

SUBMISSION 38

Desain Desalinasi Air Laut Berbentuk Piramida dan Berbasis Energi Surya

Budhi Muliawan Suyitno, I Gede Eka Lesmana, Ikhsan Widantara
Universitas Pancasila, Fakultas Teknik, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12640, Indonesia

Abstrak. Indonesia adalah negara kepulauan yang dikelilingi oleh laut, begitu banyak air yang melimpah akan tetapi masih terdapat daerah yang sulit air untuk keperluan air tawar atau air minum. Melimpahnya sinar matahari yang menyinari kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun dapat digunakan sebagai sumber energi. Bentuk pemanfaatan sumber daya matahari adalah upaya memanfaatkan energi matahari untuk memproduksi air tawar dengan memanfaatkan energi panas dari matahari untuk penyulingan air laut. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat alat desalinasi air laut yang dapat digunakan untuk penjernihan atau pemurnian air dengan memanfaatkan energi matahari dan melakukan uji kinerja alat yang dirancang. Perancangan alat terdiri dari kotak distiller dengan plat absorber dan kain yang terdapat didalamnya. Penelitian ini berkonsentrasi dalam kemampuan desalinasi dalam menyerap energi kalor matahari dan penggunaan energi kalor tersebut dalam proses kondensasi guna memproduksi air tawar. Radiasi dari sinar matahari akan memancarkan panas melalui akrilik kemudian dipancarkan pada kain hitam sehingga menjadi uap dan terkondensasi menjadi air tawar. Alat yang dirancang berukuran 600 mm × 500 mm dengan bentuk piramida. Dalam perancangan alat yang dipilih adalah berbentuk piramida karena bisa menyerap matahari dari berbagai sudut tanpa harus memperhitungkan kemiringan.

Kata kunci—Desalinasi, Piramida, Air Tawar.

1. 1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya populasi, semakin besar pula kebutuhan akan air minum. Sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang. Seperti yang disampaikan Jacques Diouf, Direktur Jenderal Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO), saat ini penggunaan air di dunia naik dua kali lipat lebih dibandingkan dengan seabad silam, namun ketersediaannya justru menurun. Akibatnya, terjadi kelangkaan air yang harus ditanggung oleh lebih dari 40 persen penduduk bumi. Kondisi ini akan kian parah menjelang tahun 2025 karena 1,8 miliar orang akan tinggal di kawasan yang mengalami kelangkaan air secara absolut. Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor, termasuk kesehatan. Tanpa akses air minum yang higienis mengakibatkan 3.800 anak meninggal tiap hari oleh penyakit.

Dengan jumlah penduduk mencapai lebih 200 juta, kebutuhan air bersih di Indonesia menjadi semakin mendesak. Kecenderungan konsumsi air diperkirakan terus naik hingga 15-35 persen per kapita per tahun. Sedangkan ketersediaan air bersih cenderung melambat (berkurang) akibat kerusakan alam dan pencemaran. Menurut LIPI, kebutuhan air untuk industri akan melonjak sebesar 700% pada 2025. Untuk perumahan naik rata-rata 65% dan untuk produksi pangan naik 100%. Pada tahun 2000, untuk berbagai keperluan di Pulau Jawa diperlukan setidaknya 83,378 miliar meter kubik air bersih. Sedangkan potensi ketersediaan air, baik air tanah maupun air permukaan hanya 30,595 milyar.

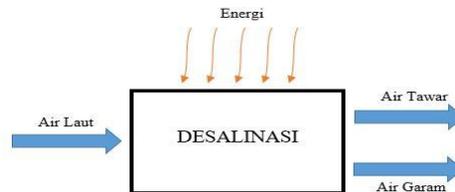
Desalinasi yang berdasarkan energi terbarukan ialah tipe desalinasi secara langsung, yakni hanya melibatkan energi radiasi matahari. Metode ini dapat dikatakan efisien karena dalam operasionalnya hanya menggunakan energi yang bersumber pada matahari dan tidak diperlukan energi listrik sebagai energi tambahan sehingga kita dapat menghemat pemakaian energi listrik. Selain itu, sumber energi yang berasal dari energi matahari memiliki kuantitas yang tidak terbatas dan tersedia secara terus menerus.

