

**DESTILASI AIR LAUT SEBAGAI PENYEDIA AIR BERSIH  
ALTERNATIF**

**Dedet Hermawan S**

Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto

<b>Keyword</b>	<b>Abstrac</b>
<i>Air velocity, Solar desalination, heat pump, Humidification, Dehumidification</i>	<i>This research examined the effect of air velocity and the efficiency of double-pass flat plate solar air heater with two glass covers on the performance of solar desalination unit based on heat pump with using humidification and dehumidification processes. This unit consists of a heat pump, humidifier, dehumidifier, and double-pass flat plate solar air heater with two glass covers. The research was conducted in an indoor experiment. Solar energy generated from solar simulator using halogen lamps. In this research the air flow rate was varied at 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, and 6 m/s, while the intensity of solar radiation was varied at 828 W/m<sup>2</sup>, 924 W/m<sup>2</sup>, and 1014 W/m<sup>2</sup>. At each variation in air velocity, sea water temperature was conditioned at a constant temperature of 45oC, the compressor was operated at a constant rotation of 900 rpm, volumetric flow rate of sea water inlet 300 liters/hour into humidifier and sea water in this system was re-circulated. The research result showed that the volume of fresh water production increases with increasing air velocity inlet into humidifier. This solar desalination unit could produce fresh water maximum 3691 milliliters/hour in air velocity 6 m/s and intensity of solar radiation 1014 W/m<sup>2</sup>.</i>
<b>Corresponding Author</b>	
<i>Dedet Hermawan S Teknik Mesin ITDA Indonesia Email: dedet_hermawan@yahoo.com</i>	

**Abstrak**

Penelitian ini menguji pengaruh kecepatan udara dan efisiensi pemanas udara surya double-pass flat plate dengan dua penutup kaca terhadap kinerja unit desalinasi surya berbasis pompa panas dengan menggunakan proses humidifikasi dan dehumidifikasi. Unit ini terdiri dari heat pump, humidifier, dehumidifier, dan double-pass flat plate solar air heater dengan dua penutup kaca. Penelitian ini dilakukan dalam eksperimen dalam ruangan. Energi surya yang dihasilkan dari simulator surya menggunakan lampu halogen. Pada penelitian ini debit aliran udara divariasikan pada 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s, dan 6 m/s, sedangkan intensitas radiasi matahari divariasikan pada 828 W/m<sup>2</sup>, 924 W/m<sup>2</sup>, dan 1014 W/m<sup>2</sup>. Pada setiap variasi kecepatan udara, suhu air laut dikondisikan pada suhu konstan 45oC, kompresor dioperasikan pada putaran konstan 900 rpm, laju aliran volumetrik air laut masuk 300 liter/jam ke humidifier dan air laut dalam sistem ini disirkulasikan kembali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume produksi air tawar meningkat dengan meningkatnya kecepatan udara masuk ke dalam humidifier. Unit desalinasi surya ini mampu menghasilkan air tawar maksimum 3691 mililiter/jam pada kecepatan udara 6 m/s dan intensitas radiasi matahari 1014 W/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Kecepatan udara, Desalinasi surya, pompa panas, Humidifikasi, Dehumidifikasi,

## PENDAHULUAN

Penyediaan air bersih selalu menjadi permasalahan di kota besar. Permasalahan itu juga terjadi pada masyarakat Semarang dan tinggal di tempat yang sering dilanda air rob. Masyarakat tersebut terpaksa harus membeli air untuk kebutuhan rumah tangga. (Alihar F., 2018). RPJMN 2020-2024 mencatat pencapaian kinerja akses air bersih masih belum memuaskan pada periode pembangunan sebelumnya. Peningkatan akses masih perlu terus dioptimalkan. Beragam tantangan dalam penyediaan air minum; mulai dari lemahnya tata kelola, kelembagaan, hingga terbatasnya komitmen dan kapasitas dari pemerintah daerah. Sampai pada tahun 2018, akses air minum di Indonesia mencapai 87,75% dari populasi, namun yang menikmati akses dengan pipa sekitar 20,14%. (Purwanto, E. W., 2020). Terdapat perbedaan kebutuhan konsumsi air pada penduduk perkotaan dan pedesaan. Kebutuhan penduduk perkotaan sebesar 120 liter/hari/kapita atau 43,8 m<sup>3</sup> /kapita/tahun, serta kebutuhan air penduduk pedesaan sejumlah 60 liter/hari/kapita atau 21,9 m<sup>3</sup> /kapita/tahun (Badan Standar Nasional Indonesia BSNI dalam Suheri A., 2019). Ketersediaan pasokan air yang semakin sedikit dapat menjadi ancaman bagi keamanan global. (Martha, J., 2017)

