

PEMBUATAN SISTEM DESALINASI SOLAR MENGGUNAKAN KONSENTRATOR SINAR LENS A FRESNEL DALAM MENINGKATKAN PENGURANGAN KADAR GARAM PADA AIR LAUT

Ellys Kumala Pramartaningthyas¹, Aini Lostari¹, Siti Ma'shumah¹

Universitas Qomaruddin Gresik, Jawa Timur, Indonesia

Email: ellys.kumala@gmail.com

Informasi Artikel	Abstrak
Diterima: 18-11-2022 Direview: 01-12-2022 Disetujui: 27-12-2022	Air minum menjadi kebutuhan dasar manusia yang paling penting untuk menjamin kelangsungan hidup manusia. Hampir sebagian besar permukaan bumi tertutupi oleh wilayah perairan namun dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi manusia dianggap masih sangat terbatas. Daerah yang hampir sepanjang tahun mengalami kekurangan persediaan air bersih adalah terutama pada daerah pesisir pantai dan kepulauan untuk memenuhi kebutuhan manusia masih yang masih mengalami kekurangan air bersih karena tingginya kadar garam yang terkandung dalam air tanahnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem desalinasi dengan menerapkan daya sinar matahari dalam proses desalinasi dengan memanfaatkan adanya proses evaporasi air laut seperti pada proses siklus air yang terjadi secara alami. Proses desalinasi yang terjadi pada sistem desalinasi solar ini akan di optimasi menggunakan lensa fresnel sebagai sinar konsentrator untuk meningkatkan proses pengurangan kadar garam yang terjadi pada air laut yang ada pada sistem desalinasi solar. Sistem desalinasi solar menggunakan lensa Fresnel ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi bagi masyarakat daerah pesisir dan kepulauan dalam upaya pemenuhan kebutuhan air bersih untuk kehidupan sehari-hari.
Kata Kunci <i>Sistem Desalinasi Solar, Sinar Lensa Fresnel, Kadar Garam Air Laut</i>	

A. Pendahuluan

Air minum menjadi kebutuhan dasar manusia yang paling penting untuk menjamin kelangsungan hidup manusia. Hampir sebagian besar permukaan bumi tertutupi oleh wilayah perairan namun dalam pemenuhan kebutuhan air bersih bagi manusia dianggap masih sangat terbatas. Hal ini terutama terjadi akibat musim kemarau berkepanjangan, penggundulan hutan, pencemaran air oleh polutan, dan peningkatan persebaran wilayah industri dan tomografi. Daerah yang hampir sepanjang tahun mengalami kekurangan persediaan air bersih adalah terutama pada daerah pesisir pantai dan kepulauan untuk memenuhi kebutuhan manusia masih yang masih mengalami kekurangan air bersih karena tingginya kadar garam yang terkandung dalam air tanahnya. Di Indonesia, negara yang memiliki dari ribuan pulau-pulau kecil sangat membutuhkan ketersediaan air bersih akibat air tanah pada pulau-pulau kecil atau pun daerah pesisir pantai masih terkandung kadar garam yang cukup tinggi akibat terpapar oleh air laut. Di sisi lain, air laut yang memiliki ketersediaan hampir 70 % wilayah permukaan bumi belum dimanfaatkan secara optimal dalam sebagai sumber air bersih. Untuk itu dibutuhkan teknologi sistem desalinasi yang hemat energi dan ramah lingkungan untuk mengubah air laut menjadi air tawar yang dapat dikonsumsi manusia. Teknologi desalinasi yang secara komersial saat ini berkembang cenderung membutuhkan input energi yang besar, biaya pembuatan sistem dan instalasi yang besar. Keterbatasan ini menyebabkan teknologi desalinasi yang berkembang saat ini hanya dinikmati oleh negara-negara maju dan sangat sulit untuk diaplikasikan pada daerah pesisir dan kepulauan dengan aksesibilitas yang minim. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem desalinasi dengan memanfaatkan pancaran radiasi sinar matahari dalam proses desalinasi dengan menerapkan adanya proses evaporasi air laut seperti halnya pada proses siklus air yang terjadi secara alami. Air garam

yang terevaporasi akan mengalami proses kondensasi membentuk titik-titik air yang akan di kumpulkan menjadi produk air tawar yang dihasilkan oleh sistem desalinasi solar. Proses desalinasi yang terjadi pada sistem desalinasi solar ini akan di optimasi dengan menggunakan lensa fresnel sebagai sinar konsentrator untuk meningkatkan proses pengurangan kadar garam yang terjadi pada air laut yang ada pada sistem desalinasi solar. Sistem desalinasi solar menggunakan lensa Fresnel ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternative solusi bagi masyarakat daerah pesisir dan kepulauan dalam upaya pemenuhan kebutuhan air bersih untuk kehidupan sehari- hari yang murah dan ramah lingkungan

