

PEMANFAATAN ENERGI SURYA PADA ALAT DESALINASI AIR LAUT BERBASIS IoT DALAM KETAHANAN ENERGI NASIONAL

M Raafi Aqil Firdaus¹, Novky Asmoro², Sri Murtiana³

^{1,2,3} Prodi Ketahanan Energi, Fakultas Manajemen Pertahanan,

Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Indonesia

Corresponding e-mail: aqilfirdaus69@gmail.com

Copyright © 2026 The Author



This is an open access article

Under the Creative Commons Attribution Share Alike 4.0 International License

DOI: [10.53866/jimi.v6i1.1165](https://doi.org/10.53866/jimi.v6i1.1165)

Abstrak

Kekurangan pasokan air bersih telah menjadi masalah serius di banyak wilayah yang terletak di pesisir. Dalam upaya untuk mengatasi permasalahan ini, desalinasi air laut menjadi salah satu solusi yang bisa dilakukan. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, penulisan karya ilmiah ini bertujuan untuk mengusulkan sebuah pendekatan inovatif yang menggabungkan desalinasi air laut dengan teknologi energi surya dan IoT untuk menyediakan air bersih secara efisien dan berkelanjutan. Dalam sistem ini, energi surya digunakan sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan proses desalinasi. Sensor yang terhubung ke jaringan IoT digunakan untuk mengukur parameter penting seperti suhu dan EC air yang memungkinkan pemantauan secara real-time. Namun hasil dari proses desalinasi masih meninggalkan senyawa limbah yang berbahaya seperti timbal dan besi, sehingga perlu dilakukan filtrasi kembali dengan adsorben alami zeolit dan karbon aktif. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan dibutuhkan kapasitas PLTS sebesar 40,821 Wp dan kapasitas baterai dibutuhkan sebesar 790,815 Ah.

Kata Kunci: Energi Surya, Desalinasi, Iot dan Ketahanan Energi

Utilisation Of Solar Energy In IoT Based Seawater Desalination Equipment For National Energy Security

Abstract

Lack of clean water supply has become a serious problem in many coastal areas. In an effort to overcome this problem, seawater desalination is one of the possible solutions. In relation to this problem, this paper proposes an innovative approach combining seawater desalination with solar energy technology and IoT to provide clean water efficiently and sustainably. This system uses solar energy as the main power source to drive the desalination process. Sensors connected to the IoT network are used to measure important parameters such as water temperature and EC that enable real-time monitoring. However, the results of the desalination process still leave harmful waste compounds such as lead and iron, so it is necessary to re-filtrate with natural adsorbents zeolite and activated carbon. Based on the results of measurements and calculations, a solar power plant capacity of 40.821 Wp is needed and a battery capacity of 790.815 Ah.

Keywords: *Solar Energy, Desalination, Iot, and Energy Security.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kelautan terbesar di dunia. Sejumlah dua pertiga bagian dari seluruh luas wilayahnya merupakan wilayah pesisir pantai (Djoyowasito dkk. 2018). Kebutuhan akan air bersih semakin meningkat dari hari kehari yang disebabkan oleh faktor industrialisasi, motorisasi, dan peningkatan standar hidup umat manusia (Agustina 2021). Di perkotaan, penyediaan air bersih dikelola oleh Perusahaan Air Minum atau dilakukan secara swadaya oleh masyarakat dengan mengambil air tanah. Namun, di wilayah pesisir yang jauh dari mata air, masih banyak masyarakat yang belum mendapatkan fasilitas air

