

PENGARUH KEMIRINGAN SUDUT KACA PENUTUP PADA SOLAR DISTILATION DENGAN ABSORBER SENG (Zn) TERHADAP PRODUKTIVITAS KONDENSAT AIR LAUT

Nurmisriandi¹⁾, Mastiadi Tamjidillah²⁾, Muhammad Nizar Ramadhan³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

Email: nurmisriandiyadi@gmail.com

Abstract

Solar distillation is a simple tool that utilizes solar radiation energy as a source of heat. This study compares solar distillation with the slope angle of the glass cover 30°, 40°, and 50°. The purpose of this study is to determine the heat transfer that occurs, the productivity of the water produced and the quality of water produced. The study was conducted for 4 days. The results of this study reveal that the angle of 30° produces more condensate water. The most water productivity occurs at an angle of 30 with the amount of water 438 ml, while the lowest productivity occurs at an angle of 50° with the amount of water 136 ml. The highest conduction heat transfer is in solar distillation with zinc absorber is 1243.52 Watts. For the highest convection heat transfer of 0.15 Watt. The highest radiation heat transfer was 33.93 Watts. The results of the research on the quality of water produced by the three solar refiners are that the water can be categorized as clean water.

Keywords: Solar Distillation, Zinc, Absorber

Abstrak

Destilasi surya merupakan alat sederhana yang memanfaatkan energi radiasi matahari sebagai sumber panas. Penelitian ini membandingkan destilasi surya dengan sudut kemiringan kaca penutup 30°, 40°, dan 50°. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perpindahan panas yang terjadi, produktivitas air yang dihasilkan dan kualitas air yang dihasilkan. Penelitian dilakukan selama 4 hari. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa sudut 30° menghasilkan lebih banyak air kondensat. Produktivitas air paling banyak terjadi pada sudut 30 dengan jumlah air 438 ml, sedangkan produktivitas terendah terjadi pada sudut 50 dengan jumlah air 136 ml. Perpindahan panas konduksi tertinggi terjadi pada destilasi surya dengan penyerap seng yaitu 1243,52 Watt. Untuk perpindahan panas konveksi tertinggi sebesar 0,15 Watt. Perpindahan panas radiasi tertinggi adalah 33,93 Watt. Hasil penelitian terhadap kualitas air yang dihasilkan oleh ketiga solar refiner tersebut air tersebut dapat dikategorikan sebagai air bersih.

Kata kunci: Solar Distillation, Seng, Absorber

PENDAHULUAN

Air adalah unsur yang sangat penting di bumi ini. Seluruh makhluk hidup sangat membutuhkan air, misalkan manusia memerlukan air untuk kebutuhan hidup seperti minum, memasak, mandi, dan lainnya. Hewan dan tumbuhan juga sangat membutuhkan air untuk kelangsungan hidup. Air yang ada disekitar kita

saat ini tidak bisa langsung di konsumsi karena masih banyak zat-zat yang tidak layak terkandung didalamnya.

Solar distillation adalah sebuah teknologi sederhana yang digunakan untuk menyuling air (air laut) dengan memanfaatkan energy dari radiasi matahari agar dapat merubahnya menjadi air bersih. Panas yang dihasilkan *absorber* akan membuat air akan menguap perlahan sehingga sisa dari zat yang berbahaya akan tertinggal. Alat ini bias sangat berguna bagi masyarakat yang kesulitan mendapatkan air bersih untuk kehidupan sehari-hari misalkan daerah pesisir pantai. Alat *solar distillation* bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Solar Distillation*

Air Laut

Air laut adalah air yang rasanya asin, hal ini diakibatkan karena kandungan garam yang ada pada air laut diperoleh dari garam mineral yang bersumber dari bebatuan dan tanah yang dihempas ombak. Karena rasa asinnya, air laut sering dimanfaatkan untuk membuat garam. Kandungan garam pada air laut mengandung 35 gram garam dalam satu liter air laut. Kandungan lain pada air laut memiliki kandungan padat seperti kalsium, magnesium, sodium, sulfat, kalium, karbonat, klorida dan sulfat.

Selain itu, ada banyak polutan yang terkandung pada air laut berdampak tidak baik bagi kesehatan masyarakat. Salah satu upaya agar tersedianya air bersih untuk masyarakat sekitar pantai yaitu dengan adanya alat sederhana yang dapat digunakan untuk merubah air laut menjadi air bersih. Hal ini bertujuan agar memudahkannya masyarakat pesisir pantai untuk memperoleh air bersih untuk dikonsumsi.