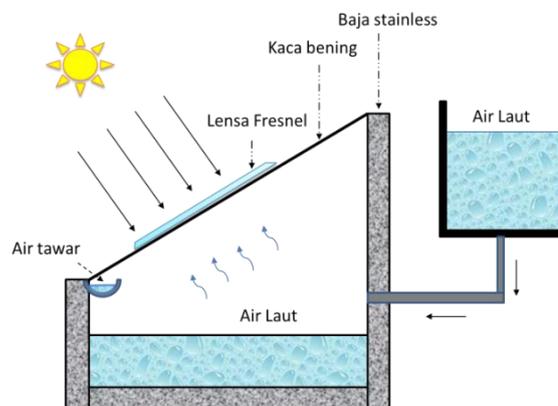
B. Metode Penelitian

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah lempeng baja stainless berukuran 5x5 meter persegi sebagai wadah penampung air laut, kaca bening berukuran 2x2 meter persegi dan lensa Fresnel sebagai media masuknya cahaya pada sistem desalinasi, pipa air kecil untuk mengalirkan air yang telah tekondensasi serta wadah penampung air bersih.

2. Metodologi penelitian

Sistem desalinasi dibuat dengan susunan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 1 Sistem Desalinasi berbasis matahari

Pada penelitian ini diujikan dengan menggunakan NaCl 0.5 M sebagai pengganti air laut yang akan dilakukan proses desalinasi. Pengujian terhadap air laut tidak dilakukan pada penelitian ini karena banyaknya kandungan yang terdapat pada air laut. Larutan NaCl yang digunakan untu menguji sistem desalinasi ini terlebih dahulu diukur konduktifitas larutannya mengunaan salinity meter. Proses desalinasi dimulai dengan mengalirkan larutan NaCl dari wadah penampung larutan garam menuju sistem desalinasi menggunakan pipa. Sistem desalinasi terdiri atas wadah air laut yang yang terbuat dari bahan konduktor yaitu baja stainless. Pada wadah ini juga terdapat kaca bening yang disusun dengan kemiringan 450 untuk mengalirkan tetes-tetes embun air hasil kondensasi dari pemanasan larutan garam. Untuk meningkatkan kecepatan penguapan air garam yang terjadi pada sistem, diatas kaca bening ditambahkan lensa Fresnel yang berfungsi untuk memokuskan cahaya yang dapat membantu menaikkan suhu dengan cepat. Cahaya yang masuk melalui kaca dan lensa akan memanaskan dan kemudian menguapkan larutan garam yang ada didalam sistem desalinasi. Embun-embun hasil kondensasi dari penguapan larutan garam akan ditampung dalam pipa

yang kemudian dialirkan ke wadah penyimpanan air hasil desalinasi . Air hasil desalinasi ini kemudian akan diuji menggunakan salinity meter untuk mengukur besarnya pengurangan kadar garam yang terjadi.

C. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sistem desalinasi air laut dengan menggunakan kerangka sistem yang terbuat dari kayu setebal 2 cm ($k =$ konduktivitas panas = $0,06 \text{ W/m}\cdot\text{OC}$ yang berukuran $50 \times 50 \text{ cm}^2$ dan untuk bagian bidang dasar/ alas kerangka. Pada bagian puncak kemiringan 26,5 cm dari alas kerangka dan 12.5 cm pada bagian lereng kerangka di ukur dari alas kerangka. Kemiringan sistem desalinasi ini sebesar 150 . Pada bagian alas kerangka sistem desalinasi menggunakan model basin / bak yang terbuat dari logam besi baja dengan ukuran $50 \times 50 \times 5 \text{ cm}^3$ dengan konduktivitas panas = $300 \text{ W/m}\cdot\text{OC}$ yang di cat menggunakan cat berwarna hitam. Penggunaan logam pada bagian alas sistem ini di maksudkan untuk meningkatkan penyerapan panas sehingga jumlah uap air yang dihasilkan akan semakin besar. Pada lapisan luar dari alas/ bak sistem desalinasi ini digunakan Styrofoam ($k =$ konduktivitas panas = $0,033 \text{ W/m}\cdot\text{OC}$ (Pitts, 1998)) berperan untuk menjaga agar panas tidak banyak keluar sehingga energi radiasi matahari lebih maksimal memanaskan air.

