivitas air bersih yang dihasilkan oleh alat.

Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat untuk melakukan kegiatan penelitian ini dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pengambilan data dilakukan per menit mulai pukul 08.00-16.00 WIB dengan menggunakan Arduino dan setiap jam dilakukan secara manual.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Prosedur modifikasi alat.

Alat distilasi telah dibuat oleh peneliti sebelumnya, sehingga penulis melakukan modifikasi terhadap alat dengan langkah sebagai berikut :

- a. Membuat sketsa penutup kaca yang akan dibuat.
- b. Menyiapkan alat dan bahan yang akan diperlukan.

- c. Melakukan manufaktur untuk pembuatan penutup kaca dengan varian sudut yang berbeda.

2. Prosedur pengambilan data.

Setelah modifikasi alat selesai dilakukan, maka proses selanjutnya adalah proses pengambilan data yang dibutuhkan untuk diteliti. Prosedurnya sebagai berikut :

- a. Air baku yang digunakan yaitu air sungai yang keruh dimasukkan ke dalam basin (penampungan) dengan tinggi air 10 cm, sedangkan ukuran panjangnya 108 cm dan lebar 60 cm. Sehingga jumlah air baku yang dimasukkan adalah 64,8 Liter.
- b. Menutup basin dengan penutup kaca yang bervariasi. Masing-masing variasi 3 hari penelitian.
- c. Air baku mengalami proses penguapan dan pengembunan melalui radiasi pancaran sinar matahari
- d. Air hasil embunan di kaca, akan mengalir ke wadah penampungan
Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Penelitian yang dilakukan terhadap sudut kaca yang berbeda dengan pengambilan data secara manual (setiap jam sekali) dan dengan menggunakan sensor (setiap menit) dari jam 08.00 sampai jam 17.00.

Dimana pengukuran data – data yang diambil dalam pengujian ini antara lain :

Dengan manual

- $T_{g.i}$ = Temperatur permukaan kaca dalam dengan $\pm 0,05$ °C
- $T_{g.o}$ = Temperatur permukaan kaca luar dengan $\pm 0,05$ °C
- m_k = Hasil distilasi dengan ± 5 ml

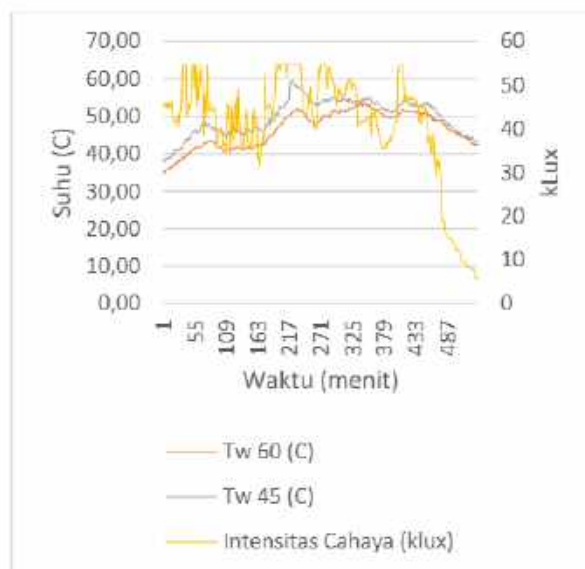
Dengan sensor /arduino

- T_w = Temperatur air dalam basin ($\pm 0,125$ °C)
- T_a = Temperatur ruang diatas basin dengan $\pm 0,125$ °C
- T_e = Temperatur lingkungan ($\pm 0,05$ °C)
- Lux = Intensitas cahaya dengan $\pm 0,5$ lx

Analisis Data

Data hasil pengujian dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, sehingga dari grafik tersebut dapat dilihat hubungan sebab akibat dan dapat ditarik beberapa kesimpulan.

Gambar 7. Memperlihatkan perbedaan kecepatan penyerapan panas oleh air yang terdapat dalam basin. Temperatur air dalam basin dengan sudut kaca penutup 45° lebih cepat meningkat dibandingkan dengan temperature air dalam basin dengan sudut kemiringan kaca penutup 60° dalam kondisi menerima intensitas radiasi matahari yang sama besar.

