

Fabrikasi Prototipe Sistem Distilasi Berbasis Optik Dalam Proses Pengurangan Kadar Garam Pada Air Laut

Ellys Kumala Pramartaningthyas¹⁾ dan Nailul Izzah²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, ²⁾ Program Studi Teknik Industri

Universitas Qomaruddin Gresik, Jl. Raya Bungah No.1, Desa Bungah, kecamatan Bungah, Bungah, Kec. Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding : ellys.kumala@gmail.com

Abstract

Availability of water is very important in supporting human life. This is closely related to the fulfillment of basic needs for the continuation of human life. However, currently the community is facing the problem of uneven availability of clean water that can be accessed by the community. This can be caused by prolonged drought, groundwater pollution problems due to waste and chemicals, lack of adequate access to clean water facilities and so on. On the other hand, sea water which fills most of the earth's surface has not been maximally utilized by the community, especially for coastal communities. This study aims to carry out the process of fabricating a prototype seawater distillation system by utilizing sunlight for the desalination process of seawater into fresh water. This process has the same mechanism as the course of the water cycle in nature. In this process optimization is carried out by adding an optical lens, namely the Fresnel lens to speed up the process of heating seawater so that more fresh water is produced. In the process of this research there was a decrease in salt content by 98.8% and an increase in the amount of fresh water produced by 2 times when using an optical fresnel lens.

Abstrak

Ketersediaan air menjadi hal yang sangat penting dalam menunjang kehidupan manusia. Hal ini sangat terkait dengan pemenuhan kebutuhan dasar untuk keberlangsungan kehidupan manusia. Namun saat ini masyarakat menghadapi permasalahan tidak meratanya ketersediaan air bersih yang dapat di akses masyarakat. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kekeringan yang berkepanjangan, masalah pencemaran air tanah karena limbah dan zat-zat kimia, kurangnya fasilitas akses air bersih yang memadai dan lain sebagainya. Di sisi lain air laut yang memenuhi sebagian besar permukaan bumi belum secara maksimal di manfaatkan oleh masyarakat terutama untuk masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses fabrikasi prototipe sistem distilasi air laut dengan memanfaatkan sinar matahari untuk proses desalinasi air laut menjadi air tawar. Proses ini memiliki mekanisme yang sama dengan perjalanan siklus air yang ada di alam. Pada proses ini dilakukan optimasi dengan menambahkan lensa optik yaitu lensa Fresnel untuk mempercepat proses pemanasan air laut sehingga air tawar yang di hasilkan semakin banyak. Dalam proses penelitian ini terjadi penurunan kadar garam sebesar 98,8 % dan meningkatkan jumlah air tawar yang di hasilkan sebesar 2 kali lipat Ketika di lakukan penggunaan lensa optic fresnel

Kata kunci: Air laut, Distilasi, Fresnel

PENDAHULUAN

Peradaban manusia saat ini telah sampai pada peradaban industri 4.0 dimana manusia telah mengalami kemajuan dalam berbagai aspek antara lain teknologi dan ilmu pengetahuan. Namun dengan berbagai kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat ini ternyata masih belum sepenuhnya menyelesaikan permasalahan yang di hadapi oleh manusia[1]. Permasalahan ini salah satunya adalah mengenai ketersediaan air bersih. Tidak meratanya ketersediaan air bersih ini menjadi isu yang sangat penting untuk dapat diselesaikan karena terkait dengan segala aspek kehidupan seperti halnya bidang kesehatan sampai dengan kesejahteraan masyarakat[2]. Hal ini menjadi permasalahan yang cukup besar dengan besarnya pencemaran lingkungan, kekeringan yang berkepanjangan, pengebangan hutan besar-besaran dan permasalahan lainnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) capaian akses air bersih yang layak saat ini di Indonesia mencapai 72,55 persen[3]. Angka ini masih di bawah target Sustainable Development Goals (SDGs) yakni sebesar 100 persen dengan kisaran sebanyak 33,4 juta penduduk kekurangan air bersih dan 99,7 juta jiwa kekurangan akses untuk ke fasilitas sanitasi yang baik. Untuk mencegah terjadinya krisis air di berbagai tempat dibutuhkan peran aktif dari pemerintah dan berbagai pihak yang terkait seperti melakukan pengembangan teknologi dalam penyediaan air. Salah satu pengembangan terkait hal tersebut salah satunya adalah tentang pemanfaatan air laut untuk pemenuhan kebutuhan air bersih masyarakat[4]. Air laut yang memiliki ketersediaan hampir 70 % wilayah permukaan bumi belum dimanfaatkan secara optimal dalam sebagai sumber air bersih[5]. Teknologi desalinasi merupakan teknologi yang dapat memisahkan ion-ion garam dari air laut sehingga menghasilkan air tawar yang dapat dikonsumsi manusia. Teknologi desalinasi yang berkembang saat ini beberapa contohnya adalah *Reverse osmosis*, *multi-stage flash distillation*, dan *multi-effect distillation*[6]. Namun teknologi tersebut membutuhkan pembiayaan yang cukup besar, daya listrik yang tinggi serta cukup sulit di aplikasikan di daerah pesisir yang memiliki akses yang cukup sulit. Disisi lain pula sumber daya matahari yang melimpah di daerah pesisir dapat menjadi salah satu faktor pendukung yang penting untuk pengembangan teknologi desalinasi[7].

