

Pengujian Desalinasi Surya Tipe *Single Basin Double Slope* Kemiringan 45° Dengan Porositas Sumbu Serap 0,20 mm Pada Kapasitas 8 Liter

Fikri Fahlevi Nasution¹, Awaludin Martin²

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

¹fikrifahlevi7@gmail.com, ²awaludinmartin01@gmail.com

Abstract

Due to the very rapid population growth, the need for clean water will continue to increase year by year. This makes the availability of clean water a major issue today, especially for coastal people. Coastal residents have to buy clean water in their daily lives, and coastal residents also use rainwater. However, the availability of clean water still exists in nature. In the dry season, it is very difficult to get clean water. One solution to this lack of clean water is to obtain clean water by desalination. Desalination of seawater is the process of maintaining clean water by removing excess salt from the water and using sunlight to create freshwater. This study describes an experimental study of the efficiency of solar desalination plants using solar energy. The experiments was performed with a sponge pore size of 0.2 mm and an initial volume of 8 liters. With an average solar radiation of 719.9 W/m², the desalinated air produced is 2.944 kg and the efficiency is 25.15%.

Keywords : Solar Desalination, Porosity, Sponge

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan penduduk terpadat di dunia, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) dari hasil Sensus Penduduk 2020 jumlah penduduk Indonesia sebesar 270,2 juta jiwa. Jumlah ini bertambah 32,56 juta jiwa dibandingkan hasil Sensus Penduduk 2010. Pertumbuhan penduduk ini sejalan dengan peningkatan penggunaan air bersih, namun ketersediaan air bersih tidak merata karena mempengaruhi semua aspek kehidupan, mulai dari kesehatan hingga kepentingan umum. Beberapa daerah memiliki persediaan air tetapi dengan kadar garam yang cukup tinggi sehingga tidak bisa dijadikan air minum. BPS 2020 menyatakan sebanyak 26,45 juta jiwa penduduk Indonesia kekurangan air bersih, 55,3 juta jiwa kekurangan akses sanitasi yang baik [1].

Disatu sisi Indonesia kekurangan air bersih masih cukup banyak ketersediaan air laut, hal ini berdasar bahwa Indonesia dikatakan sebagai negara maritim sebagian besar luas wilayah terdiri dari lautan dan perairan [2]. Namun air laut ini tidak dapat langsung dikonsumsi, perlu dilakukannya pengolahan lebih lanjut untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi. Untuk mengatasi masalah keterbatasan air bersih ini, telah banyak dikembangkan teknologi desalinasi yaitu pemurnian air laut atau air payau menjadi air tawar. Beberapa diantaranya yaitu *vapor compression distillation* (VCD), *elektrodialysis* (ED), *reverse osmosis* (RO) menggunakan listrik sebagai energi masukan yang mana masih mengalami kendala karena banyak negara mengalami krisis energi [3]. Ada salah satu cara pengolahan air laut menjadi air yang dapat dikonsumsi dengan hanya menggunakan energi matahari yaitu desalinasi surya.

Desalination atau desalinasi adalah proses untuk mendapatkan air bersih dengan menghilangkan kadar garam berlebih dalam air untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi. Proses desalinasi dianggap sebagai salah satu cara yang paling sederhana karena sudah dikenal berabad-abad yang lalu dan seperti kita ketahui bahwa energi surya akan selalu ada dan tidak mempunyai efek samping terhadap lingkungan [4]. Beruntungnya Indonesia berada di garis khatulistiwa, dimana seluruh wilayah Indonesia terkena paparan sinar radiasi matahari secara total, dengan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 4,8 kWh/m² [5].

Beberapa penelitian mengenai desalinasi surya telah dilakukan yaitu Ni Ketut 2020 [6] dengan judul *A Performance study of a single basin double slope solar still with 45° of glass-cover slope angle in Indonesia*. Pada penelitian tersebut dengan menggunakan desalinasi surya tipe *double slope*, kemiringan kaca penutup 45°, serta ukuran basin 106cm x 60cm. Dari penelitian ini didapat hasil kondensat sebesar 1,296 liter/hari dengan pengujian mulai jam 08.00-16.00 (8 jam).

