

KAJI EKSPERIMENTAL UNTUK MENINGKATKAN PERFORMASI DESTILASI SURYA BASIN TIGA TINGKAT MENGGUNAKAN BEBERAPA BAHAN PENYIMPAN PANAS

Oleh :

Mulyanef, Melda Sari, Wira Mario, dan Henry Nasution

Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta

Email : smulyanef@yahoo.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan prestasi dari alat destilasi surya basin tiga tingkat dengan menggunakan berbagai bahan penyimpan panas (aluminium, stainless steel dan seng), alat uji destilasi surya ini dapat berproduksi terus menerus selama 24 jam. luas kolektor bagian bawah $0,65 \text{ m}^2$, bagian tengah $0,4 \text{ m}^2$ dan bagian atas $0,4 \text{ m}^2$. Prinsip kerja alat yaitu radiasi matahari dirubah menjadi energi panas pada kolektor, panas akan terkumpul di dalam plat penyerap dan memanaskan air laut yang berada pada setiap basin. Untuk meningkatkan produktivitas air bersih, diletakkan bahan penyimpan panas pada basin bagian bawah. Hasil pengujian menunjukkan pemakaian stainless steel sebagai penyimpan panas dapat menghasilkan produktivitas air bersih lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penyimpan panas dari seng dan aluminium.

Kata kunci : *Destilasi, basin bertingkat, Tenaga Surya, penyimpan panas.*

PENDAHULUAN

Indonesia yang disebut sebagai negara maritim, dua per tiga luas wilayah Indonesia merupakan lautan. Di tengah kepungan air laut itu ternyata masih ada beberapa tempat yang mengalami kekurangan air, terutama mengenai ketersediaan air bersih. Akibatnya, masyarakatnya harus membeli untuk mendapatkan air bersih. Kebutuhan akan air bersih selama ini sangat tergantung dari ketersediaan alam. Sehingga bila terjadi musim kemarau maka di berbagai daerah pesisir pantai akan terjadi kekeringan yang mengakibatkan ketersediaan air bersih sangat sulit untuk dipenuhi. Disatu sisi tersedia cukup banyak air laut akan tetapi tidak dapat dikonsumsi langsung oleh masyarakat. Untuk pemanfaatan air laut tersebut menjadi air bersih dapat dilakukan dengan cara destilasi menggunakan tenaga matahari. Destilasi adalah salah satu cara untuk memperoleh air bersih, dimana air laut dipanaskan sehingga terjadi penguapan dan terjadi pemisahan dari unsur-unsur yang terkandung di dalamnya dengan air tawar. Proses destilasi 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. Penelitian

destilasi surya *basin triple* (tiga tingkat) telah dilakukan oleh Mulyanef dkk (2010) yaitu luas kolektor $1,45 \text{ m}^2$, plat penyerap dari aluminium dengan ketebalan 1 mm, bahan isolasi dari gabus dengan ketebalan 5 cm, dan kemiringan kaca penutup 15° . Dari hasil penelitian didapat produktivitas tertinggi yaitu untuk 100 ml/8.5 jam untuk basin 1(bawah), 5 ml/8.5 jam untuk basin 2 (tengah) dan 35 ml/8.5 jam untuk basin 3 (atas). Kelemahan dari alat diatas adalah tidak menggunakan bahan penyimpan panas dan tidak dapat dioperasikan pada malam hari.

1.1. Destilasi Surya

Destilasi adalah proses pemisahan garam dan mineral lainnya dari air laut dan air payau dengan cara pemanasan guna mendapatkan air murni (air bersih). Pada proses destilasi tenaga surya, air laut dipanaskan dengan tenaga surya di dalam kolektor kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasikan untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi kemurniannya dibandingkan dengan proses lain.

1.2 Material Penyimpan Panas

Masukan energi dari matahari berubah dengan waktu dan pada umumnya tidak seirama dengan kebutuhan sehingga diperlukan penyimpanan panas. Beberapa hal yang harus diperhatikan pada waktu memilih, merencanakan material penyimpanan panas adalah a) ekonomis dan murah, b) tidak mempengaruhi sifat air yang ada pada basin, c) kemampuan material menyimpan panas harus tinggi, d) tidak mudah korosi. Air karena panas spesifiknya yang tinggi merupakan zat penyimpan yang sering digunakan, namun kelemahannya adalah bahwa didaerah yang beriklim dingin, air perlu dicampur dengan zat anti beku.

