

Perancangan Pengisi Daya Portabel Menggunakan Solar Panel Untuk Kebutuhan Dokumentasi Outdoor

Eka Dwi Nurcahya, Tamara Maharani, Berto Yusuf Nugroho

Prodi Tata Laksana Studio Produksi, Akademi Komunitas Negeri Pacitan

E-mail Korespondensi : ekadwi@aknpacitan.ac.id

History Artikel

Diterima : 6 November 2025

Disetujui : 19 Februari 2026

Dipublikasikan : 26 April 2026

Abstract

The purpose of this study is to design and develop a portable solar-powered charging prototype to meet the energy supply needs of documentation equipment such as cameras and communication devices during outdoor activities in areas without access to electricity. The research object consists of a portable charging system composed of a solar panel, a voltage regulation circuit, an energy storage module, and a mechanical construction designed to be lightweight and weather-resistant. The research method employed is the Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model. The results show that the prototype is capable of converting sunlight into electrical energy, which is stored in the battery module. The prototype can charge small electronic devices such as cameras and mobile phones. The charging effectiveness is influenced by the intensity of sunlight captured by the solar panel. Mechanical evaluation also indicates that the construction can be reliably used in outdoor environments. However, further evaluation is required through longer-term testing and assessment of vulnerability to direct water exposure, especially in the output panel section. Additional development is needed to optimize energy absorption from the 10 WP solar panel so that the storage battery can be charged more quickly. Overall, the device is suitable for use as an alternative energy solution for outdoor documentation activities and has the potential to be a more environmentally friendly option compared to conventional power sources.

Keywords: Solar panel, Portable charger, Outdoor documentation, Renewable energy, Prototype development

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengembangkan prototype pengisi daya portabel berbasis panel surya untuk memenuhi kebutuhan suplai energi perangkat dokumentasi seperti kamera dan alat komunikasi pada kegiatan outdoor di daerah tanpa akses listrik. Objek penelitian berupa sistem pengisi daya portabel yang terdiri atas panel surya, rangkaian pengatur tegangan, modul penyimpanan energi, dan konstruksi mekanik yang dirancang ringan serta tahan terhadap kondisi cuaca. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototype mampu mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik yang disimpan dalam baterai penyimpanan. Prototipe mampu mengisi perangkat elektronik kecil seperti kamera dan Hand Phone. Efektivitas pengisian dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang ditangkap panel surya. Evaluasi mekanik juga menunjukkan bahwa konstruksi mampu diaplikasikan di area *outdoor*. Evaluasi yang diperlukan pengujian dalam jangka waktu yang lebih lama dan kerawanan terhadap air secara langsung di bagian panel output. Diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengoptimalkan penyerapan energi dengan solar panel 10WP agar baterai penyimpanan dapat lebih cepat penuh. Perangkat yang dikembangkan sudah dapat digunakan sebagai solusi energi alternatif untuk kegiatan dokumentasi outdoor dan berpotensi menjadi pilihan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan sumber listrik konvensional.

Kata Kunci: Panel surya, Pengisi daya portabel, Dokumentasi outdoor, Energi terbarukan, Pengembangan prototipe.

How to Cite: Eka Dwi Nurcahya (2026). Perancangan Pengisi Daya Portabel Menggunakan Solar Panel Untuk Kebutuhan Dokumentasi Outdoor. *KOMPUTEK : Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, Vol 10 (1): Halaman 67-76

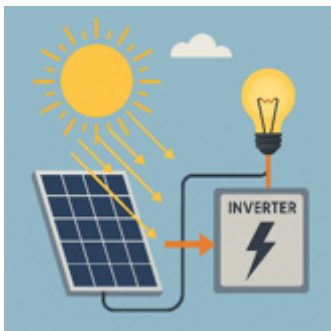
© 2026 Universitas Muhammadiyah Ponorogo. All rights reserved

ISSN 2614-0985 (Print)
ISSN 2614-0977 (Online)

PENDAHULUAN

Kegiatan di alam dengan kebutuhan sumber energi Listrik yang terbatas untuk mengisi daya peralatan pada dokumentasi seperti kamera, *drone* dan alat komunikasi membutuhkan sebuah solusi agar proses dokumentasi dapat berjalan lancar. Kegiatan alam seperti mendaki gunung atau pendokumentasian didaerah terpencil sering kali terkendala tidak adanya jaringan Listrik didaerah tersebut. Beberapa alat komunikasi mempunyai perangkat pengisi daya dengan spesifikasi yang berbeda.