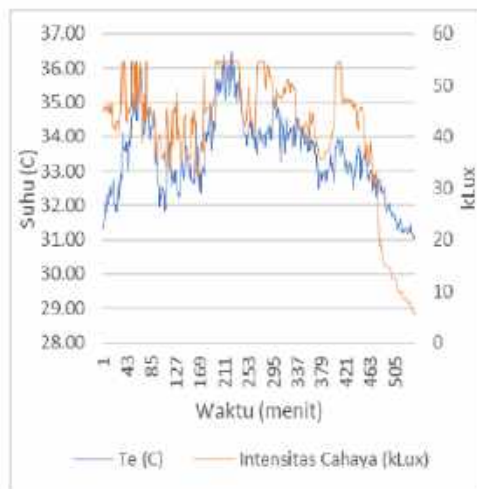


Gambar 7. Temperatur air dalam basin dan Intensitas Radiasi Matahari jam 08.00-16.00

Dengan demikian distilasi surya dengan sudut kemiringan kaca penutup 45° lebih cepat mengalami penguapan air dibandingkan sudut kemiringan 60° . Dilihat dari grafik, temperatur tertinggi pada distilasi surya dengan sudut kemiringan kaca penutup 45° terjadi pada menit ke 211 – 220 (antara jam 11-12) dengan nilai temperatur lebih kurang 60°C . Sedangkan temperatur tertinggi distilator sudut $cover 60^\circ$ terjadi pada menit ke 337 – 358 (antara jam 13-14) dengan nilai temperatur maksimum sebesar 55°C . Dari Gambar 7 kita bisa melihat bahwa naik turunnya intensitas cahaya yang masuk juga mempengaruhi temperatur air yang ada di dalam basin. Ketika radiasi mengalami peningkatan maka temperature air juga mengalami peningkatan secara perlahan, sebaliknya saat radiasi surya menurun intensitasnya maka temperature air mengikuti penurunan tersebut secara perlahan pula.

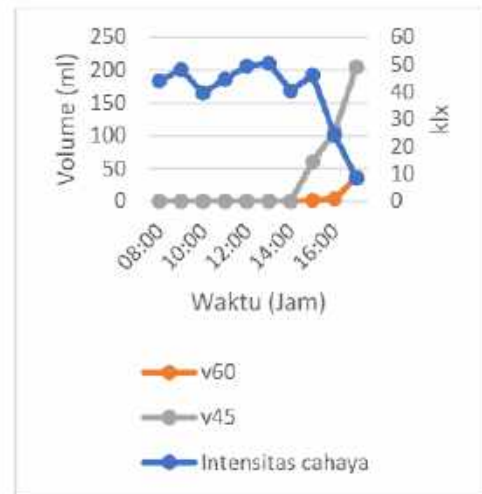
Temperatur Lingkungan

Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap temperature lingkungan diperlihatkan pada Gambar 8. Perubahan temperature lingkungan lebih cepat mengikuti perubahan intensitas radiasi matahari yang diterimanya dibandingkan perubahan temperature dalam basin. Hal ini disebabkan karena panas jenis air dalam basin serta material-material pembentuk alat lebih tinggi dibandingkan dengan panas jenis udara atmosfer. Disamping itu system isolasi yang diterapkan pada alat berjalan sangat baik sehingga kebocoran kalor dari dalam system ke lingkungan sangat kecil.



Gambar 8. Temperatur lingkungan terhadap Intensitas Radiasi Matahari jam 08.00-16.00

Dari hasil pengujian yang diperlihatkan pada Gambar 8, temperature lingkungan rata-rata pada siang hari mencapai nilai tertinggi sebesar 37 °C.