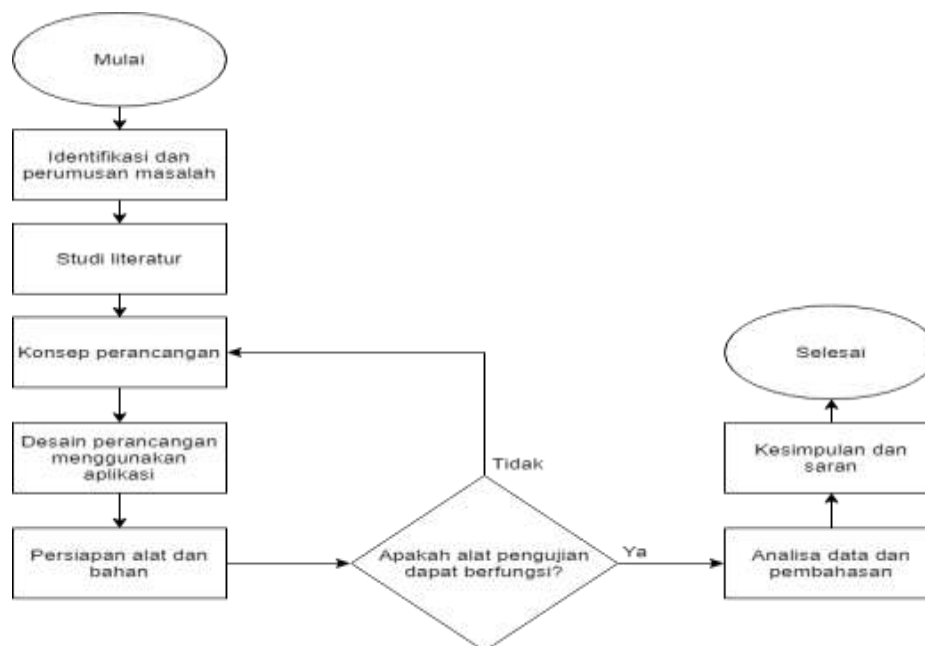
bersih. Wilayah pesisir memiliki potensi air laut yang tidak dapat dikonsumsi secara langsung. Jadi, perlu ada solusi lain untuk penyediaan air bersih yang bisa dikonsumsi (Mowaviq, Hajar, dan Oktaviana Putri 2021). Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki luas laut sebesar 5,8 juta km² atau 70,8% dari total luas Indonesia. (Remeli et al., 2019) Selain memiliki potensi air laut yang melimpah (Wahyudi, 2017), juga memiliki potensi intensitas sinar matahari yang tinggi. Kedua potensi tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan air bersih yang layak konsumsi. Metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan air tawar dari air laut adalah metode desalinasi. Penyulingan air merupakan salah satu solusi yang layak untuk mengatasi krisis air tawar (Remeli dkk. 2019).

Mengacu dalam PP ESDM no. 79 tahun 2014 tentang energi baru terbarukan dan mengerem Penggunaan energi fosil. Dalam peraturan pemerintah ini yang di maksud dengan pengelolaan energi adalah penyelenggaraan kegiatan penyediaan, pengusahaan, dan pemanfaatan energi, serta penyediaan cadangan strategis konservasi sumber daya energi. Tujuan dari pengelolaan energi diharapkan dapat dimanfaatkan dengan kemandirian pengelolaan energi yang merupakan kualitas pengelolaan energi yang sepenuhnya berorientasi pada kepentingan nasional untuk menjamin bahwa energi, sumber energi, dan sumber daya energi dapat dikelola sebaik-baiknya untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, dengan mengutamakan semaksimal mungkin kemampuan sumber daya manusia dan industri dalam negeri. dalam penelitian ini pemanfaatan energi surya diutamakan untuk memenuhi kebutuhan energi dan bahan baku dan memprioritaskan pemanfaatan sumber energi nasional dilakukan berdasarkan pertimbangan menyeluruh atas kapasitas, kontinuitas, dan keekonomian serta dampak lingkungan hidup. Berdasarkan PP no.79 tahun 2014 pasal 19 tentang lingkungan hidup dan keselamatan kerja pengelolaan energi nasional diselenggarakan dengan arah pembangunan nasional berkelanjutan, pelestarian sumber daya alam dan pengendalian pencemaran lingkungan hidup.

Berdasarkan hal diatas penulis memiliki gagasan untuk membuat alat desalinasi air laut berbasis IoT dan adsorben alami dengan memanfaatkan energi surya sebagai alternatif penyediaan air bersih dan juga mendorong program pemerintah dalam upaya pemanfaatan energi terbarukan.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data kuantitatif, dimana pengambilan data dilakukan dengan pengujian dan pengukuran secara langsung. Berikut ini adalah diagram alir proes penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.