Saat ini, solusi umum seperti genset dan power bank masih memiliki keterbatasan. Genset mampu menghasilkan daya besar, namun menimbulkan biaya operasional tinggi, emisi karbon, dan kebisingan, sehingga kurang ramah lingkungan (Sambhi et al., 2023). Prototype pengisi daya yang dirancang bertujuan untuk mendukung kegiatan pecinta alam salah satunya, maka dicari sumber energi yang ramah lingkungan maka digunakan panel surya. Manfaat lingkungan dari sistem fotovoltaik surya meliputi tidak adanya emisi selama beroperasi dan dampak ekologis yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan sumber energi konvensional (Mutsengerere et al., 2019).



Gambar 1. Panel Surya

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem panel surya mampu menyediakan daya yang cukup untuk perangkat kecil hingga menengah dengan biaya operasional rendah (Aeggegn et al., 2023).

Kebutuhan dalam pembuatan charger portable perlu memperhatikan strukturnya. Daya tahan dan kekuatan menjadi faktor kritis bagi charger portabel bertenaga surya,

Charger ini sering menghadapi paparan terhadap berbagai kondisi cuaca, benturan, dan keausan umum yang terkait dengan kegiatan perjalanan dan aktivitas luar ruangan. (Rieder et al., 2025).

Dari permasalahan tersebut penulis merancang sebuah peralatan pengisi daya portabel yang dapat mengisi daya dimanapun dengan memanfaatkan solar panel sebagai sumber energi Listrik. Peralatan yang dirancang diharapkan mampu bertahan di segala cuaca, ringan dan memiliki banyak akomodasi untuk berbagai tipe stop kontak Listrik dari alat charger.

METODE PENELITIAN

Perancangan prototype pengisi daya portabel menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Dalam literatur R&D, model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) sangat populer karena sistematis dan fleksibel untuk berbagai jenis produk (Ade Rahayu, 2025). Tahapan penelitian dilaksanakan sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir ADDIE

1. Analisis
 - a. Analisa pengisi daya dan baterai kamera.

Kebutuhan pengisi daya kamera dan handphone dilihat dari alat pengisi dayanya rata rata memiliki input 0,1 A - 0,2 A, tegangan 100 - 240 V, frekuensi 50-60Hz. Output yang dihasilkan untuk mengisi daya 8,4 V DC dengan arus bervariasi dari 0,4 A sampai dengan 1,2 A. Untuk handphone diperlukan arus 0,5 A dengan output 5 V arus 1 A atau 2 A untuk

Eka Dwi Nurcahya, Perancangan Pengisi Daya Portabel Menggunakan Solar Panel Untuk Kebutuhan Dokumentasi Outdoor.

fast charging. Baterai pada kamera mempunyai kapasitas rata – rata 1000 – 2000 mAh dengan tegangan 7,2V-7,4V.

b. Solar Panel

Solar panel dengan ukuran 10WP dapat digunakan untuk mengisi baterai sampai dengan kapasitas 70Ah dengan tegangan 12 V dalam waktu 84 jam dibawah sinar matahari (Fitriyah et al., 2021). Sebelumnya solar panel dengan output 9 V mampu digunakan untuk mengisi baterai lithium -ion untuk power bank (K et al., 2024). Dalam pembuatan prototype ini akan menggunakan solar panel 10Wp dengan pertimbangan ukuran yang minimalis selain kemampuan untuk mengisi baterai.