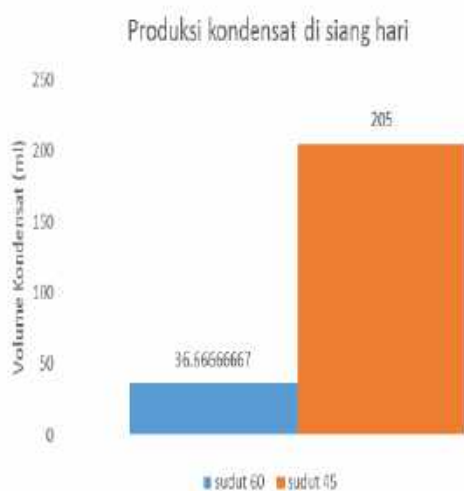


Gambar 9. Produksi kondensat pada siang hari jam 08.00 – 17.00

Jumlah kondensat yang dihasilkan diperlihatkan pada Gambar 9. Kondensat mulai terbentuk pada saat intensitas radiasi matahari mulai menurun. Hal ini dipengaruhi oleh turunnya temperature lingkungan sehingga temperature permukaan luar kaca penutup juga menurun. Dengan turunnya temperature kaca penutup maka arah perpindahan panas menjadi terbalik, yaitu dari air dalam basin menuju ke lingkungan melalui kaca penutup. Proses perpindahan panas ini diikuti dengan proses perpindahan massa serta perubahan fasa dari uap air menjadi air cair (kondensat). Gambar 9 menunjukkan volume kondensat yang dihasilkan system dengan sudut kemiringan kaca penutup 45° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan 60°. Pengamatan menunjukkan pada jam 14.00 sudut kemiringan kaca penutup 45° sudah mulai menghasilkan kondensat sedangkan sudut kemiringan kaca penutup 60° baru menghasilkan kondensat pada jam 16.00. Peningkatan volume kondensat yang dihasilkan pada sudut

45° lebih besar disbanding sudut 60°. Hal ini sebanding dengan kondisi temperature air dalam basin untuk sudut 45° lebih tinggi dibandingkan dengan temperature air dalam basin untuk sudut 60° seperti terlihat pada Gambar 7.

Produksi Destilat Siang Hari



Gambar 10. Produksi kondensat rata-rata pada siang hari (jam 08.00 – 17.00)

Gambar 10 menunjukkan jumlah kondensat yang diproduksi pada siang hari untuk kaca penutup dengan sudut kemiringan 45° jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sudut kemiringan kaca penutup 60°. Nilai rata-rata produksi kondensat pada siang hari untuk sudut kemiringan kaca penutup 45° mencapai 205 ml, sedangkan produksi kondensat rata-rata siang hari untuk sudut kemiringan kaca penutup 60° sebesar 36,7 ml.

Produksi Destilat dalam 1 Hari

Pada malam hari produksi kondensat masih berlangsung, bahkan jumlah produksi pada malam hari lebih tinggi dibandingkan pada siang hari. Hal ini

terjadi karena system yang berada di dalam alat masih menyimpan energy thermal sehingga proses perpindahan panas berlangsung dari dalam system ke lingkungan.

Gambar 11. Memperlihatkan rata-rata produksi kondensat untuk kaca penutup dengan sudut kemiringan 45° mencapai 1133,3 liter per hari. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan produksi kondensat untuk kaca penutup dengan kemiringan sudut 60° dengan jumlah rata-rata 875 ml.



Gambar 11. Produksi destilat selama 24 jam (08.00 – 08.00 esok hari)

Efisiensi Destilasi Surya

Nilai efisiensi system dihitung berdasarkan persamaan (1) dengan intensitas radiasi surya ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari jam 10.88 hingga jam 16.00. Dari tiga kali pengambilan data diperoleh nilai efisiensi untuk kaca penutup dengan kemiringan sudut 45° dan 60° seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Efisiensi distilasi pada percobaan sudut *cover* 60° dengan 45°

	Tanggal			Rata-rata
	16 Nov 2019	21 Nov 2019	25 Nov 2019	
<i>Cover</i> 60°	32,7 %	34,5 %	25,7 %	30,97 %
<i>Cover</i> 45°	38,8 %	47,8 %	33,6 %	40,07 %