Indradaya 2020 [7] dengan judul “Analisa dimensi pori *sponge* sebagai pelat penyerap terhadap kinerja *solar still double slope tipe v*”. Pada penelitian tersebut menggunakan *double slope tipe v*, dengan melakukan variasi pada dimensi pori *sponge* 0,089mm 0,123mm 0,216mm. Dari hasil penelitian didapat dimensi pori terbaik adalah 0,089mm dengan laju aliran rata-rata $4,2 \times 10^{-6}$ m/s. Serta produksi air kondensat sebesar 3,447 liter/m²/hari.

Jani dan Modi 2019 [8] pada penelitiannya membandingkan penggunaan *plat absorber square fins* dan *plat absorber circular fins* terhadap air hasil desalinasi. Diketahui bahwa *plat absorber circular fins* menghasilkan 1,491 Liter dan *plat absorber square fins* menghasilkan 0,974 Liter.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, maka penulis ingin melakukan penelitian untuk menguji kemampuan pada desalinasi surya tipe *single basin double slope* dengan *plat absorber* dan penambahan sumbu serap kapiler berupa *sponge*.

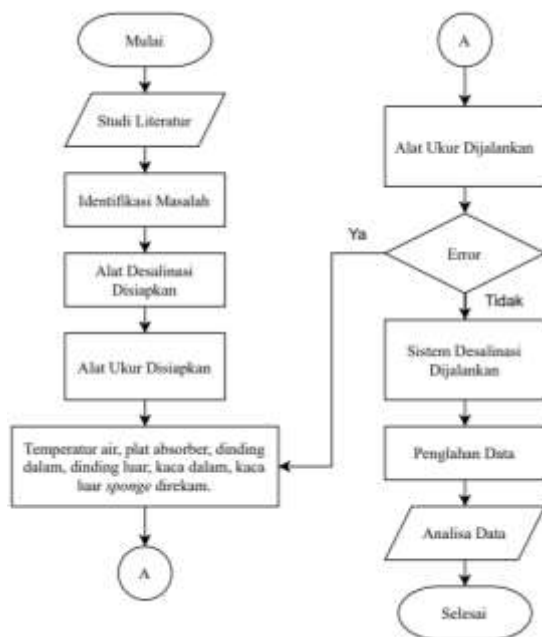
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini sistem desalinasi surya tipe *single basin double slope* dengan kemiringan kaca penutup (*glass cover*) sebesar 45° dengan ukuran basin $1,4 \times 1 \text{ m}^2$ seperti terlihat pada Gambar 1. Serta penambahan *plat absorber* pada dasar basin dan penggunaan *sponge* ukuran 0,20 mm. Pengujian dilakukan selama 8 Jam (08.00-16.00) dengan volume awal sebesar 8 Liter.



Gambar 1 Alar Desalinasi Surya

Diagram alir keseluruhan dari penelitian ini yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Adapun alat ukur yang digunakan dalam pengujian sistem desalinasi terdiri dari *thermocouple* untuk mengukur temperatur pada air, plat absorber,

dinding dalam, dinding luar, kaca dalam, kaca luar, dan sponge. *Anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan temperatur lingkungan. *Solar power meter* digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari.

2.2 Parameter Perhitungan

Beberapa parameter perhitungan perpindahan panas dan efisiensi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [9][10]:

1). Perpindahan Panas Konveksi (Q_{conv})

$$Q_{conv} = h_c \cdot A \cdot (T_s - T_\infty)$$

Dengan :

Q_{conv} : Laju perpindahan panas konveksi (Watt)

h_c : Koefisien konveksi ($\text{W/m}^2\text{K}$)

A : Luas permukaan (m^2)

T_s : Temperatur surface (K)

T_∞ : Temperatur embient (K)

2). Perpindahan Panas Evaporasi (Q_{evap})

$$Q_{evap} = h_e A_b (p_1 - p_2)$$

Dengan:

Q_{evap} : Laju perpindahan panas evaporasi (Watt)

h_e : koefisien evaporasi ($\text{W/m}^2\text{K}$)