Gambar 3. Solar Panel

c. Solar Charger Controller

Output solar panel 10Wp sebesar 12 V akan dikonversi menggunakan *Solar Charger Controller*. *Pulse Width Modulation (PWM)* alat yang paling efektif untuk mengisi baterai dengan tegangan konstan. PWM yang digunakan dengan kapasitas 20 A



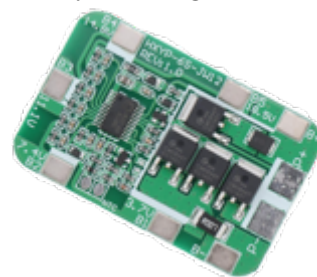
Gambar 4. Solar Charger Controller

d. Battery Management System (BMS)

BMS adalah suatu sistem yang mengelola pengisian dan pemakaian baterai sekaligus, BMS memonitor saat proses pengisian atau pemakaian. BMS memproteksi dari *overcharging* dan *overdischarging*, BMS juga berfungsi menyeimbangkan muatan setiap sel dan mengelola suhu baterai

(SUHARININGSIH et al., 2024).

Rancangan pprototipe pengisi daya portabel ini menggunakan *Battery Management System (BMS) 6S 22.2V 14A*. BMS ini dirancang untuk melindungi paket baterai Li-ion/LiPo 6 sel dengan fitur proteksi lengkap seperti *overcharge*, *overdischarge*, *overcurrent*, dan *short circuit*. BMS mendukung arus kontinu 14A, arus puncak 22A, serta arus pengisian maksimum 25A. Tegangan tiap sel dikontrol ketat pada 4.25–4.35V saat pengisian dan 2.3–3.0V saat pelepasan. Konsumsi arus sangat rendah (<30 μ A) dan resistansi kecil (<45 m Ω) sehingga efisien. BMS menggunakan port gabungan P+/P– untuk charge dan discharge, bekerja stabil pada suhu ekstrem, dan cocok untuk perangkat berdaya menengah.



Gambar 5. Battery Management System

e. Baterai

Komponen utama penyimpan daya diperlukan baterai yang dapat menyimpan dan melepaskan energi dengan cepat. Baterai lithium -ion mampu menyediakan daya listrik langsung dengan reaksi penyimpanan dan pelepasan energi yang sederhana dan cepat (Arsalis et al., 2022). Baterai lithium -ion teruji dapat bertahan lebih dari 10,000 kali pengisian daya dengan output dan daya simpan yang maksimal (Madani et al., 2025). Untuk kebutuhan penyimpanan daya pada pengisi daya portabel ini akan menggunakan baterai lithium -ion. Pada perencanaan akan menggunakan baterai lithium-ion dengan kapasitas sekitar 20 Ah.



Gambar 6. Baterai lithium Ion

f. Konektor

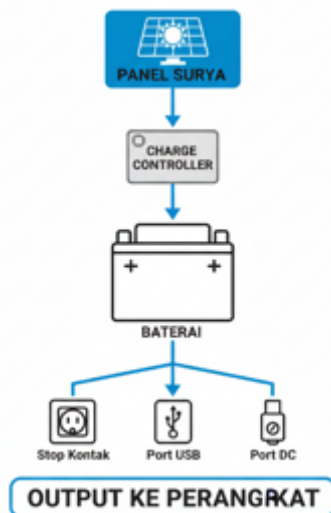
Kebutuhan konektor untuk mengisi daya dapat menggunakan dua cara yaitu langsung menyalurkan tegangan DC atau tetap menggunakan pengisi daya dari masing masing *device* Dimana memerlukan tegangan 200-240 VAC. Untuk menyalurkan tegangan DC maka diperlukan Port USB dengan output 5V, arus 1A-2A. sedangkan untuk output tegangan 200 – 240 VAC menggunakan stop kontak tipe C atau F.



Gambar 7. Jenis Port dan Stop Kontak yang digunakan

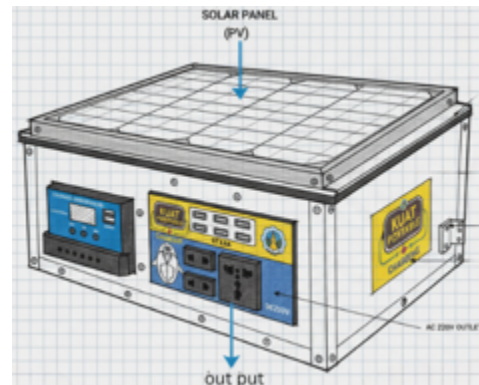
2. Desain

Proses perancangan dilakukan beberapa rancangan prototipe, yang pertama membuat desain skematik rangkaian listrik:



Gambar 8. Skema perancangan rangkaian listrik

Desain *casing* diperlukan untuk melihat dimensi dari pengisi daya portabel yang dibuat mudah digunakan dan mudah dirawat.



