

Analisis Pengisian Baterai Menggunakan Solar Cell 100 Wp Sebagai Suplai Daya Pada Alat Desalinasi Air

Jeffri Kurniawan¹⁾, Muhammad Syafaat²⁾, Miftahul Walid³⁾

¹⁾ Politeknik Angkatan Darat, Desa Pendem, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur-Indonesia, 65324

²⁾ Politeknik Angkatan Darat, Desa Pendem, Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur-Indonesia, 65324

³⁾ Pondok Pesantren Miftahul Ulum Bettet Pamekasan, Madura, Jawa Timur, Indonesia, 69351

E - mail : jeffrikurniawan080696@gmail.com, syafaatarh96@poltekad.ac.id, miftahul.walid@uim.ac.id

Utilization of Dual Axis Solar Water Pump Technology in Providing Drinking Water in Remote Areas

Abstract: *This study analyzed battery charging using a 100 Wp solar cell as a power source in a water desalination device. The main goal is to find out the amount of energy produced by the 100 W solar cell and the optimal battery charging time. The research method involves the use of various components such as solar charge controllers, 12-volt batteries, and inverters. The results showed that the energy capacity stored in the battery reached 768 Wh, with the highest charging efficiency on the fourth day of 137 Wh. Battery charging is affected by the intensity of sunlight, weather conditions, and the working position of the solar cell. Tests also show that the electrical energy generated can support the desalination device for 10 hours with varying filling efficiency due to environmental factors. This research provides insight into the efficiency of solar power systems in varying weather conditions and their practical applications in water desalination.*

Keywords: *Solar cells, Batteries, SOC (State of Charge), DOD (Depth of Discharger)*

Abstrak: *Penelitian ini menganalisis pengisian baterai menggunakan Solar Cell 100 Wp sebagai sumber daya pada alat desalinasi air. Tujuan utama adalah untuk mengetahui besarnya energi yang dihasilkan Solar Cell 100 Wp dan waktu pengisian baterai yang optimal. Metode penelitian melibatkan penggunaan berbagai komponen seperti Pengontrol Pengisian Surya, baterai 12 Volt, dan inverter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas energi yang disimpan dalam baterai mencapai 768 Wh, dengan efisiensi pengisian tertinggi pada hari keempat sebesar 137 Wh. Pengisian baterai dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari, kondisi cuaca, dan posisi kerja Sel Surya. Pengujian juga menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan dapat mendukung alat desalinasi selama 10 jam dengan efisiensi pengisian yang bervariasi akibat faktor lingkungan. Penelitian ini memberikan wawasan tentang efisiensi sistem tenaga surya dalam kondisi cuaca yang bervariasi dan aplikasi praktisnya dalam desalinasi air.*

Kata kunci: Solar cell, Baterai, SOC (State of Charge), DOD (Depth of Discharger)

PENDAHULUAN

Program Manunggal Air Tentara Nasional Indonesia Angkatan Darat Tahun 2024 secara serentak di *launching* Kepala Staf Angkatan Darat (Kasad) Jenderal TNI Maruli Simanjuntak yang dilakukan secara virtual dipusatkan di Kabupaten Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara, Selasa (6/2/2024) (RRI.Co.Id - Program TNI AD Manunggal Air Resmi Dilaunching, n.d.). “Air bersih kebutuhan yang tak bisa ditawar-tawar, kualitas air menentukan kualitas hidup, air menjadi standar layanan kebutuhan minimal serta fungsi air menjadi sesuatu yang hakiki bagi umat manusia,” ujarnya.