A_b : Luas permukaan (m^2)

p : Tekanan parsial uap air (N/m^2)

3). Perpindahan Panas Radiasi (Q_{rad})

$$Q_{rad} = \sigma \varepsilon (T_s - T_{surr})$$

Dengan:

Q_{rad} : Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

σ : Konstanta Stefan Boltzman

ε : Koefisien emisivitas

T_s : Temperatur *surface* (K)

T_{surr} : Temperatur *surrounding* (K)

4). Perpindahan Panas Konduksi (Q_{cond})

$$Q_{cond} = \frac{\Delta T}{R}$$

Dengan:

Q_{cond} : Laju Perpindahan panas konduksi (Watt)

ΔT : Perbedaan temperatur (K)

R : Tahanan termal (K/Watt)

5). Efisiensi Sistem Desalinasi

$$\eta = \frac{m \cdot h_{fg}}{A \cdot I(t) \cdot \Delta t} 100\%$$

Dengan:

η : Efisiensi (%)

m : Massa air hasil desalinasi (Kg)

h_{fg} : Panas laten penguapan (J/Kg)

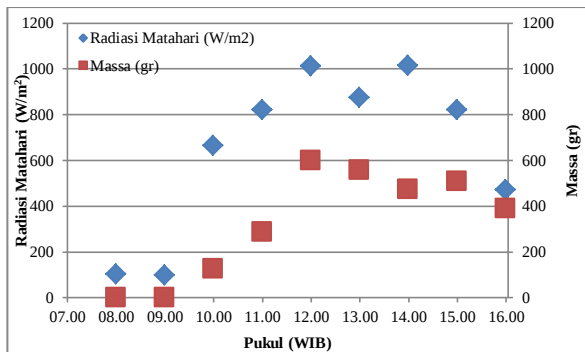
A : Luas basin (m^2)

I : Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

Δt : Waktu pengujian (s)

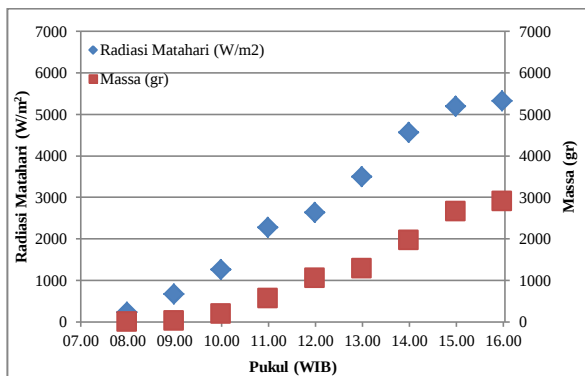
3. Hasil

Hasil dari pengujian desalinasi surya dengan menggunakan *sponge* dimensi pori 0,20mm dan volume awal 8 Liter dapat dilihat pada Gambar 3 untuk perjamnya.



Gambar 3 Grafik Radiasi Matahari Terhadap Hasil Air Desalinasi

Grafik akumulasi radiasi matahari dan hasil air desalinasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Akumulasi Radaisi Matahari Terhadap Hasil Air Desalinasi

Tabel 1 Hasil Pengolahan Data Laju Perpindahan Panas

Jam	Qc.wg	Qr.wg	Qe.wg	Qc.ga	Qr.ga	Qcond
08.00	-36,82	-24,68	-200,85	114,00	140,95	-8,17
09.00	-152,75	-96,07	-1354,85	376,54	306,79	-1,78
10.00	37,73	22,44	521,26	421,34	388,02	-2,13
11.00	79,63	46,94	1239,55	549,48	414,83	3,91
12.00	100,69	58,96	1792,25	691,60	540,32	9,95
13.00	166,47	98,01	2671,59	485,30	406,60	9,95
14.00	160,73	94,32	2734,31	608,19	425,44	14,93
15.00	93,45	55,18	1417,89	680,96	426,51	14,57
16.00	129,59	76,86	1864,16	598,20	385,85	14,93

