

DESIGN AND EFFICIENCY ANALYSIS OF MINI SOLAR PANELS FOR POWER BANKS

Putri Marisa¹, Rizki Aulia Nanda^{2*}, Muhamad Taufik Ulhakim³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang,
Indonesia

tm20.putrimarisa@mhs.ubpkarawang.ac.id¹, rizki.auliananda@ubpkarawang.ac.id^{2*},
muhamad.ulhakim@ubpkarawang.ac.id³

*Corresponding author

Manuscript Received Jul 25, 2024; Revised April 26, 2025; Accepted April 26, 2025; Published April 26, 2025

ABSTRACT

The rapid development of science and technology has had a significant impact on today's global society. One of the fastest-growing technologies is mobile phones, which have an important component: the battery. Without a battery, a mobile phone cannot function as a communication device. This research develops a solar-powered mini power bank, The purpose of this research is the design of a mini solar panel power bank, the process of charging and using a mini solar panel power bank, and the efficiency produced by the mini solar panel power bank. The research conducted uses the design and analysis method of mini solar panels for power banks. The stages of this research are divided into four parts, namely the design of mini solar panels, the process of making mini solar panels, and the design of acrylic shapes. The device is designed with two solar panels connected in parallel, producing a maximum voltage of 24 V and a power of 3.0 W. The system includes a battery, a USB DC to DC step-down charging module, an adjustable module for increased battery charging, and an Arduino UNO R3, enclosed in an acrylic case measuring 20 cm x 12.5 cm x 6 cm. The solar panel is connected to the battery charging upgrade step-up module, which then supplies power to the battery, resulting in an output to the USB port. During a charging time of 180 minutes, the average power output of the solar panel is 2.00 W, while the battery produces an average of 0.477 W, with a mobile phone charging efficiency of 0.513 W in 90 minutes, resulting in an efficiency difference of 20.70%. This solar-powered power bank provides a backup power solution for communication devices, especially beneficial for those traveling to areas far from PLN's electricity range.

Keywords: Cell phone, charging, solar panel

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi telah berdampak signifikan pada masyarakat global saat ini. Salah satu teknologi dengan pertumbuhan tercepat adalah ponsel, yang memiliki komponen penting: baterai. Tanpa baterai, ponsel tidak dapat berfungsi sebagai perangkat komunikasi. Penelitian ini mengembangkan power bank mini bertenaga surya, Tujuan dari penelitian ini adalah desain power bank panel surya mini, proses pengisian dan penggunaan power bank panel surya mini, serta efisiensi yang dihasilkan oleh power bank panel surya mini. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode desain dan analisis panel surya mini untuk power bank. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu desain panel surya mini, proses pembuatan panel surya mini, dan desain bentuk akrilik. Perangkat ini dirancang dengan dua panel surya yang terhubung secara paralel, menghasilkan tegangan maksimum 24 V dan daya 3.0 W. Sistem ini mencakup baterai, modul pengisian daya step-down USB DC ke DC, modul yang dapat disesuaikan untuk meningkatkan pengisian baterai, dan Arduino UNO R3, tertutup dalam wadah akrilik berukuran 20 cm x 12,5 cm x 6 cm. Panel surya terhubung ke modul step-up peningkatan pengisian baterai, yang kemudian memasok daya ke baterai, menghasilkan output ke port USB. Selama waktu pengisian 180 menit, output daya rata-rata panel surya adalah 2,00 W, sedangkan

baterai menghasilkan rata-rata 0,477 W, dengan efisiensi pengisian dayapon sel 0,513 W dalam 90 menit, menghasilkan perbedaan efisiensi 20,70%. Power bank bertenaga surya ini menyediakan solusi daya cadangan untuk perangkat komunikasi, terutama bermanfaat bagi mereka yang bepergian ke daerah yang jauh dari jangkauan listrik PLN.

Kata Kunci: Telepon seluler, pengisian daya, panel surya

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Berkat kemajuan teknologi, informasi dari berbagai belahan dunia kini dapat diakses secara instan (Aziz & Nurainiah, 2018). Namun, berkat kemajuan teknologi, kegiatan jangka panjang kini menjadi lebih efisien dan efektif. Telepon genggam merupakan salah satu jenis teknologi yang paling cepat berkembang. Hampir setiap tahun, produk-produk baru diluncurkan. Kemajuan teknologi ini menawarkan banyak manfaat dan kemudahan. Hampir semua lapisan masyarakat menggunakan ponsel untuk berinteraksi. Hal ini menunjukkan bahwa kemajuan teknologi khususnya telepon tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia (Putra et al., 2021). Telepon genggam memiliki bagian-bagian penting, salah satunya adalah baterai. Tanpa adanya baterai, handphone tidak dapat menyala dan tidak dapat digunakan sebagai alat komunikasi. Handphone yang sering digunakan akan mengkonsumsi lebih banyak energi. Ponsel yang sering digunakan akan mengkonsumsi daya yang lebih banyak sehingga harus diisi ulang dengan charger. Namun, masalah yang sering terjadi adalah sulitnya mengisi daya handphone ketika listrik padam atau ketika ada kondisi tertentu di mana listrik sulit dijangkau. Kondisi seperti ini menjadi masalah besar bagi orang-orang yang tidak bisa lepas dari penggunaan ponsel.

