

Analisa dimensi pori *sponge* sebagai pelat penyerap terhadap kinerja *solar still double slope* tipe v

Habib Indradaya^{1*}, Nova R. Ismail², Akhmad Farid³

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang^{1,2,3}

Jalan borobudur No 35, Malang, Indonesia

Email: indragoklik@gmail.com¹, novarislampung@yahoo.co.id², af_arid@yahoo.com³

Abstract

There have been many studies for the development of solar distillation to increase its efficiency and economic benefit, component design improvement of the solar still is one of the directions to increase its productivity. To facilitate desalinate-water evaporation a thin stream. Thin stream water flow is needed, which can be obtained by flowing feed water through the pores in a capillary manner. Therefore, research on the effect of sponge pore dimensions on the performance of solar still double slope type V is performed. This research was carried out experimentally to compare the pore dimensions of sponges with the performance of solar still double slope type V. The results of this study indicate that the best solar still double slope type V is using 0.089 mm sponge dimensions, with an obtained capillary flow rate of sponge at 0.0000043 m/s in average efficiency of 37.311 %, and the yield of condensate water per day is 3,447 liters/m².

Keywords: Pore dimension, sponge absorbent plate, solar still.

Abstrak

Telah banyak penelitian untuk pengembangan *solar distillation* agar lebih efisien dan ekonomis, dari perubahan desain hingga komponen untuk meningkatkan kinerja dari *solar distillation*. Untuk memudahkan evaporasi di perlukan air umpan dalam bentuk aliran yang tipis. Aliran air yang tipis dapat di peroleh dengan mengalirkan air umpan melalui pori-pori secara kapiler. Dengan demikian di perlukan penelitian tentang pengaruh dimensi pori *sponge* terhadap kinerja *solar still double slope* tipe V. Penelitian ini dilakukan secara eksperimen, untuk membandingkan dimensi pori *sponge* terhadap kinerja *solar still double slope* tipe V. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *solar still double slope* tipe V menggunakan dimensi pori *sponge* 0.089 mm, didapat laju aliran air kapiler pada *sponge* 0,0000043 m/s dengan efisiensi rata-rata yaitu sebesar 37,311%, dan hasil air kondensat perharinya sebesar 3,447 liter/m².

Kata kunci: Dimensi pori, pelat penyerap *sponge*, *solar still*.

Pendahuluan

Air bersih begitu penting untuk kelangsungan hidup umat manusia, manfaat air bersih sangat besar bagi tubuh kita, negara Indonesia dengan perairan yang luas dan wilayah pesisir begitu banyak, sumber air tidak terbatas adalah air laut, namun kualitas dari air laut sangatlah buruk karena kandungan garam atau TDS (*Total Dissolved Solid*) yang sangat tinggi [1]. Salah satu caranya adalah dengan penerapan

teknologi pengolahan air laut yang disebut proses desalinasi [2], proses desalinasi yang ramah lingkungan adalah dengan tenaga matahari [3].

Melakukan kombinasi kubus *sponge* pada basin, penggunaan kubus batu bara pada basin menghasilkan peningkatan produksi yang signifikan, yaitu hingga 273%. Kubus *sponge* menambah luas permukaan untuk mempercepat terjadinya penguapan, kombinasi optimal yaitu: *sponge* kubus dengan sisi 6 cm, rasio

volume air *sponge* ke basin 20% dan kedalaman air 7 cm. kubus *sponge* lebih efektif daripada kubus yang terbuat dari batu bara atau baja hitam [4].

Dari penelitian yang dilakukan menghasilkan pelat penyerap menggunakan pasir besi tanpa campuran dan pasir lumajang memiliki temperatur dan efisiensi lebih tinggi, dan pelat penyerap radiasi matahari menggunakan pasir besi tanpa kotoran (jumlah pasir besi 100%) temperatur dan efisiensinya lebih tinggi [4].