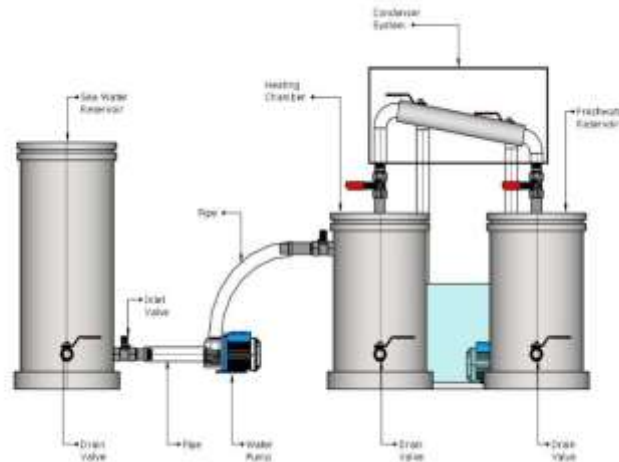
Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk suplai daya atau PLTS untuk menjalankan sistem alat desalinasi adalah, panel, aki baterai, inverter, Solar Charge Controller (SCC), wattmeter dan kabel. (Taro 2020) Adapun komponen yang digunakan pada alat desalinasi adalah pompa air, elemen pemanas, tabung stainless steel pipa stainless steel, keran air, pipa, ESP 32, website ThingSpeak, TDS meter sensor dan sensor suhu DS18B20 (Munir, Rahman, dan Rahmalina 2023). Adapun alat yang digunakan untuk pengukuran daya, arus dan tegangan menggunakan multimeter digital.

2.2 Desain Alat Desalinasi

Berikut ini merupakan rancangan desain yang akan menjadi alat desalinasi:



Gambar 2. Desain Alat Desalinasi

2.3 Teknik Pengambilan Data

Pada pengumpulan data terdapat tiga proses yang dilakukan untuk mendapatkan data, yaitu pengumpulan data pembangkit listrik tenaga surya, pengumpulan data alat desalinasi dan. Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Berikut Langkah kerja dari pengambilan data alat pengujian yaitu:

a. Pengumpulan Data Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Langkah pertama menyiapkan panel surya dan digital multimeter, panel surya dirangkai sesuai dengan prosedur. Kemudian pemasangan dengan Solar Charge Controller (SCC), Wattmeter dan aki baterai. selanjutnya menjemur panel surya dibawah sinar matahari langsung pada saat matahari terbit. Yang bertujuan untuk mengetahui daya arus dan tegangan yang dihasilkan sistem PLTS. Digital multimeter dan wattmeter akan digunakan untuk mengukur arus dan tegangan DC dari panel surya ke aki baterai. Kemudian melakukan pengambilan data dengan cara menghubungkan output solar panel dengan multimeter dan membaca dari tampilan wattmeter. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali hingga matahari terbenam.

b. Pengumpulan Data Alat Desalinasi

Pertama mempersiapkan multimeter dan wattmeter. Selanjutnya rangkaian sistem alat desalinasi dihubungkan ke aki baterai. Kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan pompa air untuk mengisi penuh tabung pemanas air laut. Mencatat ketelitian sensor suhu pada air yang sudah dilakukan proses desalinasi. Kemudian multimeter digunakan untuk mencatat kebutuhan tegangan, daya dan arus yang dibutuhkan oleh setiap komponen di alat desalinasi.

c. Pengumpulan Data Filtrasi Adsorben

Langkah pertama menyiapkan alat sensor TDS meter. Filtrasi adsorben dihubungkan ke tabung pengumpul air hasil desalinasi. Kemudian mencatat hasil pembacaan sensor TDS meter untuk mengetahui kualitas air pada website ThinkSpeak.

2.4 Analisa Data

Pada tahap ini, dilakukan analisa dari data-data yang telah didapatkan dari hasil pengujian. Data tersebut digunakan untuk menentukan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya dan juga untuk

menentukan perencanaan alat desalinasi.

Data perencanaan pembangkit listrik tenaga surya digunakan untuk menghitung aliran tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya ke dalam baterai. Data pembangkit listrik tenaga surya akan digunakan dalam perencanaan kebutuhan daya dari alat desalinasi.

Data perencanaan alat desalinasi digunakan untuk mengetahui berapa daya yang dibutuhkan alat desalinasi untuk dapat menjalankan proses desalinasi menggunakan sumber energi baterai yang telah di suplai listriknya oleh pembangkit listrik tenaga surya serta mengetahui bagaimana sensor dapat bekerja di dalam sistem alat pengujian ini.

