

Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Menjadi Air Tawar Menggunakan Panas Matahari

Yovani Vitanova *¹
Joendes H Siagian ²
Hoirul Anam ³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji

*e-mail : 2101010048@student.umrah.ac.id, 2101010067@student.umrah.ac.id,
2101010064@student.umrah.ac.id

Abstract

The availability of clean water, a basic human need, is becoming increasingly limited, especially in coastal areas that rely on seawater sources. This study aims to design and develop a seawater desalination device that uses solar energy as its primary power source. The method employed is solar distillation, where seawater is heated by sunlight until it evaporates, and the vapor is then condensed into freshwater. The test results show that the desalination process becomes effective when the water temperature rises and reaches approximately 50°C. This process is influenced by solar intensity, ambient temperature, and humidity, which drops to around 50% when evaporation occurs optimally. Freshwater production reached 62 mL under clear weather conditions, with water quality meeting drinking water standards based on TDS parameters (below 50 ppm). The use of solar energy makes this system environmentally friendly and cost-effective, as it does not require electricity or additional fuel. Therefore, this desalination device can serve as an alternative solution for providing clean water in coastal areas and remote islands with limited access to drinking water.

Keywords: desalination, solar energy, TDS, drinking water quality, seawater evaporation

Abstrak

Ketersediaan air bersih sebagai kebutuhan dasar manusia semakin terbatas, terutama di daerah pesisir yang bergantung pada sumber air laut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat desalinasi air laut menjadi air tawar dengan memanfaatkan energi panas matahari sebagai sumber utama tenaga. Metode yang digunakan adalah distilasi surya, di mana air laut dipanaskan menggunakan sinar matahari hingga menguap, kemudian uap air tersebut dikondensasikan menjadi air tawar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses desalinasi mulai efektif ketika suhu air meningkat dan mencapai kisaran 50°C. Proses ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, suhu lingkungan, dan kelembaban udara, yang turun hingga 50% saat penguapan berlangsung optimal. Produksi air tawar yang dihasilkan mencapai 62 mL dalam kondisi cuaca cerah, dengan kualitas air yang memenuhi standar air layak minum berdasarkan parameter TDS (di bawah 50 ppm). Pemanfaatan energi matahari membuat sistem ini ramah lingkungan dan hemat biaya karena tidak memerlukan listrik atau bahan bakar tambahan. Oleh karena itu, alat desalinasi ini dapat menjadi solusi alternatif penyediaan air bersih di daerah pesisir dan pulau-pulau terpencil yang sulit mendapatkan akses air layak minum.

Kata kunci: Desalinasi, panas matahari, TDS, kualitas air minum, penguapan air laut

PENDAHULUAN

Desalinasi merupakan salah satu solusi untuk mengatasi krisis air bersih, khususnya di negara kepulauan seperti Indonesia yang memiliki akses air laut yang melimpah namun terbatas dalam penyediaan air tawar [1]. Kebutuhan akan teknologi desalinasi yang efisien sangat mendesak, terutama di negara-negara yang memiliki akses terbatas terhadap sumber air tawar. Sebuah studi menunjukkan bahwa cadangan air bersih tidak dapat memenuhi kebutuhan masyarakat yang terus meningkat akibat industrialisasi dan perubahan iklim [2]. Oleh karena itu, pengembangan sistem desalinasi menggunakan energi terbarukan, seperti sinar matahari, menjadi semakin relevan [3].

Pentingnya monitoring suhu udara dan suhu air sebagai variabel yang harus diperhatikan dalam desain alat desalinasi. Ketika suhu udara meningkat, suhu air laut juga cenderung naik, mempercepat proses penguapan [4]. Dalam konteks ini, suhu udara dan suhu air laut menjadi faktor krusial yang mempengaruhi efisiensi proses evaporasi. Sebuah penelitian menunjukkan

bahwa dengan memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber panas, suhu air yang memadai diperlukan untuk mencapai titik didih, sehingga air laut dapat mudah menguap dan menghasilkan air tawar [5].

Implementasi alat desalinasi yang memanfaatkan sinar matahari tidak hanya mengandalkan suhu yang tinggi, tetapi juga mempertimbangkan desain geometris yang memaksimalkan penangkapan sinar matahari. Dengan demikian, suhu yang dihasilkan dalam sistem dapat mencapai tingkat yang diperlukan untuk menguapkan air laut dalam waktu yang lebih singkat. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mendalam tentang dinamika suhu sangat penting dalam pengembangan teknologi desalinasi yang berkelanjutan [4], [5]. Dengan mengembangkan alat desalinasi yang memanfaatkan teknologi mikrokontroler, diharapkan dapat mengoptimalkan performa alat tersebut dalam menghasilkan air tawar yang dibutuhkan oleh masyarakat pesisir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat desalinasi berbasis energi matahari yang efisien dan ramah lingkungan [1].