Untuk bagian atap sistem, dipasang kaca setebal 5 mm dan ukuran $50 \times 50 \text{ cm}^2$ Pada penelitian ini, sistem distilasi air dilengkapi dengan saluran distilant yang terbuat dari pipa PVC $\frac{3}{4}$ " yang dipasang tidak sejajar secara horizontal agar distilant dapat mengalir ke ujung pipa yang lebih rendah. Pada pipa tersebut diberi lubang sepanjang panjang pipa untuk tempat tumpuan kaca dan juga untuk tempat masuknya distilant ke pipa saluran. Bagian terakhir dari sistem adalah pemasangan lensa fresnel. Lensa fresnel diletakkan tepat berada di tengah-tengah atas sistem desalinasi Pemasangan lensa fresnel dimaksudkan sebagai solar collector yang mampu mengkonsentrasikan energi matahari Lensa fresnel yang digunakan berdimensi $27,3 \text{ cm} \times 27,3 \text{ cm} \times 4,58 \text{ mm}$ dan panjang fokus 13,5 cm. Pemasangan lensa fresnel ditunjukkan pada Gambar 2.



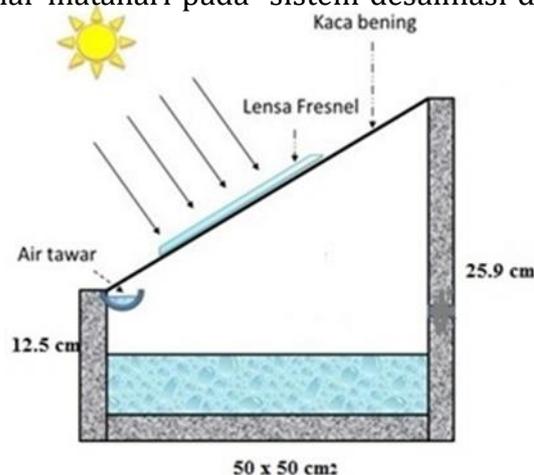
Gambar 2 Sistem Desalinasi menggunakan Lensa Fresnel

Pada saat proses pengujian desalinasi berlangsung ketika sistem telah mencapai suhu tertentu, maka larutan uji akan menguap di seluruh penampang luas bak distilasi. Pada peristiwa ini, hanya air murni saja yang akan menguap, sedangkan mineral-mineral lain tertinggal di bak. Uap-uap air tersebut akan menuju ke kaca dan terjadi proses kondensasi di bawah lapisan kaca. Hasil dari proses kondensasi adalah munculnya butiran air pada bagian dalam lapisan kaca. Dengan kemiringan lapisan kaca tertentu dan berat butiran air, akan

membuat butiran air tersebut turun menuju saluran air hasil distilasi. Saluran air hasil distilasi diletakkan tidak sejajar, salah satu ujung lebih tinggi posisinya dibandingkan ujung yang lain, sehingga air mengalir ke ujung yang lebih rendah. Pada akhir ujung yang lebih rendah sudah disiapkan wadah sebagai penampung terakhir air hasil distilasi (distilant). Bagian atas rancangan sistem distilasi air dibuat seperti atap rumah agar pada masa penyinarannya radiasi sinar matahari dapat diterima dengan maksimal pada setiap waktunya. Radiasi cahaya matahari yang menuju sistem akan difokuskan menggunakan lensa Fresnel. Dengan adanya lensa fresnel yang ditambahkan ke dalam sistem desalinasi, diharapkan dapat meningkatkan produktifitas sistem desalinasi yang telah dibuat serta didapatkan hasil desalinasi berjalan lebih cepat dan air tawar yang dihasilkan semakin banyak.

