

## **Monitoring Powerbank Untuk Smartphone Berkapasitas 3000 mAh Berbasis Panel Surya**

**Immanuel Mario Kartika Putra<sup>1</sup> Indra Yogi Saragi<sup>2</sup> Ahmad Widad Romdhoni<sup>3</sup> Agung Slamet Sapriyadi<sup>4</sup> Kafil Tengku Ikhsan<sup>5</sup>**

Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang, Indonesia<sup>1,2,3,4,5</sup>

Email: [immanuel.mario.2309346@students.um.ac.id](mailto:immanuel.mario.2309346@students.um.ac.id)<sup>1</sup> [indra.yogi.2309346@students.um.ac.id](mailto:indra.yogi.2309346@students.um.ac.id)<sup>2</sup> [ahmad.widad.2309346@students.um.ac.id](mailto:ahmad.widad.2309346@students.um.ac.id)<sup>3</sup> [agung.slamet.2309346@students.um.ac.id](mailto:agung.slamet.2309346@students.um.ac.id)<sup>4</sup> [kafil.tengku.2309346@students.um.ac.id](mailto:kafil.tengku.2309346@students.um.ac.id)<sup>5</sup>

### **Abstract**

*This study examines the effectiveness of solar panels as an alternative energy source for charging power banks and smartphones. The research background highlights the increasing dependence on smartphones and the limitation of battery capacity, particularly in areas without access to conventional electricity. The research method employed solar panels with a capacity of 5–12W combined with a step-down module and power banks with a capacity of 10,000–20,000 mAh. The charging process was monitored to evaluate the speed and efficiency of energy flow. The results indicate that charging efficiency is significantly influenced by sunlight intensity, panel placement angle, and the panel capacity used. Higher-capacity panels were proven to accelerate charging, although the charging time remained longer than conventional electricity sources. Major challenges include dependency on weather conditions, temperature, and initial investment costs. In conclusion, although solar panel charging requires more time, this technology provides an environmentally friendly energy solution that reduces fossil fuel dependency and supports renewable energy utilization, especially in remote areas.*

**Keywords:** Solar Panel, Power Bank, Renewable Energy

### **Abstrak**

Penelitian ini membahas efektivitas penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif untuk mengisi daya powerbank dan smartphone. Latar belakang penelitian didasarkan pada meningkatnya ketergantungan masyarakat terhadap smartphone dan permasalahan keterbatasan daya baterai, khususnya di lokasi yang tidak memiliki akses listrik konvensional. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan panel surya berkapasitas 5–12W yang dikombinasikan dengan modul step-down serta powerbank berkapasitas 10.000–20.000 mAh. Proses pengisian daya dipantau untuk menilai kecepatan dan efisiensi aliran energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi pengisian sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, sudut pemasangan panel, serta kapasitas panel yang digunakan. Panel surya berkapasitas lebih tinggi terbukti mampu mempercepat pengisian, meskipun secara umum waktu pengisian masih lebih lama dibandingkan dengan sumber listrik konvensional. Tantangan utama meliputi ketergantungan pada kondisi cuaca, suhu, dan biaya investasi awal. Kesimpulannya, meskipun pengisian daya melalui panel surya membutuhkan waktu lebih lama, teknologi ini memberikan solusi energi ramah lingkungan yang berpotensi mengurangi ketergantungan pada energi fosil serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan, terutama di daerah terpencil.

**Kata Kunci:** Panel Surya, Powerbank, Energi Terbarukan



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi digital, khususnya smartphone, telah merubah cara hidup masyarakat dengan signifikan. Smartphone kini berfungsi tidak hanya sebagai alat komunikasi, tetapi juga sebagai perangkat untuk bekerja, belajar, dan mencari informasi.