Penyediaan air bersih dapat dilakukan dengan prinsip desalinasi air laut, Proses desalinasi merupakan proses penguapan air laut, proses secara umumnya menggunakan sumber energi matahari. Ketersediaan energi matahari di Indonesia rata-rata  $\pm$  12 jam perhari. Energi matahari ini dimanfaatkan untuk proses menguapkan air laut pada proses desalinasi, penguapan air laut dapat menurunkan kadar garam. (Yasir, M., 2019). Penelitian mengenai desalinasi air laut untuk penyediaan air bersih dilakukan oleh Dewantara, I. G.Y. (2018) namun efisiensi yang dihasilkan masih kecil yaitu sekitar 4,45%.

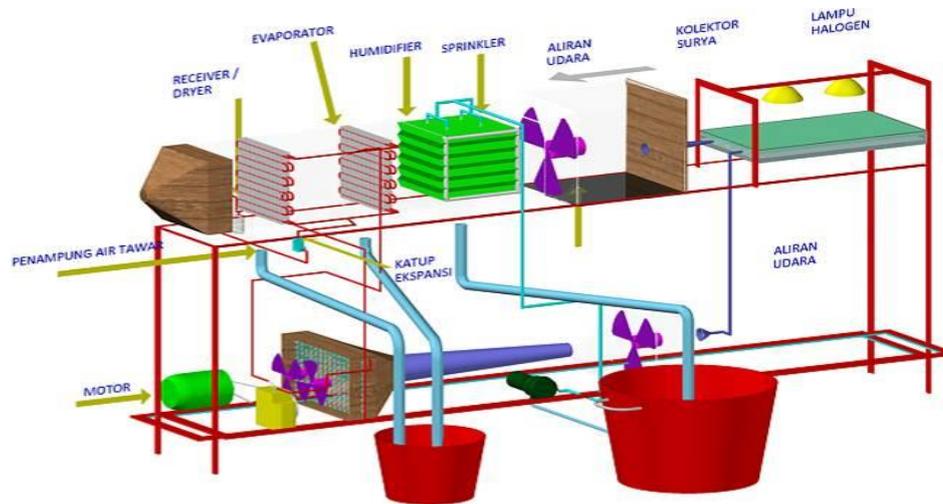
Astuti, A (2020) melakukan penelitian sistem desalinasi air laut dengan menggunakan *metode capacitive deionization* (CDI) yang dibuat berbahan dasar karbon aktif sebagai elektroda, untuk meningkatkan serta mempercepat proses desalinasi air laut sehingga air layak untuk dikonsumsi, hasil yang diperoleh, CDI dengan multisel dapat meningkatkan proses desalinasi dan mempercepat proses desalinasi tersebut. Ambarita, H.(2018) Melakukan rancang bangun dari sistem desalinasi vakum dengan menggunakan gaya grafitasi, sistem desalinasi vakum dengan menggunakan solar kolektor dapat berjalan dengan baik, hal ini tergantung intensitas matahari, bila intensitas matahari tinggi maka hasil air tawar juga banyak sedangkan bila intensitas matahari relatif rendah akan menghasilkan air tawar sedikit, hasil pengujian dilakukan selama 9 hari menghasilkan air tawar 900 ml serta tekanan vakum rata-rata 35 cmHg pada sistem desalinasi.

Ismillayli, N. (2016) melakukan alih teknologi untuk pembuatan alat desalinasi tenaga surya di Kec. Bayan, KLU dilakukan. Produk diharapkan menjadi alternatif solusi untuk mengatasi penyediaan air walaupun masih diperlukan adanya peningkatan produktivitasnya.

Elma M. (2020) Melakukan penelitian dengan menggunakan salah satu teknologi untuk memisahkan garam terlarut dengan menggunakan teknologi membran dengan proses desalinasi. Membran yang digunakan membran silika. Namun silika memiliki hidrostabilitas rendah sehingga perlu disisipkan karbon yang terbuat dari pektin limbah kulit pisang untuk memperkuat struktur pori maupun hidrostabilitas membran agar menambah kekuatan membran untuk menyaring kandungan garam air rawa asin. hasil penelitian konsentrasi pektin 0,1 % dengan suhu kalsinasi 300 °C dan 400 °C berturut-turut 5,45 dan 13,70 Kgm-2h-1. Nilai rejeksi kedua membran ini 91,94 % dan 92,08. Jadi, kinerja kedua membran silika pektin tersebut yang paling baik pada suhu kalsinasi 400°C untuk desalinasi air asin.