Menurut J. P Holman (1993) nilai kapasitas kalor (ρ_c) yang rendah berarti energi yang berpindah melalui bahan yang diserap yang digunakan untuk menaikkan suhu jumlahnya lebih sedikit, jadi energi yang dapat dipindahkan lebih banyak. Berarti material atau bahan yang bagus untuk menyimpan panas adalah bahan yang memiliki nilai kapasitas kalor yang tinggi.

Tabel 1. Kapasitas kalor beberapa material

Nama material	Nilai Kapasitas Kalor ($J/m^3 \text{ } ^\circ C$)
Seng	$2,7 \times 10^{-6}$
Stainless steel	$4,81 \times 10^{-6}$
Aluminium	$2,1 \times 10^{-6}$
Batu pasir	$1,63 \times 10^{-8}$
Batu granit	$2,2 \times 10^{-8}$
Baja (C = 0,5%)	$3,66 \times 10^{-4}$

1.3. Keseimbangan Energi Destilasi Surya Tiga Tingkat.

Dalam menuliskan keseimbangan energi perlu dibuat asumsi sebagai berikut :

- Kaca penutup dan permukaan air laut paralel dimana mempunyai luas area yang sama.
- Kapasitas panas dari kaca penutup, basin linear, dan isolasi diabaikan pada perbandingan kapasitas panas air pada setiap basin.

- Suatu gradien temperatur tidak terjadi sepanjang ketebalan dari kaca penutup dan kerendahan air dalam basin.
- Sistem yang terjadi peningkatan tekanan udara dan kehilangan panas dari samping diabaikan.

Keseimbangan energinya pada Gambar 1. dapat dituliskan sebagai berikut :

- Untuk Basin Linear

$$I_b = h (T_b - T_{w1}) + U_b (T_b - T_a) \quad (1)$$

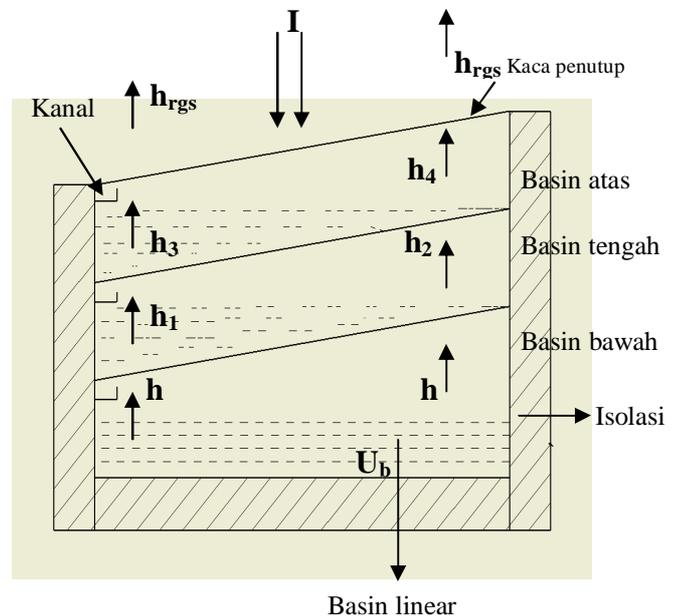
Dimana :

$$I_b = I \tau_{g3} \tau_{w3} I \tau_{g2} \tau_{w2} I \tau_{g1} \tau_{w1} \alpha_b \text{ dan } U_b = (k_b / x_b)$$

- Untuk massa air pada basin bagian bawah

$$I_{w1} + h(T_b - T_w) = (M_{w1} C_w / A_b) (dT_{w1} / dt) + h' (T_{w1} - T_{g1}) \quad (2)$$

$$\text{Dimana : } I_{w1} = I \tau_{g3} \tau_{w3} \tau_{g2} \tau_{w2} \tau_{g1} \tau_{w1}$$



Gambar 1. Skema Destilasi Surya Basin Tiga Tingkat

- Untuk kaca penutup bagian bawah

$$I_{g1} + h' (T_{w1} - T_{g1}) = h_1 (T_{g1} - T_{w2}) \quad (3)$$

Dimana : $I_{g1} = I \tau_{g3} \tau_{w3} \tau_{g2} \tau_{w2} \alpha_{g1}$

- Untuk massa air pada basin bagian tengah

$$I_{w2} + h_1(T_{g1} - T_{w2}) = (M_{w2} C_w / A_b)(dT_{w2}/dt) + h_2(T_{w2} - T_{g2})$$