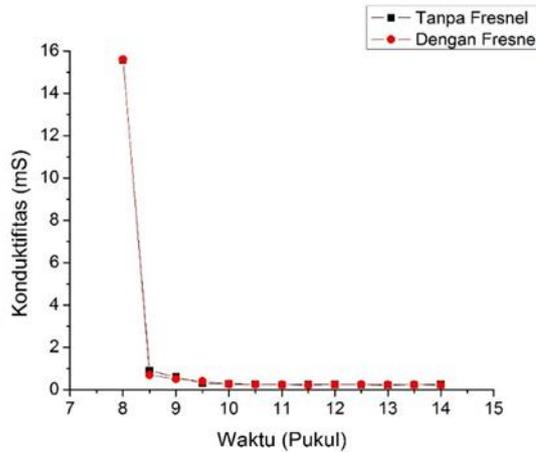
Pengujian system desalinasi ini menggunakan 2 sampel air asin yang pertama menggunakan air garam dengan melarutkan serbuk NaCl murni dengan aquades dengan konsentrasi larutan NaCl sebesar 0.5M. NaCl murni yang kemudian diukur kadar garamnya sebelum digunakan pada proses desalinasi pada sistem. Hasil desalinasi dilakukan pengujian dengan salinity meter untuk mengetahui pengurangan kadar garam yang terjadi sebelum dan sesudah proses desalinasi

Sampel kedua yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut. Air laut yang digunakan merupakan air laut yang diambil langsung dari pantai Delegan Gresik. Air laut yang akan di ujikan ke dalam sistem desalinasi solar ini di diam kan selama 24 jam terlebih dahulu sebelum di gunakan ke dalam sistem desalinasi solar. Hal ini terkait dengan pengendapan logam-logam berat ,bakteri, serta zat-zat lain yang terkandung di dalam air laut selain larutan garam. Pada proses pengujian sistem desalinasi solar ini dilakukan upaya optimasi sistem dengan menggunakan lensa Fresnel. Sehingga dalam proses pengujian sistem desalinasi solar ada dua variasi sistem yang digunakan. Yang pertama sistem desalinasi dengan atap berupa kaca dan sistem desalinasi dengan menggunakan tambahan lensa Fresnel pada atap sistem desalinasi. Lensa Fresnel berfungsi seperti layaknya lensa okuler, dimana sinar yang datang akan di fokuskan pada satu titik tertentu sesuai dengan titik fokus lensa setelah melalui lensa. Posisi lensa fresnel ini di atur sedemikian sehingga focus lensa tepat mengenai dasar sistem. Hal ini dilakukan agar radiasi sinar matahari yang datang menuju sistem dapat di fokuskan tepat membutk satu titik. Dengan proses ini, radiasi sinar matahari dapat meningkatkan pemanasan alas sistem yang bersifat konduktor (penghantar panas) serta meningkatkan pemanasan pada air laut/ air garam. Dengan peningkatan pemanasan pada sistem ini di harapkan hasil desalinasi akan semakin banyak dan berjalan dengan waktu yang cepat. Ilustrasi perjalanan sinar matahari pada sistem desalinasi dapat di tunjukkan pada gambar dibawah ini.



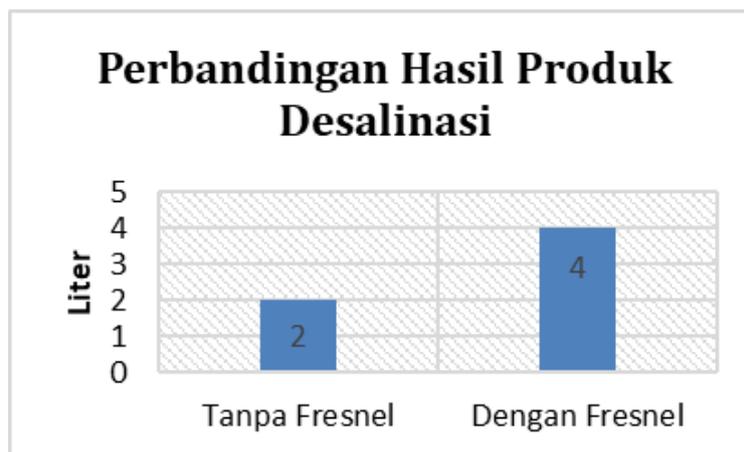
Gambar 3 Ilustrasi perjalanan sinar matahari melewati lensa fresnel

Hasil eksperimen desalinasi pertama yang dilakukan adalah penggunaan sampel larutan NaCl 0.5 M pada proses desalinasi. Sebelum proses desalinasi berlangsung sampel larutan NaCl 0.5 M di ukur terlebih dahulu konduktifitasnya menggunakan salinity meter . Hasil eksperimen pertama ini dapat ditunjukkan seperti pada grafik berikut ini