Dalam penelitian ini dikembangkan suatu sistem desalinasi dengan menggunakan proses distilasi untuk mendapatkan air tawar dari air laut. Proses ini mengadaptasi proses siklus hidrologi yang terjadi secara alami[8]. Air garam yang terevaporasi karena pencahayaan matahari 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[9]. 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 yang murah dan ramah lingkungan[10].

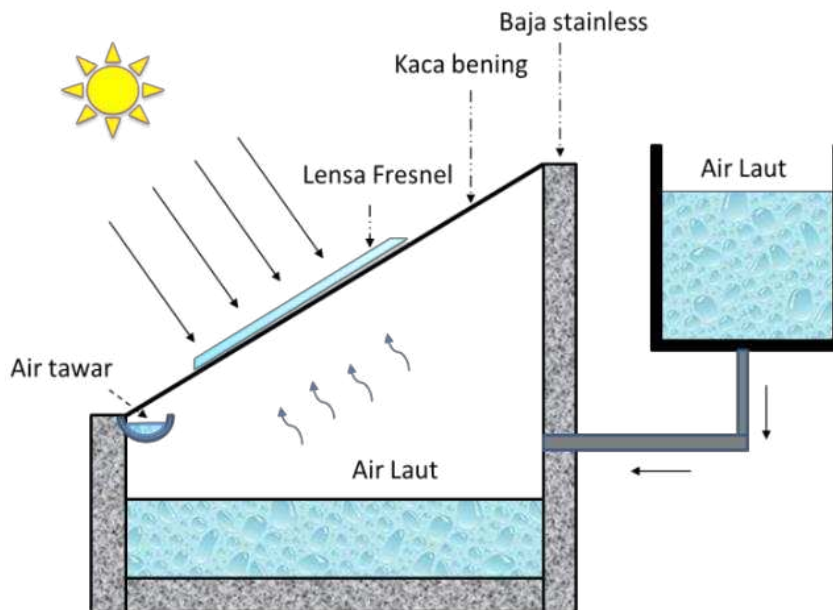
METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang di butuhkan untuk fabrikasi prototipe sistem distilasi ini antara lain adalah lempeng baja stainless berukuran 500 cm² yang berperan sebagai wadah penampungan air laut, kaca bening berukuran 200 cm² dan lensa optik Fresnel yang berfungsi untuk memfokuskan cahaya yang masuk kedalam chamber sistem distilasi serta pipa berdiameter 25mm untuk mengalirkan air tawar yang di hasilkan.