METODE

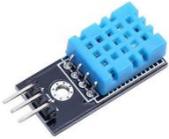
Pembuatan alat desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan panas matahari ini, dirancang dengan alat uji destilasi surya terbuat dari bahan kaca bening, bagian bawah dipasang plat penyerap yang dicat warna hitam, dengan ukuran panjang 80cm lebar 40cm dan luas 0.32 m² serta penggunaan basin yang terbuat dari kaca ditujukan untuk menghindari korosi yang disebabkan oleh air laut. Selain itu, alat ukur dan alat pendukung yang dipakai adalah ESP32, OLED, RTC, Modul SD Card, SD Card, DHT11, DS18B20, TDS, dan gelas ukur. Dari perancangan ini, bahan yang akan diukur menggunakan parameter- parameter diatas adalah air laut yang diambil dari daerah pesisir jembatan satu arah Senggarang, Tanjungpinang.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Seraya, KM IX, Tanjungpinang, Kepulauan Riau pada bulan Oktober sampai bulan Desember 2024.

Alat dan Bahan

Sebelum melakukan perancangan, terdapat beberapa alat yang akan menjadi komponen utama dalam membuat alat desalinasi antara lain :

No	Nama	Gambar	Fungsi
1	ESP32 Node MCU		Dalam penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan merupakan ESP32 Node MCU dan sebagai data logger. <i>Data logger</i> adalah sebuah alat elektronik yang terintegrasi dengan sensor-sensor dan melakukan perekaman data dari waktu ke waktu.
2	DHT11		Sensor DHT11 pada penelitian ini berperan sebagai membaca suhu dan kelembaban pada uap air yang dipanaskan melalui cahaya matahari.

3	Sensor DS18B20		Pada penelitian ini, sensor DS18B20 berperan sebagai membaca suhu pada air laut yang telah dipanaskan melalui panas matahari.
4	Sensor TDS		Sensor TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>) pada penelitian ini berperan sebagai indikator yang digunakan untuk mengukur kualitas air tawar dari hasil uap an air laut dengan satuan ppm.
5	RTC		Pada penelitian ini, RTC memiliki peran sebagai pemberi waktu yang nyata di setiap pengambilan data.
6	Module SD Card		Module SD Card pada penelitian ini berperan sebagai penyimpanan data dari seluruh output komponen
7	SD Card		SD Card berperan sebagai tempat data di simpan melalui Modul SD Card
8	OLED		Pada penelitian ini, OLED berperan sebagai menampilkan output data yang telah diambil dan di tampilkan di layar OLED
9	Papan PCB		Papan PCB digunakan sebagai media untuk membuat rangkaian elektronik dengan menyolder komponen yang digunakan
10	Laptop		Laptop adalah software yang digunakan untuk memberi daya dan membuat program pada seluruh komponen

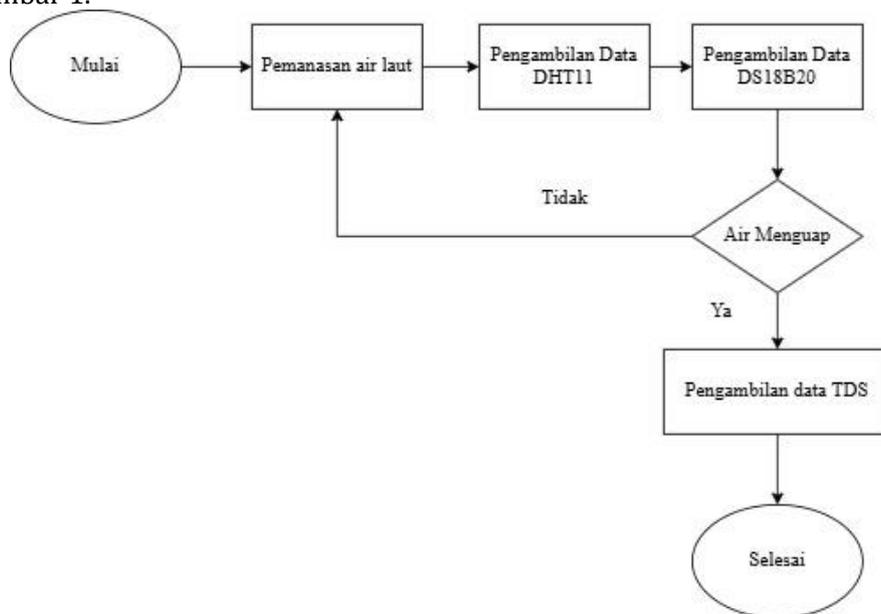
Selain alat- alat utama diatas, terdapat juga bahan yang akan digunakan dalam melakukan pengambilan data alat seperti :