Dalam penelitian ini, menyajikan desain, fabrikasi dan pengujian *solar still* double slope dengan eksternal parabola internal dan reflektor parabola dan juga optimasi sudut kemiringan reflektor datar eksternal untuk kondisi iklim Mesir. Reflektor datar eksternal miring pada (30° , 45° , 60° dan 75°) pada bidang horizontal. Kedalaman air di dalam *basin* 1 cm. Hasil eksperimen dibandingkan dengan *solar still double slope* konvensional. Sudut kemiringan optimal adalah 60° dengan produktifitas harian maksimum 9,89 lit/m² [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki sifat-sifat pengangkutan kapiler dari beton dan batu alam yang akan digunakan sebagai bahan pelat penyerap peralatan *solar still*. Foto skala makro dan uji porositas telah dilakukan untuk menentukan karakteristik media berpori. Hasil yang diambil dari foto skala makro menunjukkan bahwa peningkatan ukuran lubang pori dengan ukuran partikel agregat yang lebih besar di kedua jenis agregat. Porositas tertinggi ditemukan pada beton dengan pasir besi dengan ukuran agregat 0,250 mm spesimen dengan nilai 57,77%. Porositas tertinggi diperoleh pada beton dengan pasir Lumajang dengan ukuran agregat 0,250 mm spesimen dengan jumlah 0,224%. Volume terbesar diserap air laut dan koefisien serapan juga diperoleh dalam beton dengan pasir Lumajang dengan ukuran agregat 0,250 dengan nilai 8,05 ml. dan $9,58 \times 10^{-5}$ m / s^{0.5} masing-masing. Namun beton dengan pasir besi dengan ukuran agregat 0,250 memiliki laju aliran massa tertinggi

dengan nilai $3,25 \times 10^{-7}$ kg/s. Interkonektivitas antara saluran juga memiliki peran penting dalam nilai laju aliran massa yang terjadi pada spesimen batu alam [6]. Laju perpindahan panas terbesar diperoleh pada beton dengan pasir besi 0,125 mm dengan nilai 0,256 W, 0,402 W, dan 0,524 W pada setiap penambahan daya. Laju nilai transfer massa sama dengan laju penguapan yang terjadi dan sangat bergantung pada kekuatan kapiler dari masing-masing spesimen [7].

Dari hasil penelitian diatas, maka perlu dilakukannya pengembangan penelitian mengenai dimensi pori pada *sponge* sebagai pelat penyerap pada *solar still*. Untuk meningkatkan kinerja *solar still* dapat dilakukan dengan menggunakan bahan dasar *sponge* yang memiliki pori-pori. Air yang mengalir melalui pori-pori terjadi secara kapiler dari permukaan bawah menuju permukaan atas pelat penyerap dalam bentuk lapisan tipis, dan dengan adanya panas, maka akan terjadi proses evaporasi lebih cepat di dibandingkan *solar still* konvensional. Dari penelitian sebelumnya menggunakan kaca penutup *double slope* dapat meningkatkan kinerja *solar still* dibandingkan *single slope*. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh dimensi pori *sponge* sebagai pelat penyerap terhadap kinerja *solar still double slope* tipe V. Tujuan Penelitian adalah Untuk mengetahui laju aliran air dan pengaruh dimensi pori *sponge* sebagai penyerap terhadap kinerja *solar still double slope* tipe V.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel bebas dimensi pori *sponge*, 0.089 mm, 0.123 mm dan 0.216 mm. Sedangkan variabel terikatnya adalah laju Aliran, Temperatur kaca penutup (T_g), temperatur pelat penyerap (T_p), temperatur lingkungan (T_l), Temperatur air (T_a), produktifitas air kondensat (m_p) dan radiasi total matahari (G_t).

Efisiensi alat destilasi adalah perbandingan energi panas dalam proses

penguapan air laut hingga menjadi air bersih terhadap besar radiasi yang diterima oleh alat destilasi melalui pelat penyerap radiasi matahari dalam selang waktu tertentu. Untuk perhitungan efisiensi dapat digunakan persamaan berikut [8]:

$$\eta_d = \frac{m_k \times h_{fg}}{A_c \cdot I_t \cdot t} \times 100\%$$

Keterangan:

m_k = total massa air kondensat (kg)

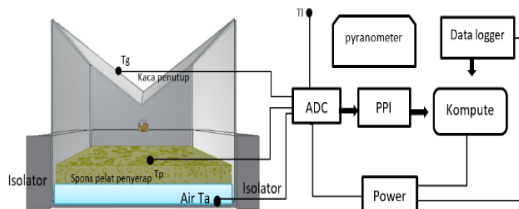
h_{fg} = panas laten penguapan (kJ/kg)

A_c = luas pelat penyerap (m^2)

I_t = intensitas radiasi matahari (W/m^2)

t = lama waktu pengujian (s)

Adapun *set up* peralatan sebagai berikut:



Gambar 1. *Set up* peralatan uji

Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian dimensi pori

Dari hasil foto, kemudian diolah menggunakan *software* ImageJ dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1.