B. Metodologi penelitian

Proses perancangan prototipe sistem distilasi ini di lakukan sesuai dengan desain pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Sistem Desalinasi berbasis matahari

Setelah dilaksanakan proses perancangan system tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap system distilasi yang telah di buat. Pada proses pengujian untuk prototipe ini dilakukan dengan menggunakan larutan uji berupa larutan NaCl dengan konsentrasi sebesar 0.5 M dan di lakukan pengujian pula menggunakan air laut yang di ambil secara langsung dari laut Gresik. Larutan uji ini kemudian di lakukan pengukuran nilai konduktifitas terlebih dahulu menggunakan salinity meter. Setelah diketahui nilai konduktifitas awal dari larutan uji yang digunakan kemudian larutan uji di alirkan kedalam chamber system distilasi. Setelah larutan uji telah berada dalam bak penampungan kemudian system distilasi tersebut di pindah ke tempat dimana cahaya matahari dapat mengenai system distilasi secara maksimal. Tahapan selanjutnya dari pengujian ini adalah menunggu kondensasi yang terjadi pada kaca bening yang disusun dengan kemiringan 45° . Yang telah di lengkapi dengan lensa optic Fresnel. Setelah terjadi kondensasi maka tetes-tetes air akan mengalir melalui kaca menuju bak penampungan air tawar. Tahpan terakhir dari pengujian ini adalah mengukur konduktifitas larutan hasil kondensasi menggunakan salinity meter. Dalam hal ini lensa Fresnel berfungsi sebagai pemfokus cahaya matahari yang datang menuju chamber. Hal ini di butuhkan untuk mempercepat kenaikan suhu di dalam chamber sehingga air tawar yang di hasilkan semakin banyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan prototipe sistem distilasi ini dilakukan dengan menggunakan kerangka sistem yang terbuat dari bahan kayu dengan ketebalan 200 mm dengan nilai konduktifitas panas sebesar $0.06 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ dengan ukuran luas penampang 25 m^2 pada bidang alas bak penampung larutan uji. Dari puncak segitiga sampai dasar sistem memiliki ketinggian 27 cm dari dasar sistem dan 13 cm pada bagian lereng[11]. Adapun sistem distilasi ini di fabrikasi dengan kemiringan 45° . Bagian

dasar sistem merupakan bak penampung larutan penguji yang terbuat dari logam besi baj dengan dimensi panjang 50 cm lebar 50 cm dan ketinggian 5 cm dengan nilai konduktifitas panas sebesar $300 \text{ W/m}^0 \text{ C}$ yang di lakukan pengecatan dengan warna hitam. Bak penampungan larutan uji ini secara khusus dibuat dari bahan logam dengan tujuan untuk meningkatkan penyerapan panas sehingga meningkatkan uap air yang di hasilkan. Untuk lapisan di bawah bak penampungan larutan uji di lapihin dengan sterofoam dengan konduktifitas panas sebesar $0.033 \text{ W/m}^0 \text{ C}$ yang memiliki peran sebagai perangkap panas yang masuk kedalam sistem agar panas tidak banyak yang keluar dari dalam sistem hal ini diperlukan agar energi radiasi matahari lebih terpancar secara maksimal untuk memanaskan larutan uji yang diberikan pada sistem.

Pada bagian atas dari prototipe sistem distilasi ini dilakukan pemasangan kaca setebal 0.05 cm dan memiliki dimensi $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$. Prototipe sistem distilasi ini dilengkapi dengan saluran distilant yang menggunakan material pipa Pvc $\frac{3}{4}$ dipasang secara horizontal. Hal ini di maksudkan agar air dapat mengalir dengan mudah ke ujung pipa yang memiliki posisi yang lebih rendah. Pada pipa tersebut. Pada pipa tersebut di buat tempat tumpuan kaca dari sistem sehingga tetes-tetes air yang mengalir dari kaca dapat tertampung dengan baik pada pipa tersebut. Bagian akhir dari proses perancangan ini adalah pemasangan lensa optik fresnel. Lensa optik fresnel ini diletakan tepat di tengah-tengah kaca sistem distilasi. Lensa fresnel ini berfungsi sebagai solar collector yang dapat memfokuskan energi panas matahari yang masuk kedalam lensa kemudian diteruskan pada logam bak penampungan. Adapun dimensi dari lensa fresnel yang digunakan pada sistem ini adalah $28 \text{ cm} \times 28 \text{ cm} \times 5 \text{ mm}$ dengan panjang fokus lensa 14 cm. Pemasangan lensa fresnel ini ditunjukkan sesuai pada gambar berikut ini