Semakin banyaknya permintaan energi di seluruh dunia mendorong pencarian alternatif sumber energi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Keadaan geografis di Indonesia sangat mendukung untuk dapat dikembangkan salah satu energi listrik alternatif menggunakan sinar matahari dan insolasi harian rata-rata 4,5-4,8 KWh/m²/hari (Yani, 2023). Potensi energi surya yang ada sebesar 47% (207.898MW) dari bauran energi terbarukan yang ada di Indonesia (Widiarsa & Fransiskus A, 2021). Aplikasi energi alternatif tersebut menggunakan komponen utama Panel Surya yaitu Sel Surya atau *Solar Cell*. Energi surya merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan yang memiliki

potensi besar untuk dikembangkan. Hal ini dikarenakan energi surya dapat diperoleh secara gratis dan tidak akan habis. Indonesia merupakan negara tropis yang menerima sinar matahari sepanjang tahun, sehingga memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi surya (Dekki Widiatmoko et al., 2023).

Pemerintah terus berupaya meningkatkan penggunaan energi matahari, dengan tujuan mencapai 23% bauran energi baru terbarukan pada tahun 2025. Dari 2.346 pelanggan PLN, kapasitas pembangkit listrik tenaga surya atap mencapai sekitar 11,5 MW hingga semester pertama 2020 (Cahyo & Aji, 2021).

Faktor-faktor seperti cuaca dan durasi penyinaran matahari yang mempengaruhi intensitas cahaya, tegangan, dan arus yang dihasilkan oleh sistem solar cell sering menyebabkan ketidakpastian waktu dalam pengisian baterai. Ketika cuaca mendung atau malam hari, saat sinar matahari tidak ada, proses pengisian daya menjadi lambat atau berhenti sama sekali (Naga & Widiatmoko, 2023). Oleh karena itu, sistem penyimpanan yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya harus dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi pengisian baterai (Sugiarta et al., 2024) dan kemampuan penyimpanan energi yang memadai untuk memastikan ketersediaan energi yang konstan,

terutama selama periode saat tidak ada sinar matahari. (Tamaputra, 2023).

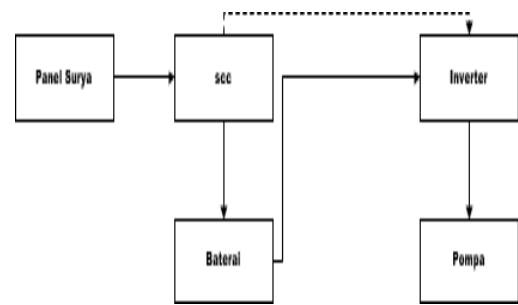
Berdasarkan pemikiran diatas maka akan di lakukan “Analisis Pengisian Baterai Menggunakan *Sollar Cell* 100 Wp Sebagai Suplai Daya Pada Alat Desalinasi Air”, dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar energi yang dibangkitkan oleh *Sollar Cell* 100 Wp (Widiatmoko et al., 2024), dan perkiraan waktu pengisian baterai dalam proses pengisian energi surya menggunakan *Sollar Cell* 100 Wp.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan Penelitian

Analisa pengisian baterai menggunakan *Sollar Cell* 100 Wp, menggunakan beberapa alat, dan komponen-komponen penyusun utama, dan alat penunjang, sebagai berikut : *Sollar Cell* 100 Wp, *Solar Charge Controller*, Baterai 12 Volt, *Inverter*, *Global Solar Atlas Software*, *Reverse Osmosis System*, Tanki & Pompa RO, Filter Bahan Alami, *Digital Monitor Watt Meter*, MCB (*Miniature Circuit Breaker*), Multimeter digital, Sinar UV, Pompa DC.

B. Blok Diagram Kerja Alat Desalinasi Air dengan *Sollar Cell*



Gambar 1. Blok Diagram Kerja Alat (Komara, 2023)

Pada gambar 1, Blok Diagram Kerja Alat menunjukkan bahwa analisis pengisian baterai menggunakan sel solar 100 Wp ini dimulai dengan pemasangan panel surya ke Controller Charge Solar (SCC). SCC terhubung ke beban dan baterai. Dilanjutkan dengan menghubungkan sensor arus dan sensor tegangan ke input baterai dan Solar Charge Controller. Selanjutnya, output sensor arus, sensor tegangan, dan sensor dht22 dihubungkan ke input Arduino untuk mengolah data, sehingga hasil pembacaan sensor ditampilkan pada Laptop.

C. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini adalah :

- Menentukan jumlah panel surya
- Menghitung kapasitas real panel surya
- Menentukan kapasitas baterai
- Menghitung besar kapasitas energi baterai
- Menghitung kapasitas real energi yang dimiliki baterai

- f) Menentukan jumlah baterai yang akan digunakan.
- g) Menentukan kapasitas solar charger controller.
- h) Menentukan kapasitas inverter.

HASIL PENELITIAN

- a) Menentukan jumlah panel.

Perhitungan pada penentuan jumlah panel surya yang dibutuhkan diketahui daya panel surya yang digunakan sebesar 100 Wp akan dibagi dengan hasil kapasitas panel surya. Adapun perhitungan menentukan jumlah panel surya yaitu sebagai berikut.

• Diketahui : K_{panel} (Kapasitas panel surya) = 100,33 Wp

P_{Panel} (Daya Panel surya) = 100 Wp

• Ditanya : Jumlah panel surya ?

• Jawab : Jumlah panel surya

$$= \frac{K_{panel}}{P_{panel}}$$

Jumlah panel surya =

$$\frac{100,33 \text{ Wp}}{100 \text{ Wp}}$$

Jumlah panel surya = 1 panel

- b) Menghitung kapasitas real panel surya.

Dari tingginya daya yang bisa di hasilkan oleh panel surya dapat di ketahui berapa daya maksimum yang di gunakan beban, dimana panel surya menghasilkan sebesar 100% dari total energi keseluruhan dikarenakan

kerugian losess di anggap 15%. Maka untuk menghitung kapasitas real panel surya yaitu sebagai berikut.

• Diketahui : E_{panel} (Kapasitas panel surya) = 100,33 Wp

Losses = 15%

• Ditanya : Kapasitas real panel surya ?

• Jawab : Kapasitas *real* panel surya = $EP - (Losses \times EP)$

Kapasitas *real* panel surya =
 $100,33 \text{ Wp} - (15\% \times 100,33 \text{ Wp})$

Kapasitas *real* panel surya =
 $85,3 \text{ Wp}$

- c) Menentukan kapasitas baterai

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan kapasitas panel surya yang akan digunakan, selanjutnya pemilihan baterai yang akan digunakan. Baterai yang akan digunakan yaitu baterai dengan tegangan 12 Volt. Adapun perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

• Diketahui : Daya perhari = 301 Wh

Tegangan baterai = 12 V

• Ditanya : Kapasitas baterai (Ah) ?

• Jawab : Kapasitas baterai (Ah)

$$= \frac{\text{Daya Perhari}}{\text{Tegangan Baterai}}$$

Kapasitas baterai (Ah) =

$$\frac{301 \text{ Wh}}{12 \text{ V}}$$

Kapasitas baterai (Ah) = 25,08

Ah $\rightarrow$ 25 Ah

Kapasitas baterai (Ah) = 25 Ah

$\times$ lama pemakaian

Kapasitas baterai (Ah) = 25 Ah

$\times$ 3

Kapasitas baterai (Ah) = 75

Ah (80 Ah)

- d) Menghitung besar kapasitas energi baterai.

Baterai yang akan digunakan yaitu baterai lithium lifepo4 berkapasitas 12 Volt – 80 Ah, untuk mengetahui besar jumlah kapasitas energi yang dapat disimpan dalam baterai dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

• Diketahui : Kapasitas
Baterai = 80 Ah

Tegangan Baterai = 12 V

• Ditanya : Kapasitas energi
baterai ?