Menurut Perusahaan Listrik Negara (PLN), kebutuhan energi di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, termasuk kebutuhan listrik. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk menghemat listrik, dalam beberapa penelitian, sumber listrik digantikan oleh tenaga surya. Sumber energi surya di Indonesia memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sumber energi alternatif (terbarukan), dengan intensitas radiasi rata-rata 4,5 kilowatt-jam per meter persegi per hari dan penyinaran matahari 2.000 jam per tahun. Dengan perkembangan industri sel surya saat ini, mengubah energi matahari menjadi listrik menjadi sangat mungkin (Patty et al., 2020). Selain itu, energi surya dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan mini power bank bertenaga surya untuk mengatasi masalah kebutuhan listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya. Alat baru dapat membantu banyak orang yang melakukan perjalanan jauh dengan tambahan daya untuk komunikasi mereka. daerah yang jauh dari jangkauan listrik PLN, misalnya ketika terjadi keadaan darurat di lokasi yang jauh dari pusat kota (Syafriwel et al., 2022).

Panel surya terdiri dari sejumlah sel surya kecil dan tipis yang dihubungkan secara seri dan paralel. Panel surya menangkap radiasi yang dihasilkan oleh sinar matahari. Prinsip kerja panel surya adalah sebagai berikut: ketika panel surya terkena sinar matahari, elektron di dalam sel surya berpindah dari area bermuatan negatif (N) ke area bermuatan positif (P), yang menghasilkan arus listrik. Kualitas dan jumlah sel surya yang dipasang di panel surya menentukan jumlah listrik yang dihasilkan. Untuk menggunakan listrik yang dihasilkan oleh

panel surya di malam hari, outputnya harus dihubungkan ke penyimpanan energi, biasanya berupa baterai. Selain itu, panel surya juga harus dihubungkan ke rangkaian kontrol yang secara otomatis mengatur proses pengisian baterai (Ramadhan et al., 2016). Salah satu alternatif untuk mengembangkan energi terbarukan adalah energi matahari, yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dan membantu mengurangi polusi udara serta menghemat energi fosil. Intensitas cahaya matahari yang digunakan untuk pembangkit listrik sangat bergantung pada jumlah sinar matahari yang digunakan. Seiring dengan intensitas cahaya matahari, panel surya menyerap lebih banyak energi (Nanda & Dewadi, 2022).

Menghasilkan energi listrik dari matahari dimulai dari radiasi yang dihasilkan oleh sinar matahari yang kemudian ditangkap oleh panel surya, yang terdiri dari sejumlah sel surya yang sangat kecil dan tipis yang dihubungkan secara seri dan paralel. Ketika panel surya terkena sinar matahari, elektron-elektronnya berpindah dari bagian yang bermuatan negatif ke bagian yang bermuatan positif, yang menghasilkan arus dan tegangan. Kualitas dan jumlah sel surya yang digunakan mempengaruhi produksi energi listrik. Output panel surya harus dihubungkan ke perangkat penyimpanan energi, biasanya berupa baterai agar energi yang dihasilkan pada siang hari dapat digunakan pada malam hari. Selain itu, panel surya juga harus terhubung dengan sistem kontrol yang akan mengontrol proses pengisian baterai secara otomatis (Martawati, 2018). Teknik sel surya berasal dari bahan semikonduktor yang memiliki kemampuan untuk menyerap foton matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Ini adalah dasar bagaimana panel surya beroperasi. Teknologi ini sangat berguna untuk pembangkit listrik portabel, seperti power bank. Sel surya mengisi daya baterai bank daya, yang kemudian memberi daya pada perangkat yang terhubung ke bank daya. Pengguna dapat menyambungkan pengontrol USB atau kabel micro USB ke modul power bank untuk mengoperasikan power bank. Modul driver USB power bank berfungsi sebagai output untuk mengisi daya perangkat seperti ponsel, dan modul pengukuran DC digital memonitor jumlah daya yang masuk ke perangkat. Oleh karena itu, energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik, yang kemudian disimpan dalam panel surya.

Sel surya menyerap energi foton, membebaskan elektron bebas, dan menghasilkan arus listrik dalam proses fotolistrik. Sel surya adalah semikonduktor tipe P dan N yang terhubung dalam strukturnya, yang dikenal sebagai semikonduktor persimpangan PN. Ketika sel surya terpapar sinar matahari, aliran elektron terjadi di dalamnya, yang kemudian berfungsi sebagai pengisi daya baterai. Baterai ini menyediakan daya untuk power bank, perangkat keras, dan relay yang mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai (Rochcham et al., 2020). Dengan menggunakan modul surya yang terbuat dari semikonduktor, sinar matahari dapat diubah menjadi listrik. Modul surya terbuat dari semikonduktor, yang terdiri dari bahan semi-logam dengan partikel yang disebut proton elektron, yang melepaskan elektron ketika dipengaruhi oleh energi eksternal, menciptakan arus listrik dan pasangan elektron-hole. Energi foton dari sinar matahari menghasilkan energi kinetik, yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Energi kinetiknya meningkat seiring dengan intensitas sinar matahari. Pada siang hari, Bumi menyerap sekitar 120.000 terawatt energi matahari (Hasan, 2012). Karena bahan yang digunakan untuk menghasilkan listrik tenaga surya dikenal sebagai semikonduktor, maka transformasi sinar matahari menjadi listrik dapat dilakukan. Ini terdiri dari dua jenis semikonduktor, masing-masing n