Gambar 4 Grafik Perubahan Konduktifitas Larutan NaCl

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan pengurangan kadar garam pada sistem desalinasi solar dan sistem desalinasi solar menggunakan lensa Fresnel yang hampir sama yakni sekitar 98.6 % . Perbedaan diantara sistem dengan menggunakan lensa Fresnel dan sistem tanpa menggunakan lensa Fresnel adalah jumlah produk air tawar yang dihasilkan oleh sistem desalinasi solar. Pada proses desalinasi yang berlangsung dari pukul 08.00 pagi hingga pukul 14.00 siang dapat di tunjukkan pada grafik berikut :

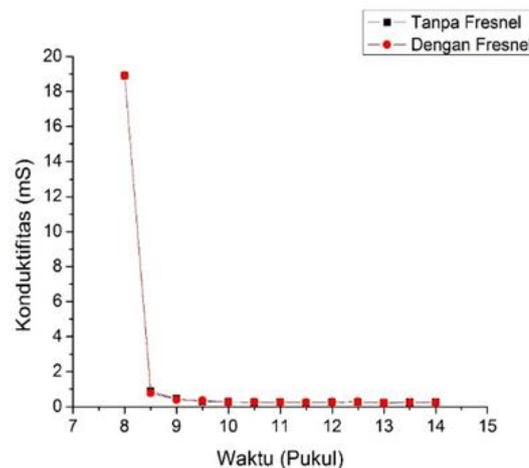


Gambar 5 Grafik Perbandingan hasil desalinasi pada sistem desalinasi solar dengan menggunakan lensa fresnel dan tidak menggunakan lensa fresnel

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan penggunaan lensa fresnel dengan durasi waktu penyinaran yang sama yaitu selama 6 jam memberikan dampak jumlah air tawar yang dihasilkan sistem desalinasi 100% lebih banyak dari pada sistem desalinasi tanpa lensa fresnel. Hal ini menunjukkan penggunaan lensa sangat berperan pada meningkatkan kalor yang yang diserap oleh sistem untuk pemanasan air garam / larutan garam untuk dapat berkondensasi menjadi titik titik air. Ekseperimen yang kedua adalah penggunaan air laut sebagai sampel air garam yang akan dilakukan proses desalinasi pada sistem desalinasi solar. Sebelum proses desalinasi berlangsung, terlebih dahulu di ukur konduktifitas air laut

SALINGDIDIK IX 2022**Sains, Lingkungan dan Pendidikan**

menggunakan salinity meter. Adapun hasil yang di dapatkan dapat di lihat seperti pada grafik di bawah ini : Berdasarkan grafik di atas menunjukkan pengurangan kadar garam pada sistem desalinasi solar dan sistem desalinasi solar menggunakan lensa Fresnel yang hampir sama yakni sekitar 98.6 % . Perbedaan diantara sistem dengan menggunakan lensa Fresnel dan sistem tanpa menggunakan lensa Fresnel adalah jumlah produk air tawar yang dihasilkan oleh sistem desalinasi solar. Pada proses desalinasi yang berlangsung dari pukul 08.00 pagi hingga pukul 14.00 siang dapat di tunjukkan pada grafik berikut :



Gambar 6 Grafik Perubahan Konduktifitas Air Laut

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan pengurangan kadar garam pada sistem desalinasi solar dan sistem desalinasi solar menggunakan lensa Fresnel yang hampir sama yakni sekitar 98.2 % . Seperti halnya pada sampel menggunakan larutan NaCl, penggunaan lensa fresnel dengan durasi waktu penyinaran yang sama yaitu selama 6 jam memberikan dampak jumlah air tawar yang dihasilkan sistem desalinasi 100% lebih banyak dari pada sistem desalinasi tanpa lensa fresnel Selain dilakukan kedua eksperimen diatas dilakukan juga pengukuran tingkat radiasi matahari yang menyinari sistem desalinasi solar. Pengambilan data desalinasi dilakukan selama 4 hari dengan perlakuan eksperimen sistem desalinasi dengan penyinaran penuh pada sinar matahari. Eksperimen dilaksanakan pada tanggal 1-4 oktober pada pukul 08.00-14.00 WIB. Pada hari tersebut cuaca relative sangat cerah tanpa ada mendung yang menghalangi proses penyinaran sistem.

