

Studi Alat Destilasi Surya Tipe Basin Tunggal Menggunakan Kolektor Pemanas

Mulyanef

Jurusan Teknik Mesin
Universitas Bung Hatta, Padang-Indonesia
Email : smulyanef@yahoo.com

Abstract

Experimental investigation to study the effect of coupling a flat plate solar collector on the productivity of solar stills was carried out. Other different parameters (i.e. water depth, direction of still, solar radiation) to enhance the productivity were also studied. Single slope solar still with mirrors fixed to its interior sides was coupled with a flat plate collector. It has been found that coupling of a solar collector with a still has increased the productivity by 38,3 %. Also the increase of water depth has decreased the productivity, while the still productivity is found to be proportional to the solar radiation intensity.

Kata kunci : Solar still, solar collectors, productivity enhancement.

1. PENGANTAR

Ketersediaan air bersih di daerah kepulauan dan kawasan di pesisir pantai memang merupakan masalah utama. Ironinya di tengah kepungan air laut itu ternyata masih ada beberapa tempat yang mengalami kekurangan air, terutama mengenai ketersediaan air bersih. Akibatnya, di tempat seperti itu air menjadi barang eksklusif. Untuk memenuhi kebutuhan air minum masyarakatnya harus membeli air atau menampung air hujan. Sedangkan untuk keperluan mandi dan mencuci dibuatlah sumur dangkal yang airnya payau.

Melihat hal itu, diusulkan penerapan teknologi desalinasi sebagai solusinya. Saat ini tersedia beberapa macam teknologi yang mampu memisahkan garam yang terkandung di dalam air laut, salah satunya adalah dengan perubahan fasa air (destilasi). Pada proses destilasi, air laut dipanaskan agar air tawar yang terkandung dalam air laut menguap, selanjutnya uap tersebut diembunkan untuk mendapatkan air tawar. Panas yang diperlukan untuk penguapan air laut pada penelitian ini diperoleh dari energi surya. Fasilitas ini diharapkan dapat membantu dan memberdayakan masyarakat nelayan di pulau kecil dan masyarakat pesisir pantai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Energi surya merupakan salah satu energi alternatif yang mulai dilirik dan dikembangkan dalam mengatasi krisis energi minyak dunia. Energi surya adalah energi yang ramah lingkungan, gratis dan energi yang kekal. Indonesia salah satu

Negara yang terletak didaerah tropis mempunyai potensi energi surya yang sangat besar untuk dimanfaatkan kebutuhan pengeringan, pemanasan air dan desalinasi.

2.1 Konsep Destilasi Surya

Destilasi adalah proses pemisahan garam dan mineral lainnya dari air laut, air payau ataupun dari hasil olahan limbah guna mendapatkan air murni (air bersih). Proses ini merupakan proses termodinamik yang membutuhkan energi panas untuk menguapkan air dan merupakan proses *steady flow reversible*. Energi panas dapat diperoleh dari energi surya dan panas buang industri.

2.2 Riset Sistem Destilasi Surya

Beberapa aktivitas penelitian sistem desatilasi surya telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain:

- O.O Badran and H.A. Al Tahaineh, (2005) telah melakukan analisis performansi dari desalinasi surya sistem kolektor ganda. Diperoleh peningkatan produktivitas air bersih 36% dengan luas kolektor plat datar 1,75 m x 0,6 m.
- Mulyanef et al. (2006), telah melakukan pengujian tentang sistem desalinasi tenaga surya tipe basin tunggal untuk menghasilkan air bersih bagi masyarakat pesisir pantai Padang, seperti ditampilkan pada Gambar 1. Luas kolektor 0,45 m² dapat menghasilkan produktivitas air bersih atau kondensat 159 mili liter per hari.
- Sumarsono M. (2006), melakukan analisis kinerja destilator tenaga surya tipe atap berdasar sudut kemiringan. Hasil pengujian menunjukkan destilator sudut kemiringan atap 15° menghasilkan produktivitas air bersih yang tinggi (2,69 liter/hari) dibandingkan dengan sudut kemiringan 45° (2,43 liter/hari). Luas dasar kolektor adalah 0,9 m².