write dan p write. Tipe-n memiliki elektron ekstra sehingga memiliki muatan negatif berlebih (n =negatif), sedangkan tipe-p memiliki lubang ekstra sehingga disebut p karena memiliki muatan positif tambahan (Manggini, 2016).

Istilah "panel surya" mengacu pada panel surya. Ketika sinar matahari menyinari panel surya, elektron di dalam sel surya berpindah dari N ke P, yang menyebabkan panel surya menghasilkan listrik. Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya sebagai listrik arus searah (DC) tergantung pada jumlah sel surya yang dipasang pada panel dan jumlah sinar matahari yang menyinari panel (Subandi & Hani, 2005). Setelah menyerap gelombang elektromagnetik, sel surya dapat menghasilkan energi listrik dari foton yang diserap. Dioda adalah bagian terbesar dari sel surya. Dioda terdiri dari semikonduktor yang memiliki celah energi ($E_c - E_v$). Jika energi foton yang masuk lebih besar dari celah energi ini, semikonduktor akan menyerap foton, membentuk pasangan elektron-lubang. Photocurrent (juga dikenal sebagai arus yang dihasilkan cahaya) tercipta setelah medan listrik menarik elektron dan hole (I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa, 2005). Panel surya menyerap dan mengubah sinar matahari menjadi listrik. Ketika foton bersentuhan dengan permukaan sel surya, elektron tereksitasi dan menghasilkan arus listrik (Widayana, 2012).

Beberapa peneliti berfokus pada prototipe stasiun pengisian daya ponsel menggunakan panel surya 20 Wp yang dilakukan oleh Hamidin dkk., (2022) dengan hasil pengisian daya baterai modular membutuhkan waktu empat puluh menit. Ponsel dapat berbicara empat kali dan baterai bertahan lama saat mengisi daya dua buah ponsel. Arus baterai dan kabel data yang digunakan dapat mempengaruhi lamanya proses pengisian daya. Rekomendasi untuk menyelesaikan survei Mengisi dayaudukan telepon internal dengan kabel data atau kabel listrik yang sama (Hamidin et al., 2022). Sementara itu, Ketut Udy Ariawan (2020) membuat alat pengisi daya baterai ponsel portabel berbasis panel surya dengan hasil bahwa alat pengisi daya baterai ini memiliki kapasitas satu bar level, dan dapat mengisi daya hingga 29% dari kapasitas baterai ponsel, dan bukan merupakan sumber generator, karena sumber lain memiliki sumber arus yang lebih besar. Pengisi daya ponsel portabel ini juga tidak dapat mengosongkan baterai ketika baterai sudah penuh. Panel surya yang lebih kecil yang dapat mengisi daya sebaiknya digunakan pada penelitian selanjutnya (Ariawan, 2020).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Syifaul Fuada dan Muhamad Arifin (2013) dengan membuat helm penghasil listrik DC dengan menggunakan energi matahari, hasil pengujian menunjukkan bahwa teknologi penghasil listrik pada helm ini terbatas pada sel surya yang dipasang pada helm sehingga pengguna hanya dapat melakukan pengisian daya pada siang hari (Fuada & Arifin, 2013). Agus Ismangi dan Haddy Prasetya Susanto (2018) merancang Mobile Power Bank Menggunakan Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Atmega 328. Hasil pengujian mampu mengisi daya dua buah handphone dalam waktu 1 jam dan baterai mampu terisi 26% dan 22%. Sel surya yang digunakan tidak terlalu besar sehingga proses pengisian membutuhkan waktu yang lama, dan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan panel surya dengan kapasitas yang lebih besar dari yang tersedia saat ini (Ismangil & Susanto, 2019). Syafrilwe, Dwiyanto dan Yayang Martua Naibaho, 2022 membuat sebuah rancangan alat pengisi daya power bank alternatif untuk alat komunikasi dengan menggunakan energi terbarukan mini solar cell. Kelebihannya dibandingkan dengan

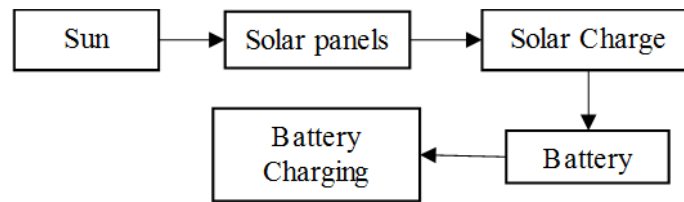
produk lain seperti power bank, tas charger tenaga surya dapat mengisi daya hingga tegangan 11,8 (Syafriwel dkk, 2022). Srilakshmi, 2021 membuat Sistem Power Bank Mobil Bertenaga Surya, Mawardiet al., 2021 membuat Rancang Bangun Kombinasi Panel Surya Mini Portable dengan Sistem Tenaga Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Air Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya pembangkit listrik portable berbasis energi terbarukan ini cukup untuk menghasilkan listrik jika listrik padam. Listrik skala kecil yang dihasilkan oleh dua sumber energi terbarukan dapat menghasilkan listrik yang cukup ketika listrik padam (Srilakshmi.CH et al., 2021).