Perancangan teknologi desalinasi yang memanfaatkan sumber energi matahari secara efisien dan memiliki harga terjangkau untuk masyarakat sangatlah diperlukan. Proses penelitian desalinasi ini telah diteliti oleh para peneliti sebelumnya dengan menggunakan metode plat datar dengan tipe kaca maupun akrilik dengan tipe penutup miring. Dari penelitian tersebut ada beberapa hal yang harus dioptimalkan, maka dari itu pada penelitian ini akan menguji desalinasi air laut menggunakan bentuk cover piramida, untuk menghasilkan air bersih yang lebih optimal.

2. 2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Desalinasi

Desalinasi adalah proses pemisahan yang digunakan untuk mengurangi kandungan garam terlarut dari air garam hingga level tertentu sehingga air dapat digunakan. Proses desalinasi yang umum diketahui dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu dengan menggunakan energi thermal atau energi panas, menggunakan membran, dan menggunakan energi baru terbarukan.



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

b. 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 temperaturnya lebih tinggi ke temperatur yang lebih rendah sampai mencapai keadaan setimbang[5].

c. Konduksi

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

$$q = -k \times A \times \left(\frac{\Delta T}{\Delta x} \right) \quad (1)$$

Dimana,

q = laju perpindahan panas (*Watt*)

$-k$ = konduktivitas panas (W/mK)

A = luas perpindahan panas (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur (K)

Δx = jarak (m)

d. Konveksi

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

$$q = h \times A \times \Delta T \quad (2)$$

Dimana,

h = koefisien konveksi material (W/m^2K)

A = luas penampang permukaan (m^2)

ΔT = perbedaan temperatur (K)

e. 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 :

$$q = e \times \sigma \times A \times \Delta T^4 \quad (3)$$

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)

f. Kalor

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

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

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = m \times c \times (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Dimana :

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

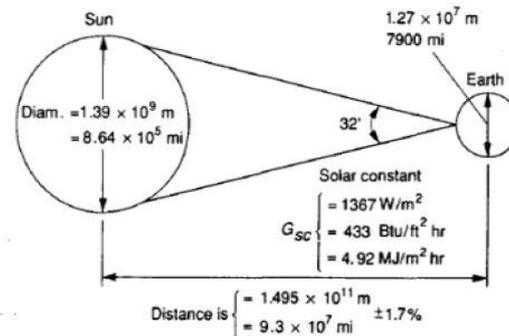
m = masa benda (kg)

c = kalor jenis (J/kgK)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}C$)

g. 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 32°. 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].



2) Gambar 2.2 Hubungan antara matahari dan bumi

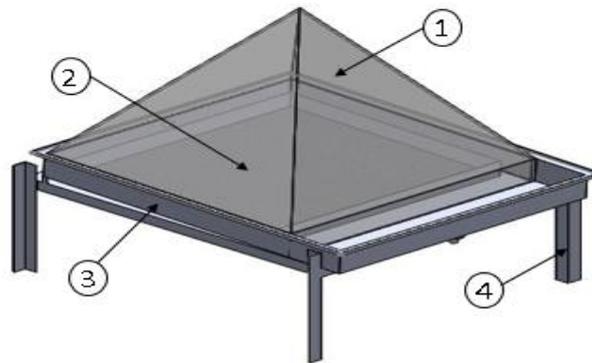
h. Efisiensi

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

a. a. Rancangan Alat Uji



3) Gambar 3.1 Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya

Keterangan Gambar:

1. Cover akrilik piramida
2. Kain penyerap
3. Kotak desalinasi
4. Rangka kaki

b.b. 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 akrilik, dan temperatur di dalam alat desalinasi.