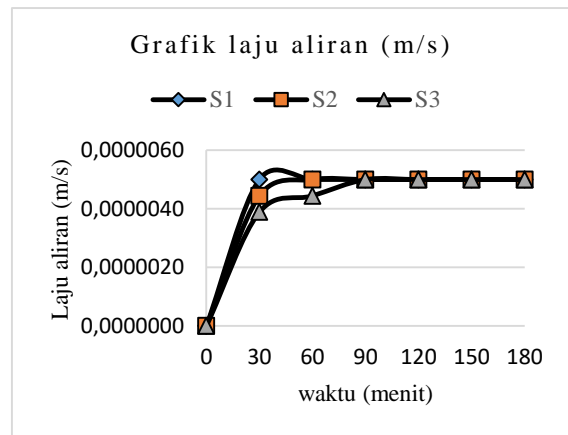
Tabel 1. Rata-rata dimensi pori *sponge* dari tiga jenis *sponge* berbeda.

| Jenis <i>Sponge</i> | Gambar Pori | Dimensi Pori |
|---------------------|-------------|--------------|
| S1 | | 0,089 mm |
| S2 | | 0,123 mm |
| S3 | | 0,216 mm |

Pada *sponge* berwarna kuning memiliki ukuran pori-pori yaitu 0,089 mm, pada *sponge* merah memiliki dimensi pori-pori 0,123 mm dan pada *sponge* putih memiliki dimensi pori-pori 0,216 mm. Pada

penerapannya seluruh permukaan spon dicat berwarna hitam *doff*.

2. Analisa laju aliran air

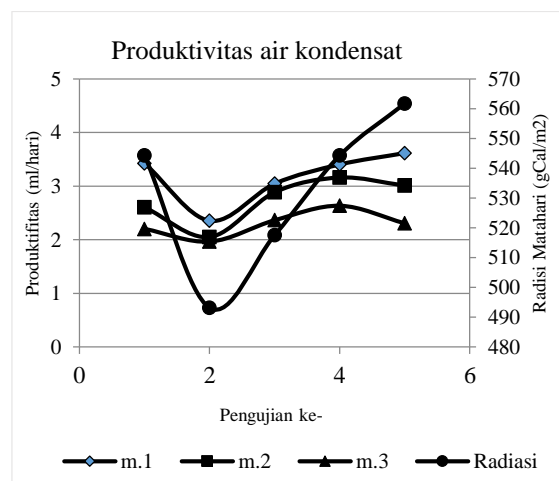


Gambar 2. Laju aliran air laut secara kapiler

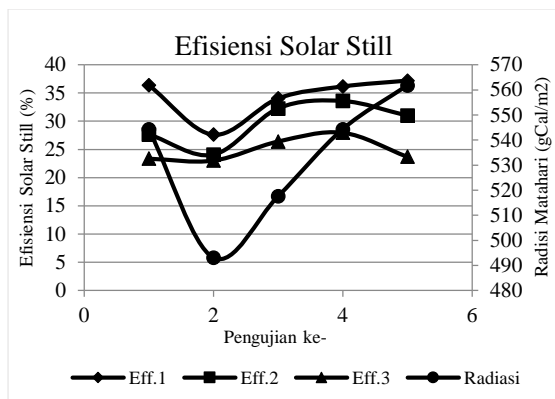
Gambar 2 menunjukkan laju alir air tiap 30 menit, dan dari 3 dimensi pori spon yang diuji yaitu; dimensi pori 0,089 mm, 0,123 mm dan 0,216 mm. Dari hasil pengujian menunjukkan *sponge* dengan dimensi 0,089 mm menghasilkan laju aliran tertinggi dengan rata-rata sebesar 0,0000042 m/s, dibandingkan dengan dimensi pori yang lain.

3. Analisa produktifitas dan efisiensi *solar still*

Dari data temperatur dan produktifitas, kemudian dilakukan perhitungan efisiensi. Adapun hasil produktifitas dan efisiensi dapat dilihat pada Gambar 3, sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 3. (a) grafik produktivitas solar still, (b) grafik efisiensi solar still,

Dari gambar 3 dan 4 menunjukkan grafik produktivitas dan efisiensi *solar still double slope* tipe V. Dengan rata-rata hasil tertinggi 3,447 l/m²/h dengan efisiensi terbaik 37.311 %, dan hasil terendah 2.341 l/m²/h dengan efisiensi 25.409 %, hal ini dipengaruhi oleh dimensi pori dan kapilaritas. Dimensi pori akan mempengaruhi pembentukan membuat lapisan tipis air dan kapilaritas akan mempengaruhi kemampuan air naik ke permukaan pelat penyerap. Aliran air laut di dalam pori yang tipis di dalam pelat penyerap dapat mempercepat proses evaporasi. Sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi *solar still*.