Gambar 9. Desain pengisi daya portabel

Solar panel yang akan digunakan adalah 10 WP dengan baterai lithium sebagai penyimpan daya. Perangkat output terdiri dari stop kotak 220 AC dan Port USB.

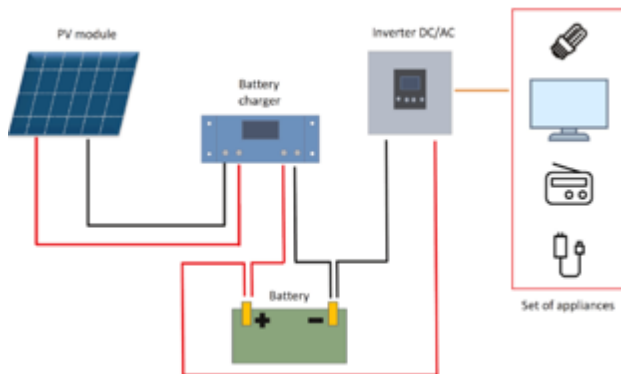
3. Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan (development), penulis merealisasikan hasil perencanaan dan desain menjadi sebuah prototipe awal pengisi daya portabel berbasis panel surya. Pada tahap ini menentukan komponen, pembuatan rangkaian, perakitan mekanik, serta pengujian awal untuk memastikan sistem dapat berfungsi sesuai spesifikasi.

a. Komponen

- Solar panel yang dipilih adalah panel surya 10 WP dengan ukuran 33 x 28 cm, tegangan pengisian 25V, arus maksimum 15A.
- *Solar Charger control, rated voltage 12V/24V, Arus 20A, Max. PV Voltage 50V, max. Input Power 260W (12V).*
- BMS menggunakan seri 6S 22.3 AV 14 A
- Baterai lithium ion 6 buah dengan kapasitas 3400 mAh maksimum, tegangan nominal : 3,6 V dan tegangan penuh 4,2 V. Kapasitas penyimpanan total $6 \times 3400 = 20.400\text{mAh}$ (20,4 Ah)
- Kabel NYAF 2,4.

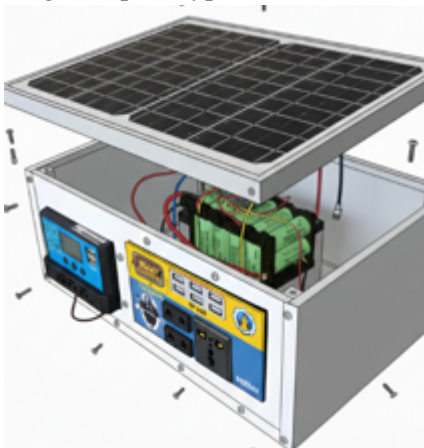
b. Rangkaian



Gambar 10. Rangkaian(Arsalis et al., 2022)

Solar panel diletakkan pada ruang terbuka dihubungkan ke *Solar Charger Controller* dan disalurkan ke baterai.

c. Pembangunan prototype



Gambar 11. Prototipe portable charger

Kotak dibuat dari bahan PVC dengan pertimbangan berat, tahan air dan tidak korosi sehingga dapat melindungi komponen seperti baterai didalamnya.

Dari rangkaian yang telah dibuat maka penulis akan menghitung waktu pengisian baterai penyimpanan daya sampai penuh. Diasumsikan daya maksimal yang dihasilkan adalah 10 W maka arus yang diharapkan keluar dapat dihitung dengan daya dibagi dengan tegangan (Muslimin et al., 2024) :

$$I = \frac{P_{out}}{V}$$

Dimana hasilnya

$$I = \frac{10W}{25V} = 0,4A$$

Dengan arus pengisian sebesar 0,4 A dan kapasitas baterai 20,4 Ah waktu untuk mengisi penuh yang dibutuhkan dapat dihitung dengan membagi kapasitas baterai dengan arus yang masuk (Nopianto et al., 2019), hasilnya :

$$t = \frac{20,4 Ah}{0,4A} = 51 jam$$

Jika dihitung per jam maka baterai terisi hampir 2% saja.