Kandungan Air Bersih

Air bisa disebut sebagai air bersih memiliki parameter yaitu memiliki karakteristik fisik berupa bau, warna, kekeruhan, suhu, dan rasa. Sedangkan karakteristik kimianya adalah pH yang dimiliki air harus berkisar 6,5-8,5. Jika air tidak memiliki karakteristik tersebut, maka kemungkinan besar air tersebut tidak layak disebut sebagai air bersih. Hal ini bisa diakibatkan karena persinggungan antara tanah ataupun pasir yang telah terkontaminasi dan bisa berdampak negative bagi yang mengkonsumsinya.

Persyaratan nilai kandungan air bersih menurut PERMENKES bisa diklasifikasi seperti hal berikut :

1. Aroma : Tidak Berbau
2. TDS : 1000 mg/l

3. Kekeruhan : 5 NTU
4. Warna : 15 (skala TCU)
5. *Ph* : 6,5-8,5

Tabel 1. Persyaratan Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Keterangan
A Fisika				
1	Bau	-	-	Tak Berbau
2	TDS	mg/l	1,000	
3	Kekeruhan	NTU	5	
4	Rasa	-	-	
5	Suhu	°C	-	Tak Berasa
6	Warna	Skala TCU	15	
B Kimia Organik				
1	Air Raksa	ppm	0,001	
2	Aluminium	ppm	0,2	
3	Arsen	ppm	0,05	
4	Barium	ppm	1,0	
5	Besi	ppm	0,3	
6	Flourine	ppm	0,5	
7	Cadmium	ppm	0,005	
8	Kesadahan	ppm	500	
9	Klorida	ppm	250	
10	Kromium Valensi 6	ppm	0,05	
11	Mangan	ppm	0,1	
12	Natrium	ppm	200	
13	Perak	ppm	0,05	
14	pH	ppm	6,5 – 8,5	
15	Selenium	ppm	0,01	Batas Max dan Min
16	Seng	ppm	5	
17	Sianida	ppm	0,1	
18	Sulfat	ppm	400	
19	Sulfide sebagai H ₂ S	ppm	0,005	
20	Tembaga	ppm	1,0	
21	Timbal	ppm	0,05	
C Kimia Organik				
1	Aldrin dan dieldrin	ppm	0,0007	
2	Benzena	ppm	0,01	
3	Benzo (a) Pyrene	ppm	0,00001	
4	Chlordane (total isomer)	ppm	0,0003	
5	Chlordane	ppm	0,03	
6	2,4 – D	ppm	0,10	
7	DDT	ppm	0,03	
8	Detergen	ppm	0,5	
9	1,2 – Dichloroethane	ppm	0,0003	

Energi Surya

Energi Surya sering dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai aktivitas, sederhananya seperti menjemur pakaian dan mengeringkan bahan makanan, dengan teknologi canggih energi surya dimanfaatkan sebagai penghasil listrik. Energi surya akan terus dikembangkan lagi seiring berkembangnya teknologi saat ini, terutama untuk mengurangi penggunaan energy fosil yang semakin sedikit.

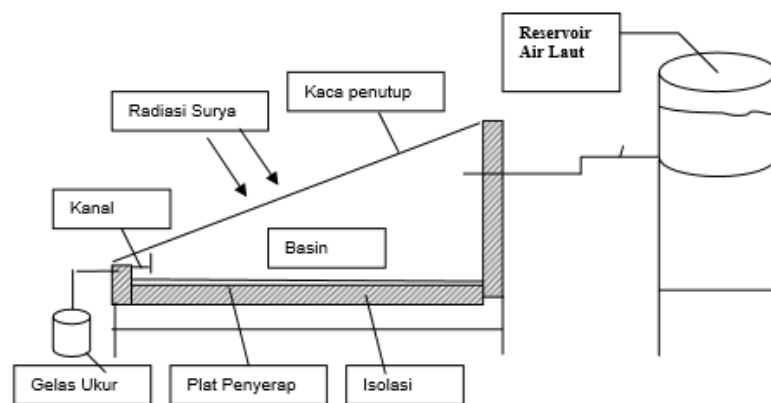
Pemanfaatan energi surya dengan teknologi sederhana bisa diaplikasikan pada alat *solar distillation*. Dalam hal ini *absorber* berperan penting dalam proses penyerapan energi panas dari matahari. Kemudian *absorber* lah yang akan meneruskan panas ke dalam alat tersebut.