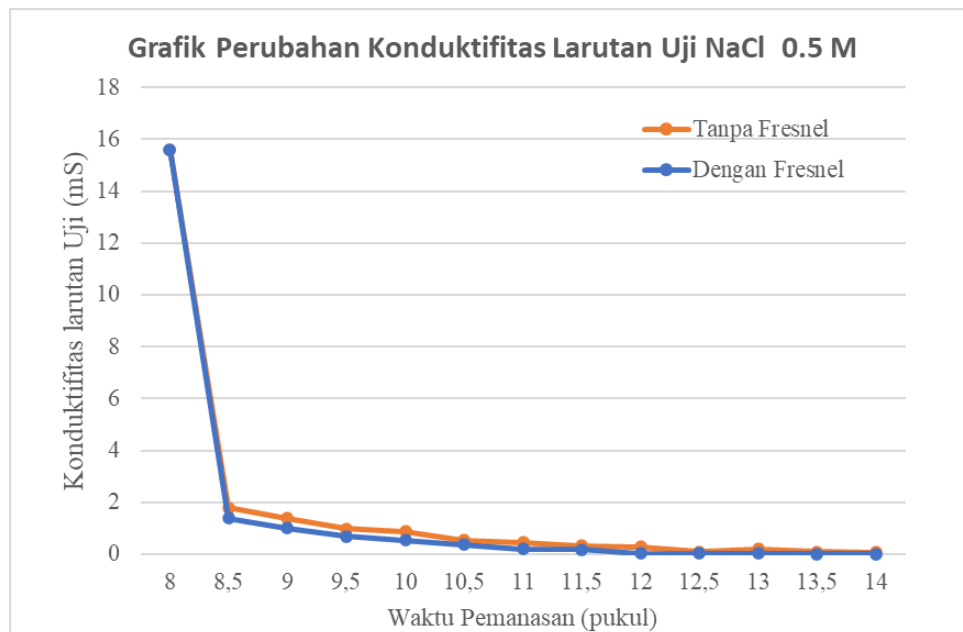
Gambar 2 Sistem Desalinasi menggunakan Lensa Fresnel

Proses pengujian yang dilakukan setelah proses perancangan sistem ini dilaksanakan adalah dengan pemanasan menggunakan energi matahari. Apabila pemanasan telah terjadi pada sistem distilasi maka pada suhu tertentu akan terjadi kondensasi pada bagian atas sistem yang ditandai dengan adanya titik-titik air yang menempel pada bagian atas sistem. Titik-titik air yang menempel pada bagian atas ini akan terkumpul dan akan mengalir mengikuti kemiringan atas dan akan terkumpul pada bak penampungan air bersih. Saluran air di desain dengan sengaja tidak sejajar sehingga salah satu ujung lebih tinggi daripada ujung yang lain, sehingga air tawar yang dihasilkan dapat mengalir dengan baik ke ujung yang lebih rendah. Pada sisi ujung yang memiliki posisi lebih rendah telah disiapkan bak penampung akhir dari air hasil distilasi atau yang disebut sebagai distilant. Bagian atas prototipe sistem distilasi ini di desain seperti atap rumah agar pada waktu pencahayaan sinar matahari dapat diterima secara maksimal pada setiap waktu. Cahaya

matahari yang masuk kedalam sistem di terima dan kemudian difokuskan oleh lensa fresnel , sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktifitas sistem distilasi , mempercepat proses evaporasi larutan uji serta meningkatkan volume air tawar yang dihasilkan.