## METODE

Penelitian ini dilakukan dalam ruangan (indoor experiment) dengan menggunakan simulator surya. Radiasi surya disimulasikan dengan cahaya lampu halogen. Pada pengujian ini tingkat radiasi simulator surya diatur pada nilai minimum 800 W/m<sup>2</sup> (254 Btu/h.ft) berdasarkan standar ANSI/ASHRAE 93-1986 (RA 91). Penelitian pengaruh kecepatan udara terhadap unjuk kerja unit desalinasi surya ini akan diuji unjuk kerja unit desalinasi dengan kolektor surya yang divariasi intensitas radiasi suryanya dengan simulator surya. Kecepatan udara divariasi sebesar 3 m/s, 4 m/s, 5 m/s dan 6 m/s. Pada pengujian unjuk kerja unit desalinasi dengan kolektor surya, nilai intensitas radiasi surya dari simulator surya divariasi pada 828 W/m<sup>2</sup>, 924 W/m<sup>2</sup>, dan 1014 W/m<sup>2</sup>.



**Gambar 1. Alat penelitian desalinasi surya**

Penelitian ini menggunakan sistem desalinasi surya berbasis pompa kalor dengan proses humidifikasi dan dehumidifikasi terdiri atas: kompresor torak 2 silinder merek Nippon Denso tipe, kondensor AC mobil yang berjumlah 2 buah dengan dimensi panjang 58 cm, lebar 36 cm dan tebal 1,5 cm tiap kondensor, Evaporator tipe window 2 PK berjumlah 2 buah yang dipasang secara parallel, Humidifier yang digunakan terbuat dari aluminium dengan dimensi panjang 30 cm, lebar 37 cm, tinggi 35 cm yang disusun secara sejajar sebanyak 72 buah dengan jarak antar plat 5 mm dan sudut elevasi 45° tiap gelombangnya, Sprinkler ini digunakan untuk menyemprotkan air laut agar berbentuk kabut di atas humidifier sehingga luas permukaan kontak antara air laut dan udara panas menjadi lebih besar. Sprinkler pada penelitian ini berjumlah 5 buah yang dipasang di atas humidifier, disusun membentuk persegi dengan jarak antar sprinkler 16,5 cm, Fan yang digunakan untuk mengalirkan udara yang bisa diatur kecepatannya, Pompa sentrifugal Moswell Model 125C digunakan untuk memompa air laut dari bak penampung air laut menuju ke sprinkler, Termokopel yang digunakan tipe T dengan diameter 0,1 mm, Flowmeter yang digunakan adalah Variable Area Glass Flowmeter Dwyer tipe VA20440, kolektor surya plat datar dua laluan dengan 2 penutup kaca dengan dimensi 200cmx100cmx10cm

Persamaan-persamaan yang digunakan  
 Laju aliran massa udara dalam saluran:

$$\dot{m}_a = \rho_a \cdot V_a \cdot A \quad (1)$$

Penambahan Total massa uap air sebelum masuk humidifier dapat dicari dari persamaan:

$$\Delta W_1 = \dot{m}_{a1} (w_2 - w_1) \quad (2)$$

Penambahan Total massa uap air sesudah masuk dehumidifier dapat dicari dari persamaan:

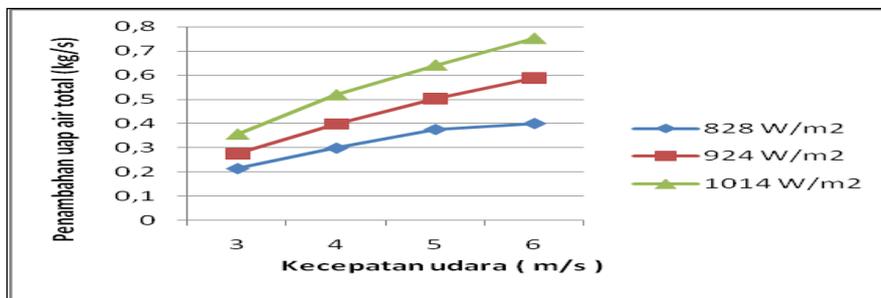
$$\Delta W_2 = \dot{m}_{a2} (w_2 - w_3) \quad (3)$$