3. 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 6 hari. Dari pengambilan data air ini, didapat data sebagai berikut :

4) Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat Desalinasi Berbentuk Plat Datar

Volume Air Masuk	Volume Air Tersuling
3 liter	374,7 ml
4 liter	554,3 ml
6 liter	815,8 ml

5) Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Desalinasi Berbentuk Piramida

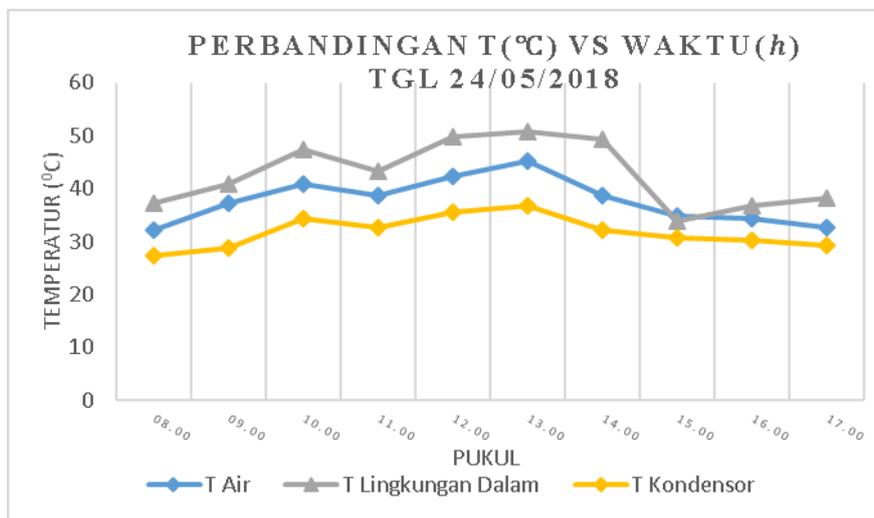
Volume Air Masuk	Volume Air Tersuling
3 liter	435 ml
4 liter	650 ml

6 liter	1250 ml
---------	---------

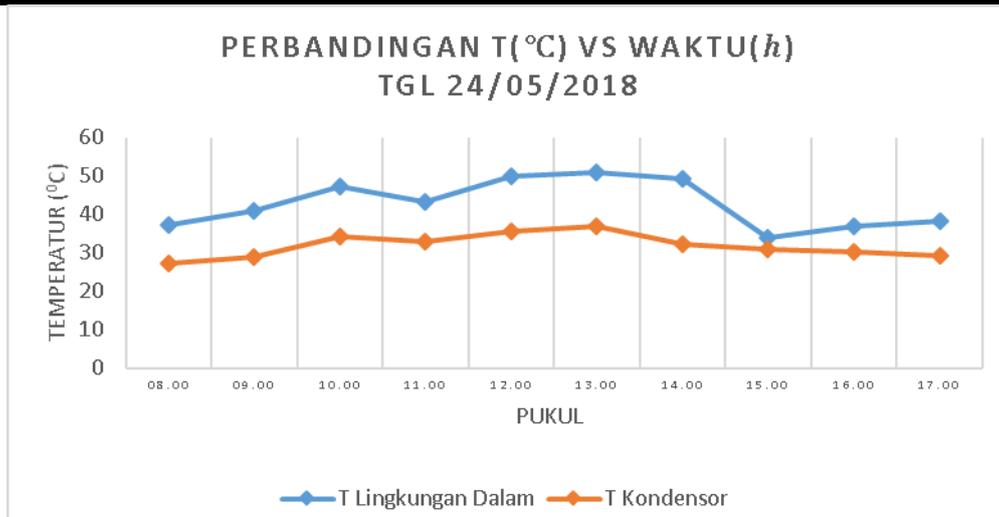
Dari data diatas adalah volume air yang masuk dan volume air yang tersuling selama 6 hari masa pengujian alat. Selain merekam volume air yang dihasilkan dari alat, distribusi temperature juga direkam pada penelitian ini. Berikut ini adalah salah satu data penelitian distibusi temperatur terhadap alat desalinasi yang telah dilakukan selama 6 hari penelitian.