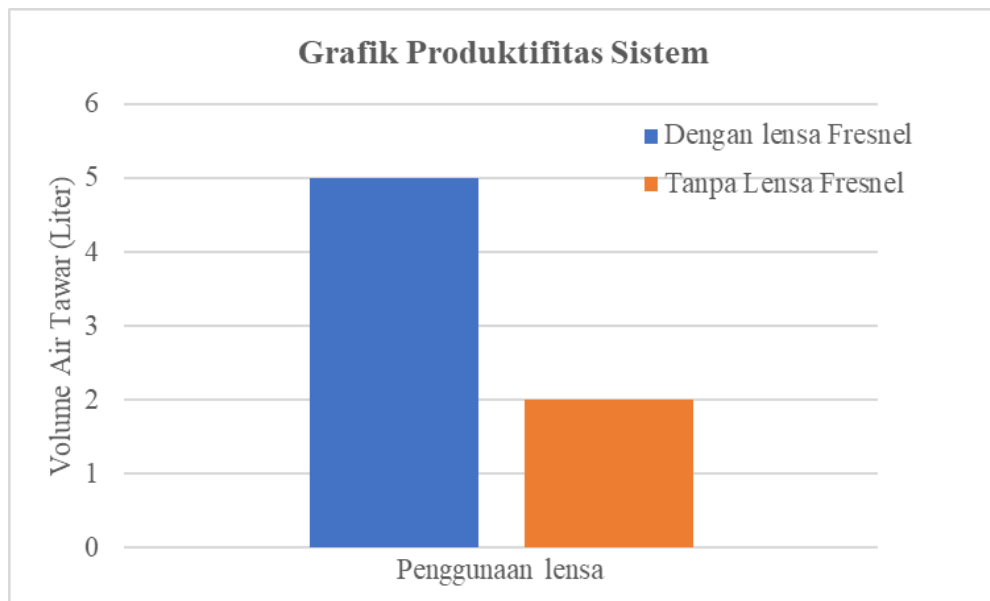
Proses pengujian sistem ini menggunakan 2 sampel larutan uji. Larutan uji yang pertama adalah larutan NaCl dengan konsentrasi 0.5 M yang di buat dengan melarutkan serbuk NaCl murni dengan aquade sehingga konstrasi larutan NaCl sebesar 0.5 M. Kemudian larutan ini dilakukan pengukuran konduktifitas larutan menggunakan salinity meter sebelum dan sesudah proses distilasi. Sampel larutan uji yang kedua yang digunakan dalam pengujian sistem ini adalah air laut. Air laut ini di ambil secara langsung dari pantai delegan gresik[3]. Air laut ini kemudian di diamkan selama 24 jam untuk mengendapkan logam-logam berat ,bakteri, serta zat-zat lain yang terkandung di dalam air laut selain larutan garam. Selain menggunakan dua larutan uji, variasi pengujian juga dilakukan dengan variasi sistem distilasi menggunakan lensa fresnel dan tidak menggunakan lensa fresnel. Lensa fresnel ini layaknya lensa okule yang mana cahaya matahari yang datang akan difokuskan pada satu titik fokus yang mengenaik bak penampungan larutan uji. Peletakan lesna fresnel ini di lakukan pengaturan sedemikian sehingga titik fokus dari lensa fresnel ini tepat mengenak bak penampungan yang terbuat dari logam. Hal ini dimaksudkan agar cahaya matahari yang memasuki sistem distilasi dapat membentuk titik fokus sehingga pemanas pada bak penampungan terjadi secara maksimal. Dengan adanya hal ini di harapkan , produktifitas air tawar yang dihasilkan juga semakin besar dengan waktu distilasi yang lebih cepat.

Setelah dilakukan pengujian, hasil dari pengujian ini dapat di analisa sebagai berikut. Pengujian pertama yang dilakukan adalah penguji menggunakan larutan uji NaCl 0.5 M pada proses distilasi. Hasil perubahan konduktifitas larutan dilakukan pada setiap 30 menit pada rentang waktu 6 jam penyinaran. Hasil eksperimen tersebut ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 4 Grafik Perubahan Konduktifitas Larutan NaCl

