

Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih

I Gede Yogi Dewantara, Budhi Muliawan Suyitno, I Gede Eka Lesmana

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

E-mail: yogidewantara12@gmail.com

ABSTRAK--Penelitian ini berkonsentrasi pada kemampuan alat desalinasi tipe solar still dalam menyerap energi kalor matahari dan penggunaannya dalam proses kondensasi guna memproduksi air tawar untuk keperluan masyarakat. Alat desalinasi ini terdiri dari kotak distiller dengan plat absorber dan kain yang terdapat di dalamnya, serta kaca sebagai pentransmian. Sistem kerja berawal dari air diteteskan melalui pipa dan jatuh pada kain yang akan menyerap air. Radiasi matahari akan memanaskan plat absorber melalui kaca kemudian panas plat memanaskan air pada kain hingga menjadi uap dan menempel pada permukaan dalam kaca hingga terkondensasi menjadi air suling. Pengukuran volume minimal dan maksimal alat sebesar 5 lt dan 7 lt dilakukan selama 4 hari. Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa intensitas matahari telah ada saat cahaya matahari mulai terlihat pada pukul 6 pagi dan difusi energi kalor matahari telah mulai dimanfaatkan pada waktu tersebut. Akan tetapi kinerja alat desalinasi masih sangat rendah, hal ini terlihat dari angka efisiensi yang hanya mencapai 4,45%.

Kata kunci: Desalinasi, air laut, air tawar, energi kalor matahari

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, permasalahan kebutuhan air bersih untuk keperluan sehari-hari menjadi tantangan utama dalam permasalahan dunia. Pada kenyataannya, kini kandungan air banyak tercemar oleh polusi dan iklim yang tidak normal. Berdasarkan data WHO (2000), diperkirakan terdapat lebih 2 milyar manusia per hari terkena dampak kekurangan air di lebih dari 40 negara di dunia. 1,1 milyar tidak mendapatkan air yang memadai dan 2,4 milyar tidak mendapatkan sanitasi yang layak. Sedangkan pada tahun 2050 diprediksikan bahwa 1 dari 4 orang akan terkena dampak dari kekurangan air bersih (Gardner- Outlaw and Engelman, 1997 dalam UN, 2003).

Di Indonesia, ancaman akan kurangnya air bersih tiap tahunnya selalu meningkat. Berdasarkan data World Resources Institute (WRI) mengenai sumber daya air tawar yang dimiliki oleh setiap negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-51 dengan tingkat krisis level resiko tinggi (High 40-80% possibility). Akan tetapi dengan garis pantai sepanjang 81.000 kilometer dan luas wilayah laut sekitar 5,8 juta kilometer persegi. Indonesia sebenarnya dapat memanfaatkan jumlah air laut yang melimpah ini sebagai alternatif bahan baku pemenuhan kebutuhan air bersih bagi masyarakat. Salah satu proses pengolahan air laut menjadi air tawar disebut proses desalinasi air laut. Dimana desalinasi ini salah satunya memanfaatkan energi surya untuk membantu proses distilasi air laut menjadi air tawar.

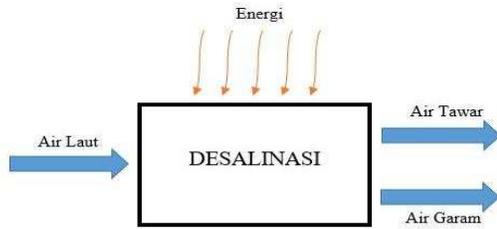
Merujuk dari penelitian yang telah dilakukan terhadap desalinasi air laut berbasis energi surya,

guna menemukan efisiensi terbesar seperti "Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Destilasi Tenaga Surya [1]", "Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton [2]", "Desalinasi Berbasis Tenaga Surya Untuk Menghasilkan Air Tawar [3]", "Kaji Eksperimental Untuk Meningkatkan Performansi Destilasi Surya Basin Tiga Tingkat Menggunakan Beberapa Bahan Penyimpan Panas [4]". Dari penelitian - penelitian tersebut masih banyak yang belum diteliti lebih lanjut, seperti sudut kemiringan alat, material yang baik untuk kondensasi agar destilasi dapat menghasilkan kondensat lebih banyak, maka dari itu pada penelitian ini akan menguji alat desalinasi dengan luasan 1000 mm x 550 mm dengan sudut kemiringan alat 17° sampai 35°, material plat absorbernya aluminium, dan material pentransmian radiasi matahari menggunakan akrilik, guna untuk mendapatkan hasil air tawar dan efisiensi yang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desalinasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), desalinasi adalah suatu proses untuk membuat air laut menjadi air tawar. Proses ini dimanfaatkan untuk mendapatkan air yang dapat dikonsumsi oleh makhluk hidup. Hasil sampingan dari proses ini ialah garam. Ketika air laut dididihkan, garam akan terlarut dan air akan menguap. Air yang menguap akan menghasilkan uap yang dapat berubah fasa ketika temperatur menurun. Perubahan fasa yang terjadi ialah kondensasi yang dapat merubah uap menjadi air kembali [3].