• Jawab : Kapasitas energi
baterai = Tegangan $\times$
Kapasitas Baterai

Kapasitas energi baterai = 12
V $\times$ 80 Ah

Kapasitas energi baterai = 960
Wh

- e) Menghitung kapasitas real energi yang dimiliki baterai. Pada baterai terdapat DOD (Depth of Discharger) yang mana energi baterai tidak keluar 100 % atau habis terkuras. Kapasitas normal yang harus tersimpan di baterai

SOC (State of Charge) kapasitas baterai tidak melebihi 20 % sehingga besar DOD (Depth of Discharger) yang keluar hanya mencapai maksimal 80 %. Untuk perhitungan kapasitas real energi yang dimiliki baterai adalah sebagai berikut.

• Diketahui : Kapasitas energi
baterai = 960 Wh

DOD = (Depth of Discharger)
= 80%

• Ditanya : Kapasitas real
baterai ?

• Jawab : Kapasitas real
baterai = Kapasitas energi
baterai $\times$ DOD

Kapasitas real baterai = 960
Wh $\times$ 80%

Kapasitas real baterai = 768
Wh

- f) Menentukan jumlah baterai yang akan digunakan. Untuk menentukan jumlah baterai yang akan digunakan, energi harian akan di bagi dengan kapasitas real energi yang dimiliki baterai. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

• Diketahui : Energi harian = 301
Wh

Kapasitas real baterai = 768 Wh

• Ditanya: Jumlah unit baterai
?

• Jawab: Jumlah unit baterai

= $\frac{\text{Energi Harian}}{\text{Kapasitas Real Baterai}}$

$$\text{Jumlah unit baterai} = \frac{301 \text{ Wh}}{768 \text{ Wh}}$$

$$\text{Jumlah unit baterai} = 0,392 \rightarrow 1 \text{ Baterai}$$

- g) Menentukan kapasitas solar charger controller. Untuk menentukan kapasitas solar charger controller dengan berdasarkan kapasitas daya panel surya sebesar 100 Wp, kompensasi dari komponen solar charger controller sebesar 125 %. Maka perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

- Diketahui : $I_{SC} \text{ panel} = 5,88 \text{ A}$

- $N_p = (\text{Banyak Panel}) = 1 \text{ buah}$

- Ditanya : Kapasitas arus scc ?

- Jawab : $I = I_{SC} \times N_p \times 125\%$

$$I = I_{SC} \times N_p \times 125\%$$

$$I = 735 \text{ A}$$

- h) Menentukan kapasitas inverter.

Komponen instalasi energi surya ini memiliki komponen arus bolak balik (AC) yang membutuhkan perubah arus untuk mengirimkan arus ke komponen baterai yang memiliki arus searah (DC). Tegangan komponen AC adalah 220–240 VAC, sedangkan tegangan baterai 12 Volt. Untuk mengitung kapasitas inverter yang akan digunakan sebagai berikut.

- Diketahui : Daya keseluruhan harian ?

- Ditanya : Kapasitas inverter ?

- Jawab : Inverter = Daya keseluruhan $\times 3$

$$\text{Inverter} = 301 \text{ W} \times 3$$

$$\text{Inverter} = 918 \text{ W}$$

$$\text{Inverter} = 100 \text{ W}$$

PEMBAHASAN

Hasil penelitian mencakup data tentang jumlah energi surya yang diterima panel surya, energi yang dihasilkan oleh panel surya atau sel surya, data tentang baterai tanpa beban atau pengisian baterai solar cell, data tentang efisiensi panel surya dan efisiensi baterai, dan data tentang bagaimana panel surya menghasilkan energi listrik langsung ke beban. Untuk mengetahui seberapa besar jumlah energi surya yang diperlukan untuk memenuhi alat desalinasi air, hasil pengujian dihitung dengan rumus yang relevan dan dibandingkan dengan alat Global Solar Atlas.

- a) Hasil Data Pada Inverter (dengan beban) / Pengosongan.