Kurangnya aktivasi otomatis saat mengisi daya ponsel dapat mengakibatkan pengisian daya baterai ponsel yang berlebihan. Pengisian daya yang berlebihan menyebabkan energi berubah dari energi listrik menjadi energi panas. Panas dari baterai ponsel membuat sel baterai tidak dapat beroperasi sehingga baterai mudah rusak (Muhammad Mawardi bin Mohd Rani, Mariah Awang, Fadhilah Diyana binti Abdul Samad, MM Syafiq Syazwan, Mohd Kamaruzaman Musa, MAA Rahman, Fatimah Yusop, 2021). Belum ada penelitian yang membahas hal ini sebelumnya Desain dan Analisis Parameter untuk Menghitung Arus dan Tegangan Panel Surya Mini untuk Power Bank. Setiap penelitian tersebut memiliki kelemahan yaitu arus yang dihasilkan panel surya cenderung rendah, sehingga proses pengisian baterai membutuhkan waktu yang relatif lama. Upaya untuk meningkatkan efisiensi panel surya atau mempertimbangkan teknologi pengisian daya yang lebih cepat seperti penggunaan teknologi fast charging atau penyimpanan energi tambahan. Dengan cara ini, proses pengisian baterai dapat dipercepat, yang akan menjadi solusi potensial untuk masalah yang diidentifikasi dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan panel surya mini dengan modul step-up battery charging boost sehingga dapat mengatur tegangan yang dibutuhkan, modul step-down DC to USB converter untuk mengubah tegangan dari panel surya menjadi DC dan modul sensor daya Ina 219, serta modul Arduino UNO R3 untuk mengetahui arus dan tegangan yang sedang dianalisa. Dan dengan konsep desain wadah menggunakan akrilik sebagai wadah dari rangkaian yang kami gunakan.

Tujuan penelitian dari penelitian ini adalah merancang power bank panel surya mini, proses pengisian dan penggunaan power bank panel surya mini, dan efisiensi yang dihasilkan oleh power bank panel surya mini. Menghasilkan sebuah perangkat panel surya mini yang dapat dipasangkan pada power bank. Perangkat ini dapat digunakan untuk mengisi daya handphone secara portable yang hemat energi. Temuan ini berguna dalam proses penghematan energi listrik di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekatronika, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Buana Perjuangan Karawang. Penelitian yang dilakukan adalah mengenai perancangan dan analisa panel surya mini untuk power bank. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi empat bagian, yaitu perancangan panel surya mini, proses pembuatan panel surya mini, perancangan bentuk akrilik, analisa kinerja untuk aplikasi power bank, dan pengambilan data. Analisis penggunaan panel surya menggunakan rangkaian DC yang dihubungkan pada kutub positif dan negatif. Diagram kinerja panel surya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Panel Surya

Penelitian ini melacak arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Data ini kemudian diproses menggunakan alat ukur multimeter digital untuk menghasilkan listrik yang dapat digunakan.

Panel surya mini harus dipasang pada penutup wadah desain dan disimpan di tempat terbuka sehingga sinar matahari dapat diserap. Watt meter harus dipasang pada semua sistem yang terhubung sehingga panel surya dapat mengukur tegangan, arus, atau daya. Watt meter digunakan untuk mengukur seberapa besar output yang dihasilkan panel surya 24 Volt dalam berbagai kondisi cuaca. Ketika panel surya disinari matahari, watt meter bekerja untuk menghitung beberapa parameter yang dihasilkan oleh panel surya. Pengecekan dilakukan setiap jam selama dua belas jam sehari, dan watt meter melacak hasil yang dihasilkan oleh panel surya. Solar charge controller dapat diatur waktunya agar tegangan yang dihasilkan oleh panel surya tetap stabil saat masuk ke baterai. Setelah tegangan masuk ke baterai, tegangan dapat langsung digunakan oleh beban DC dengan mengisi daya ponsel. Karena pengontrol ini tersedia pada 5 V DC, pengontrol pengisian daya surya dapat diatur waktunya sesuai dengan kebutuhan.

Kapasitas baterai 3600 mAh menunjukkan berapa lama peralatan elektronik dapat beroperasi dengan baterai ini. Baterai ini dapat menampung tegangan 3,0 V dan arus 3 Ampere dalam satu jam. Dalam hal ini, serangkaian baterai dihubungkan untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya selama periode waktu tertentu. Tegangan ini kemudian dapat digunakan untuk menyalakan beban arus searah (DC). Pertama, analisis power bank menghitung kapasitas baterai ponsel dengan kapasitas 4500 mAh. Kemudian, cari tahu daya dan tegangan ponsel, yang pada dasarnya adalah 5 VDC. Daya input adalah daya yang digunakan untuk melakukan pekerjaan atau mengoperasikan sebuah mesin. Mengenai perhitungan daya input menggunakan Persamaan 1 yang digunakan dalam perhitungan penelitian sebagai berikut (Dahliya et al., 2021).