No	Nama	Gambar	Fungsi
1	Akuarium		Pada penelitian ini, akuarium yang terbuat dari kaca berperan sebagai wadah air laut yang akan di uap kan

2	Air laut		Air Laut pada penelitian ini merupakan sample yang berperan sebagai bahan utama dalam proses penguapan
3	Selang		Selang bening pada penelitian ini berperan sebagai jalur penampungan air tawar hasil uap air laut
4	Kolektor Surya		Kolektor surya pada penelitian ini berperan sebagai menyerap panas matahari kedalam akuarium dan menyimpan, kolektor surya disini merupakan material seng berwarna hitam
5	Gelas ukur		Gelas ukur pada penelitian ini berfungsi untuk mengetahui ukuran kapasitas air tawar hasil uapan dengan garis ukur yang ada di gelas

Perancangan Sistem Alat

Sistematis alat desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan panas matahari dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Sistematis Alat Desalinasi

Diagram diatas menggambarkan proses pengujian alat desalinasi air laut yang memanfaatkan panas matahari. Proses dimulai dengan persiapan air laut yang akan digunakan dalam pengujian. Air laut tersebut kemudian dipanaskan menggunakan energi matahari. Setelah

proses pemanasan, dilakukan pengambilan data terkait efisiensi proses desalinasi, seperti suhu dan kelembaban udara, suhu air, dan kualitas air hasil desalinasi.

Data-data ini kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa efektif alat desalinasi tersebut dalam menghasilkan air tawar dari air laut, dan saat pada suhu dan kelembaban berapakah air uapan dapat dihasilkan. Jika data yang diperoleh belum cukup untuk mengevaluasi kinerja alat, maka proses pengambilan data akan diulang. Namun, jika data sudah memadai, maka dilanjutkan dengan pengukuran konsentrasi padatan terlarut (TDS) dalam air hasil desalinasi. Setelah semua data terkait kinerja alat terkumpul dan dianalisis, maka pengujian dapat dinyatakan selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan energi panas matahari dilakukan pada rentang waktu pukul 11.16 hingga 16.00 sore dengan pengambilan data setiap 2 menit sekali. Data yang dikumpulkan meliputi suhu dan kelembaban udara, suhu air, serta kualitas air berdasarkan nilai TDS (*Total Dissolved Solids*). Hasil dari pengujian ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memberikan gambaran mengenai perubahan parameter-parameter tersebut selama proses berlangsung.

Suhu dan Kelembaban Udara

Perubahan suhu udara dan kelembaban udara selama proses desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan panas matahari, dari pukul 11.16 hingga 16.00 terlihat meningkat seiring dengan naiknya intensitas cahaya matahari, terutama sekitar pukul 12.31. Grafik peningkatan suhu dan kelembaban udara tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



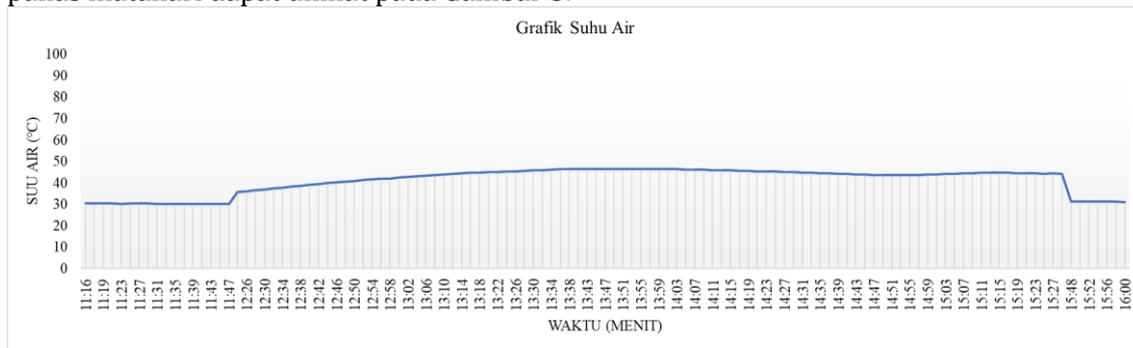
Gambar 2. Grafik Suhu dan Kelembaban Udara