Kamingnya, ketergantungan terhadap smartphone sering terhambat oleh masalah daya baterai, terutama di lokasi yang tidak terjangkau oleh sumber listrik konvensional atau saat beraktivitas di luar ruangan. Terdapat kebutuhan mendesak untuk solusi energi alternatif ini, salah satunya melalui pengembangan powerbank berbasis panel surya. Panel surya adalah bentuk energi terbarukan yang populer, khususnya dalam konversi energi matahari menjadi listrik melalui sel fotovoltaik. Energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan dalam baterai dan digunakan untuk mengisi daya smartphone, yang memberikan kemudahan dalam pengisian daya di lokasi terpencil serta mengurangi ketergantungan pada listrik dari sumber daya tidak terbarukan (Rumbayan et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa teknologi solar power bank memiliki potensi besar dalam membantu masyarakat yang tidak memiliki akses terhadap listrik konvensional, di saat yang sama memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Pengembangan powerbank berbasis panel surya memang penting untuk memenuhi kebutuhan praktis masyarakat. Teknologi ini tidak hanya menjawab isu daya tetapi juga mendukung upaya mengurangi emisi karbon dan mempromosikan energi terbarukan. Dalam konteks ini,) dapat menambah efisiensi dan pemantauan penggunaan energi, meskipun detail spesifik tentang teknologi ini dan dampaknya perlu penyelidikan lebih lanjut (Yuwono et al., 2023).

### **Kajian Teori**

Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi alternatif bertumpu pada proses konversi cahaya matahari menjadi listrik melalui mekanisme fotovoltaik. Sel fotovoltaik pada panel mengambil foton dari sinar matahari yang kemudian memicu pelepasan elektron pada material semikonduktor sehingga terbentuk arus listrik searah (DC). Energi listrik hasil konversi ini dapat disalurkan ke perangkat penyimpanan seperti baterai atau powerbank untuk memasok daya ke perangkat elektronik, misalnya ponsel pintar (Deng, 2015). Tingkat efektivitas panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, di antaranya intensitas radiasi matahari, orientasi dan sudut pemasangan panel, temperatur lingkungan, serta mutu sel fotovoltaik. Panel dengan rating daya yang lebih besar mampu menghasilkan energi lebih tinggi sehingga proses pengisian menjadi lebih cepat (Septiyan & Taali, 2020). Namun demikian, daya keluaran panel sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan faktor eksternal lainnya, sehingga performa aktualnya berfluktuasi (Abdullah et al., 2023). Dari sisi penyimpanan, powerbank berfungsi sebagai penyangga energi menggunakan baterai isi ulang berbasis Lithium-Ion atau Lithium-Polymer. Baterai jenis ini dipilih karena memiliki kepadatan energi tinggi, umur pakai yang panjang, serta efisiensi pengisian yang cukup baik (Deng, 2015). Kapasitas baterai biasanya dinyatakan dalam satuan miliampere-hour (mAh), yang menunjukkan besarnya energi yang dapat disimpan serta dilepaskan untuk mengisi perangkat elektronik.

Agar energi dari panel surya dapat digunakan secara aman dan sesuai kebutuhan, diperlukan rangkaian pengatur tegangan, seperti step-down converter atau modul konversi lainnya. Rangkaian ini berfungsi menurunkan sekaligus menstabilkan tegangan keluaran panel agar sesuai dengan kebutuhan powerbank, biasanya 5 volt untuk perangkat mobile. Dengan adanya modul pengatur ini, perangkat penyimpanan maupun smartphone terlindungi dari tegangan berlebih atau fluktuasi arus (Dicky et al., 2023). Untuk memperkuat landasan teori ini, perlu ditambahkan pendekatan kuantitatif melalui rumus- rumus perhitungan agar kinerja sistem dapat diprediksi dan dimonitor secara sistematis. Energi yang tersimpan dalam baterai powerbank dapat dihitung dengan persamaan:

$$E_{bat} = V_{nom} \times \frac{C_{bat}(mAh)}{1000}$$

Dengan  $V_{nom}$  adalah tegangan nominal baterai (3,7 V untuk sel Li-ion) dan  $C_{bat}$  adalah kapasitas baterai dalam mAh. Misalnya, pada powerbank berkapasitas 3000 mAh, energi yang dapat disimpan adalah sekitar 11,1 Wh. Daya keluaran panel surya dalam kondisi aktual dapat diperkirakan dengan rumus:

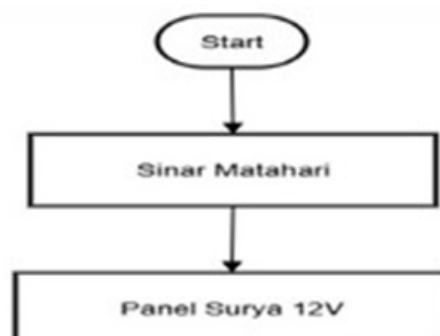
$$P_{panel} = P_{stc} \times \frac{G}{1000} \times \cos(\theta) \times (1 - \beta(T_{cell} - 25^{\circ}C))$$