Solar distillation

Solar distillation adalah sebuah alat sederhana yang menghasilkan air kondensasi. Dalam hal ini proses tersebut dengan memanfaatkan energi dari

radiasi matahari untuk memanaskan *absorber*. Ketika *absorber* sudah panas, maka *absorber* akan memanaskan air yang berada di atasnya. Setelah itu air tersebut akan menguap ketika sampai pada titik penguapan. Uap tersebut menempel pada kaca bagian dalam, karena perbedaan temperatur dengan luar kaca uap tersebut mengalami kondensasi dan mengalir ke tempat penampungan air kondensat. Kelebihan *solar distillation* ini yaitu dapat dibuat sederhana, mudah digunakan, menggunakan energi dari sinar matahari secara gratis, dan bahan dari peralatan ini mudah didapatkan dengan harga yang terjangkau. Peralatan ini sangat sesuai untuk diaplikasikan pada masyarakat yang kesulitan mendapatkan air bersih seperti penduduk pesisir pantai.

Absorber merupakan bagian terpenting dari *solar distillation*, yang berfungsi menyerap panas yang dipaparkan sinar matahari serta sebagai konduktor untuk meneruskan kalor ke seluruh area alat. Beberapa yang dapat mempengaruhi kinerja *solar distillation* yaitu sebagai berikut: luas permukaan *absorber*, bahan dasar dari *absorber*, ketebalan yang dimiliki, dan bentuk dimiliki *absorber*, serta warna *absorber* tersebut.



Gambar 2. Bagian-Bagian *Solar Distillation*

Tinjauan *Thermal*

Perpindahan Panas yang Terjadi pada *Solar distillation* meliputi konveksi, konduksi dan radiasi yang ada dalam alat tersebut. Untuk mendapatkan nilai dari konveksi, konduksi dan radiasi dibutuhkan rumus seperti dibawah ini :

Konduksi

Konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada benda padat. Perpindahan panas secara konduksi tidak mengakibatkan perantaranya juga ikut berpindah. Rumusan dari perpindahan panas secara konduksi adalah :

$$Q = k \cdot A \cdot \frac{(\Delta T)}{L} \quad (1)$$

Keterangan:

Q = kalor (Watt)

k = konduktivitas termal (W/mK)

A = luas penampang (m²)

L = panjang logam (m)

T = temperatur (K)

Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi yaitu perpindahan panas yang terjadi pada cairan atau gas, karena perpindahan panas ini mengakibatkan perantaranya juga ikut berpindah. Rumusan dari perpindahan panas secara konveksi adalah :

$$Q = 8.84 \times 10^{-4} \left[T_1 - T_2 + \frac{P_1 - P_2}{26900 - P_1} \times T_1 \right]^{\frac{1}{3}} \times (T_1 - T_2) \tag{2}$$

Keterangan:

Q = laju perpindahan panas (Watt)

h = koefisien konveksi (W/mK)

A = luas penampang (m²)

T = Temperatur (K)

P = Tekanan (N/m²)

Radiasi

Radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi karena pancaran gelombang atau partikel secara langsung dan tidak melalui medium atau perantara. Rumusan dari perpindahan panas secara radiasi adalah :

$$Q = \sigma \varepsilon A (T_1^4 - T_2^4) \tag{3}$$

Keterangan:

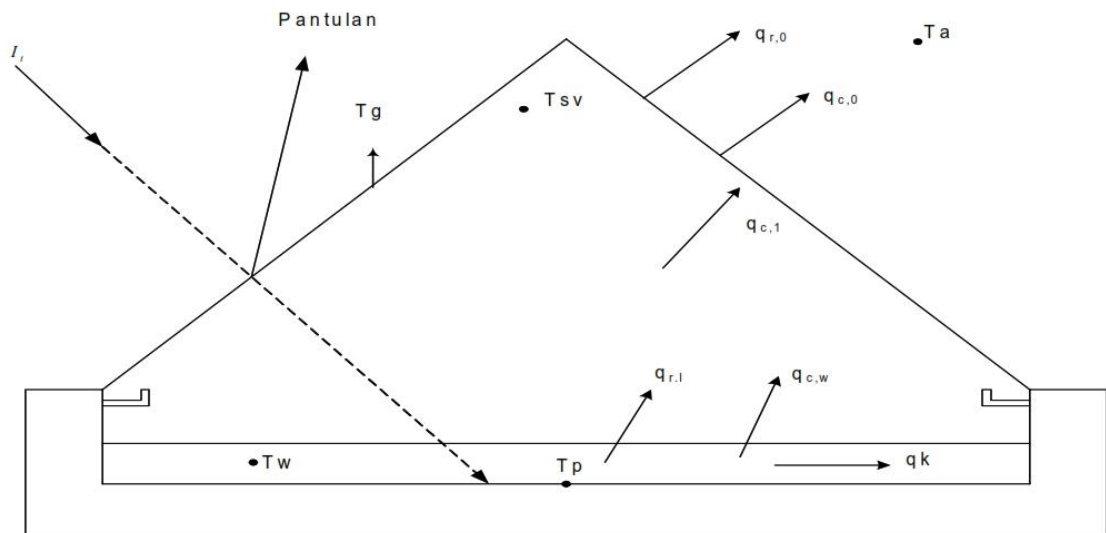
A = luas penampang (m²)