(4)

Dimana : $I_{w2} = I \tau_{g3} \tau_{w3} \tau_{g2} \alpha_{w2}$

- Untuk kaca penutup bagian tengah

$$I_{g2} + h_2(T_{w2} - T_{g2}) = h_3(T_{g2} - T_{w3}) \quad (5)$$

Dimana : $I_{g2} = I \tau_{g3} \tau_{w3} \alpha_{w2}$

- Untuk massa air pada dibawah basin

$$I_{w3} + h_3(T_{g2} - T_{w3}) = (M_{w3} C_w / A_b)(dT_{w3}/dt) + h_4(T_{w3} - T_{g3}) \quad (6)$$

Dimana : $I_{w2} = I \tau_{g3} \alpha_{w3}$

- Untuk di atas kaca penutup

$$I_{g3} + h_4(T_{w3} - T_{g3}) = h_{rgs}(T_{g3} - T_s) + h_{cga}(T_{g3} - T_a) \quad (7)$$

Dimana : $I_{g3} = I \alpha_{g3}$

- Untuk produktivitas basin

$$P_{hi} = h_{ei}(T_{wi} - T_{gi}) / L \quad (8)$$

$$P_{ht} = \sum_{i=1}^3 (P_{hi}) \times 3600 \quad (9)$$

$$P_{dt} = \sum_{24h} (P_{ht}) \quad (10)$$

- Efisiensi desalinasi

$$\eta_d = \frac{P_{dt} \cdot L}{(A_b \sum I) \Delta t} \times 100\% \quad (11)$$

2. METODOLOGI PENELITIAN

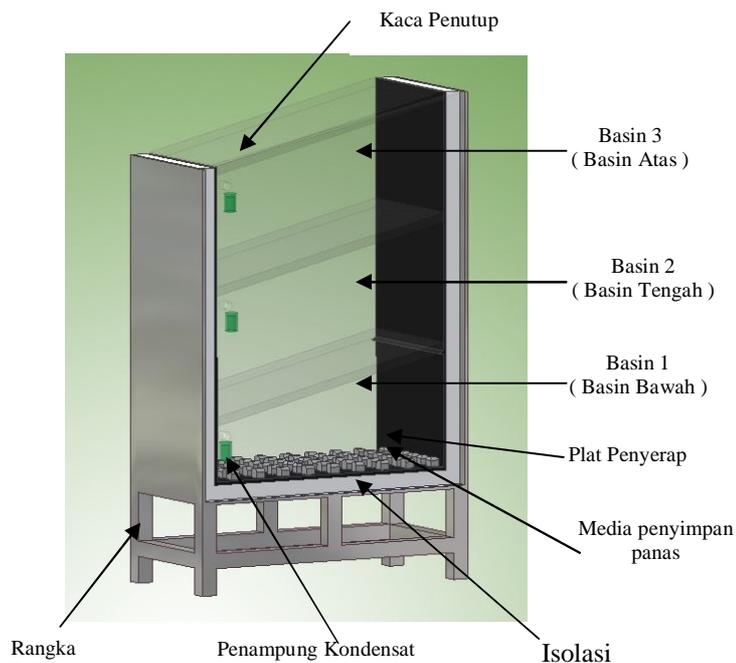
2.1 Waktu dan Tempat

Pengujian terhadap alat desalinasi surya menggunakan kolektor plat datar dengan tipe tiga basin akan dilakukan April 2012 bertempat di samping Laboratorium Prestasi Mesin, Jurusan Teknik Mesin FTI - Universitas Bung Hatta.

2.2 Alat Ukur yang Digunakan untuk Pengujian

Adapun alat yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Solarimeter. Solarimeter berfungsi untuk mengukur intensitas radiasi matahari. Merk solarimeter yang digunakan *The Eppley Black and White*.
2. Termometer Digital, Termometer digital berfungsi untuk mengukur temperatur.
3. Termometer Air Raksa, Termometer Alkohol berfungsi untuk mengukur temperatur lingkungan.
4. Termokopel Tipe K, Termokopel ini berfungsi untuk mengukur temperatur plat kolektor, temperatur air. Untuk pembacaannya digunakan termometer digital merk APPA52 K- Type (*Chrome-Alumel*).
5. Stopwatch, Stopwatch digunakan untuk menentukan waktu pengambilan data.
6. Gelas ukur, Gelas ukur berfungsi untuk penampung dan mengukur jumlah air bersih yang dihasilkan.