Gambar 2.1 Input, proses, dan output utama desalinasi energi surya

2.2 Perpindahan Kalor

Cara perpindahan kalor yang terjadi antar zat dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan kalor bergerak dari zat yang temperatur nya lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah sampai mencapai keadaan setimbang [5].

A. Konduksi

Perpindahan kalor konduksi, panas berpindah dari zat padat ke zat padat lain. Konduksi memiliki persamaan :

$$q = -k \times A \times \left(\frac{\Delta T}{\Delta x}\right)$$

Dimana,

- q = laju perpindahan panas (*Watt*)
- $-k$ = konduktivitas panas (W/mK)
- A = luas perpindahan panas (m^2)
- ΔT = perbedaan temperatur (K)
- Δx = jarak (m)

B. Konveksi

Perpindahan kalor konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir di sekitarnya. Konveksi memiliki persamaan:

$$q = h \times A \times \Delta T$$

Dimana,

- h = koefisien konveksi material (W/m^2K)
- A = luas penampang permukaan (m^2)
- ΔT = perbedaan temperatur (K)

C. Radiasi

Radiasi merupakan perpindahan kalor yang terjadi tanpa melalui perantara. Contoh sederhananya adalah perpindahan kalor dari matahari ke bumi melalui ruang hampa di sistem tata surya. Persamaan radiasi yaitu:

$$q = e \times \sigma \times A \times \Delta T^4$$

Dimana,

- e = emisifitas permukaan
- σ = konstanta Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Watt}/m^2K^4$)

- A = luas penampang permukaan (m^2)
- ΔT = perbedaan temperatur (K)

2.3 Kalor

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan atau menurunkan suhu suatu benda bergantung pada [5]:

- massa benda (m)
- Jenis benda atau kalor jenis benda (c)
- Perubahan suhu (ΔT)

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

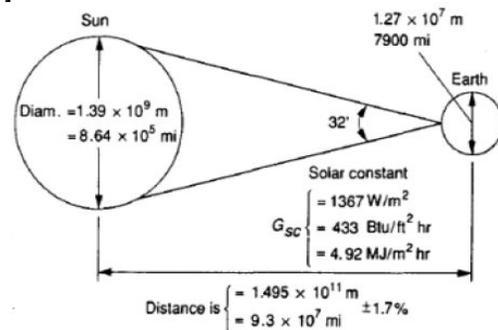
$$Q = m \times c \times (T_2 - T_1)$$

Dimana :

- Q = kalor yang dibutuhkan (J)
- m = masa benda (kg)
- c = kalor jenis (J/kgK)
- ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

2.4 Radiasi Matahari

Jarak eksentrisnya dari lintasan bumi adalah jarak antara matahari dan bumi dengan variasi 1,7%. Dari hasil pengukuran astronomi didapat jarak rata-rata bumi-matahari adalah $1,495 \times 10^{11} m$ dengan sudut kecenderungan matahari 320. Radiasi yang diemisikan oleh matahari dan ruang angkasa yang berhubungan dengannya ke bumi menghasilkan intensitas radiasi matahari yang hampir konstan di luar atmosfer bumi. Konstanta matahari (G_{sc}) adalah energi dari matahari per unit waktu yang diterima pada satu unit luasan permukaan yang tegak lurus arah radiasi matahari pada jarak rata-rata matahari-bumi di luar atmosfer. World Radiation Center (WRC) mengambil nilai konstanta matahari (G_{sc}) sebesar $1367 W/m^2$ dengan ketidakpastian sebesar 1% [6].



Gambar 2.2 Hubungan antara Matahari dan Bumi

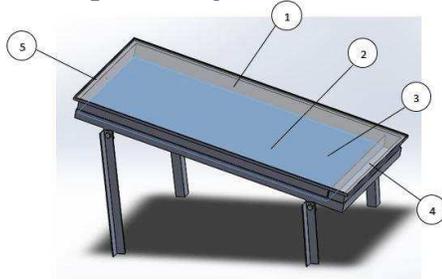
2.5 Efisiensi

Dari volume air yang dihasilkan, kita dapat menentukan efisiensi air dengan menggunakan 2 cara, yaitu membandingkannya dengan jumlah air laut keseluruhan, dan membandingkannya dengan jumlah air murni yang terkandung dalam air laut [3].

$$Efisiensi = \frac{Volume\ keluar}{Volume\ Masuk} \times 100\%$$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Alat Uji