Berdasarkan grafik diatas, peningkatan suhu ini menandakan bahwa proses pemanasan oleh matahari mulai efektif, sehingga air laut mulai menguap. Setelah mencapai titik stabil di sekitar 50-60°C, suhu udara perlahan menurun mendekati sore hari, terutama setelah pukul 15.52, ketika intensitas cahaya matahari mulai berkurang. Sementara itu, kelembaban udara menunjukkan pola yang berlawanan dengan suhu. Awalnya, kelembaban cukup tinggi di kisaran 80-90%, namun ketika suhu naik, kelembaban udara turun hingga sekitar 50%. Penurunan kelembaban ini menunjukkan bahwa proses penguapan sedang berlangsung, di mana uap air terbentuk dan bergerak keluar dari sistem. Menjelang sore, kelembaban kembali naik seiring turunnya suhu udara, yang merupakan hal wajar karena udara dingin dapat menyimpan lebih banyak uap air.

Dari grafik ini, terlihat jelas bahwa panas matahari memegang peran penting dalam proses desalinasi. Suhu yang lebih tinggi membantu mempercepat penguapan air laut, sementara kelembaban udara yang rendah menunjukkan uap air berhasil terbentuk. Proses ini bekerja paling optimal di tengah hari hingga sore ketika suhu sedang tinggi dan kelembaban rendah. Namun, menjelang sore, efektivitasnya mulai berkurang seiring penurunan intensitas cahaya matahari.

Suhu Air

Perubahan suhu air selama proses desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan panas matahari dapat dilihat pada Gambar 3.

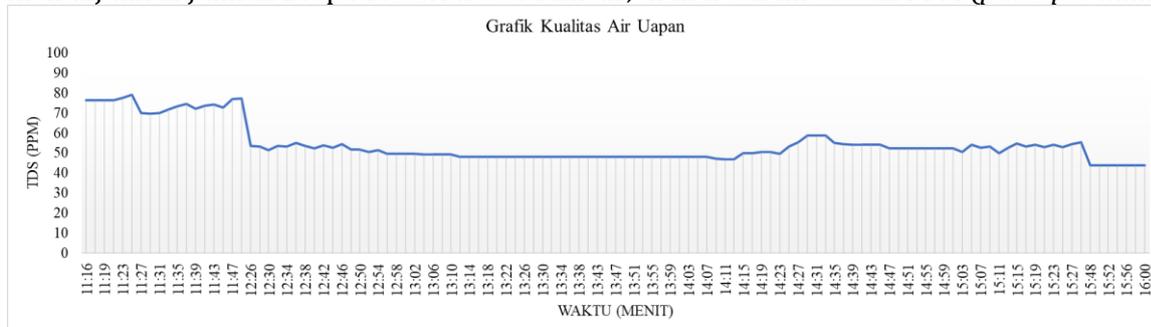


Gambar 3. Grafik Suhu Air

Berdasarkan grafik diatas, pada awal pengujian suhu air berada di sekitar 30-35°C dan tetap stabil hingga sekitar pukul 12.31, ketika suhu mulai naik. Kenaikan suhu ini menunjukkan bahwa panas matahari mulai bekerja lebih efektif untuk memanaskan air laut. Suhu air terus naik secara perlahan hingga mencapai puncaknya di sekitar 50°C antara pukul 13.30 hingga 14.00. Setelah mencapai suhu tertinggi, suhu air cenderung stabil dalam waktu yang cukup lama. Hal ini menunjukkan bahwa alat berhasil menyerap panas matahari dengan baik untuk menjaga suhu air tetap tinggi. Namun, mendekati pukul 15.52, suhu air mulai turun dengan cepat hingga kembali ke kisaran 30-35°C. Penurunan ini terjadi karena intensitas cahaya matahari berkurang di sore hari, sehingga pemanasan tidak lagi berjalan optimal. Grafik ini menunjukkan bahwa suhu air naik seiring dengan peningkatan panas matahari dan mulai turun ketika matahari mulai tenggelam. Waktu paling efektif untuk memanaskan air laut terjadi pada siang hingga sore hari, ketika suhu air mencapai titik tertinggi.

Kualitas Air Uapan

Dari hasil proses desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan panas matahari, didapatkan air uapan yang diukur dengan paramater TDS (*Total Dissolved Solids*). TDS menunjukkan jumlah zat padat terlarut dalam air, diukur dalam satuan PPM (*parts per million*).