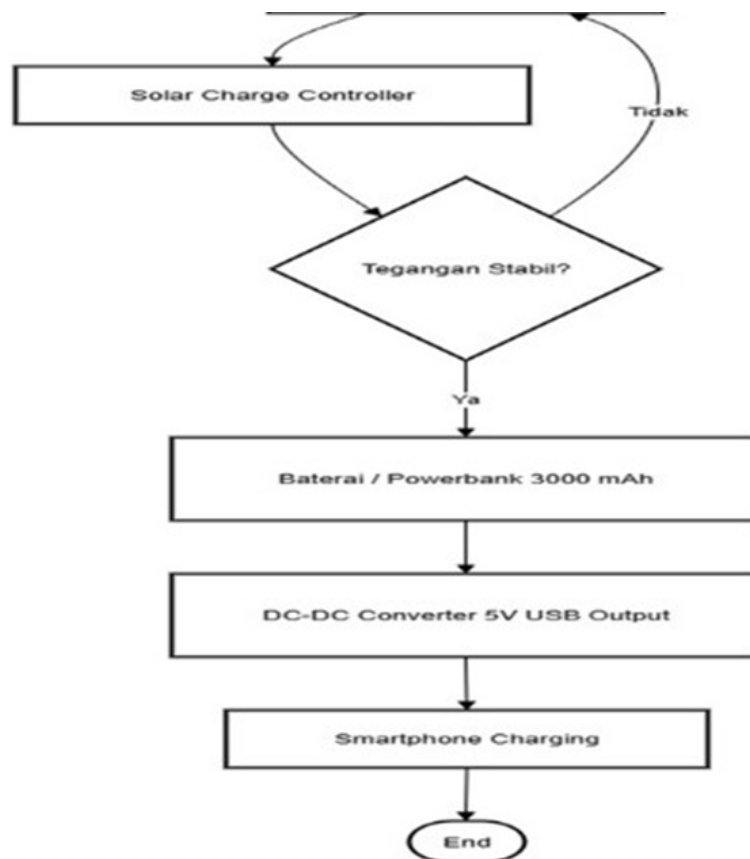
Dengan  $P_{stc}$  adalah daya panel pada kondisi standar (STC), (G) intensitas radiasi matahari, ( $\theta$ ) sudut deviasi panel terhadap cahaya, dan  $\beta$  koefisien temperatur. Arus pengisian yang masuk ke powerbank dapat dihitung dengan:

$$I_{chg} = \frac{P_{panel}}{V_{chg}}$$

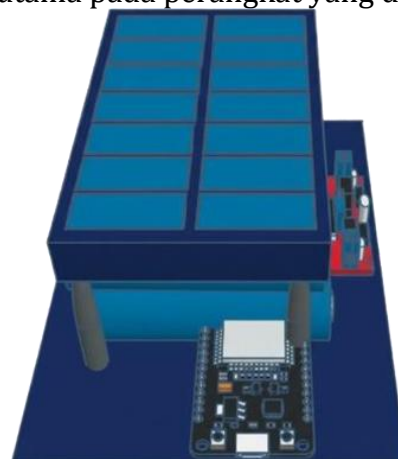
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan serangkaian alat dan bahan yang dirancang untuk menguji efektivitas panel surya dalam mengisi daya Powerbank, yang kemudian digunakan untuk menyuplai energi pada smartphone. Panel surya dengan kapasitas tertentu, seperti 5W atau 10W, berfungsi sebagai sumber utama energi dengan cara mengonversi sinar matahari menjadi listrik. Energi listrik yang dihasilkan dialirkan melalui modul step-down untuk menstabilkan serta menurunkan tegangan agar sesuai dengan kebutuhan modul Powerbank 5 volt. Powerbank yang digunakan memiliki kapasitas penyimpanan antara 10.000 hingga 20.000 mAh, lengkap dengan indikator status untuk memudahkan pemantauan proses pengisian. Setelah terisi, Powerbank ini kemudian digunakan untuk mengisi smartphone yang memiliki kapasitas baterai sekitar 3.000–4.000 mAh. Proses pengisian smartphone dipantau dan dicatat guna mengetahui kecepatan serta efisiensi aliran daya. Seluruh komponen dihubungkan menggunakan kabel USB dan Type-C yang dipilih karena mampu menyalurkan daya dengan cepat dan stabil. Untuk menjaga keamanan perangkat, panel surya, Powerbank, dan modul step-down dilindungi dengan casing berbahan akrilik yang ringan, tahan lama, serta mampu melindungi dari kerusakan fisik maupun pengaruh lingkungan. Dengan rangkaian alat dan bahan tersebut, prosedur penelitian dilakukan dengan menempatkan panel surya pada area dengan paparan sinar matahari langsung, kemudian menyalurkan energi menuju Powerbank melalui modul step-down, dan selanjutnya menggunakan Powerbank untuk mengisi daya smartphone. Durasi pengisian serta kestabilan daya dicatat sebagai dasar analisis efektivitas penggunaan panel surya dalam mendukung pengisian perangkat elektronik portabel. Berdasarkan hasil penelitian, sebuah rancangan sistem rangkaian alat telah disusun untuk diujicobakan sesuai dengan harapan. Perancangan sistem mencakup seluruh sistem dan antarmuka alat atau komponen, bertujuan untuk memudahkan implementasi alat yang akan dibuat. Dengan adanya perancangan sistem ini, diharapkan alat yang direncanakan dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan prosedur perancangan yang telah ditetapkan.

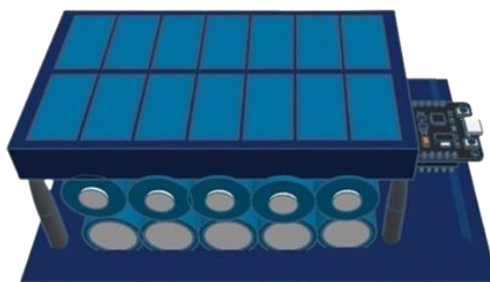




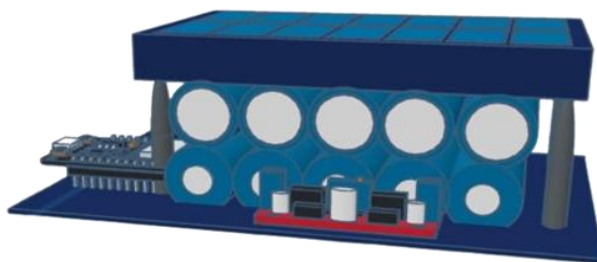
Berdasarkan landasan teori dan rumus-rumus perhitungan yang telah dijabarkan, tahap selanjutnya adalah merancang prototipe sistem powerbank berbasis panel surya. Desain prototipe ini bertujuan untuk mengintegrasikan komponen utama, yaitu panel surya sebagai sumber energi, baterai isi ulang dalam powerbank sebagai media penyimpanan, serta rangkaian pengatur tegangan sebagai pengendali kestabilan daya. Selain itu, sistem monitoring berbasis perhitungan arus, tegangan, dan status pengisian juga akan diaplikasikan agar kinerja perangkat dapat diukur secara kuantitatif. Dengan perancangan yang terstruktur, prototipe ini diharapkan mampu menjadi model implementasi nyata yang tidak hanya fungsional tetapi juga mendukung konsep energi berkelanjutan yang ramah lingkungan. Gambar-gambar berikut menampilkan rancangan desain prototipe sistem yang dikembangkan pada penelitian ini. Desain tersebut dibuat untuk memvisualisasikan bentuk fisik serta tata letak komponen utama pada perangkat yang dirancang.