Daya adalah ukuran seberapa cepat energi diubah atau digunakan dalam suatu sistem. Untuk menghitung daya menggunakan persamaan 6 di bawah ini (Hamidin et al., 2022).

$$P = V I \quad (1)$$

Di mana P adalah Daya (Watt), V adalah Tegangan (V), I adalah Arus (Ampere)

Setelah mengetahui daya yang digunakan pada ponsel, maka dilakukan perhitungan terhadap daya panel surya pada pengisian baterai. Dengan menggunakan persamaan 2 berikut (Adesina et al., 2023).

$$Total\ Arus\ I = \frac{daya\ rata-rata\ (watt)}{tegangan\ panel\ surya} \quad (2)$$

Total Daya menggunakan persamaan 3 berikut ini (Adesina et al., 2023).

$$Total\ daya\ W = \frac{tenaga\ panel\ surya}{daya\ ponsel} \quad (3)$$

Setelah mengetahui konsumsi daya handphone dan daya panel surya, maka selanjutnya dilakukan persamaan berikut ini untuk daya 4 jam dengan waktu 1 jam 30 menit (Hasan, 2012).

$$Wh\ daya\ 1,3\ (Waktu\ penggunaan\ yang\ lama) \quad (4)$$

Di mana Whis Watt Hours

Jadi dengan persamaan ini, Anda dapat menghitung 1 jam 30 menit daya yang dihasilkan selama proses pengisian baterai power bank dan baterai ponsel. Menghitung input versus output menghasilkan efisiensi power bank dengan menggunakan Persamaan 5 di bawah ini (Hasrul, 2021).

$$Efisiensi\ Panel\ Surya = \frac{energi\ ponsel}{energi\ matahari} \times 100\% \quad (5)$$

Pengujian input dan output saat ini dilakukan untuk memastikan daya yang dapat digunakan dari panel surya. Melalui pengujian arus, kita dapat mengetahui berapa banyak arus yang digunakan panel surya bank surya. Pengukuran dilakukan selama 3 jam. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu pengisian baterai panel surya solar bank dengan menggunakan Persamaan 6 di bawah ini (Hasrul, 2021).

$$Power\ bank = kapasitas\ baterai\ (Wh)\ \ \ waktu\ penggunaan\ (jam) \quad (6)$$

Di mana P adalah kebutuhan daya (Watt)

Selanjutnya, hitung berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya ponsel Anda menggunakan persamaan 7 di bawah ini (Hasrul, 2021).

$$Pengisian\ daya\ PC = \frac{kapasitas\ baterai\ (Wh)}{waktu\ penggunaan\ yang\ lama\ (jam)} \quad (7)$$

Di mana P adalah kebutuhan daya (Watt)

Jadi, dengan persamaan 6 dan 7, kita bisa mengetahui berapa banyak arus yang mengisi baterai setiap saat. Sistem kelistrikan panel surya akan diuji dalam waktu 3 jam dengan menggunakan volt meter untuk melihat arus pengisian dan arus pengosongan untuk mengisi

daya handphone. Jika semua sistem kelistrikan sudah terhubung dengan baik, maka data akan disimpan, dirangkum, dan diambil kesimpulan dari hasil pembuatan power bank berbasis panel surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Bentuk Akrilik

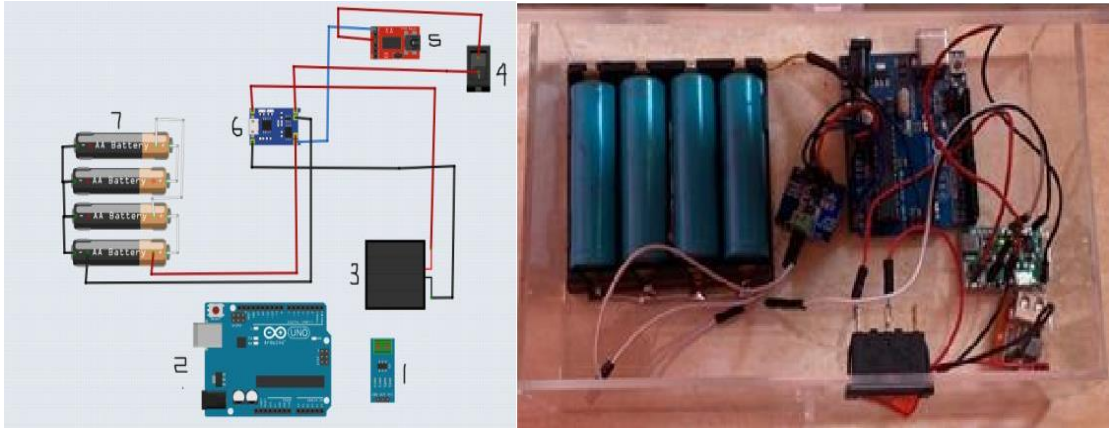
Dalam sebuah perancangan, buatlah desain alat dalam bentuk gambar dengan menggunakan software Solidwork 2020, yang didasarkan pada pengamatan alat untuk menghasilkan gambaran alat yang akan dibuat. Gambaran ini menjadi panduan dalam membuat desain secara lebih detail. Desain akrilik menghasilkan bentuk akrilik dengan dimensi panjang 20 cm, lebar 12.5 cm, dan tinggi 6 cm. Ukuran tersebut dirasa cukup sebagai wadah untuk beberapa komponen elektrik dari power bank yang dibuat (Chauhan, A., & Saini, R. P., 2014). Hasil desain gambar dan wadah akrilik yang sudah jadi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain dan Bentuk Akrilik