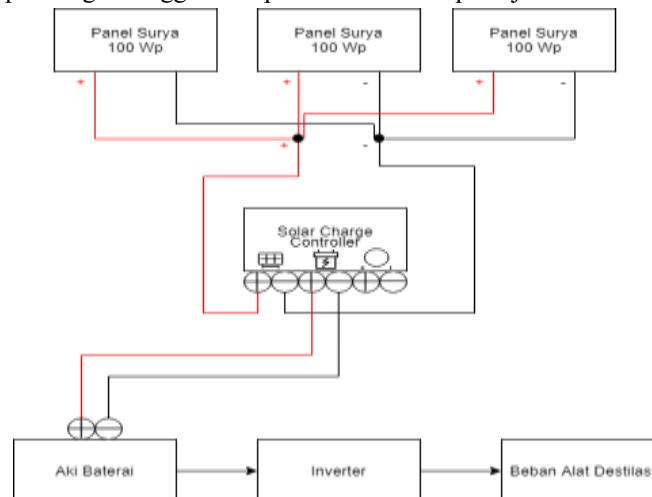
Data perencanaan alat filtrasi adsorben alami untuk mengetahui berapa tingkat konduktivitas air, kadar timbal dan kadar besi untuk memastikan bahwa air hasil desalinasi layak dikonsumsi.

3. Hasil dan Pembahasan

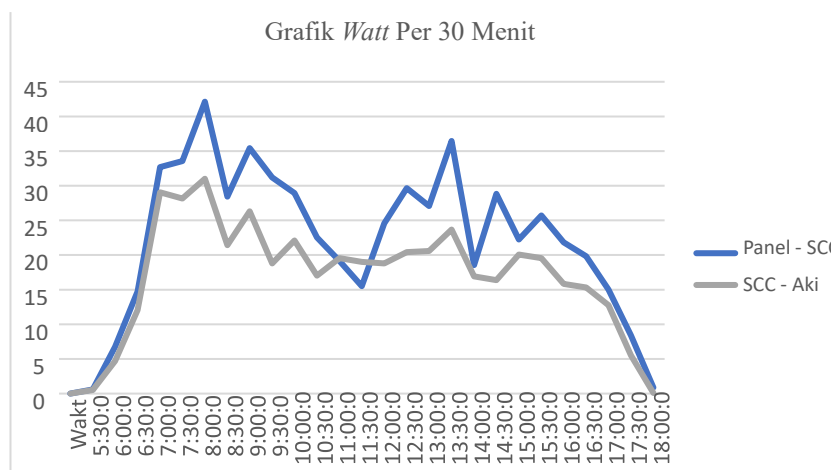
Desain sistem alat desalinasi pada penelitian ini direalisasikan untuk mencari hasil percobaan yang efektif untuk mengubah air laut menjadi air tawar. Untuk mendapatkan hasil yang efektif, maka sistem ini direalisasikan dengan memanfaatkan teknologi desalinasi sebagai berikut.

3.1 Kebutuhan Kapasitas Sistem PLTS untuk Alat Desalinasi Bebas IoT

Panel surya yang digunakan yaitu berkapasitas 300 Wp dengan masing masing kapasitas panel surya yaitu 100 Wp yang berjumlah 3 unit yang dihubungkan dengan rangkaian paralel. Panel surya diposisikan menghadap ke arah utara dengan kemiringan 15 derajat. Pengujian ini dilakukan selama 25 hari pada tanggal 6 November 2023 sampai dengan tanggal 30 April 2023 dimulai pada jam 05:30 sampai dengan jam 18:00.



Gambar 3. Skema Rangkaian Panel Surya



Gambar 4. Grafik Watt

Di bawah ini merupakan tabel hasil panel surya terhadap Ampere Hour (Ah) dan Watt Hour (Wh) yang dihasilkan panel surya menuju aki baterai.