**Gambar 1. Desain Tampak Depan**



**Gambar 2. Desain Tampak Depan**



**Gambar 3. Desain Tampak Depan**

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

### **Efektivitas Panel Surya dalam Sistem Pengisian Daya**

Dalam penelitian ini, panel surya berfungsi sebagai sumber utama dalam pembangkit listrik untuk mengisi daya *Powerbank* dan *smartphone*. Pengujian menunjukkan bahwa keefektifan panel surya sangat tergantung pada intensitas sinar matahari dan sudut pemasangan panel. (Widiantara & Sugiarta, 2019) menemukan bahwa maksimalisasi output daya dapat dicapai dengan menyesuaikan sudut panel surya terhadap pancaran matahari, sehingga mengoptimalkan penyerapan energi. Pada kondisi optimal, panel dengan kapasitas tertentu seperti 10W dapat menghasilkan daya yang cukup untuk mengisi *Powerbank* dengan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan model-panel yang tidak dioptimalkan. Lebih jauh, perhitungan menunjukkan bahwa pada intensitas cahaya maksimum, panel surya dapat memberi arus hingga 2A, yang memungkinkan pengisian daya *Powerbank* dalam kisaran 4 hingga 6 jam. Ketergantungan daya yang dihasilkan panel surya pada variabel-variabel lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan sinar matahari menjelaskan pentingnya penggunaan teknologi pendukung seperti sistem pelacakan (Septiyan & Taali, 2020). Sistem ini membantu untuk menjaga posisi optimal panel surya untuk menangkap energi lebih efisien selama siang hari. Studi oleh (Goeritno et al., 2023) juga menunjukkan bahwa walaupun daya output panel surya sangat terpengaruh oleh cuaca, pengoptimalan dengan pemasangan sistem koneksi yang tepat dan perawatan yang baik dapat meningkatkan efisiensi secara signifikan (Goeritno et al., 2023). Dengan demikian, sistem pengisian daya berbasis panel surya tidak hanya menjadi alternatif yang feasible, tetapi juga solusi praktis untuk usaha pengurangan emisi dan penggunaan energi terbarukan.

### **Analisis Efisiensi Pengisian Daya**

Analisis efisiensi pengisian daya *Powerbank* menggunakan panel surya dibandingkan dengan energi konvensional menunjukkan variasi yang signifikan. Pengukuran yang dilakukan mencakup perbandingan waktu pengisian dengan menggunakan listrik dari sumber konvensional baik dari daya AC maupun DC dengan efisiensi pengisian menggunakan panel surya. Hasil menunjukkan bahwa pengisian menggunakan panel surya memakan waktu hampir dua kali lipat lebih lama dibandingkan dengan sumber elektrik konvensional. Kecepatan pengisian daya sangat dipengaruhi oleh jumlah energi yang dihasilkan panel surya

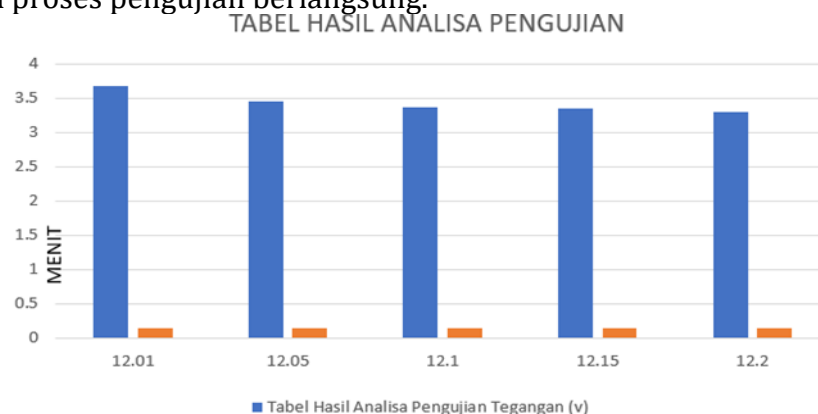
selama periode tertentu. Mencatat bahwa optimasi dengan menggunakan pengontrolan berbasis fuzzy logic dapat meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan (Hidayah & Irawan, 2024). Walaupun waktu pengisian lebih lama, panel surya menawarkan keunggulan dalam hal sumber daya yang lebih berkelanjutan dan berpotensi mengurangi emisi karbon dibandingkan dengan pengisian konvensional.

Dalam pengujian, ketika dibandingkan, waktu pengisian *Powerbank* dengan kapasitas 20.000 mAh memakan waktu sekitar 10 jam dengan panel surya, sementara melalui sumber listrik konvensional hanya memerlukan waktu sekitar 4 jam. Kelambatan ini sebagian besar disebabkan oleh ketidakstabilan daya yang dihasilkan dari fotovoltaik yang berfluktuasi berdasarkan kondisi cuaca (Yuwono et al., 2023). Aspek yang perlu dipertimbangkan adalah bahwa meskipun panel surya lambat dalam mengisi daya, mereka menyediakan solusi untuk lokasi tanpa akses listrik yang dapat mencegah lebih banyak emisi dari pembangkit energi berbasis fosil.