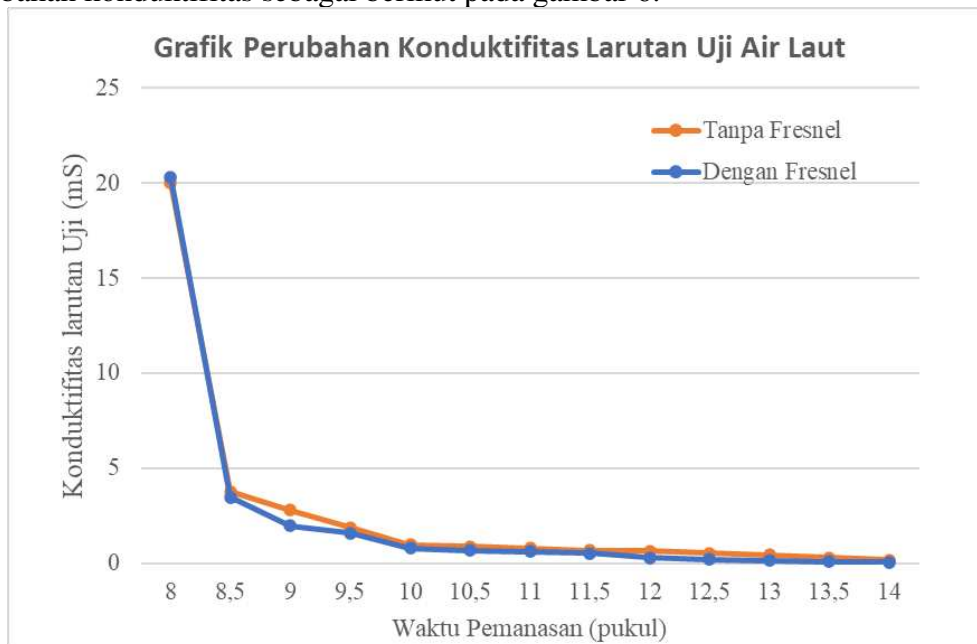
Grafik perubahan konduktifitas larutan uji di atas menunjukkan perubahan kadar garam yang terjadi di dalam larutan uji, Dari pengujian ini dihasilkan pengurangan sebesar 99%. Adapun perbedaan penggunaan lensa fresnel dapat dilihat dari jumlah volumen air tawar yang dihasilkan. Dengan waktu penyinaran yang sama yaitu sekitar 6 jam penyinaran , ternyata penggunaan lensa fresnel memiliki produktifitas 150% lebih banyak daripada tanpa penggunaan lensa. Adapun jumlah air tawar yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5 Grafik Perbandingan hasil desalinasi pada sistem desalinasi solar dengan menggunakan lensa fresnel dan tidak menggunakan lensa fresnel pada larutan uji NaCl 0.5 M

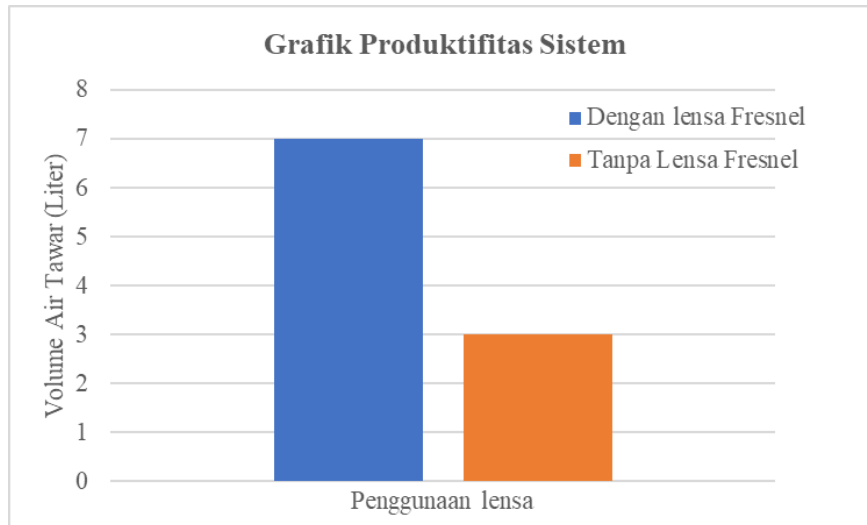
Penggunaan lensa fresnel berdasarkan hasil pengujian memiliki peran yang cukup penting pada proses peningkatan energi kalor yang dibutuhkan oleh sistem distilasi untuk proses evaporasi larutan uji, Hal ini menyebabkan hasil kondensasi yang terjadi pada bagian atap kaca mengalami peningkatan yang signifikan yaitu sebesar 150% jauh lebih besar daripada sistem yang tidak menggunakan lensa.