Hasil pengujian pada inverter (dengan beban) tanpa menggunakan daya solar cell dilakukan saat alat beroperasi. Pengujian ini bertujuan untuk melakukan pengosongan pada baterai dan mengetahui berapa lama baterai dapat menghidupkan sistem pada alat desalinasi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur digital monitor yang mengukur watt, volt, dan ampere. Tabel 1 Data Hasil Pengujian Pengosongan Baterai (Komara, 2023)

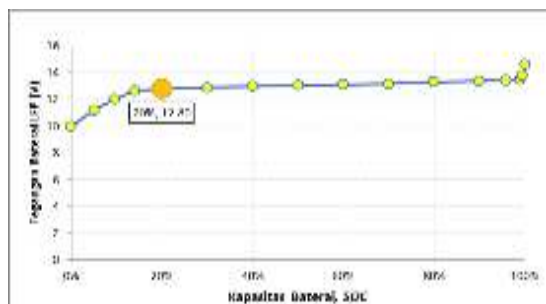
No	Kapasitas (%)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Waktu (jam)
1	0%	12,80	5,80	74,24	0,00	0,00
2	20%	12,80	5,80	74,24	14,85	1,00
3	40%	12,80	5,80	74,24	29,70	2,00
4	60%	12,80	5,80	74,24	44,55	3,00
5	80%	12,80	5,80	74,24	59,40	4,00
6	100%	12,80	5,80	74,24	74,25	5,00
7	120%	12,80	5,80	74,24	89,10	6,00
8	140%	12,80	5,80	74,24	103,95	7,00
9	160%	12,80	5,80	74,24	118,80	8,00
10	180%	12,80	5,80	74,24	133,65	9,00
11	200%	12,80	5,80	74,24	148,50	10,00
12	220%	12,80	5,80	74,24	163,35	11,00
13	240%	12,80	5,80	74,24	178,20	12,00
14	260%	12,80	5,80	74,24	193,05	13,00
15	280%	12,80	5,80	74,24	207,90	14,00
16	300%	12,80	5,80	74,24	222,75	15,00

Hasil pengujian awal dengan tujuan pengosongan baterai dilakukan selama 10 jam. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa lama kapasitas baterai untuk mensuplai arus ke alat desalinasi dengan mempertimbangkan bahwa kapasitas minimum yang harus tersimpan di baterai SOC adalah 20%, dan besarnya DOD yang keluar tidak boleh melebihi 80%. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada tabel 1 di atas.

Tabel 2 Data Tegangan SOC Baterai LFP (LiFePO₄) (Komara, 2023)

Lama	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Energi (Wh)	Ket.
1 Jam	12,84 V	5,88 A	75,65 W	62,2 Wh	
2 Jam	12,83 V	5,90 A	75,58 W	105,9 Wh	
3 Jam	12,78 V	5,80 A	74,90 W	142,9 Wh	
4 Jam	12,79 V	5,87 A	75,34 W	177,7 Wh	
5 Jam	12,80 V	5,88 A	75,22 W	209,5 Wh	
6 Jam	12,81 V	5,90 A	75,73 W	247,6 Wh	
7 Jam	12,82 V	5,92 A	75,71 W	281,6 Wh	
8 Jam	12,83 V	5,90 A	74,79 W	317 Wh	
9 Jam	12,82 V	5,90 A	74,98 W	351,6 Wh	
10 Jam	12,80 V	6,00 A	72,00 W	366,1 Wh	

SOC baterai dengan empat cell, dengan masing-masing cell 3,2 volt. Pengujian dilakukan selama sepuluh jam, dan kapasitas SOC minimal baterai adalah 20%, atau tegangan tersimpan 12,80 Volt.

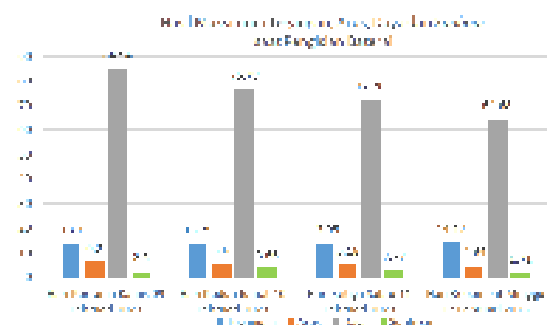


Gambar 2 Grafik Kapasitas SOC (State of Charge) Baterai (Komara, 2023)

Setelah pengujian selama sepuluh jam, baterai memiliki kapasitas maksimum 100% SOC, kapasitas minimum 20% SOC, dan tegangan tersimpan 12,80 Volt, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

b) Data Pada Baterai Tanpa Beban (input pengisian baterai).

