

## 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 penyerap panas dan kain yang terdapat di dalamnya, serta akrilik sebagai pentransmisian. Sistem kerja berasal dari air diteteskan melalui pipa dan jatuh pada kain yang akan menyerap air. Radiasi matahari akan memanaskan plat penyerap panas melalui akrilik kemudian panas plat memanaskan air pada kain hingga menjadi uap dan menempel pada permukaan dalam akrilik hingga terkonsensi menjadi air suling. Pengukuran volume alat sebesar 6 (L) dengan luasan plat penyerap panas 900 (mm) x 550 (mm). Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa intensitas matahari telah ada pada pukul 08.00 pagi dan energi kalor matahari dapat dimanfaatkan pada waktu tersebut. Untuk kinerja alat desalinasi, alat ini memiliki effisiensi teoritis maksimum 25,10% dan efisiensi aktual maksimum 14,33%.

**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 miliar manusia per hari terkena dampak kekurangan air di lebih dari 40 negara didunia. 1,1 miliar tidak mendapatkan air yang memadai dan 2,4 miliar 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).

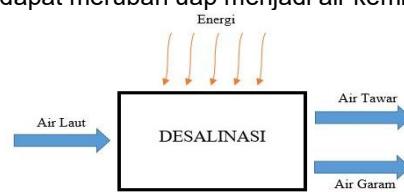
Di Indonesia, ancaman akan kurangnya air bersih tiap tahunnya selalu meningkat. Berdasarkan data World Resources Institute (WRI) mengenai sumber daya air tawar yang dimiliki oleh setiap negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-51 dengan tingkat krisis level resiko tinggi (High 40-80% possibility). 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. Perancangan teknologi desalinasi yang memanfaatkan sumber energi matahari secara efisien dan memiliki harga terjangkau untuk masyarakat sangatlah

diperlukan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan membahas mengenai inovasi teknologi solar still desalinasi dengan mengoptimalkan aspek material, dan desainnya, dari penelitian yang sudah ada sebelumnya 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 Performasi Destilasi Surya Basin Tiga Tingkat Menggunakan Beberapa Bahan Penyimpan Panas [4]" guna mendapatkan hasil air tawar dan efisiensi yang terbaik.

### 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

Perpindaha 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,

$$\begin{aligned} q &= \text{laju perpindahan panas (Watt)} \\ -k &= \text{konduktivitas panas (W/mK)} \\ A &= \text{luas perpindahan panas (m}^2\text{)} \\ \Delta T &= \text{perbedaan temperatur (K)} \\ \Delta x &= \text{jarak (m)} \end{aligned}$$

### 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,

$$\begin{aligned} h &= \text{koefisien konveksi material (W/m}^2\text{K)} \\ A &= \text{luas penampang permukaan (m}^2\text{)} \\ \Delta T &= \text{perbedaan temperatur (K)} \end{aligned}$$

### C. Radiasi

Radiasi merupakan perpindahan kalor yang terjadi tanpa melalui perantara. Contoh sederhana nya 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,

$$\begin{aligned} e &= \text{emisifitas permukaan} \\ \sigma &= \text{konstanta Boltzmann } (5,67 \times 10^{-8} \text{ Watt/m}^2\text{K}^4) \\ A &= \text{luas penampang permukaan (m}^2\text{)} \\ \Delta T &= \text{perbedaan temperatur (K)} \end{aligned}$$