Desain Listrik

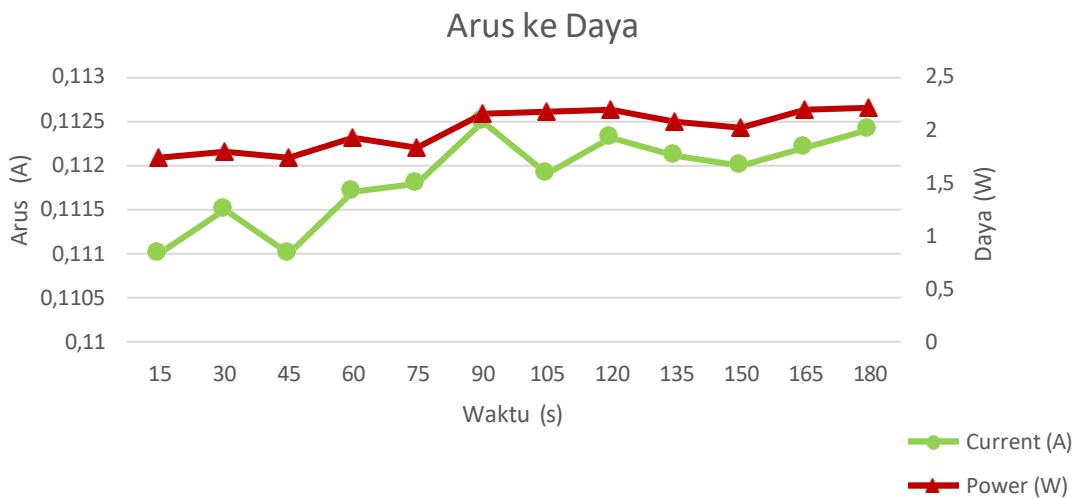
Proses rangkaian panel surya memiliki spesifikasi tegangan 12 V dan daya 1.5 W. 2 panel surya dirancang secara paralel untuk menghasilkan tegangan maksimum 24 V dan daya 3.0 W. Panel surya dihubungkan sesuai dengan kutub positif dan negatif. Pada rangkaian DC, dengan menggunakan baterai, modul charger USB step-down DC to DC, koneksi input dan output untuk modul charging boost step-up adjustable battery, dan modul Arduino UNO R3, dilakukan rangkaian pengukuran arus untuk menghasilkan tegangan yang akan mengisi ke dalam baterai (TGP, S., 2011). Hasil rancangan rangkaian power bank dan rangkaian power bank dapat dilihat pada Gambar 3.



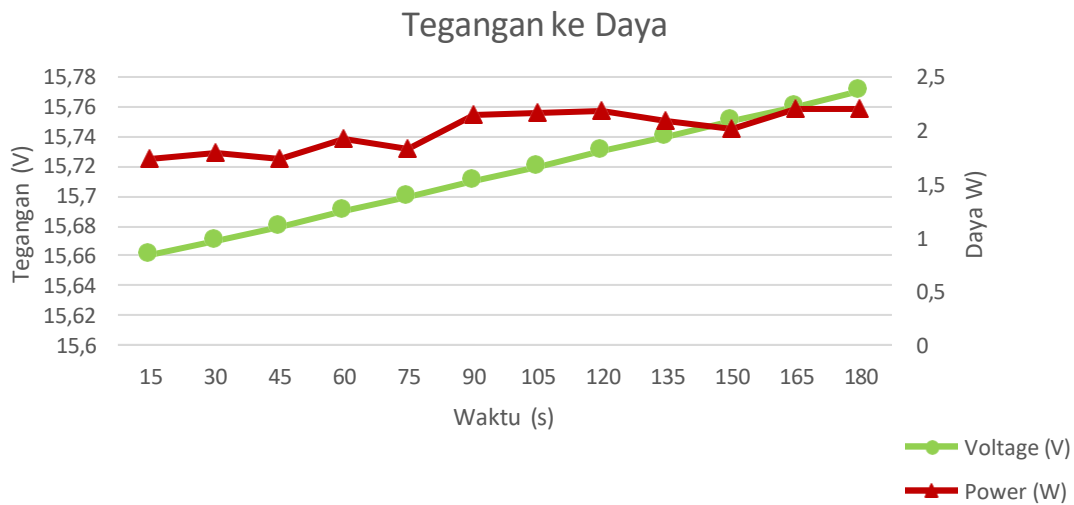
Gambar 3. Desain dan Aktual Power Bank Panel Surya