Efisiensi system destilasi double slope dengan sudut kemiringan kaca penutup 45° lebih tinggi dibandingkan sudut kemiringan 60° dengan peningkatan nilai efisiensi mendekati 10 %.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisis data terhadap alat distilasi tenaga surya dengan variasi sudut *cover*, maka didapatkan beberapa kesimpulan yakni sebagai berikut :

1. Penggunaan *cover* kaca pada alat distilasi sangat mempengaruhi kinerja alat. Didalam penelitian ini, produksi destilate tertinggi diperoleh sebesar 1800 ml untuk sudut kemiringan kaca penutup 45°, sedangkan untuk sudut kemiringan kaca penutup 60° nilai produksi condensate tertinggi hanya sebesar 950 ml
2. Nilai rata-rata produksi destilat dari 3 kali pengambilan data juga menunjukkan nilai rata-rata produksi untuk sudut kemiringan kaca penutup 45° lebih tinggi 30% dibandingkan produksi destilat rata-rata yang dihasilkan untuk system dengan sudut kemiringan kaca penutup sebesar 60°.
3. Efisiensi produksi air kondensat untuk kaca penutup dengan sudut

kemiringan 45° mencapai 40,07%, 10 % lebih tinggi dibandingkan system dengan sudut kemiringan kaca penutup 60°.

4. Produksi air destilat pada malam hari lebih tinggi dibandingkan pada siang hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljubouri, A.A. 2017. Design and Manufacturing of Single Sloped Solar Still: Study the Effect of Inclination Angle and Water Depth on Still Performance. *Journal of Al-Nahrain University*, 20(2), 60 – 70.
- Aprizki, E., Rokhmat, M. & Wibowo, E. 2018. Analisis Pengaruh Kemiringan Sudut Atap Kaca dan Penambahan Cermin Pada Alas Basin Terhadap Laju Penguapan Air Garam Dalam Destilator Tenaga Surya. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 5594.
- Astawa, K., Sucipta, I.P.M & Negara, G.A. 2011. Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 7 – 13.
- Bardalai, M et al. 2015. Thermodynamic performance analysis of active and passive solar heater, *Proceeding of ICFM 2015*, Guwahati, Assam- India
- Caturwati, N.K., dkk. 2020. Productivity of Solar Distillation in Indonesia using Sodium Thiosulfate Penta-hydrate as Thermal Energy Storage. *Technium Vol. 2, Issue 5* pp.1-10, www.techniumscience.com

- Hitesh N. Panchal et al, 2011. A Comparative Analysis of Single Slope Solar Still Coupled with Flat Plate Collector and Passive Solar Still, *IJRRAS Volume 7 (2)*.
- Khan, M. & Mustafa, M. 2019. Solar Still Distillate Productivity Enhancement by Using Reflector and Design Optimization, *Innovative Energy & Research*
- Sarkar, MNI et al, 2017. A Review of Optimum Parameter Values of A Passive Solar Still and Design for Southern Bangladesh, *Renewables, Wind, Water and Solar, Springer link*.
- Manokar, M. dkk, 2018, Integrated PV/T solar still- A mini-review, *Desalination, Volume 435*.
- Phadatore, M.K. & Verma, S.K. 2007. Influence of Water Depth on Internal Heat and Mass Transfer in a Plastic Solar Still, *Research*
- Rajvanshi, AK., 1981. Effect of Various Dyes on Solar Distillation, *Solar Energy, Vol 27* pp 51 -65, Great Britain.
- Tanaka H. 2009, Experimental Study of a Basin Type Solar Still with Internal and External Reflectors in Winter. *Desalination* 249:130–4.
- Muafag, T. 2007. Effect Of Water Depth on the Performance Evaluation of Solar Still, *Researchgate.net*.
- Tayeb, AM, 1992. Performance Study of Some Designs of Solar Still, *Energy Convers Manag*.
- Tiwari, GN et al. 1986. Comparison of Various Designs of Solar Still, *Desalination*
- Kumar, V. & Kumar, A. 2015, Solar System design: A Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier*.