Pengujian kedua yang dilakukan adalah dengan menggunakan sampel larutan uji air laut secara langsung. Dengan menggunakan metode yang sama yaitu dengan pengambilan data setiap 30 menit dalam waktu 6 jam penyinaran dengan dan tanpa penggunaan lensa fresnel didapatkan hasil perubahan konduktifitas sebagai berikut pada gambar 6.



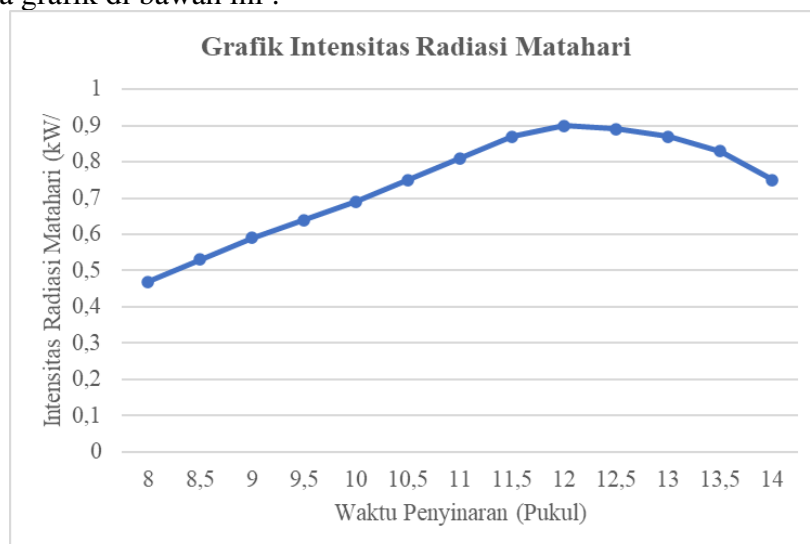
Gambar 6 Grafik Perubahan Konduktifitas Air Laut

Grafik pada gambar 6 menunjukkan perubahan kadar garam pada sistem distilasi memiliki hasil pengurangan yang hampir sama yaitu sebesar 99,2 % dengan jumlah air tawar yang dihasilkan 150% lebih besar ketika disistem distilasi dilengkapi dengan lensa fresnel yaitu sebesar 6 liter air tawar.



Gambar 7 Grafik Perbandingan hasil desalinasi pada sistem desalinasi solar dengan menggunakan lensa fresnel dan tidak menggunakan lensa fresnel pada larutan uji air laut

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. Adapun grafik intensitas energi matahari yang memberikan penyinaran pada sistem dapat ditunjukkan pada grafik di bawah ini .