Analisis Pengisian Daya Panel Surya

Pengujian pada pengisian panel surya dilakukan untuk memastikan bahwa tegangan yang berasal dari panel surya memenuhi spesifikasi (Liu, Y. J., Lan, P. H., & Lin, H. H. 2014). Hasil pengukuran dilakukan setiap 15 menit sekali selama 180 menit dengan hasil data yang dapat dilihat pada tabel 1 pada lampiran. Nilai daya input yang diperoleh diolah menggunakan persamaan (1). Berdasarkan Tabel 1 pada lampiran, dapat dianalisa bahwa terjadi kenaikan arus dari titik terendah ke titik tertinggi. Oleh karena itu, grafik kenaikan arus dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

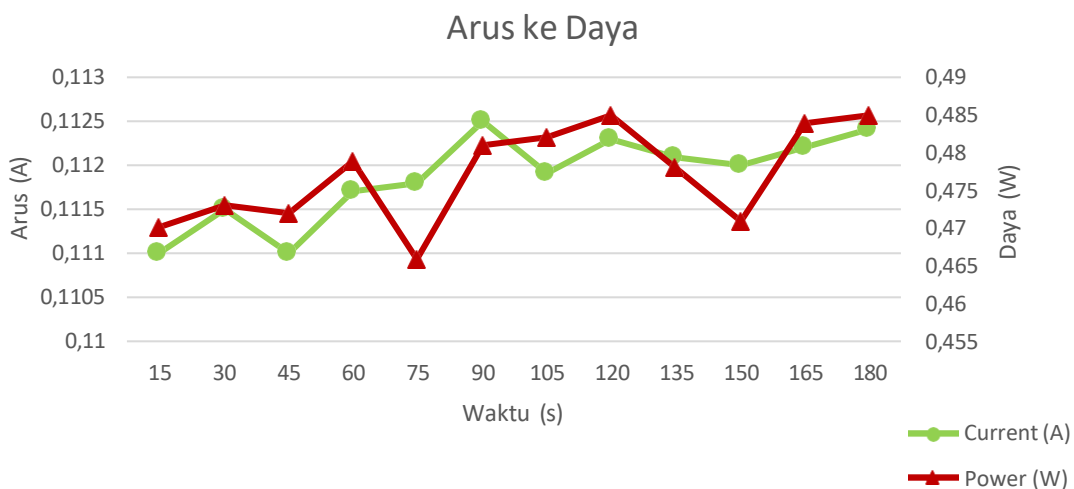


Gambar 4. Grafik Peningkatan Uji Arus ke Daya

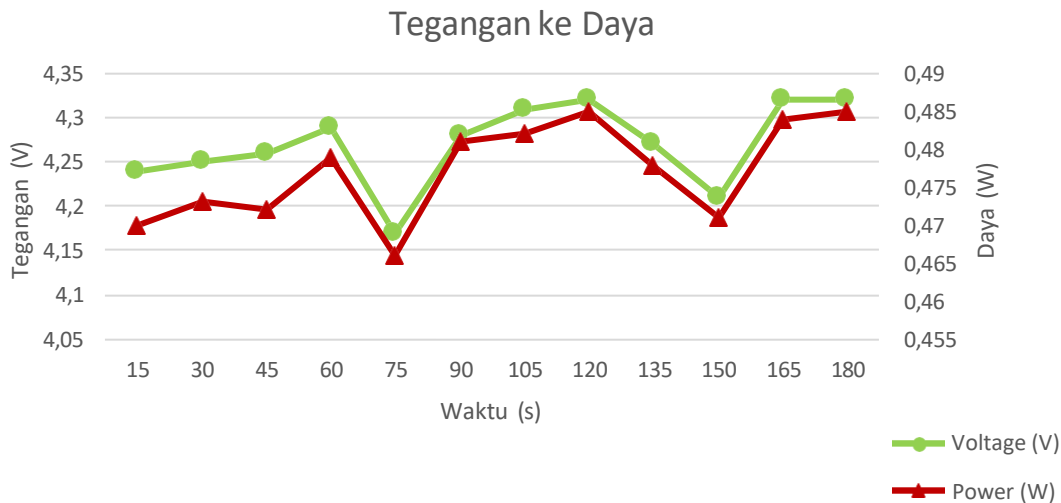


Gambar 5. Grafik Peningkatan Uji Tegangan ke Daya

Tegangan dan daya uji meningkat dari titik terendah 15.66 dan tertinggi 15.77. Dengan rangkaian tersebut, dilakukan pengujian dan didapatkan arus listrik. Dari gambar 4.5 dan gambar 4.6 dapat dijelaskan bahwa tegangan tertinggi berada pada menit ke 180 sebesar 15.77 V menghasilkan daya sebesar 2.206 W dengan arus 0.1124 A dan terendah berada pada menit ke 15 dengan arus 0.111 A dengan tegangan 15.66 V menghasilkan daya 1.738 W. Sehingga menghasilkan tegangan rata-rata 15.715 V dengan arus 0.1118 A dan daya 2.00 W. Pengujian pada pengisian baterai dilakukan untuk memastikan tegangan yang masuk dari panel surya ke baterai memenuhi spesifikasi (Camacho et al, 2014). Hasil dengan waktu per 15 menit selama 180 menit dengan hasil data yang dapat dilihat pada tabel 2 pada lampiran. Dari tabel 2 dapat dibuat grafik arus versus daya dan tegangan versus daya yang dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6 Grafik Peningkatan Uji Arus ke Daya