D. Simpulan

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian ini adalah Pada penelitian ini telah dirancang dan dibuat sistem distilasi air dengan menggunakan model atap double slope. Untuk menampung larutan uji digunakan bak dari bahan galvanis yang mempunyai tujuan sebagai media untuk menahan panas agar suhu larutan uji tidak cepat turun sehingga potensi penguapan larutan uji semakin tinggi. Selain itu digunakan styrofoam yang mempunyai peran sebagai bahan isolator, ditunjukkan dengan relatif kecilnya delta suhu antara kedua permukaannya. Dari pengujian dan analisa data yang telah dilakukan, pada interval irradiasi matahari 0.43-0.96 kWatt/m² , telah didapatkan penurunan kadar garam selama proses distilasi pada sistem yang dibuat adalah sebesar 98,6 % . Dan penggunaan lensa fresnel dengan durasi waktu penyinaran yang sama yaitu selama 6 jam memberikan dampak jumlah air tawar yang dihasilkan sistem desalinasi 100% lebih banyak dari pada sistem desalinasi tanpa lensa fresnel.

E. Daftar Pustaka

- A., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D. & Smyth, M. (2019). Global applicability of solar desalination. *Renewable Energy* 88, 200-219,
- F.N. Tiwari , A.K. Tiwari (2019) “ Solar distillation practice for water desalination Systems “ISBN-13: 978-1905740888 Anshan Ltd
- K. Astawa, M. Sucipta, and I. P. G. A. Negara, “Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergelombang Berbahan Dasar Beton,” *J. Ilm. Tek. Mesin Cakra M*, vol. 5, no. 1, pp. 7–13, 2011.
- K. Wyrcki, *Physical Oceanography of the Southeast Asian Water*. La Jolla: Naga Report Univ. California, 1961.
- L. Aba, “Karakteristik Permukaan Absorber Radiasi Matahari Pada Solar Still dan Aplikasinya Sebagai Alat Destilasi Air Laut Menjadi Air Tawar,” *J. Sains MIPA*, vol. 13, no. 3, pp. 201–205, 2007.
- M, C. & Yadav, A. Water desalination system using solar heat: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67, 1308-1330, doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.058> (2017).
- Morad, M. M., El-Maghawry, H. A. M. & Wasfy, K. I.” A developed solar-powered desalination system for enhancing fresh water productivity. *Solar Energy* “146, 20-29,doi:<https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.02.002> (2017).
- Mulyanef, “Prestasi Sistem Desalinasi Tenaga Surya Menggunakan Berbagai Tipe Kaca Penutup Miring,” *Jurnal Teknos-2k*, vol. 7, no. 1, pp. 13–17, 2007.
- Mulyanef, Burmawi, and M. K, “Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih dan Garam dengan Destilasi Tenaga Surya,” *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 25–29, 2014.
- N. R. Ismail, “Pengaruh Bentuk Cover Terhadap Produktifitas dan Efisiensi Solat Still,” *J. Teknol.*, vol. 3, no. 1, pp. 70–74, 2010.
- R. Lasabuda, “Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia,” *J. Ilm. Platax*, vol. 1, no. 2, pp. 92–101, 2013.
- R. R. Hidayat, “Rancang Bangun Alat Pemisah Garam dan Air Tawar Menggunakan Energi Matahari,” Skripsi, 2011.
- Robert Y. Ning(2011), “Expanding Issues in Desalination” ISBN 978-953- 307-624-9, 424 pagesInTech, Chapters published Noam Lior(2018) , “Advances in Water Desalination” ISBN: 978-0-470-05459-8, 712 pages, Wiley
- S. Abdullah, “Pemanfaatan Distilator Tenaga Surya (Solar Energy) Untuk Memproduksi Air,” *Lap. Penelit. Sekol. Pascasarj. UGM*, 2005.

SALINGDIDIK IX 2022

Sains, Lingkungan dan Pendidikan

S. Al-Kharabsheh and D. Y. Goswami, "Analysis of an innovative Water Desalination System Using Low-grade Solar Heat," Elsevier Sci., vol. 156, pp. 323–332, 2003.

Soteris Kalogirou (2018) "Thermal Solar Desalination : Methods and Systems" ISBN13 9780128096567 , Elsevier Science Publishing Co Inc Pugsley,

Y. Atharis, "Tingkat Kepuasan Nelayan Terhadap Pelayan Penyediaan Kebutuhan Melaut Di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus Sumatera Barat," Skripsi, 2008.