4. Pembahasan

Pengujian sistem desalinasi surya dilakukan menggunakan *sponge* dengan dimensi pori 0,20mm dan volume awal 8 Liter. Alat ukur yang digunakan berupa *themocouple* untuk mengukur temperatur air, *plat absorber*, dinding dalam, dinding luar, kaca

dalam, kaca luar dan *sponge*. *Anemometer* sebagai pengukur kecepatan angin dan temperatur lingkungan serta *solar power meter* sebagai pengukur intensitas radiasi matahari. Sistem desalinasi surya diuji selama 8 jam dengan pengambilan data radiasi matahari setiap 2 menit dan massa air hasil desalinasi setiap 1 jam.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3 untuk hasil perjam yang paling banyak terdapat pada jam 12.00 dengan hasil air desalinasi 599 gr dengan rata-rata radiasi matahari sebesar 1012,63 W/m². Sementara itu pada Gambar 4 bahwa hasil air desalinasi surya yang diperoleh sebesar 2944 gr dengan radiasi matahari yang diterima oleh sistem desalinasi surya sebesar 5883,15 W/m². Pada Gambar 4 juga bisa dilihat bahwa jumlah air hasil desalinasi berbanding lurus dengan radiasi matahari yang diterima oleh sistem desalinasi surya, semakin besar radiasi matahari yang diterima maka akan semakin banyak pula air yang dihasilkan.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 1 laju perpindahan panas konveksi, radiasi dan evaporasi pada jam 08.00 dan 09.00 bernilai negatif menyatakan bahwa temperatur kaca lebih panas dibandingkan temperatur air atau sistem desalinasi surya menerima panas dari radiasi matahari. Setelah jam 10.00 dan seterusnya laju perpindahan panas bernilai positif dikarenakan sistem desalinasi melepas panas, dikarenakan temperatur air lebih tinggi dibandingkan dengan temperatur kaca.

Efisiensi sistem keseluruhan dengan pengujian selama 8 jam, jumlah air hasil desalinasi surya sebesar 2944 gr dan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 719,9 W/m² sehingga efisiensi sistem secara keseluruhan sebesar 25,15%.

5. Simpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Jumlah air hasil desalinasi sebesar 2944 gr dengan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 719,9 W/m².
2. Jumlah air hasil desalinasi paling banyak terdapat pada jam 12.00 sebesar 599 gr dengan rata-rata radiasi matahari sebesar 1012,63 W/m².
3. Efisiensi total sistem desalinasi surya sebesar 25,15% dengan radiasi matahari yang diterima sebesar 5883,15 W/m².

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistika. (2020). Statistik Indonesia 2020 Statistical Yearbook of Indonesia 2020. *Statistical Yearbook of Indonesia, April*, 192.
- [2] Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2020). *RENCANA STRATEGIS KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN I*. Indonesia
- [3] Sampathkumar, K., Arjunan, T. V., & Senthilkumar, P. (2013). The experimental investigation of a solar still coupled with an

evacuated tube collector. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 35(3), 261–270.

- [4] Compain, P. (2012). Solar energy for water desalination. *Procedia Engineering*, 46(0), 220–227.z
- [5] BMKG, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofosika, [Online]. Available: https://inatews.bmkg.go.id/new/tentang_potensi_energi_surya.php. [Accessed 12 November 2020].
- [5] Ni Ketut, C., Yusuf, Y., Arifin, Z., & Fajar Komara, M. (2020). A Performance study of a single basin double slope solar still with 45 of glass-cover slope angle in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1).
- [7] Indradaya, Habib. Ismail, R Nova. Farid, A. (2020). Analisa Bentuk Permukaan Pelat Penyerap Sponge Terhadap Kinerja Solar Still Double Slope Tipe V. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 3(01), 17–22.
- [8] Jani, H. K., & Modi, K. V. (2019). Experimental performance evaluation of single basin dual slope solar still with circular and square cross-sectional hollow fins. *Solar Energy*, 179(November 2018), 186–194.
- [9] Cengel, Y. A. (2015). Heat Transference a Practical Approach. *MacGraw-Hill*, 4(9), 874.
- [10] Kalidasa Murugavel, K., & Srithar, K. (2011). Performance study on basin type double slope solar still with different wick materials and minimum mass of water. *Renewable Energy*, 36(2), 612–620.