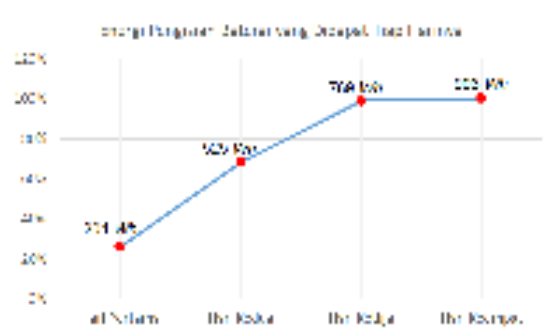
Hasil pengujian, yang dilakukan selama empat hari (Kamis, 10 Februari 2023–Minggu, 12 Februari 2023) dari pukul 05.35 hingga 17.30 WIB, menunjukkan hasil maksimal tegangan, arus, daya, energi, dan pengisian baterai solar hour. Hasil yang berbeda pada baterai solar hour disebabkan oleh temperatur dan intensitas radiasi yang berbeda dari sinar matahari.



Gambar 3 Diagram Hasil Tegangan, Arus dan Daya Pengisian (Komara, 2023)

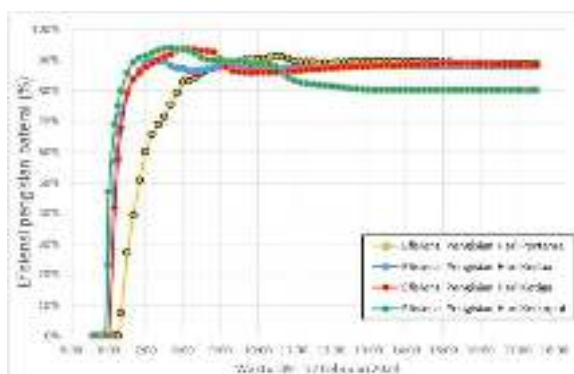
Gambar 3 menunjukkan tegangan dan arus tertinggi yang dihasilkan oleh panel surya pada hari keempat, yang mencapai 14,17 volt. Pada hari pertama, arus dan daya tertinggi mencapai 6,2 ampere dan 84,94 watt, dan pada hari kedua, jam

surya tertinggi mencapai 3,66 jam.



Gambar 4 Grafik Hasil Energi Pengisian Baterai (Komara, 2023)

Gambar 4 menunjukkan persentase energi yang diterima baterai setiap hari dan persentase pengisian baterai. Pada hari pertama, terdapat hasil energi sebesar 204 Wh persentase pengisian 26%, 321 Wh persentase pengisian 68%, 244 Wh persentase pengisian 97%, dan 137 Wh persentase pengisian 100%.



Gambar 5 Grafik Efisiensi Pengisian Baterai (Komara, 2023)

Gambar 5 menunjukkan efisiensi pengisian baterai setiap hari. Selama pengujian, efisiensi pengisian baterai menurun, dan ini disebabkan oleh baterai penuh. Nilai yang ditunjukkan pada layar wattmeter digital sangat berubah setiap detik karena pembacaan alat ukur yang berubah-ubah. Cuaca, seperti hujan, mendung, tertutup awan, suhu, intensitas radiasi matahari,

dan posisi solar cell juga memengaruhi seberapa besar atau kecil nilai yang dihasilkan oleh solar cell untuk pengisian baterai.