Gambar 8 Grafik Intensitas Energi Matahari

Pada saat pengujian di lakukan intensitas radiasi matahari berada pada Interval 0.5-0.96 kWatt/m². Intensitas energi matahari semakin mengalami peningkatan dari jam 8 pagi dan mencapai puncak pada pukul 12 siang dan mengalami penurunan sampai pukul 14 siang.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat di ambil kesimpulan bahwa telah di lakukan perancangan suatu prototipe sistem distilasi untuk mengurangi kadar garam pada air laut dengan memanfaatkan energi solar. Perancangan ini dibuat dengan menggunakan model atap single slope. Penambahan lensa optik fresnel di berikan pada sistem untuk meningkatkan produktifitas sistem dengan meningkatkan pencahayaan pada sistem distilasi. Dari pengujian dan analisa data yang telah dilakukan, pada interval irradiasi matahari 0.5-0.96 kWatt/m² , telah didapatkan penurunan kadar garam selama proses distilasi pada sistem yang dibuat adalah sebesar 98,8 %. Dan penggunaan lensa fresnel dengan durasi waktu penyinaran yang sama yaitu selama 6 jam memberikan dampak jumlah air tawar yang dihasilkan sistem desalinasi 150% lebih banyak dari pada sistem desalinasi tanpa lensa fresnel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. A. Siregar and S. Lubis, "Pengaruh Jarak Kaca Terhadap Efisiensi Alat Destilasi Air Laut yang Memanfaatkan Energi Matahari di Kota Medan," *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, vol. 2, no. 2, pp. 51–55, Dec. 2018, doi: 10.31289/JMEMME.V2I2.2115.
- [2] A. E. N. Saputro, B. V Tarigan, M. Jafri, and J. T. Mesin, "Pengaruh Sudut Kaca Penutup dan Jenis Kaca terhadap Efisiensi Kolektor Surya pada Proses Destilasi Air Laut," *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, vol. 3, no. 1, pp. 65–74, 2016, doi: 10.1234/LJTMU.V3I1.466.
- [3] L. Aba Jurusan Fisika, F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, U. Haluoleo Jalan HEA Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, and S. Tenggara, "KARAKTERISTIK PERMUKAAN ABSORBER RADIASI MATAHARI PADA SOLAR STILL DAN APLIKASINYA SEBAGAI ALAT DESTILASI AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR," *Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung*, vol. 5, no. 3, pp. 201–205, Mar. 2012, Accessed: Jun. 04, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/sains/article/view/169>
- [4] D. A. Bara, G. Gusnawati, and N. Nurhayati, "Pengaruh Tebal Kaca Penutup terhadap Efisiensi Kolektor Surya Pelat Gelombang Tipe V pada Proses Destilasi Air Laut," *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana (LJTMU)*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2016, doi: 10.1234/LJTMU.V3I2.470.
- [5] A. Penggunaan Surya Panel Phollicystal, W. Sebagai Kinerja Destilator Air Laut Faisal Irsan Pasaribu, A. Kurnia Hasibuan, N. Evalina, and E. Sahnur Nasution, "Analisa Penggunaan Surya Panel Phollicystal 240 WP Sebagai Kinerja Destilator Air Laut," *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 90–99, Feb. 2022, doi: 10.30596/RELE.V4I2.9530.
- [6] A. Mukaddim, A. Mukaddim, M. Wirawan, and I. B. Alit, "ANALISA PENGARUH VARIASI BENTUK ABSORBER PADA ALAT DESTILASI AIR LAUT TERHADAP KENAIKAN SUHU AIR DALAM RUANG PEMANAS DAN JUMLAH PENGUAPAN AIR YANG DIHASILKAN," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, Jul. 2013, Accessed: Jun. 04, 2023. [Online]. Available: <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/view/79>
- [7] J. Rekayasa *et al.*, "Kajian Pengaruh Ketebalan Kaca Evaporator Terhadap Energi Yang Diserap Kolektor Pada Proses Desalinasi Air Laut," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 108–115, Sep. 2021, doi: 10.30596/RMME.V4I2.8071.
- [8] H. Haryadi, I. Rosyadi, and N. K. Caturwati, "RANCANG BANGUN ALAT DESTILASI AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR MENGGUNAKAN TENAGA SURYA," *Teknika:*

- Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 12, no. 2, pp. 431–438, Oct. 2016, doi: 10.36055/tjst.v12i2.6608.
- [9] R. A. Putra, G. A. Pauzi, and A. Surtono, “Rancang Bangun Alat Destilasi Air Laut dengan Metode Ketinggian Permukaan Air Selalu Sama Menggunakan Energi Matahari,” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 6, no. 1, pp. 101–108, Jan. 2018, doi: 10.23960/JTAF.V6I1.1831.
- [10] H. Ambarita, T. B. Sitorus, D. M. Nasution, and P. G. Sembiring, “ANALISIS PENGARUH PENDINGINAN KACA LUAR ALAT DESALINASI AIR LAUT DOUBLE SLOPE SOLAR STILL,” *Dinamis : Scientific Journal Mechanical Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 11–11, Jun. 2019, doi: 10.32734/DINAMIS.V7I2.7174.
- [11] I. Santosa, R. Hidayat, G. R. Wilis, and N. Zuhry, “Penerapan double slope solar still (DSSS) sebagai solusi permasalahan air bersih di Desa Semedo Kecamatan Kedungbanteng Kabupaten Tegal,” *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 3, no. 2, pp. 455–463, Oct. 2022, doi: 10.55338/JPKMN.V3I2.374.