**Tabel 1. Hasil Analisa Pengujian**

| menit | Tegangan (v) | Arus (i) |
|-------|--------------|----------|
| 12.01 | 3.67         | 0.14     |
| 12.05 | 3.46         | 0.14     |
| 12.1  | 3.36         | 0.14     |
| 12.15 | 3.35         | 0.15     |
| 12.2  | 3.29         | 0.15     |

Hasil pengujian diperoleh melalui percobaan yang dilaksanakan pada siang hari ketika intensitas cahaya matahari berada pada tingkat tinggi. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa besarnya tegangan yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas sinar matahari selama proses pengujian berlangsung.



**Gambar 4. Gambar Grafik Hasil Analisa Tegangan**

Jika terjadi kondisi cuaca dimana cahaya matahari tidak optimal atau berawan, maka tegangan output yang dihasilkan akan mengalami penurunan yang signifikan. Perbedaan dalam tegangan yang diukur terlihat dalam tabel di atas, menunjukkan bahwa panel surya bersifat sensitif terhadap fluktuasi panas sinar matahari yang tidak stabil, terutama ketika cuaca berubah-ubah atau tidak dapat diprediksi.

### **Pengaruh Kapasitas Panel Surya**

Kapasitas panel surya menjadi faktor kunci dalam durasi pengisian *Powerbank* dan perangkat smartphone. Penelitian menunjukkan bahwa panel surya berkapasitas lebih besar cenderung menghasilkan daya output yang lebih tinggi, dengan kemampuan untuk mengisi baterai dengan lebih cepat. Penelitian oleh Septiyan dan Taali (2020) menyatakan bahwa

sistem pengisian menggunakan solar cell dengan kapasitas tinggi dapat menghasilkan daya lebih optimal, yang dapat langsung mempengaruhi waktu pengisian baterai (Septiyan & Taali, 2020). Misalnya, panel surya dengan kapasitas 12W dapat memberikan arus ke *Powerbank* lebih cepat dibandingkan dengan panel 5W. Dalam penelitian ini, pada kondisi sinar matahari yang ideal, panel 12W dapat mengisi *Powerbank* 10.000 mAh dalam waktu kurang lebih 5 jam, sementara panel 5W dapat membutuhkan waktu dua kali lipat untuk mencapai hasil yang sama. Dengan meningkatnya kapasitas panel, tidak hanya output daya yang meningkat, tetapi juga efisiensi konversi yang terjadi saat daya mengalir menuju perangkat penyimpanan. Sebagai tambahan, adanya sistem pemantauan yang tepat, seperti yang dikembangkan dalam sistem berbasis Arduino, mampu memberikan informasi real-time mengenai kapasitas dan status pengisian (Pratama & Asnil, 2021). Informasi ini bermanfaat bagi pengguna untuk memahami seberapa efisien perangkat mereka dalam memanfaatkan sumber daya dari panel surya.

### **Tantangan dalam Penggunaan Panel Surya**

Walaupun panel surya menawarkan berbagai keuntungan dalam sistem pengisian daya, tantangan dalam penggunaannya tetap ada. Salah satu isu utama adalah ketergantungan pada kondisi cuaca dan tingkat radiasi matahari. Dalam penelitian oleh (Abdullah et al., 2023), ditekankan bahwa fluktuasi intensitas cahaya secara signifikan mempengaruhi kinerja panel dan hasil daya yang dihasilkan (Abdullah et al., 2023). Selain itu, kinerja panel surya mulai menurun ketika suhu meningkat di atas level optimal, yang dapat mengurangi efisiensi konversi dan memperpendek umur panel. Tidak hanya itu, penempatan dan pemasangan panel surya juga merupakan tantangan. Panel yang terpasang tidak pada sudut optimal dapat membawa hilangnya efisiensi pengisian, dan perlu ditangani dengan pendekatan desain yang baik. Penelitian oleh (Nurdiansyah et al., 2020) menekankan pada pentingnya penggunaan sistem otomatis yang dapat mengubah sudut panel mengikuti pola pergerakan matahari untuk memberikan efisiensi maksimal dalam penyerapan energi (Nurdiansyah et al., 2020). Dari segi biaya, meskipun teknologi solar terus makin terjangkau, investasi awal untuk sistem panel surya bisa cukup tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus, pembiayaan awal dapat menjadi penghalang utama yang membuat masyarakat tidak menerapkan teknologi ini di daerah yang masih sedikit terlayani oleh sumber daya listrik (Goeritno et al., 2023). Oleh karena itu, pemahaman yang lebih baik dan edukasi kepada masyarakat mengenai nilai jangka panjang dari investasi energi terbarukan harus diutamakan.