Baterai sebuah smartphone berkapasitas baterai 2 Ah dengan Tegangan pengisian: 5 V (standar USB) akan dapat melakukan pengisian berapa kali dapat dihitung dengan metode berikut (Matan, 2024) :

Total Energi Baterai 6× NCR 18650 B

- Total kapasitas: 20.4 Ah pada 3.6 V
- Energi total:
 $3.6V \times 20.4Ah = 73.44Wh$
- Energi yang Dibutuhkan untuk Mengisi Baterai Smartphone 2Ah :

$$Energi = 5V \times 2Ah = 10Wh$$

Menghitung Berapa Banyak Smartphone (HP) yang Bisa Diisi Penuh

$$Jumlah HP = \frac{73.44 Wh}{10Wh} = 7,34$$

Artinya, 6 baterai NCR 18650 B mampu mengisi penuh baterai HP 2000mAh sebanyak ±7 kali, dengan asumsi proses pengisian berjalan efisien.

d. Implementasi

- Prototipe diuji di lingkungan outdoor untuk menilai performanya. Pengujian dilakukan sesuai referensi pada pagi hingga sore pada pukul 08.00 sampai dengan 15.00 (Nurba et al., 2022), akan tetapi dalam pengujian ini penulis

menambah sampai dengan pukul 17.00.

- Pengujian beban digunakan beban kamera DSLR, dan telepon seluler. Parameter yang diukur meliputi tegangan, Data diukur menggunakan multimeter.

e. Evaluasi

Evaluasi mencakup aspek konstruksi



Gambar 14. Hasil Prototype

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan

- Hasil uji coba rangkaian



Gambar 12. Uji coba rangkaian

Dari indikator pada *solar charger controller* menunjukkan bahwa rangkaian bekerja seperti pada gambar 13.



Gambar 13. Menunjukkan pengisian daya ke baterai

- Hasil prototype

Dari Pembangunan prototype menghasilkan bentuk kotak dengan ukuran 35 cm x 30 cm x 15 cm, posisi pemasangan solar panel diatas kotak. Solar panel dipasang posisi dengan kemiringan 10° (Badogil et al., 2024). Bahan yang digunakan tahan air untuk melindungi komponen yang terbuka.

3.2 Hasil Pengujian

3.2.1 Pengujian Output Panel Surya

Data pengujian solar panel didapatkan dari pemasangan solar panel dibawah matahari langsung selama 9 jam pada rentang jam 08.00 sampai dengan 17.00 WIB, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Uji Solar Panel

| T | Cahaya (W/m ²) | (V) | (A) | (W) | Keterangan |
|-------|----------------------------|------|------|------|-------------------------|
| 08:00 | 350 | 14,2 | 0,21 | 2,98 | Matahari mulai naik |
| 09:00 | 500 | 16,5 | 0,35 | 5,77 | Intensitas meningkat |
| 10:00 | 650 | 17,4 | 0,42 | 7,31 | Stabil |
| 11:00 | 800 | 17,9 | 0,51 | 9,13 | Mendekati kondisi ideal |
| 12:00 | 900 | 18 | 0,55 | 9,9 | Kondisi optimal panel |
| 13:00 | 850 | 17,8 | 0,53 | 9,43 | Sedikit menurun |
| 14:00 | 700 | 17,2 | 0,47 | 8,08 | Awan tipis |
| 15:00 | 500 | 16 | 0,33 | 5,28 | Intensitas menurun |
| 16:00 | 300 | 13,5 | 0,2 | 2,7 | Mendekati sore |
| 17:00 | 150 | 11 | 0,09 | 0,99 | Cahaya sangat rendah |

Dari tabel hasil pengujian solar panel dapat intensitas Cahaya sangat berpengaruh.