T = Temperatur (K)

σ = konstanta stefan boltzmann (5,67 x 10⁻⁸ W/m²K⁴)

ε = Emisivitas

Kombinasi antara perpindahan panas konveksi, konduksi dan radiasi tersebut dapat dianalisa menggunakan diagram aliran energi seperti Gambar dibawah ini :



Gambar 3. Diagram Alir Energi

Keterangan:

Ta : Temperatur lingkungan (K)

Tw : Temperatur air (K)

- Tg : Temperatur permukaan kaca (K)
- Tsv : Temperatur ruang basin (K)
- Tp : Temperaur plat *absorber* (K)
- IT : Intensitas matahari (W/m^2)
- Qr,1 : Laju perpindahan panas radiasi dari kolektor kepermukaan dalam kaca (watt)
- Qc,1 : Laju perpindahan panas konveksi dari uap air kepermukaan dalam kaca (watt)
- Qc,w : Laju perpindahan panas konveksi dari air (watt)
- Qk : Laju perpindahan panas konduksi dari kolektor kedinding luar (watt)
- Qr,o : Laju perpindahan panas radiasin yang hilang dari kaca (watt)
- Qc,0 : Laju perpindahan panas konveksi dari kaca ke udara (watt)

Seng

Seng merupakan unsur kimia dengan symbol Zn yang mempunyai nomor atom 30 dan massa atom relatif 65,39. Seng memiliki nilai konduktivitas *thermal* sebesar 116 W/mK. Untuk massa jenis dari seng adalah sebesar 7,14 g/ml serta nilai kalor jenisnya sebesar 390 J/kg°C. Secara fisika, seng adalah logam yang memiliki sifat diamagnetik. Seng biasanya digunakan dalam proses peleburan besi dan dijadikan campuran logam.

Konduktivitas *thermal* suatu benda adalah kemampuan yang dimiliki suatu benda dalam memindahkan kalor melalui benda tersebut. Benda yang mempunyai konduktivitas termal yang tinggi maka merupakan penghantar kalor yang baik, begitu sebaliknya. Benda yang mempunyai *konduktivitas thermal* (k) yang rendah maka merupakan penghantar kalor yang kurang baik.

Tabel 2. Material dan konduktivitas termalnya

Material	Thermal konduktivitas (W/ m K)
Tembaga	386
Aluminium	204
Baja Karbon	54
Kaca	0,75
Plastik	0,2-0,3
Air	0,6
Engine Oil	0,15
Freon	0,07
Hydrogen	0,18
Udara	0,026
Seng	116

METODE PENELITIAN

Prosedur dalam pengujian alat *solar distillation* adalah berikut :