### **KESIMPULAN**

Dalam penelitian ini, efektivitas panel surya dalam sistem pengisian daya *Powerbank* dan *smartphone* telah dianalisis dengan mempertimbangkan berbagai faktor kunci. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan panel surya sebagai sumber daya alternatif sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari, kapasitas panel, dan kondisi lingkungan. Sebuah panel surya yang dioptimalkan dengan baik dan ditempatkan pada sudut yang sesuai dapat meningkatkan hasil daya, dengan pengisian *Powerbank* mencapai efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem konvensional). Meskipun pengisian daya dari panel surya menjadi lebih lambat, keberlanjutan penggunaan energi terbarukan menjadi alasan utama pemanfaatan teknologi ini, terutama pada lokasi yang sulit dijangkau oleh sumber listrik konvensional. Ruang lingkup efisiensi pengisian daya *Powerbank* baik melalui sistem konvensional maupun berbasis solar menunjukkan berbagai tantangan. Panel surya, meskipun mampu memberikan solusi energi yang ramah lingkungan, terbukti memerlukan waktu pengisian yang lebih lama dibandingkan daya perdana konvensional. Hal ini disebabkan oleh fluktuasi daya yang dihasilkan oleh panel surya yang terpengaruh oleh banyak faktor

lingkungan, seperti perubahan cuaca dan suhu, yang berujung pada hilangnya output daya secara signifikan selama kondisi cuaca buruk. Namun, dengan penambahan teknologi pemantauan dan kontrol seperti sistem solar tracker, optimasi hasil daya bisa dimaksimalkan, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi.

### **Saran**

Sebagai saran untuk penelitian project selanjutnya, adalah penting untuk mengeksplorasi implementasi teknologi pemantauan dan sistem kendali berbasis sistem pengisian daya panel surya dapat berfungsi secara optimal. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan teknik dan algoritma pengendalian yang lebih canggih untuk meningkatkan efisiensi konversi daya dan meminimalisasi dampak dari faktor lingkungan. Selain itu, perlu adanya edukasi di masyarakat tentang pentingnya penggunaan panel surya sebagai solusi berkelanjutan dalam mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil. Dengan langkah-langkah inovatif ini, pengembangan teknologi berbasis energi terbarukan dapat lebih mudah diakses dan diterima oleh masyarakat, akhirnya menciptakan kesadaran yang lebih tinggi tentang pelestarian lingkungan dan keberlanjutan energi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alfarid Hendro Yuwono, Reza Diharja, & Muhammad Wahyu Solihin. (2023). Sistem Pengisian Daya Secara Wireless Menggunakan IoT Berbasis Tracking Panel Surya. *Prosiding SENIATI*, 7(2), 252–258. <https://doi.org/10.36040/seniati.v7i2.8045>
- Alfarid, Ni Putu Agustini, M. Ibrahim Ashari, Radimas Putra Muhammad Davi Labib, Zulfikar Zauzi, I Made Wartana, Reza Diharja, Sirojul Hadi, & Parama Diptya Widayaka. (2024). Inductive Charging Portabel Dengan Panel Surya Sebagai Pengisian Baterai Handphone Yang Mudah Dan Praktis. *Jasten (Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional)*, 5(2), 86–95. <https://doi.org/10.36040/jasten.v5i2.12158>
- Alfin Syarifuddin Syahab, Hanif Cahyo Romadhon, & M. Luqman Hakim. (2019). Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Bebas Internet Of Things. *Jurnal Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, 6(2), 21–29. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v6i2.120>
- Ali Basrah Pulungan, Sardi, J., Hamdani, H., & Hastuti Hastuti. (2019). Pemasangan Sistem Hybrid Sebagai Penggerak Pompa Air. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(2), 35–39. <https://doi.org/10.24036/jtev.v5i2.106559>
- Alief Hidayah, & Irawan, D. (2024). Implementasi Fuzzy Logic Pada Kontrol Solar Tracker Dual Axis Berbasis Haiwel Clouds Scada. *Techno Com*, 23(2), 400–410. <https://doi.org/10.62411/tc.v23i2.10356>
- Deng, D. (2015). Li-ion batteries: basics, progress, and challenges. *Energy Science & Engineering*, 3(5), 385–418. <https://doi.org/10.1002/ese3.95>
- Dicky, Sutedjo Sutedjo, Novie Ayub Windarko, & Ahmad Firyal Adila. (2023). Sistem Proteksi Arus Lebih pada Proses Pengisian Baterai Menggunakan Buck Converter Metode Constant Voltage. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi/Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (ELKOM)*, 5(2), 181–190. <https://doi.org/10.32528/elkom.v5i2.10143>
- Meita Rumbayan, Sherwin Sompie, & Rilya Rumbayan. (2021). Penerapan Teknologi Energi Terbarukan Melalui Model Science Techno Park Di Desa Kiama Kepulauan Talaud. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 1(4), 1–9. <https://doi.org/10.53769/jai.v1i4.137>
- None Arief Goeritno, Muhammad, N., None Fauzan Shulhan, & None Hakim Fiqwananda. (2023). Pemasangan Solar Panel Untuk Sistem Charging Power Station di Kawasan Ekowisata Gunung Kuta, Kabupaten Bogor. *Mitra Teras Jurnal Terapan Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 42–57. <https://doi.org/10.58797/teras.0202.04>