3.2.2 Pengisian Baterai

Data pengisian daya pada baterai penyimpanan di prototipe pengisi daya portabel didapatkan dapat mengisi sekitar 10%. Sesuai data berikut:

Tabel 3. Data pengisian baterai.

| Waktu | Daya (W) | Energi per Jam (Wh) | Energi Kumulatif (Wh) | % Terisi |
|-------|----------|---------------------|-----------------------|----------|
| 08:00 | 2,98 | 2,98 | 2,98 | 0,49 |
| 09:00 | 5,77 | 5,77 | 8,75 | 1,44 |
| 10:00 | 7,31 | 7,31 | 16,06 | 2,65 |
| 11:00 | 9,13 | 9,13 | 25,19 | 4,15 |
| 12:00 | 9,9 | 9,9 | 35,09 | 5,79 |
| 13:00 | 9,43 | 9,43 | 44,52 | 7,34 |
| 14:00 | 8,08 | 8,08 | 52,6 | 8,67 |
| 15:00 | 5,28 | 5,28 | 57,88 | 9,54 |
| 16:00 | 2,7 | 2,7 | 60,58 | 9,99 |
| 17:00 | 0,99 | 0,99 | 61,57 | 10,15 |
| Total | | 61,57 | 61,57 | 10,15 |

Dari data ini dapat ditarik kesimpulan ada efisiensi sekitar 75%.

3.2.3 Pengujian Mengisi Daya

Pengujian Beban dengan kamera dan Hand Phone



Gambar 15. Pengisian daya pada kamera.

Untuk pengisian daya untuk kamera

sony a6000 dalam waktu 1 jam dapat mengisi baterai sebanyak 48%.



Gambar 16. Pengisian daya pada Hand Phone

Untuk pengisian daya untuk Hand Phone dengan kapasitas 5000 mAh dapat mengisi 27% dalam waktu 1 jam.

3.2.4 Pengujian Output

Pengujian output menghasilkan data pada tabel berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian output

| No | Item | Fungsi | Output |
|----|-------------------------|-----------|-----------------------------|
| 1 | Daya output Solar Panel | Berfungsi | 0,5 A, \pm 21V. |
| 2 | Baterai | Berfungsi | Kapasitas \pm 18.000 mAh, |
| 3 | Port USB 1 | Berfungsi | \pm 5V |
| 4 | Port USB 2 | Berfungsi | \pm 5V |
| 5 | Port USB 3 | Berfungsi | \pm 5V |
| 6 | Port USB 4 | Berfungsi | \pm 5V |
| 7 | Port USB 5 | Berfungsi | \pm 5V |
| 8 | Port USB 6 | Berfungsi | \pm 5V |
| 9 | Port USB 7 | Berfungsi | \pm 5V |
| 10 | Port USB 8 | Berfungsi | \pm 5V |
| 11 | Stop Kontak 1 | Berfungsi | \pm 220 V |
| 12 | Stop Kontak 2 | Berfungsi | \pm 220 V |
| 14 | Stop Kontak 3 | Berfungsi | \pm 220 V |

Dari tabel hasil pengujian utilitas dapat disimpulkan bahwa prototype ini dapat berfungsi.

3.3 Pembahasan

- a. Konstruksi fisik
Konstruksi prototipe pengisi daya portabel menunjukkan bahwa pemilihan material body berbahan ringan namun tahan terhadap benturan mampu meningkatkan portabilitas dan ketahanan alat saat digunakan pada aktivitas outdoor. Hasil pengamatan selama uji lapangan memperlihatkan bahwa struktur casing dengan desain solid dan perlindungan sudut mampu meminimalkan kerusakan komponen internal ketika prototipe mengalami guncangan. Akan tetapi masih rentan jika terkena hujan secara langsung pada posisi *port output*
- b. Tata letak Komponen
Peletakan LCD indikator dan *port output* terdapat pada sisi yang sama memudahkan pengguna untuk memantau indikator saat melakukan pengisian daya.
- c. Desain panel surya
Pemasangan solar panel pada kemiringan 10° memudahkan penangkapan sinar matahari tanpa harus memiringkan body pengisi daya, hanya perlu menyesuaikan arah matahari saja.
- d. Evaluasi kinerja
 - Kinerja alat dapat memenuhi kebutuhan pengisian daya akan tetapi dengan terbatasnya daya solar panel untuk mengisi baterai penyimpanan, daya input dan output saat bersamaan tidak seimbang.
 - Pengujian dilanjutkan dengan waktu uji lebih lama untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mengisi penuh baterai penyimpanan maupun saat untuk mengisi beban sampai dengan penuh.
 - Penggunaan baterai Lithium Ion dimaksudkan untuk mendapatkan beban ringan mungkin untuk pengisi baterai portabel ini akan tetapi juga perlu dilakukan pengujian

rangkaian dengan model BMS yang lain dan jenis baterai yang lain untuk mengetahui keunggulannya.