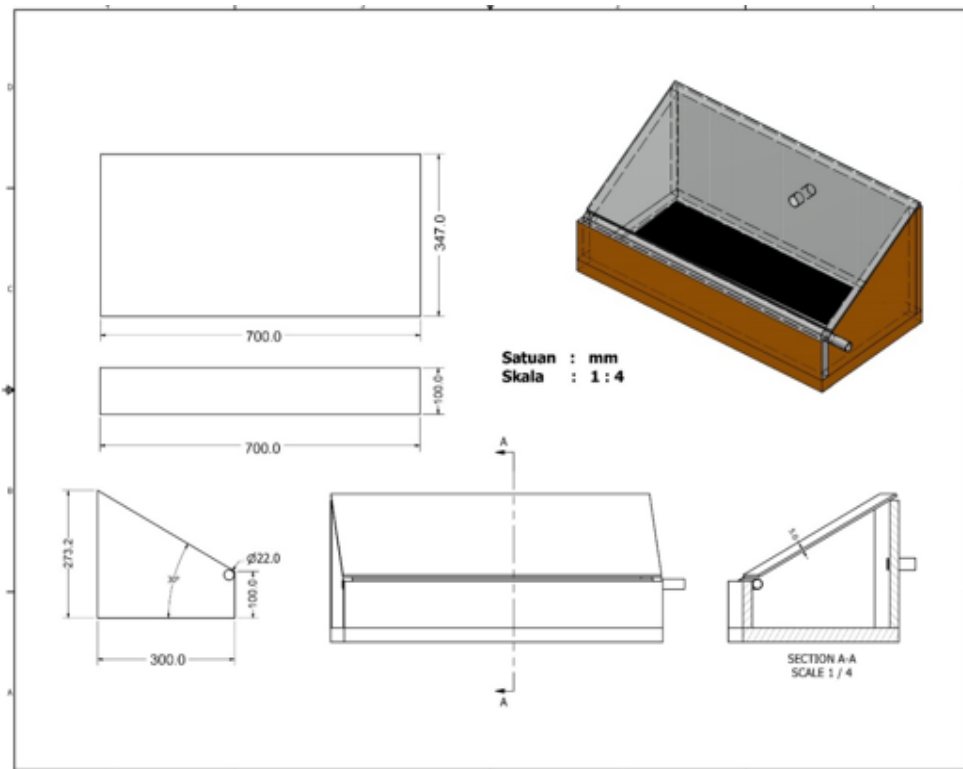
1. Persiapan alat

Sebelum melakukan pengujian pada alat tersebut, perlu dilakukan persiapan peralatan apa saja yang diperlukan untuk melakukan pengujian serta diperlukan persiapan memastikan alat dapat bekerja dengan baik. Alat dan bahan utama dalam pembuatan *solar distillation* adalah sebagai berikut :

- a. *Absorber* yang digunakan adalah seng
- b. Kaca bening dengan ukuran 5 mm
- c. Kayu, *plywood*, paku, lem serta peralatan pendukung
- d. *Thermocouple*
- e. *Styrofoam* berfungsi sebagai isolator
- f. Gelas Ukur
- g. Air laut

2. Pembuatan *solar distillation*

Solar distillation dibentuk dengan kayu dan *plywood* sebagai *body* dari alat ini yg dibentuk sesuai dengan desain yang dirancang, Peneliti membuat sebanyak 3 buah alat *solar distillation* dengan tujuan membandingkannya. Variasi dari *solar distillation* adalah pada perbedaan sudut kaca penutup, yaitu dengan kemiringan



sudut kaca 30°, 40°, dan 50°.

Gambar 4. Desain Alat *Solar Distillation*

3. Pengujian dan pengambilan data *solar distillation*

- a. Pengambilan diawali dengan menempatkan alat *solar distillation* dibawah radiasi sinar matahari secara langsung.
- b. Memasukan air laut kedalam alat sebanyak satu liter perhari.
- c. Pengujian dilakukan selama 4 hari pada pukul 08.00-16.00 WITA.

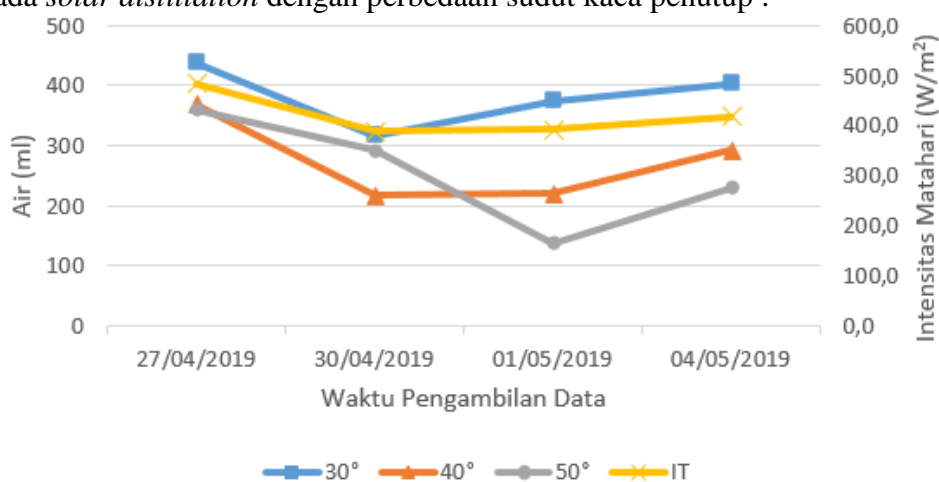
- d. Mengukur temperatur kaca penutup (T_g), temperatur plat *absorber* (T_p), temperatur air (T_w), temperatur ruang basin (T_{sv}) yang dilakukan dengan selang waktu perjam.
- e. Intensitas radiasi total matahari (IT) dan temperature lingkungan (T_a) diukur dengan *pyranometer* dan *thermometer* yang ada di BMKG Klimatologi Kelas 1 Banjarbaru.
- f. Menulis hasil data pengukuran dari kedua alat.
- g. Menganalisa data hasil pengamatan.