### 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 ( $\Delta T$ )

Sehingga secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Dimana:

$$Q = \text{kalor yang dibutuhkan (J)}$$

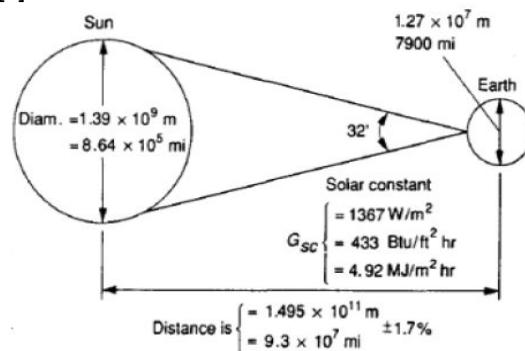
$$m = \text{masa benda (kg)}$$

$$c = \text{kalor jenis (J/kgK)}$$

$$\Delta T = \text{perubahan suhu (}^{\circ}\text{C)}$$

## 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 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  $1367 \text{ W/m}^2$  dengan ketidakpastian sebesar 1% [6].



**Gambar 2.2** Hubungan antara Matahari dan Bumi

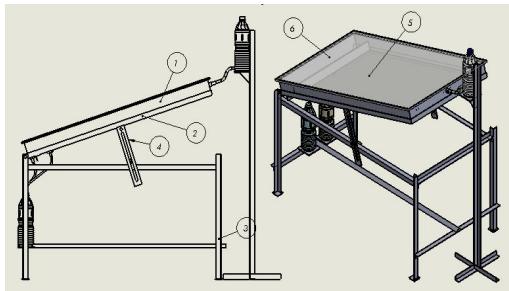
## 2.5 Efisiensi

Dalam menentukan kinerja sebuah alat, dibutuhkan angka yang merepresentasikan kinerja tersebut. Angka tersebut dapat dihitung dengan cara menghitung efisiensi dari alat desalinasi ini. Efisiensi pada alat juga menunjukkan performa dari kerja alat tersebut, pada penelitian ini membandingkan efisiensi teoritis [2] dan efisiensi actual [3] alat sebagai berikut:

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

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Alat Uji



**Gambar 3.1** Alat desalinasi air laut tenaga surya

Keterangan gambar:

1. Kotak Desalinasi
2. Plat Penyerap Panas
3. Rangka Dudukan Kotak Desalinasi
4. Sliding Engsel
5. Kain Penyerap
6. Cover

### 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 10 hari. Dari pengambilan data air ini, didapat data sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Tabel Hasil Rata – Rata Volume Air Yang Tersuling

| Volume Air Masuk | Rata-rata Volume Air Tersuling |
|------------------|--------------------------------|
| 3 (L)            | 374,7 (mL)                     |
| 4,5 (L)          | 554,3 (mL)                     |
| 6 (L)            | 818,5 (mL)                     |

Data di atas adalah data volume air yang masuk dan volume air yang berhasil tersuling selama 10 hari masa pengujian alat. Selain merekam volume air yang dihasilkan dari alat, distribusi temperatur juga turut direkam pada penelitian ini. Berikut ini adalah salah satu data penelitian distribusi temperatur terhadap alat desalinasi yang telah dilakukan selama 10 hari pengujian.

**Tabel 4.2** Data Pengujian Temperatur Air Dan Temperatur Cover Pada Tanggal 30 Desember 2017 Terhadap Alat Uji Desalinasi