Tabel 1. Produksi Ampere Hour dan Watt Hour per Hari

No.	Tanggal	Panel - SCC		SCC - Aki	
		Ah	Wh	Ah	Wh
1	6 November 2023	14,335	242,000	12,374	174,500
2	7 November 2023	15,098	256,700	13,260	186,500
3	8 November 2023	16,446	294,500	14,273	201,600
4	9 November 2023	14,537	271,000	13,345	183,500
5	10 November 2023	15,432	281,900	13,081	185,100
6	11 November 2025	29,224	468,100	27,138	381,000
7	12 November 2025	16,298	286,600	14,139	200,000
8	13 November 2025	14,521	255,600	13,003	177,500
9	14 November 2025	15,309	266,800	13,185	185,800
10	15 November 2025	15,742	282,500	13,470	190,400
11	16 November 2025	17,932	316,900	15,904	224,400
12	17 November 2025	16,062	296,200	14,308	196,100
13	18 November 2025	17,005	295,100	14,935	211,100
14	19 November 2025	21,844	376,100	19,412	274,000
15	20 November 2025	18,853	181,778	18,693	53,965
16	21 November 2025	19,109	181,422	16,850	48,175
17	22 November 2025	18,987	153,034	14,474	58,723
18	23 November 2025	16,194	187,664	17,058	59,653
19	24 November 2025	17,500	184,000	12,923	276,450
20	25 November 2025	14,730	266,800	22,096	202,400
21	26 November 2025	16,621	188,113	16,571	194,269
22	27 November 2025	18,024	196,171	16,703	264,096
23	28 November 2025	18,678	188,363	12,963	240,309
24	29 November 2025	18,471	179,701	13,743	132,082
25	30 November 2025	16,819	172,029	18,459	147,810
Rata-Rata Produksi Energi Harian		17,4	250,763	15,7	185,977
Total		433,8	6269,076	392,4	4649,433

Berikut ini merupakan data yang dihasilkan berupa waktu yang diperlukan dalam satu kali proses desalinasi. Pengambilan data ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan kapasitas yang optimal untuk panel surya dan aki baterai.

Tabel 2. Pengujian Kebutuhan Energi Alat Desalinasi

No	Jenis proses	Komponen yang beroperasi	Jumlah	Daya per unit	Jumlah daya	Lama operasi	Total Energi
				(W)	(W)	(Jam)	(Wh)
1.	Pengisian air laut kedalam tabung pemanas oleh pompa air.	Pompa air 12 V DC	1	55	55	1 Menit	0,916
2.		Elemen pemanas	1	660	660	10 Jam 37	7007

	Proses Desalinasi air laut di dalam tabung pemanas.	220V AC				Menit	
		Pompa Air Kondensor 12 V DC	1	55	55	10 Jam 37 Menit	583,916
Total energi yang diperlukan							7591,832

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan yaitu pengujian pembangkit listrik tenaga surya dan pengujian alat desalinasi. Didapatkan hasil data yang menunjukkan bahwa kebutuhan daya dari alat desalinasi yaitu 7,591 kWh per harinya tidak dapat tercukupi oleh produksi energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya yang memproduksi energi listrik paling rata-rata per harinya yaitu 185,977 Wh per hari. Agar dapat memenuhi kebutuhan daya yang diperlukan untuk menyuplai energi listrik ke alat desalinasi. Maka dilakukan penyesuaian perancangan pembangkit listrik tenaga surya terhadap kebutuhan daya alat desalinasi guna memaksimalkan proses desalinasi setiap harinya.

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{\text{Kebutuhan Daya Alat Destilasi}}{\text{Produksi Daya Per Hari}}$$

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{7,591 \text{ kWh}}{185,977 \text{ Wh}}$$

$$\text{Jumlah Panel Surya} = 40,821 \sim 41 \text{ Buah Panel } 300 \text{ Wp}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan hasil perhitungan bahwa jumlah panel surya yang harus dipasang untuk memenuhi kebutuhan daya alat desalinasi satu hari nya yaitu 41 buah panel 300 Wp. Untuk mengetahui kapasitas baterai yang diperlukan untuk menampung produksi energi listrik yang dihasilkan panel surya maka diperlukan perhitungan jumlah kapasitas baterai.