4. Analisis data

Data yang diperoleh akan dianalisa melalui perhitungan sesuai dengan teori yang dipelajari dan tampilan grafik-grafik untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *solar distillation* dengan variasi tipe sudut kaca dengan *absorber* seng berwarna hitam terhadap perpindahan panas, produktivitas air yang dihasilkan, dan kualitas air yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan grafik perbandingan produktivitas air yang dihasilkan pada *solar distillation* dengan perbedaan sudut kaca penutup :

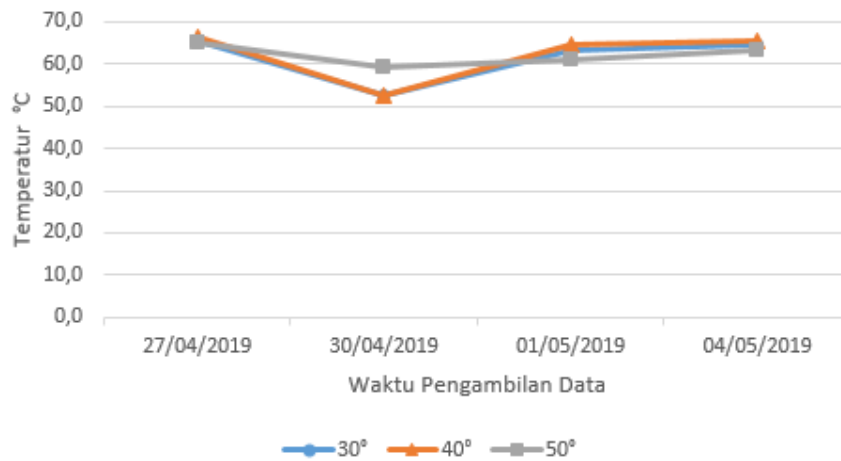


Gambar 6. Grafik Perbandingan Produktivitas Air

Dari Gambar 6 diketahui produktivitas air tertinggi terjadi pada hari pertama, pada *solar distillation* dengan sudut penutup kaca 30° menghasilkan air sebesar 438 dengan intensitas radiasi matahari saat itu sebesar $484,6 W/m^2$.

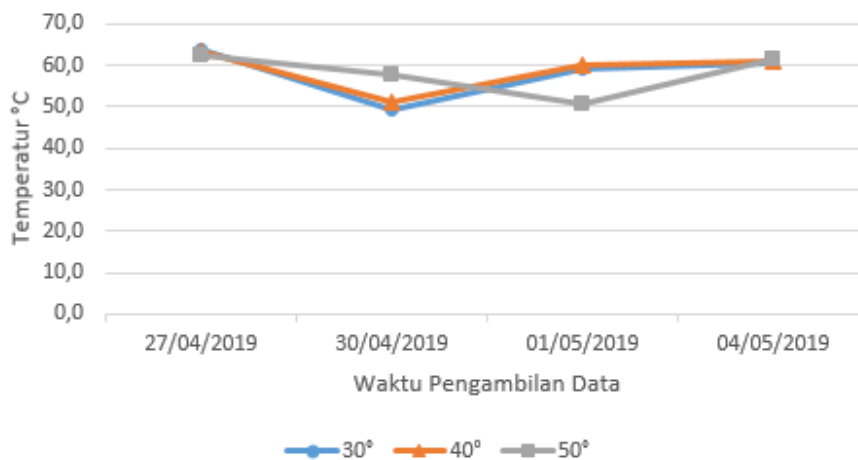
Produktivitas air terendah berada pada hari ketiga, pada *solar distillation* dengan sudut penutup kaca 50° menghasilkan air sebesar 136 ml dengan intensitas radiasi matahari saat itu sebesar $391,8 W/m^2$.