| No               | Pukul | $T_e$        | $T_w$        | $I_T$         | $h_{fg}$       |
|------------------|-------|--------------|--------------|---------------|----------------|
| 1                | 08.00 | 27,25        | 32,25        | 460,80        | 2425,17        |
| 2                | 08.30 | 28,75        | 37,25        | 470,08        | 2412,06        |
| 3                | 09.00 | 34,25        | 40,75        | 505,30        | 2404,90        |
| 4                | 09.30 | 32,75        | 38,75        | 495,51        | 2409,67        |
| 5                | 10.00 | 35,5         | 42,25        | 513,57        | 2401,31        |
| 6                | 10.30 | 36,75        | 45,25        | 521,95        | 2394,14        |
| 7                | 11.00 | 37,25        | 51,5         | 525,33        | 2379,06        |
| 8                | 11.30 | 40,75        | 60,5         | 549,44        | 2357,22        |
| 9                | 12.00 | 43,75        | 63           | 570,75        | 2351,11        |
| 10               | 12.30 | 48           | 64,25        | 602,01        | 2348,06        |
| 11               | 13.00 | 42,75        | 60,25        | 563,58        | 2357,83        |
| 12               | 13.30 | 38,75        | 58,75        | 535,56        | 2361,48        |
| 13               | 14.00 | 34,25        | 44,25        | 505,30        | 2396,53        |
| 14               | 14.30 | 32,25        | 38,75        | 492,27        | 2409,67        |
| 15               | 15.00 | 30,75        | 34,75        | 482,67        | 2419,23        |
| 16               | 15.30 | 30,25        | 34,25        | 479,50        | 2420,23        |
| 17               | 16.00 | 29,25        | 32,75        | 473,20        | 2424           |
| <b>Rata-rata</b> |       | <b>35,49</b> | <b>45,85</b> | <b>514,52</b> | <b>2392,45</b> |



**Gambar 4.1** Grafik Distribusi Temperatur Alat Desalinasi Pada Tanggal 30 Desember 2017



**Gambar 4.2** Grafik Perbandingan Temperatur Lingkungan Dalam dan Temperatur Kondensor Tanggal 30 Desember 2017

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, pada tanggal 30 desember 2017 temperatur pada kotak desalinasi di pagi hari sudah mengalami kenaikan akan tetapi dikarenakan cuaca yang berubah mendung pada waktu ke-4 (pukul 09.30 WIB) membuat temperatur didalam kotak menjadi turun, dan kemudian naik lagi pada waktu ke-5 (pukul 10.00 WIB). Untuk data temperatur pada tanggal 30 Desember 2017 Temperatur maksimum didapat sebesar 69,25 ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada lingkungan dalam alat desalinasi pada waktu ke-8 (pukul 11.30 WIB), sedangkan data temperatur minimum pada waktu ke-8 adalah 40,75 ( $^{\circ}\text{C}$ ) pada kondensor.

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

Untuk analisa kerja alat desalinasi setelah meneliti kinerja distiller dari efisiensi yang telah terhitung (efisiensi teoritis) dan efisiensi aktualnya, distiller mempunyai efisiensi teoritis yang mencapai 25,10% pada angka maksimalnya, sedangkan efisiensi aktualnya mencapai 14,33% pada angka maksimalnya.

## 5. KESIMPULAN

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

1. Dari hasil perngujian alat dalam waktu 1 hari distiller dapat menghasilkan air dengan volume rata-rata air bersih yang dihasilkan 374,7 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 3 (L), volume rata-rata air bersih yang dihasilkan 554,3 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 4,5 (L), dan volume rata-rata air bersih yang dihasilkan

2. 818,5 (mL) untuk volume air laut yang masuk sebanyak 6 (L).
3. Kinerja pada distiller mempunyai efisiensi teoritis yang mencapai 25,10% pada angka maksimalnya, sedangkan efisiensi aktualnya mencapai 14,33% pada angka maksimalnya, ini dikarenakan terdapat kerugian panas pada bagian lubang pipa keluaran untuk air yang tidak terkondensasi dan pipa keluaran untuk air hasil desalinasi. Selain itu juga dikarenakan penampang alat desalinasi yang berbentuk kotak dengan satu bidang miring, membuat alat menjadi kurang optimal didalam menyerap radiasi matahari.
3. Dari hasil uji salinitas air bersih hasil desalinasi dengan TDS(Total Dissolved Solids) meter, hasil air desalinasi memperoleh nilai salinitas sebesar 236 (mg / L), dengan kategori air bersih tingkat rendah.

## 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). *Desalinasi 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 6<sup>th</sup> ed.* John Wiley & Sons
- [6]. Duffie John A., William A. Beckman. 2013. *Solar Engineering of Thermal Processes 4<sup>th</sup>*. John Wiley & Sons.