Gambar 3.1 Alat desalinasi air laut tenaga surya

Keterangan gambar:

1. Plat Penyerap
2. Kain Hitam
3. Kaca
4. Kanal Air Tawar
5. Box Distiller

3.2 Prinsip Kerja

Pada prinsipnya desalinasi air tenaga surya bekerja sebagai berikut: Air baku ditempatkan dalam suatu wadah tertutup, bagian atas ditutup bahan transparan/ tembus cahaya yang mempunyai kemiringan tertentu. Energi surya akan menembus bahan transparan dan akan masuk ke dalam ruangan tertutup dibawahnya, sehingga panas terkumpul dalam ruangan tersebut dan menyebabkan air didalamnya menguap. Uap yang terjadi mengembun pada bagian dalam dari penutup transparan karena ada perbedaan suhu dengan udara luar. Embun tersebut kemudian mengalir pada sepanjang permukaan penutup transparan dan ditampung oleh kanal pada ujung bawah penutup transparan.

Di dalam penelitian ini untuk pengukuran data pada alat dipasang termokopel untuk mengetahui temperatur di lingkungan luar, temperatur absorber, temperatur kondenser, temperatur kaca, dan temperatur di dalam alat desalinasi.

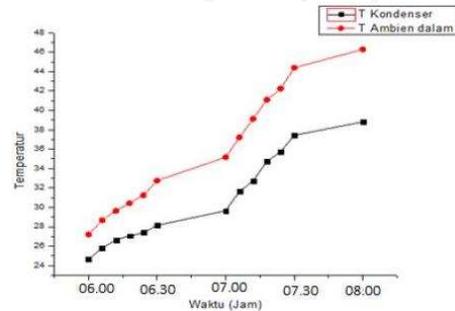
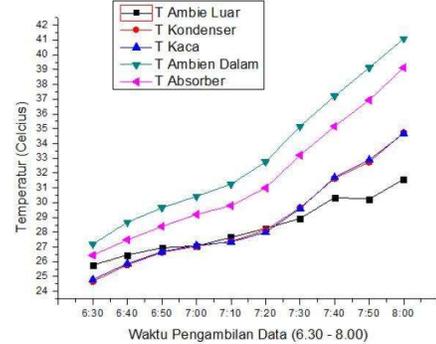
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mempermudah melakukan analisa maka data hasil pengujian dan perhitungan digambarkan dalam bentuk grafik. Pada penelitian ini penulis mengambil data volume air selama 4 hari. Dari pengambilan data air ini, didapat data sebagai berikut:

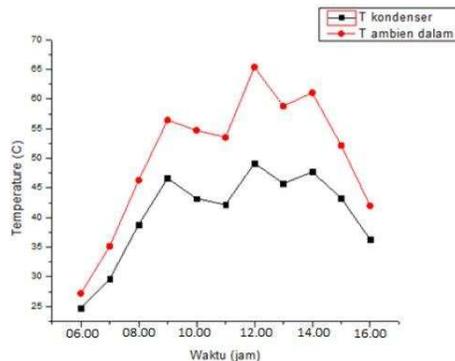
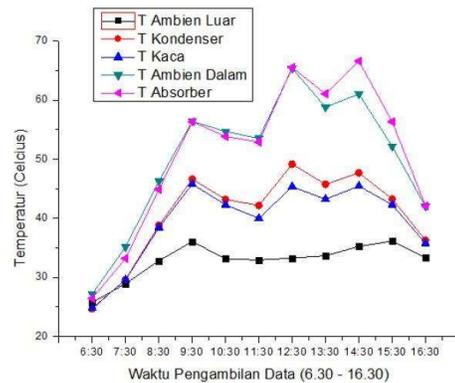
Tabel 1. Hasil pengujian alat

Volume Air Masuk	Volume Air Tersuling
5 liter	215 ml
6 liter	245,5 ml
6.5 liter	283 ml
7 liter	311,5 ml

Data di atas adalah data volume air yang masuk dan volume air yang berhasil tersuling selama 4 hari masa pengujian alat. Selain merekam volume air yang dihasilkan dari alat, distribusi temperatur juga turut direkam pada penelitian ini. Dibawah ini adalah rekam temperatur pada alat desalinasi pada saat air tidak diberi air laut.