Gambar 6 menunjukkan bahwa meningkatnya produktivitas air yang dihasilkan, selain karena tipe variasi sudut yang berbeda juga berbanding lurus dengan intensitas radiasi yang diterima saat melakukan pengujian. Semakin tinggi nilai intensitas radiasi, maka produktivitas air kondensat akan semakin banyak



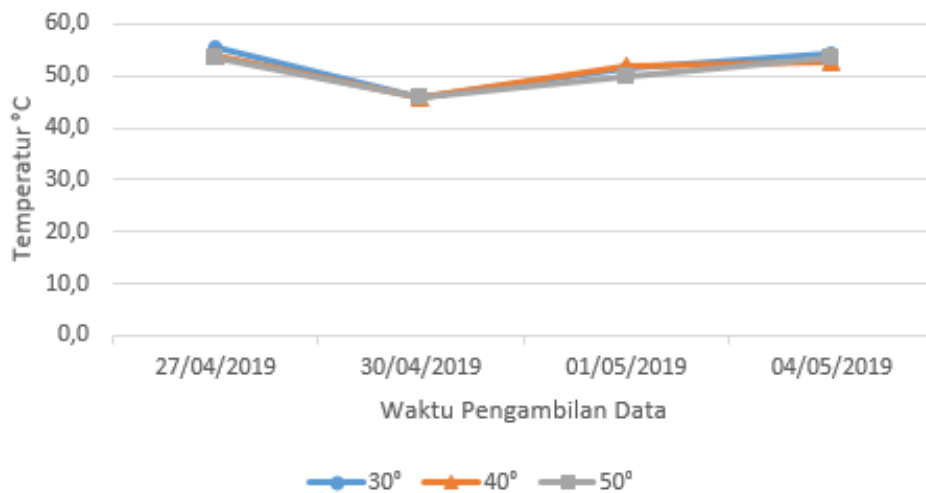
Gambar 7. Grafik Perbandingan Temperatur Plat

Dari Gambar 7 diketahui bahwa temperatur plat pada solar distillation absorber seng dengan sudut 300 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 65,6 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 52,5 °C. Sedangkan solar distillation absorber seng dengan sudut 400 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 66,4 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 52,4 °C. Dan solar distillation absorber seng dengan sudut 500 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 65,6 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 59,2 °C.



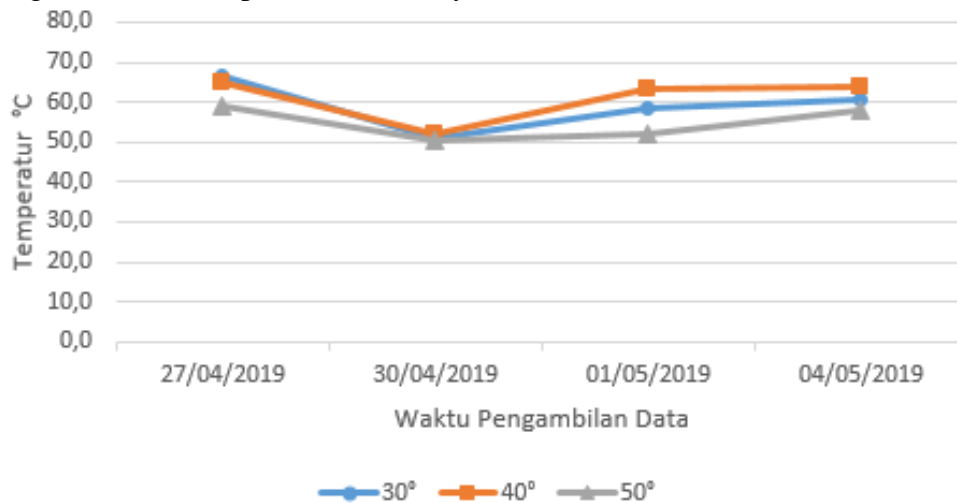
Gambar 8. Grafik Perbandingan Temperatur Ruang Basin

Dari Gambar 8 diketahui bahwa temperatur ruang basin pada solar distillation absorber seng dengan sudut 300 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 64 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 49,3 °C. Sedangkan pada solar distillation absorber seng dengan sudut 400 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 63,5 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 51,2 °C. Dan solar distillation absorber seng dengan sudut 500 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 62,5 °C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 57,9 °C.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Temperatur Kaca

Dari Gambar 9 diketahui bahwa temperatur kaca pada solar distillation absorber seng dengan sudut 300 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar $55,4^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar $45,7^{\circ}\text{C}$. sedangkan pada solar distillation absorber seng dengan sudut 400 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar $54,1^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar $45,8^{\circ}\text{C}$. Dan solar distillation absorber seng dengan sudut 500 paling tinggi berada pada hari pertama dan hari keempat yaitu sebesar $53,7^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar 46°C .