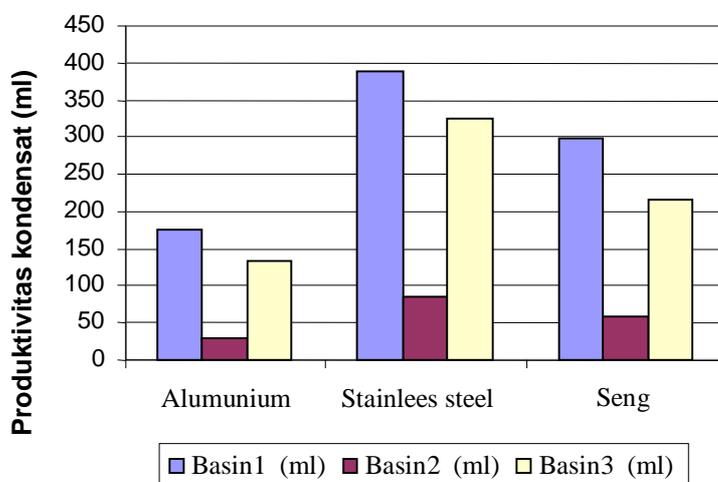


Gambar 2. Destilator Surya dengan Basin Bertingkat Tiga

Tabel 1. Data hubungan antara media penyimpan panas dengan produktivitas kondensat rata-rata dari jam 09.00-17.00 (siang).

- Hubungan antara media penyimpan panas dengan produktivitas kondensat pada jam 09.00 – 17.00 (siang).

Media Penyimpan Panas	Produktivitas kondensat (ml)			Intensitas rata-rata (IT) (W/m^2)
	Basin 1	Basin 2	Basin 3	
Aluminium	175,9	28	134	377,34
Stainless steel	389,2	86,3	326,1	425,25
Seng	299,4	57,9	216,8	479,02



Gambar 3. Grafik hubungan antara media penyimpan panas dengan produktivitas kondensat.

2.3 Cara Kerja Alat

Bahan penyimpan panas (stainless steel, seng dan aluminium) diletakkan pada di atas plat penyerap basin bagian bawah. Air laut dimasukkan kedalam setiap basin, radiasi matahari akan yang menyinari plat penyerap yang berada pada basin bawah. Dengan adanya plat penyerap dan bahan penyimpan panas akan membantu pemanasan air laut pada setiap basin hingga malam hari sehingga air laut pada setiap basin dapat menguap. Air laut pada setiap basin akan menguap dan naik ke atas dan uap air akan menempel pada kaca penutup disetiap basin secara kontiniu. Akibat adanya perbedaan temperatur pada setiap basin dengan lingkungan maka terjadi kondensasi pada setiap kaca penutup dan mengalir mengikut kemiringan kaca penutup kemudian ditampung pada penampung kondensat.

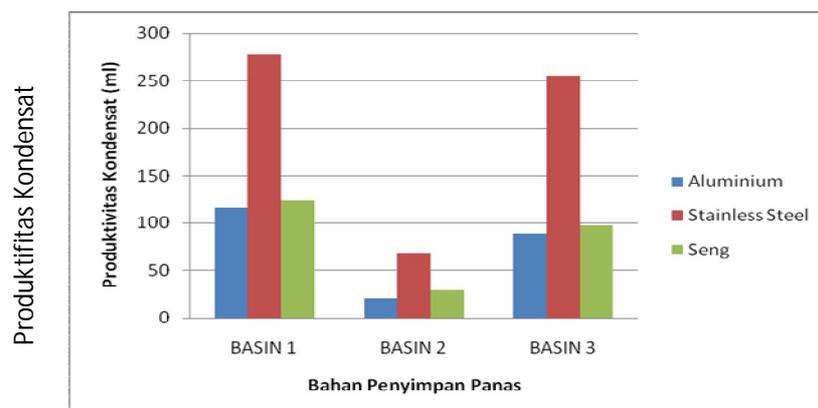
Dari Tabel 2 dan Gambar 3 terlihat bahwa dengan menggunakan media penyimpan panas pada produktivitas destilator menjadi lebih banyak. Pada gambar 3. diperlihatkan bahwa produktivitas air bersih tertinggi terdapat pada basin 1 (801,6 ml) dengan media penyimpan panas stainless steel, kemudian disusul oleh media penyimpan dari seng (574,1 ml) dan media penyimpan panas dari aluminium (337,9ml). Produktivitas destilator rata-rata perhari pada pengujian siang hari 1713,6 ml.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Hubungan antara Media Penyimpan Panas dengan Produktivitas Kondensat pada Jam 17 00- 09.00 (malam).