4. Pembahasan

Dari penelitian pelat penyerap *sponge* terhadap kinerja *solar still double slope* tipe V ini sebagai berikut: penelitian pertama mengukur dimensi pori-pori *sponge*, didapat dimensi pori yaitu: 0,089 mm, 0,123 mm, 0,216 mm. dimensi pori menghasilkan perbedaan pada laju aliran air yang naik secara kapiler, laju aliran air tertinggi dimiliki oleh dimensi pori 0,089 mm dengan rata-rata 0,0000042 m/s, dan terendah dimensi pori 0,216 mm yaitu 0,0000033 m/s.

Dari hasil pengujian dapat membuktikan bahwa semakin kecil dimensi pori-pori pada sebuah *sponge* dapat meningkatkan kapilaritas pada *sponge* tersebut, walaupun aliran air tidak mampu mencapai permukaan atas.

Pengujian alat *solar still double slope* tipe V dilakukan selama lima hari untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dari hasil pengujian diperoleh efisiensi dari masing-masing spesimen yang diuji yaitu: spesimen *sponge* satu (S1) diperoleh efisiensi sebesar 37,311 %, spesimen *sponge* dua (S2) sebesar 30,503 % dan spesimen *sponge* tiga (S3) sebesar 25,409 %. Perbedaan dialami dari setiap spesimen disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah dimensi pori masing-masing *sponge* dan cuaca.

Hasil akhir dari alat *solar still double slope* tipe V ini adalah air kondensat yang dihasilkan setiap harinya. *Solar still double slope* tipe V menggunakan pelat *sponge* satu (S1) menghasilkan air tawar sebesar 3,447 liter/m²/hari, pada *sponge* dua (S2) di dapat 2,820 liter/m²/hari dan *sponge* tiga (S3) mendapatkan 2,341 liter.

Kesimpulan

Dimensi pori pada *sponge* dapat menentukan laju aliran air yang naik secara kapiler pada pori *sponge* dengan semakin kecilnya dimensi pori *sponge* aliran air semakin cepat, pada pengujian ini dimensi pori terbaik adalah 0,089 mm, didapat laju aliran rata-rata sebesar 0,0000042 m/s. Produktivitas air kondensat tertinggi menggunakan dimensi pori 0,089 mm sebesar 3,447 liter/m²/hari. Efisiensi *solar still* tertinggi sebesar 37,311% yang dimiliki oleh spesimen satu dengan dimensi pori 0,089 mm.

Referensi

- [1] Yuan, G., Wang, Z., Li, H., dan Li, X. 2011. Experimental Study of A Solar Desalination System Based on Humidification-Dehumidification Process. *Desalination* 277 (2011) 92-98.
- [2] Deng, R., Xie, L., Lin, H., Liu, J., Han, W. 2010. Integration of Thermal Energy and Seawater Desalination. *Energy* 36 (2010) 4368-4374.

- [3] Yilmaz, Ibrahim Halil dan Soylemez, Mehmet Sait. 2012. Design and Computer Simulation on Multi-Effect Evaporation Seawater Desalination System Using Hybrid Renewable Energy Sources in Turkey. *Desalination* 291 (2012) 23-40.
- [4] Abu-Hijleh, B. and Rababa'h, H. M. (2003) 'Experimental study of a *solar still* with *sponge* cubes in basin', *Energy Conversion and Management*, 44(9), pp. 1411–1418.
- [5] Pratama,;Andika, Pradhana, A. B., Ismoyo, B. and R.Ismail; Nova (2013) 'Analisa Pasir Besi Untuk Meningkatkan Efisiensi Pelat Penyerap Panas Radiasi Matahari', 5(2), pp. 5–9.
- [5] Habib, M. (2013) 'Effect of External Reflector Angle on Productivity and Performance of Double Slope *Solar still* with Internal Parabolic Reflector', *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 9(6), pp. 40–54.
- [6] Ismail, N. R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W. "The influence of pores size and type of aggregate on liquid mass transfer in porous media", *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13, pp. 7171–7178, 2018.
- [7] Ismail N. R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W. "The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous", *Journal of Applied Engineering Science*, 17, pp. 8–17, 2019.
- [8] Duffie J.A. dan Beckman W.A. (1980). *Solar Engineering Of Thermal Processes*. New York: John Willey & Sons.