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Kebutuhan Daya Alat Destilasi}}{\text{Tegangan Pada Baterai} \times \text{DoD}}$$

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{7591,832 \text{ Wh}}{12V \times 80\%}$$

$$\text{Jumlah Kapasitas Baterai} = 790,815 \text{ Ah}$$

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa Sistem alat Desalinasi ini dirancang menggunakan bahan dari stainless steel sebagai tabung pemanas, alat kondensor dan tabung penampung yang dapat menampung kapasitas air laut hingga 10 liter. Sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dibutuhkan untuk mengoptimalkan alat sistem desalinasi adalah sebanyak 41 buah panel sebesar 300 Wp per panel dengan total kapasitas PLTS sebesar 40,821 Wp dan kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 790,815 Ah.

Dapat diketahui bahwa hasil Pengukuran kadar besi dan timbal pada air laut sebelum dilakukan filtrasi adalah 0,25 mg/liter untuk besi, dan untuk kadar timbal sebesar 0,0012 mg/liter. Untuk hasil pengukuran berdasarkan sensor TDS meter dan sensor suhu diketahui bahwa rata-rata hasil EC air laut dan suhu sebelum dilakukan desalinasi dan filtrasi adsorben alami sebesar 15,37 mS/liter dan suhu sebesar 31,4 °C, adapun hasil EC dan suhu setelah dilakukan desalinasi dan filtrasi dengan adsorben alami sebesar 0,288 mS/liter dan suhu sebesar 30,75 °C.

Untuk penelitian selanjutnya penulis menyarankan desain alat desalinasi agar meningkatkan kapasitas penyimpanan air dan juga pemanas air, agar produksi air bersih dapat meningkat, selain itu juga, disarankan untuk untuk meningkatkan kapasitas PLTS agar proses desalinasi lebih optimal.

Bibliografi

- Agustina, Umiel, Nur,Dea. 2021. “Analisis Potensi Pengembangan Teknologi Desalinasi Air Laut Sebagai Penyedia Air Bersih di Desa Watukarung Kabupaten Pacitan.” *Jurnal Phi* 2 (2): 7–14.
- Badriyah, Lailatul, dan Muhariawan, Ibnu Restuaji. 2020. “Adsorpsi Salinitas Sumber Air Madura dengan Zeolit Alam Klinoptilolit Teraktivasi Basa.” *J. Sintesis* 1 (2): 47–51.
- Djoyowasito, Gunomo, Ary Mustofa Ahmad, Mustofa Lutfi, dan Andi Anggra. 2018. “Rancang Bangun Model Penghasil Air Tawar dan Garam dari Air Laut Berbasis Efek Rumah Kaca Tipe Penutup Limas.” *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 6 (2): 107–19.
- Indriyani, Y. (2022). Ketahanan Energi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (Plts Dan Pltbg)Diboyolali. *Jurnal Inovasi Daerah*, 1(1), 10–18.
- Mowaviq, Muhammad Imbarothur, Ibnu Hajar, dan Tri Wahyu Oktaviana Putri. 2021. “Kendali Alat Destilasi Air Laut Elektrik Berbasis Mikrokontroler.” *Jurnal Kilat* 10 (2): 280–86.<https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1316>.
- Munir, Muhammad Abdul, Reza Abdu Rahman, dan Dan Dwi Rahmalina. 2023. “Pengembangan Alat Desalinasi Air Laut dengan Teknologi Thermal Energy Storage.” *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi* 5 (2): 170–78.
- Remeli, M. F., B. Singh, N. Amirah, M. S. Meon, dan W. N. Fadilla. 2019. “Solar Distillation Thermoelectric Power Generation.” Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 268. *Institute of Physics Publishing*.<https://doi.org/10.1088/1755-1315/268/1/012022>.
- Sidik, W. M., Lumbantobing, H., Indrawan, B., Putra, Y., Imamulhak, Y., & Rinaldi, R. (2023). Studi Potensi Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) Untuk Mendukung Sistem Ketenagalistrikan Di Wilayah IKN. *Jurnal Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan*, 6(2), 137–144.
- Taro, Zuraidah. 2020. “Analisis Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Skala Rumah Tangga.” *Journal of Electrical and System Control Engineering* 3 (2): 66–71.<https://doi.org/10.31289/jesce.v3i2.3266.g2494>.
- Tleubergenova, A., Han, B. C., & Meng, X. Z. (2024). Assessment Of Biomass-Based Green Hydrogen Production Potential In Kazakhstan. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 49, 349–355.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.08.197>