- Nurdiansyah, M., Sinurat, E. C., Bakri, M., & Ahmad, I. (2020). Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(2), 7–12. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.14>
- Pratama, D., & Asnil, A. (2021). Sistem Monitoring Panel Surya Secara Realtime Berbasis Arduino Uno. *MSI Transaction on Education*, 2(1), 19–32. <https://doi.org/10.46574/mted.v2i1.46>
- Purwoto, B. H. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Rifal, M., Dera, N. S., & Pido, R. (2020). Perancangan Prototype Hybrid Energi Antara Solar Cell Dan Thermoelectric Generator (TEG). *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 3(2), 1. <https://doi.org/10.32662/gojise.v3i2.1179>
- RR Mekar Ageng Kinasti, Desi Putri, Endah Lestari, Muhammad Sofyan, Irma Wirantina Kustanrika, Ranti Hidayawanti, & Iriansyah Bm Sangadji. (2019). Sosialisasi dan Instalasi Panel Surya Sebagai Energi Terbarukan Menuju Kesadaran Lingkungan Indonesia Bebas Emisi. *Terang*, 2(1), 16–24. <https://doi.org/10.33322/terang.v2i1.488>
- Sakca Garda Pratama, Alissa, Raihan Fauzan Nafis, Ahmad Zaki Arrayyan, & Karisma Trinanda Putra. (2023). Implementation and Feasibility Study of Solar-powered Streetlighting Systems in Rural Community Area. *Implementation and Feasibility Study of Solar-Powered Streetlighting Systems in Rural Community Area*, 425, 05007–05007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342505007>
- Septiyan, C., & Taali, T. (2020). Sistem MPPT Pengisian Baterai dengan Solar Cell untuk Mobil Listrik. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 224–228. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.77>
- Suwarno, S., & Fitra Zambak, M. (2022). Implementasi Charger HP dengan Panel Surya. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 175–192. <https://doi.org/10.25105/jetri.v19i2.10813>
- Tole Sutikno, Jekson Alfahri, & Hendril Satrian Purnama. (2023). Monitoring Tegangan dan Arus Pada Panel Surya Menggunakan IoT. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(1), 153–153. <https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p20>
- Widiantara, I. B. G., & Sugiarta, N. (2019). Pengaruh Penggunaan Pendingin Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika*, 9(3), 110–115. <https://doi.org/10.31940/matrix.v9i3.1582>