Gambar 10. Grafik Perbandingan Temperatur Air

Dari Gambar 10 diketahui bahwa temperatur air pada solar distillation absorber seng dengan sudut 300 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar $66,8^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar $51,2^{\circ}\text{C}$. sedangkan pada solar distillation absorber seng dengan sudut 400 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar 65°C dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar $52,3^{\circ}\text{C}$. Dan solar distillation absorber seng dengan sudut 500 paling tinggi berada pada hari pertama yaitu sebesar $59,2^{\circ}\text{C}$ dan paling rendah berada pada hari kedua yaitu sebesar $50,6^{\circ}\text{C}$.

Tabel 3. Kualitas air destilasi dari *solar distillation*

No	Parameter uji	Satuan	Hasil Analisis		Batas Maks *)	Spesifikasi Metode
			Sebelum	Sesudah		
1.	Warna	Mg/l Pt.Co	29	3	(-)	IK.lab-8 (spektrofotometri)
2.	Kekeruhan	NTU	148	0.95	(-)	IK.lab-9 (turbidimetri)
3.	TDS	Mg/l	31.9	70.7	1000	IK.lab-29 (spektrofotometri)
4.	Salinitas	(‰)	25	3	4	Refraktometer
5.	pH	-	4.42	6.47	6-9	SNI 06.6989.11- 2004
6.	Bau	-	Berbau	Tidak berbau		

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa hasil pengujian kualitas air yang dihasilkan dari proses destilasi dengan *absorber* tembaga dan seng sudah dapat dikategorikan sebagai air bersih. Hal ini dikarenakan warna, kekeruhan, TDS, salinitas, pH dan bau sesuai dengan syarat air bersih menurut Permenkes RI. No 416/MENKES/PER/IX/1990.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara keseluruhan, perpindahan panas pada solar distillation secara konduksi paling tinggi berada pada hari pertama dengan penutup 40° yaitu perpindahan panas konduksi dari kolektor ke dinding luar (q_k) 1243,52 watt. Untuk perpindahan panas secara konveksi paling tinggi berada pada hari pertama dengan sudut penutup 30° yaitu perpindahan panas konveksi dari permukaan kaca ke lingkungan ($q_{c,0}$) 0,15 watt, dan untuk perpindahan panas secara radiasi paling tinggi berada pada hari pertama dengan sudut penutup 30° yaitu perpindahan panas radiasi dari kaca ke lingkungan ($q_{r,0}$) 33,93 watt.
2. Produktivitas kondensat air laut yang dihasilkan oleh solar distillation dengan absorber seng paling banyak terjadi dengan sudut penutup 30° yaitu sebesar 438 ml per hari. sedangkan air hasil destilasi paling rendah yaitu terjadi dengan sudut penutup 50° yaitu sebesar 136 ml per hari.
3. Hasil pengujian kualitas air yang dihasilkan dari solar distillation dengan absorber seng sudah bisa dikategorikan sebagai air bersih. Hal ini dikarenakan nilai pH, kekeruhan, warna, bau air, nilai TDS (total dissolve solid) dan nilai salinitas sudah sesuai dengan syarat air bersih menurut Permenkes RI. No416/MENKES/PER/IX/1990.

REFERENSI

- Akhirudin, T. 2008. Desain Alat Destilasi Air Laut dengan Sumber Energi Tenaga Surya sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. IPB Press, Bogor.
- Asmadi dkk, 2011, Teknologi Pengolahan Air Minum. Gosyen Publishing. Yogyakarta.
- Duffie, Jhon. A. 1991. Solar Engineering Of Thermal Process, John Willey & Sons, Singapore.
- Effendy, M.S, et al., 2012. Pengaruh Penggunaan Preheater pada Basin Type Solar Still Dengan Tipe Kaca Penutup Miring Terhadap Effisiensi. Jurnal Spektrum Industri, Vol 10, No.2. 108-199ISSN : 1963 – 6590.
- Frank Kreith, 1991, Prinsip-prinsip Perpindahan Panas, diterjemahkan oleh Arko Prijono, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- K. B. A. Walangare dkk, 2013. Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. UNSRAT. Manado.
- Mulyanef, Marsal., dkk, 2006, Sistem Distilasi Air Laut Tenaga Surya menggunakan Kolektor Pelat Datar dengan Tipe Kaca Penutup Miring, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta. Padang.
- Risdiyanto Ismail Nova dan Dadang. 2012 Pengaruh Solar Distillation Bertingkat Terhadap Produktivitas Air Tawar dan Kualitas Garam. Universitas Widyagama, Malang.
- Santoso Irfan, 2012, Sistem Perpindahan Panas Single Basin Solar Still dengan Memvariasi Sudut Kemiringan Kaca. Universitas Pancasakti. Tegal.
- SNI 01-3553. 2006. Air Minum Dalam Kemasan. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.