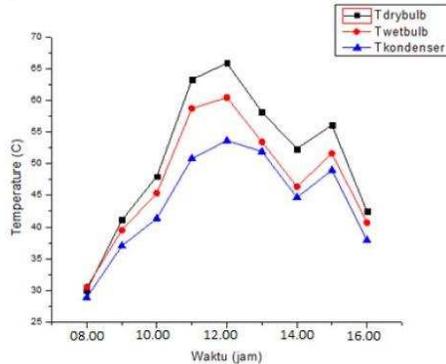


Gambar 4.1 Distribusi temperatur tanpa objek kerja air pada Pukul 06.00 – 08.00

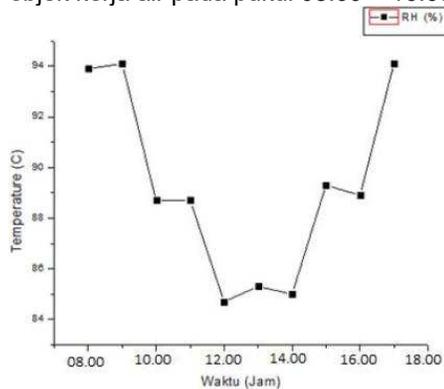


Gambar 4.2 Distribusi temperatur tanpa objek kerja air pada pukul 06.00 – 16.00

Dapat dilihat bahwa sejak pukul 6 pagi, energi kalor matahari sudah mempengaruhi alat uji. Hal ini terbukti dari suhu ambien dalam yang lebih tinggi dibandingkan kondenser, fenomena ini mengindikasikan bahwa telah ada energi kalor (energi panas) matahari yang terkumpul di dalam ruang desalinasi. Pada keempat gambar diatas, distribusi mengalami naik turun, hal ini disebabkan keadaan matahari yang tidak pasti di setiap saatnya. Selain distribusi temperatur tanpa objek kerja air, distribusi temperatur dengan objek kerja air juga diukur pada penelitian ini.



Gambar 4.3 Grafik distribusi temperatur dengan objek kerja air pada pukul 08.00 – 16.00



Gambar 4.4 Grafik *relative humidity* keadaan ruang dalam desalinasi dengan objek kerja air pada pukul 08.00 – 18.00

Gambar 4.4 menjelaskan distribusi temperatur dengan objek kerja air. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat distribusi temperatur dry bulb, wet bulb, dan kondenser pada ruang dalam alat. Pada Gambar 4.4, temperatur *dry bulb* dan *wet bulb* yang ditampilkan untuk mengetahui relative humidity dari ruang dalam alat desalinasi. Bila melihat dari RH yang telah di plot pada Gambar 4.5, dapat dilihat sejak pagi hari keadaan ruang dalam alat telah mendekati keadaan jenuh/ saturasi. Dimana pada keadaan saturasi, udara kering ruangan tidak dapat lagi menampung air dan terjadilah kondensasi. Semakin siang, RH yang terekam semakin sedikit. Hal ini dikarenakan semakin

siang energi kalor yang masuk pada ruangan distiller semakin banyak yang membuat temperatur ruang semakin tinggi, semakin tinggi temperatur pada ruangan, maka semakin banyak potensi air (uap air) yang dapat ditampung pada ruangan tersebut. Hal inilah yang menyebabkan pada keadaan matahari yang maksimum, keadaan RH menjadi minimum karena disebabkan uap air yang berada pada ruang distiller tidak mampu memenuhi potensi maksimal dari uap air yang dapat ditampung dikarenakan uap air maksimal yang semakin tinggi seiring dengan kenaikan temperatur ruang distiller. Untuk analisa kerja alat desalinasi setelah meneliti kinerja distiller dari efisiensi yang telah dihitung, efisiensi memiliki kisaran 3,90 – 4,45 %.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan analisa data – data hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap alat desalinasi air laut berbasis

1. Dalam waktu 1 hari alat desalinasi tipe solar still dengan luas 1000 mm x 550 mm dapat menghasilkan air dengan volume maksimum 311,5 ml.
2. Kinerja pada alat masih terbilang rendah dilihat dari efisiensi yang baru mencapai 4,45% pada angka maksimalnya.
3. Desain alat pada penelitian belum cukup baik dikarenakan masih rendahnya kinerja distiller

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mulyanef, et al. (2014). *Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Destilasi Tenaga Surya*. Universitas Bung Hatta, Sumatera Barat
- [2]. Astawa, Ketut, et al. (2011). *Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton*. Indonesia: *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra M*
- [3]. Hasanah, Fatyya. (2016). *Dealnasi Berbasis Tenaga Surya Untuk Menghasilkan Air Tawar*. Universitas Indonesia, Depok
- [4]. Mulyanef, et al. (2012). *Kaji Eksperimental Untuk Meningkatkan Performasi Destilasi Surya Basin Tiga Tingkat Menggunakan Beberapa Bahan Penyimpan Panas*. Univeritas Bung Hatta, Sumatera Barat
- [5]. P, Incropera. (2006). *Fundamental of Heat Transfer and Mass Transfer 6th ed*. John Wiley & Sons
- [6]. Duffie John A., William A. Beckman. 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes 4th*. John Wiley & Sons.