3. KESEIMBANGAN ENERGI PADA KOLEKTOR

Daya guna kolektor dapat dianalisa dengan keseimbangan energi yang menunjukkan distribusi energi surya yang diserap menjadi energi berguna. Disini kolektor diambil sebagai volume atur, maka persamaan keseimbangan energi adalah sebagai berikut :

$$Q_m = Q_u + Q_l + Q_\theta \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

I_g = Intensitas surya (W/m²)

A_p = Luas permukaan pelat penyerap (m²)

Q_u = Laju perpindahan panas dari pelat penyerap ke fluida kerja (Watt)

Q_l = Laju energi yang hilang dari pelat penyerap sekeliling (Watt)

Q_θ = Laju penyimpanan panas pada pelat penyerap(Watt)

Faktor-faktor yang sangat berperan dalam banyaknya laju aliran energi yang diserap oleh kolektor adalah :

1. Intensitas radiasi matahari yang tiba pada kolektor
2. Transmisivitas kaca
3. Absorbsivitas pelat penyerap

Energi surya yang dapat diserap oleh pelat penyerap adalah :

$$Q_{in} = I_g \cdot \tau_g \cdot \alpha \cdot A_p \quad \dots\dots\dots (2)$$

Banyaknya panas yang diserap dipengaruhi oleh kaca penutup, luas permukaan pelat penyerap dan isolasi yang digunakan. Energi panas yang hilang disebabkan oleh adanya selisih temperatur rata-rata pelat penyerap (T_p) dengan temperatur

lingkungan (T_a), jadi laju energi yang hilang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q_l = U_l (T_p - T_a) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dari persamaan di atas dapat dapat dihitung energi yang berguna dari pelat penyerap yaitu selisih antara energi masuk yang diserap dengan kerugian panas kesekeliling.

$$Q_u = A_p (I_g (\tau \cdot \alpha_g) - U_l (T_p - T_a)) \quad \dots\dots\dots (4)$$

Temperatur rata-rata pelat penyerap sama dengan temperatur rata-rata fluida kerja, maka energi yang berguna dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q_u = m \cdot C_p \cdot \Delta T + m \cdot h_{fg} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- m = Massa fluida kerja dalam pelat penyerap
- C_p = Panas jenis fluida kerja
- h_{fg} = Kalor laten penguapan

Produktivitas kondensat (M_e) dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$M_e = \frac{q_l}{h_{fg}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

Efisiensi kolektor adalah perbandingan antara energi yang berguna untuk memanaskan/menguapkan air laut dengan energi surya yang masuk pada pelat penyerap. Dari persamaan (2), dan (5) diperoleh efisiensi sesaat dari pelat penyerap yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$\eta = \frac{Q_u}{Q_{in}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

4. Efisiensi Destilator

$$\eta = \frac{m \cdot h_{fg}}{A_c \cdot I_g \cdot t} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

- m = Massa air suling (kg)
- h_{fg} = Panas laten untuk penguapan (kJ/kg)
- A_c = Luas plat penyerap (m^2)
- I_g = Intensitas surya (W/m^2)
- t = Lama waktu pengujian (jam)

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

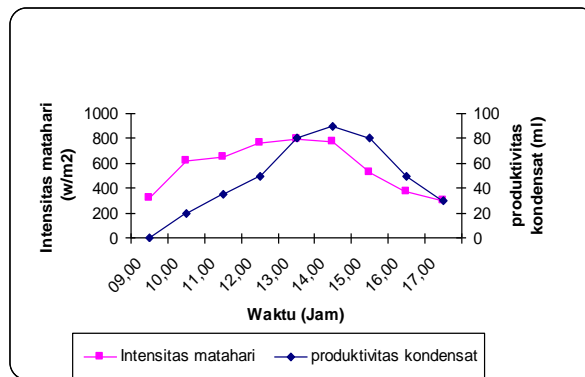
Pengujian dilakukan di Kampus III Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta pada tahun 2010. Alat uji yang digunakan ditampilkan pada Gambar 1.