Gambar 4. Grafik Kualitas Air Uapan

Berdasarkan Gambar 4 diatas, grafik awal pengujian nilai TDS cukup tinggi di kisaran 80-90 PPM, yang menandakan air masih mengandung banyak zat terlarut. Namun, setelah proses desalinasi mulai berjalan efektif sekitar pukul 12.31, nilai TDS turun secara signifikan ke kisaran 50 PPM. Penurunan ini menunjukkan bahwa proses pemanasan dan penguapan berhasil memisahkan sebagian besar zat terlarut dari air laut. Selama pengujian, nilai TDS cenderung stabil di kisaran 50-60 PPM, meskipun ada sedikit kenaikan di sekitar pukul 14.20 hingga 14.40. Hal ini mungkin terjadi akibat perubahan suhu dan adanya debu yang masuk kedalam air uapan sehingga memengaruhi kualitas uap air yang dihasilkan. Menjelang akhir pengujian pada pukul 15.52 hingga 16.00, nilai TDS kembali turun hingga mencapai titik terendah mendekati 40 PPM, yang menunjukkan kualitas air uapan semakin baik. Berdasarkan standar air layak minum, air dengan nilai TDS di bawah 50 PPM dianggap sudah sangat baik dan mendekati kategori air murni.

Grafik ini menunjukkan bahwa alat desalinasi bekerja cukup efektif dalam menurunkan TDS air laut hingga mencapai nilai yang mendekati ambang batas air layak minum.

Selain itu, selama proses desalinasi berlangsung, jumlah air hasil kondensasi (air uapan) yang berhasil dikumpulkan adalah sebanyak 62 mL. Jumlah ini menunjukkan kapasitas produksi air bersih yang dihasilkan oleh alat desalinasi dalam satu siklus pengujian, dengan kualitas yang cukup baik berdasarkan nilai TDS yang telah diukur.

KESIMPULAN

Pengujian alat desalinasi air laut menjadi air tawar menggunakan energi panas matahari menunjukkan hasil yang cukup baik. Proses pemanasan mulai berjalan efektif sekitar pukul 12.31 ketika suhu air mulai meningkat dan mencapai puncaknya di kisaran 50°C pada pukul 13.30 hingga 14.00. Suhu udara yang meningkat seiring dengan intensitas cahaya matahari membantu mempercepat penguapan, sementara kelembaban udara turun hingga sekitar 50%, yang menandakan proses penguapan berjalan optimal. Nilai TDS air laut yang awalnya cukup tinggi di kisaran 80-90 ppm turun signifikan menjadi 50-60 ppm selama proses desalinasi dan mencapai titik terendah mendekati 40 ppm menjelang akhir pengujian, menunjukkan kualitas air yang dihasilkan semakin baik. Pada akhir pengujian, alat desalinasi berhasil mengumpulkan air hasil kondensasi sebanyak 62 mL dengan kualitas yang mendekati standar air layak minum (TDS di bawah 50 ppm). Hasil ini membuktikan bahwa alat desalinasi bekerja efektif dalam mengubah air laut menjadi air tawar yang berkualitas menggunakan energi panas matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Y. M. Pell, M. Wahyudi Boymau, and B. V Tarigan, "Rancang Bangun Reflektor Cahaya Matahari Dengan Cermin Datar Berbasis Mikrokontroler Untuk Alat Solar Pasif Desalinasi," vol. 09, no. 02, pp. 66–70, 2022, [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- H. Ambarita, "Rancang Bangun Alat Desalinasi Air Laut Sistem Vakum Alami Dengan Tenaga Surya," *Jurnal Flywheel*, vol. 9, 2018.
- I. Zulkarnain, I. Raharjo, and D. K. Istanto, "RANCANG ALAT PEMURNI AIR LAUT TENAGA SURYA DENGAN KOLEKTOR PANAS CERMIN CEKUNG DESIGN OF SOLAR WATER DESTILER WITH CONCAVE MIRROR THERMAL COLLECTOR," *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 4, no. 2, pp. 1–10, 2018.
- M. J. Jasman, "MODIFIKASI ALAT PENGOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH," *JKL*, vol. 9, 2019.
- F. Muhammad, J. W. Hidayat, Solikhin, A. Rusdiyanto, and H. R. Devara, "PEMANFAATAN AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR MENGGUNAKAN PRINSIP DESALINASI (STUDI KASUS: DESA PUNJULHARJO, KABUPATEN REMBANG)," *Abdi Insani*, vol. 8, no. 1, pp. 25–31, Apr. 2021, doi: 10.29303/abdiinsani.v8i1.367.