6) Tabel 4.3 Data Pengujian Temperatur Air Dan Temperatur Cover Pada Tanggal 24 Mei 2018 Terhadap Alat Uji Desalinasi

No	Pukul	T_c	T_w	I_T	h_{fg}
		($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	(W/m^2)	(kJ/kg)
1	08.00	27,25	32,25	460,80	2425,17
2	09.00	28,75	37,25	470,08	2412,06
3	10.00	34,25	40,75	505,30	2404,90
4	11.00	32,75	38,75	495,51	2409,67
5	12.00	35,5	42,25	513,57	2401,31
6	13.00	36,75	45,25	521,95	2394,14
7	14.00	32,25	38,75	492,27	2409,67
8	15.00	30,75	34,75	482,67	2419,23
9	16.00	30,25	34,25	479,50	2420,23
10	17.00	29,25	32,25	473,20	2424
Rata-rata		31,775	37,7	489,49	2412,038



7) Gambar 4.1 Grafik Distribusi Temperatur Alat Pada Tanggal 24 Mei 2018



8) Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Temperatur Lingkungan Dalam Dan Temperatur Kondensor Tanggal 24 Mei 2018

Pada Gambar 4.1, dapat dilihat distribusi temperatur pada alat desalinasi ini mengalami kenaikan dan penurunan pada tiap waktunya disebabkan cuaca yang dapat berubah-ubah tiap jamnya. Untuk data temperatur pada tanggal 24 Mei 2018 temperatur maksimum didapat 45,25 ($^{\circ}\text{C}$) pukul 13.00 WIB dan temperatur minimum pada waktu ke-10 adalah 32,25 ($^{\circ}\text{C}$) pada kondensor.

Pada Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa sejak waktu ke-1 (pukul 08.00) pengambilan data, energi kalor matahari sudah mempengaruhi alat desalinasi solar still. Hal ini terbukti dari suhu lingkungan dalam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondensor, fenomena ini mengindikasikan bahwa telah ada energy panas (kalor) matahari yang terkumpul didalam ruang kotak desalinasi.

4. 5. KESIMPULAN

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

- Dari hasil pengujian alat dalam waktu 1 hari distiller dapat menghasilkan air dengan volume rata-rata air bersih yang dihasilkan 510 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 3 (L), volume rata-rata air bersih yang dihasilkan 650 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 4,5 (L), dan volume rata-rata air bersih yang dihasilkan 1250 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 6 (L). Hasil dari penelitian ini lebih banyak menghasilkan air bersih dibandingkan penelitian sebelumnya yang menggunakan cover datar.
- Karena bentuk piramida ini menerima cahaya dari sinar matahari lebih banyak dan dari sudut manapun sehingga hasil air bersih yang dihasilkan lebih banyak dan lebih efisien dari bentuk datar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mulyanef, et al. Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih Dan Garam Dengan Destilasi Tenaga Surya. Universitas Bung Hatta, Sumatera Barat. (2014).
- [2] Said, Muhammad, et al. Rancang bangun alat pemurni air laut menjadi air minum menggunakan sistem piramida air (green house effect) bagi masyarakat pulau dan pesisir di kota Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Sulawesi Selatan. (2016).
- [3] Hasanah, Fatyya. Desalinasi Berbasis Tenaga Surya Untuk Menghasilkan Air Tawar. Universitas Indonesia, Depok. (2016).
- [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.. *Fundamental of Heat Transfer and Mass Transfer 6th ed.* John Wiley & Sons. (2006)
- [6] Duffie John A., William A. Beckman. *Solar Engineering of Thermal Processes 4th*. John Wiley & Sons. (2013)