Massa air tawar hasil produksi selama proses secara teoritis:

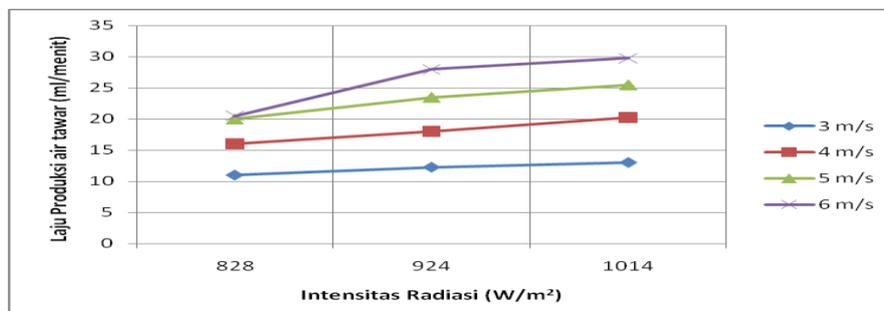
$$m_w = \int_0^\tau \dot{m}_a (w_i - w_o) dt \quad (4)$$

### HASIL

Pada gambar 2, terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan udara masuk humidifier maka penambahan massa uap air total dalam udara setelah melewati humidifier juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan semakin besar kecepatan udara masuk ke dalam humidifier, maka kesempatan udara kering untuk kontak langsung dengan air laut yang sebelumnya dipanaskan juga semakin besar sehingga uap air yang terbawa oleh udara kering setelah melewati humidifier akan semakin banyak.



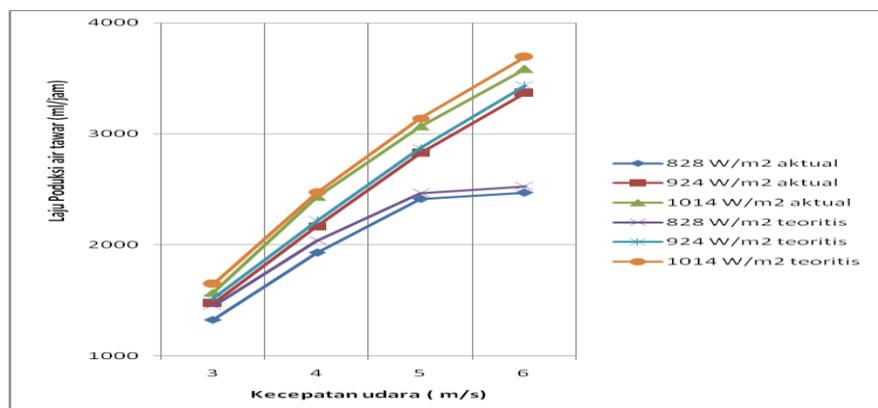
**Gambar 2. Grafik penambahan massa uap air total terhadap variasi kecepatan udara masuk humidifier**



**Gambar 3. Pengaruh intensitas radiasi surya terhadap laju produksi air tawar**

Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa laju akumulasi produksi air tawar meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas radiasi surya rata-rata pada kecepatan aliran udara yang konstan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan temperatur udara masuk dan keluar kolektor surya yang semakin besar, yang disebabkan semakin tinggi intensitas radiasi surya. Temperatur udara masuk kolektor surya relatif konstan, sehingga dengan kenaikan intensitas radiasi surya maka temperatur keluar kolektor surya semakin tinggi, dengan demikian temperatur udara masuk humidifier juga semakin tinggi. Semakin tinggi temperatur udara sebelum humidifier maka udara tersebut semakin kering yang mempunyai kadar kelembaban rendah. Ketika udara kering ini melewati humidifier, udara kering ini dapat membawa uap air lebih banyak, sehingga produksi air tawar juga akan lebih banyak.