KESIMPULAN

- Hasil tegangan, arus, daya dan energi pada baterai ketika pengoperasian alat menggunakan baterai didapatkan pemakaian selama 10 jam energi listrik mencapai batas maksimum 80% DOD (Depth of Discharger) yaitu sebesar 768 Wh dan kapasitas minimum yang tersimpan di baterai.
- Efisiensi pengisian baterai tertinggi terjadi pada pengujian hari keempat sebesar 137 Wh dengan presentase pengisian 100%. Terjadi fluktuasi efisiensi pengisian selama 4 hari.
- Menggunakan solar cell dengan kapasitas 100 Wp dipengaruhi intensitas cahaya matahari, material penyusun solar cell, bayangan dan kerja dari solar cell.

DAFTAR PUSTAKA

Dekki Widiatmoko, Rachmat Setiawibawa, Rafi Maulana Al-farizi, Mokhammad Syafaat, & Eriski Prawira. (2023). Implementasi Sensor LDR Pada Prototipe Sistem Tracking Dual Axis Untuk Deteksi Arah Sinar Matahari Pada Sel Surya. *ASPIRASI : Publikasi Hasil Pengabdian Dan Kegiatan Masyarakat*, 1(5), 132–140. <https://doi.org/10.61132/aspirasi.v1i5.407>

Komara, N. (2023). Teknik RANCANG

- BANGUN INSTALASI ENERGI SURYA PADA ALAT DESALINASI AIR. *Jurnal Otoranpur*, 4(Mei), 8. <https://doi.org/10.54317/oto.v4ime1.346>
- Naga, J. B., & Widiatmoko, D. (2023). *Ransel Prajurit Tentara Nasional Indonesia Berbasis Translation Motion sebagai sumber Energi Alat Komunikasi Militer Translation Motion-Based Backpack for Indonesian Army Soldiers as a Source of Energy for Military Communication Devices*. 5(2), 187–194. <https://doi.org/10.30812/bite/v5i2.3651>
- Sugiarta, A., Kasiyanto, K., Widiatmoko, D., Syafaat, M., Achmad, A., & Asif, I. (2024). Technology Biomechanic-Based Design of Knee Protector Generator for Portable Electricity Generation to Support Military Operations in the Field. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 5(2), 159–170. <https://doi.org/10.30812/bite.v5i2.3649>
- Tamaputra, H. D. (2023). *Analisa Waktu Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bendungan Jatibarang Kota Semarang*. 1–62.
- Widiatmoko, D., Aripriharta, A., Kasiyanto, K., Irmanto, D., & Wahyu Prasetyo, M. (2024). Power Efficiency using Bank Capacitor Regulator on Field Service Shoes with Fast Charge Method. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 23(2), 273–284. <https://doi.org/10.30812/matrik.v23i2.3494>
- Widiharsa, & Fransiskus A. (2021). *Penggunaan DC Buck Converter Voltage Regulator sebagai Alternatif Pengatur Sistem Pengisian Baterai pada PLTS Off Grid*. 58–69.
- Yani, A. (2023). *Rancang Bangun dan Pengujian Alat Praktikum Solar Cell Sebagai Sarana Pembelajaran Mahasiswa Teknik Mesin STTI Bontang*. 3(1). *Motion sebagai sumber Energi Alat Komunikasi Militer Translation Motion-Based Backpack for Indonesian Army Soldiers as a Source of Energy for Military Communication Devices*. 5(2), 187–194. <https://doi.org/10.30812/bite/v5i2.3651>
- Sugiarta, A., Kasiyanto, K., Widiatmoko, D., Syafaat, M., Achmad, A., & Asif, I. (2024). Technology Biomechanic-Based Design of Knee Protector Generator for Portable Electricity Generation to Support Military Operations in the Field. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 5(2), 159–170. <https://doi.org/10.30812/bite.v5i2.3649>
- Widiatmoko, D., Aripriharta, A., Kasiyanto, K., Irmanto, D., & Wahyu Prasetyo, M. (2024). Power Efficiency using Bank Capacitor Regulator on Field Service Shoes with Fast Charge Method. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 23(2), 273–284. <https://doi.org/10.30812/matrik.v23i2.3494>