KESIMPULAN

Prototipe pengisi daya portabel berbasis panel surya berhasil dirancang dan diuji untuk memenuhi kebutuhan suplai energi pada kegiatan dokumentasi *outdoor*. Desain dan konstruksi prototipe dapat tahan terhadap kondisi di luar ruangan walaupun masih rentan jika terkena air hujan secara langsung pada bagian *port output*. Dari pengujian prototipe ini dapat menerima dan mengkonversi energi cahaya matahari ke energi listrik yang disimpan pada baterai, serta menyalurkan untuk mengisi daya pada Hand Phone dan baterai kamera. Masih diperlukan pengujian dalam jangka waktu yang lebih lama untuk mengetahui performa yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Rahayu. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pengertian, Jenis dan Tahapan. In *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* (Vol. 4, Issue 3, pp. 459–470). <https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Arsalis, A., Papanastasiou, P., & Georghiou, G. E. (2022). A comparative review of lithium-ion battery and regenerative hydrogen fuel cell technologies for integration with photovoltaic applications. *Renewable Energy*, *191*, 943–960. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2022.04.075>
- Badogil, H. T., Dani, A., & Erivianto, D. (2024). *Studi Optimalisasi Sudut Kemiringan dan Azimut Panel Surya Terhadap Output PLTS Menggunakan Perangkat Lunak PVSyst*. *4*, 83–95.
- Fitriyah, Q., Saragi, E. P., Lusi, N., Prayogo, G. S., & Wahyudi, M. P. E. (2021). Portable Solar Photovoltaic Suitcase. *Jurnal Integrasi*, *13*(2), 158–161. <https://doi.org/10.30871/ji.v13i2.3460>
- K, S., Shivaleela, S., S, D., S R, L., & Y, R. (2024). “Design of Portable Solar Power Bank.” *Iarjset*, *11*(5), 673–676. <https://doi.org/10.17148/iarjset.2024.115101>
- Madani, S. S., Shabeer, Y., Allard, F., Fowler,

- M., Ziebert, C., Wang, Z., Panchal, S., Chaoui, H., Mekhilef, S., Dou, S. X., See, K., & Khalilpour, K. (2025). A Comprehensive Review on Lithium-Ion Battery Lifetime Prediction and Aging Mechanism Analysis. *Batteries*, *11*(4), 1–68.
<https://doi.org/10.3390/batteries11040127>
- Matan. (2024). *Bagaimana Menghitung Energi yang Disimpan dalam Baterai atau Perangkat Penyimpanan Energi Lainnya*. <https://www.electricity-magnetism.org/id/bagaimana-menghitung-energi-yang-disimpan-dalam-baterai-atau-perangkat-penyimpanan-energi-lainnya/>
- Muslimin, I., Farid, M., & Mandra, M. A. S. (2024). Analisis Kinerja Battery Charging Menggunakan Tenaga Surya Untuk Kendaraan Roda Dua. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, *7*(1), 1–12.
<https://doi.org/10.21831/jpvo.v7i1.73491>
- Nopianto, R., Hilda, & Suryadi, D. (2019). Peningkatan Efisiensi Penggunaan Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Nano. *Untan*, 1–5.
- Nurba, H. P., Fauzi, Y., Djatnika, A. G., Munastha, K. A., Studi, P., Elektro, T., & Buana, U. S. (2022). *IMPLEMENTASI PANEL SURYA UNTUK PERANGKAT BATERAI*. *7*(2), 110–116.
<https://doi.org/10.32897/infotronik.2022.7.2.2259>
- SUHARININGSIH, S., YULIANDA, F., SUNARNO, E., & NUGROHO, M. A. B. (2024). Battery Management System dengan Fitur Adaptive Current Protection terhadap Suhu. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *12*(2), 498.
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v12i2.498>