## PEMBAHASAN



**Gambar 4. Grafik perbandingan laju produksi air tawar teoritis dan aktual dengan variasi kecepatan udara masuk humidifier**

Dalam grafik perbandingan laju produksi air tawar teoritis dan aktual pada masing-masing variasi kecepatan udara masuk humidifier terlihat pada gambar 4. Pada gambar 4 terlihat bahwa produksi air tawar teoritis lebih banyak dibandingkan produksi air tawar aktual, hal ini dikarenakan pada kondisi aktual tidak semua air tawar yang dihasilkan dari proses pengembunan pada evaporator jatuh ke dalam bak penampung air tawar, sehingga mengurangi hasil produksi air tawar aktual yang dihasilkan. Dari gambar 3 juga terlihat bahwa dengan semakin tinggi intensitas radiasi rata-rata pada kecepatan udara masuk humidifier yang konstan, maka produksi air tawar juga meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tinggi intensitas radiasi rata-rata, maka temperatur udara memasuki humidifier juga semakin tinggi, dimana pada intensitas radiasi rata-rata 828 W/m<sup>2</sup>, 924 W/m<sup>2</sup> dan 1014 W/m<sup>2</sup> dihasilkan temperatur udara rata-rata memasuki humidifier berturut-turut sebesar 59,6 °C, 63,4 °C dan 67,7 °C. Semakin tinggi temperatur udara masuk humidifier, maka kemampuan untuk menyerap uap air juga semakin tinggi. Semakin tinggi temperatur udara masuk humidifier maka penambahan massa air total dalam udara setelah melewati humidifier juga semakin tinggi. Penambahan massa uap air total dalam udara yang semakin tinggi ini dikarenakan udara pada temperatur yang lebih tinggi mempunyai kelembaban relatif yang lebih kecil daripada udara pada temperatur rendah, sehingga kemampuan untuk menyerap uap air menjadi semakin tinggi.

## SIMPULAN

Laju produksi air tawar optimum pada penelitian ini didapat pada kecepatan udara masuk humidifier sebesar 6 m/s dan intensitas radiasi surya 1014 W/m<sup>2</sup>. Laju produksi air tawar maksimum sebesar 3691 ml/jam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alihar, F. (2018). Penduduk Dan Akses Air Bersih Di Kota Semarang. *Jurnal Kependudukan Indonesia*, Vol. 13 No. 1 Juni 2018 67-76, p-ISSN: 1907-2902 (Print). e-ISSN: 2502-8537 (Online)
- Purwanto, E. W. (2020). Pembangunan Akses Air Bersih Pasca Krisis Covid-19. *The Indonesian Journal of Development Planning*. Volume IV No. 2 – Juni 2020. 207-214.
- Suheri, A., Kusmana, C., Purwanto, M., Y., J., Setiawan, Y. (2019) Model Prediksi Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penduduk di Kawasan Perkotaan Sentul City, *JSIL JURNAL TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN*, Vol. 04 No. 03, Desember 2019, 207-218.
- Martha, J. (2017). Isu Kelangkaan Air Dan Ancamannya Terhadap Keamanan Global, *JIPSi: Jurnal Ilmu Politik dan Komunikasi*, Volume VII No. 2 / Desember 2017, 147-158.
- Yasir, M., (2019). Prototype Desalinasi Air Laut Dengan Sistem Hybrid, *Skripsi*, Program Studi S-1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember.
- Dewantara, I. G. Y., Suyitno, B. M., & Lesmana, I. G. E. (2018). Desalinasi Air Laut Berbasis Energi Surya Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 7(1), 1-4.
- Astuti, A., & Efendi, Z. Perancangan Sistem Desalinasi Air Laut Menggunakan Multi Sel Elektroda Capacitive Deionization (CDI) Berbasis Karbon Aktif Tempurung Kemiri. *POSITRON*, 10(1), 51-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/positron.v10i1.37526>.
- Ambarita, H. (2018). Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Alami Dengan Tenaga Surya. *Jurnal Flywheel*, Volume 9, Nomor 1, Februari 2018, 37-42. ISSN: 1979-5858.
- Ismillayli, N., Hermanto, D., Kamali, S. R., & Fahrurazi, F. (2016). Desalinasi Berbasis Tenaga Surya Di Kecamatan Bayan Lombok Utara. *Jurnal Pijar Mipa*, Vol. XI No.2, September 2016: 131-134. ISSN 1907-1744 (Cetak) ISSN 2410-1500 (Online), DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jpm.v11i2.115>
- Elma, M., Mahmud, M., Akhbar, A., Suryani, L., Mustalifah, F. R., Rahma, A., ... & Baity, N. (2020). Aplikasi Membran Silika-Pektin Untuk Desalinasi Air Payau. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 10-16, DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8233>.