Destilasi surya kolektor pemanas



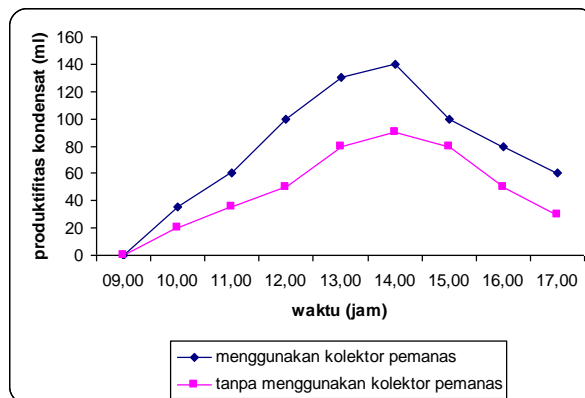
Gambar 1. Foto alat uji destilasi surya menggunakan kolektor pemanas

Hubungan antara intensitas surya, produktifitas kondensat dan waktu ditampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Hubungan antara intensitas matahari (I_T), produktifitas kondensat (m) dan waktu dengan menggunakan kolektor pemanas ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Hubungan antara intensitas dan produktivitas kondensat

Pada Gambar 2 menampilkan hubungan antara intensitas surya dengan produktivitas dan waktu pada pengujian hari pertama. Terlihat bahwa kenaikan intensitas terjadi pada pukul 09.00-13.00 dengan puncak intensitas tertinggi terdapat pada jam 13.00 yaitu sebesar 790 W/m^2 tetapi hasil kondensat tertinggi pada pukul 14.00 sebanyak 90 ml dan terjadi penurunan intensitas secara perlahan-lahan dari jam 15.00-17.00 dengan intensitas terendah terjadi pada jam 17.00 yaitu sebesar 297 W/m^2 dengan hasil kondensat yang dihasilkan sebanyak 30 ml.



Gambar 3: Hubungan antara waktu dan produktivitas kondensat

Pada Gambar 3 terlihat bahwa produktivitas kondensat yang paling tinggi terdapat pada tipe dua kaca miring dengan jumlah kondensat sebesar 705 ml dimulai dari pukul 09.00 hingga pukul 17.00 WIB, kondensat terus terjadi tertinggi pada jam 14.00 pada saat itu keadaan cuaca cerah, dengan produktivitas kondensat tertinggi pada jam 14.00 sebesar 140 ml/jam. Ini disebabkan karena di pengaruhi oleh kolektor pemanas yang membantu proses pemanasan air laut walaupun intensitas matahari mulai berkurang. Sedangkan untuk ketinggian air 5 cm tanpa dibantu kolektor pemanas mendapatkan kondensat 490 ml dimulai dari jam 09.00-17.00. Kenaikkan jumlah kondensat untuk ketinggian air ini terus terjadi hingga jam 17.00 dengan jumlah kondensat 110 ml/jam pada saat itu keadaan cuaca cerah. walaupun intensitas turun secara perlahan tetapi temperatur pada plat penyerap tetap tinggi karena telah menerima intensitas yang cukup.

6. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan hasil pengolahan data diperoleh prestasi dari destilasi surya tipe plat datar menggunakan kolektor pemanas yaitu terdapat peningkatan produktivitas air bersih sebanyak 38,3%. Produktifitas air bersih tertinggi diperoleh 740 ml/hari menggunakan kolektor pemanas dengan Intensitas matahari rata-rata 625 W/m . Sedangkan produktivitas air bersih tanpa menggunakan kolektor pemanas, yaitu sebesar 535 ml/hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Duffie, J.A., Beckman, W.A., 1991, *Solar Engineering of Thermal Processes*, Jon Willey & Sons, Canada.
- Mulyanef, Dianviviyanthi dan Oktavianus, 2006. *Sistem desalinasi tenaga surya untuk menghasilkan air bersih bagi masyarakat pesisir pantai Padang*. Proseding Seminar Nasional SNMI 2006 Universitas Tarumanagara. Jakarta.
- O.O Badran and H.A. Al Tahaineh, 2005, *the effect of coupling a flat plate solar collector on the productivity of solar still*, Desalination 183 (2005)
- Othman, M. Yusof. Dan K Sopian, 2002 “ *Teknologi Tenaga Suria* “ Universitas Kebangsaan Malaysia, Malaysia
- Sumarsono M. 2006. *Analisis kinerja destilator tenaga surya tipe atap berdasar sudut kemiringan*. Proseding Seminar Nasional SNMI 2006 Universitas Tarumanagara. Jakarta
- Voropoulos, K.E., Mathioulakis, V., Belessiotis, 2001, *Jurnal Experimental Investigasion Of a Solar Still Coupled With Collectors*, Solar And Energy Systems Laboratory.