Tabel 2. Data hubungan antara media penyimpan panas dengan produktivitas kondensat pada jam 17.00-09.00 (malam)

Media	Produktivitas kondensat (ml)			Kapasitas kalor
	Basin 1	Basin 2	Basin 3	
Penyimpan Panas				$J/m^3\ ^0C$
Aluminium	116,6	19,7	89,2	$2,1 \times 10^{-6}$
Stainlees steel	255,6	67,3	277,2	$4,81 \times 10^{-6}$
Seng	123,6	28,7	96,8	$2,7 \times 10^{-6}$



Gambar 4. Grafik perbandingan antara media penyimpan panas dan produktivitas kondensat

Dari Tabel 3 dan Gambar 4 terlihat bahwa dengan menggunakan media penyimpan panas pada produktivitas destilator menjadi lebih banyak. Pada gambar 4, diperlihatkan bahwa produktivitas air bersih tertinggi terdapat pada basin 1 (599,8 ml) dengan media penyimpan panas *stainless steel*, kemudian disusul oleh media penyimpan dari seng (249,1 ml) dan media penyimpan panas dari aluminium (225,3 ml). Produktivitas destilator rata-rata perhari pada pengujian malam hari 1074,2 ml.

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat bahwa dengan media penyimpan panas dari bahan *stainless steel* mempunyai produktivitas kondensat tertinggi yaitu sebesar 1401,4 ml dibandingkan dengan nilai media penyimpan panas dari bahan seng dan aluminium.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian alat destilasi surya menggunakan kolektor plat datar basin tiga tingkat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan bahan penyimpan panas, produktivitas kondensat yang dihasilkan menjadi lebih banyak. Dari ketiga bahan penyimpan panas yang digunakan, pemakaian bahan *stainless steel* dapat menghasilkan produktivitas air bersih tertinggi yaitu sebesar 1.401,4 ml/24 jam, dibandingkan dengan bahan penyimpan panas seng sebesar 823,2 ml/24 jam dan bahan aluminium sebagai bahan penyimpan panas menghasilkan produktivitas air bersih sebesar 563,2 ml/24 jam.
2. Intensitas radiasi matahari sangat mempengaruhi produktivitas air bersih yang dihasilkan pada setiap basinya, semakin tinggi intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor plat penyerap maka akan semakin tinggi produktivitas air bersih yang dihasilkan dan begitu juga sebaliknya semakin rendah intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor plat penyerap maka akan semakin rendah produktivitas air bersih yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar W. 1995. "*Teknologi Rekayasa Surya*", Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Ekadewi E.H 2001. Jurnal, "*Pengaruh Jarak Kaca Ke Plat Terhadap Panas Yang Diterima*". Jurnal Teknik Mesin, Universitas Kristen Petra Surabaya.
- El-Sebaei A.A. 2004. "*Thermal Performance of a Triple-Basin Solar Still*", Journal Desalination, 174(2005) 23-37.
- Holman JP. 1993. *Perpindahan Kalor*. Diterjemahkan oleh E. Jasjfi, Erlangga, Jakarta.
- Mulyanef, Dianvivianthi dan Masfan, 2010. *Studi Eksperimental Destilasi Surya Triple-Basin Menggunakan Kolektor Plat Datar*. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Sains dan Teknologi, hal 94-100, Fakultas Teknologi Industri-Universitas Bung Hatta, Padang.
- Othman, M. Yusof. Dan Kamaruzzaman, S, 2002. "*Teknologi Tenaga Surya*" Universitas Kebangsaan Malaysia, Malaysia.
- Sujito.2004. "*Penelitian Penyerap Surya Untuk Peralatan Desalinasi Air Laut Jenis Solar Still*" , Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.