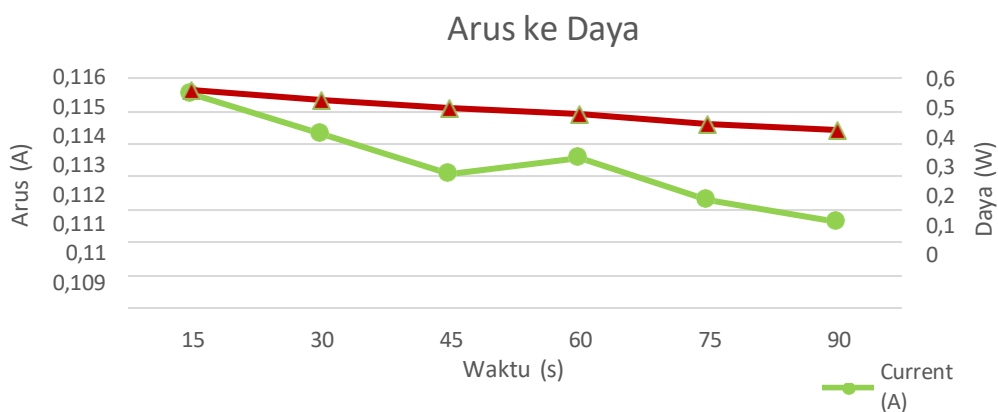


Gambar 7. Grafik Peningkatan Uji Tegangan ke Daya

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 dapat dijelaskan bahwa tegangan tertinggi berada pada menit ke 180 sebesar 4.32 V menghasilkan daya 0.485 W dengan arus 0.1124 A dan terendah berada pada menit ke 15 dengan arus 0.111 A dengan tegangan 4.24 V dan menghasilkan daya 0.47 W. Sehingga menghasilkan tegangan rata-rata 4.27 V dengan arus 0.1118 A dan daya 0.477 W. Daya yang dihasilkan oleh panel surya yang kemudian masuk ke baterai yang dihubungkan secara paralel mengalami penurunan karena beberapa faktor. Salah satunya adalah kehilangan energi pada proses konversi dan penyimpanan energi, seperti kehilangan energi dalam bentuk panas saat proses pengisian baterai dan efisiensi konversi yang tidak sempurna (Rosewater et al., 2019). Selain itu, efisiensi baterai dalam mengubah energi listrik menjadi energi kimia tidak sempurna. Faktor lingkungan seperti perubahan intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca juga dapat mempengaruhi kinerja panel surya dan jumlah energi yang diserap (Chikate et al., 2015).

Analisis Proses Pengisian Daya Ponsel

Pengujian pada pengisian daya handphone dilakukan untuk memastikan tegangan dari panel surya ke baterai yang masuk ke handphone memenuhi spesifikasi. Hasil pengukuran dengan waktu dari 15 menit hingga 90 menit dengan hasil data yang dapat dilihat pada tabel 4.3 pada lampiran. Dari tabel 4.3 dapat dibuat grafik arus versus daya dan tegangan versus daya yang dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.

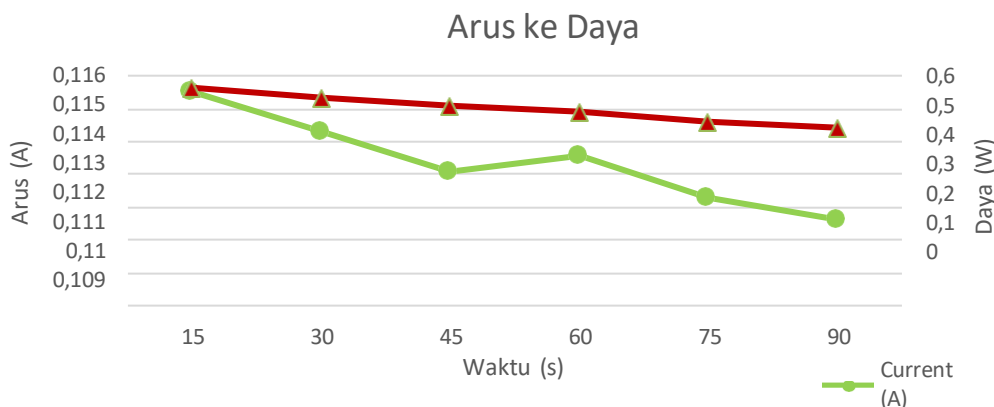


Gambar 8. Grafik Penurunan Uji Arus ke Daya

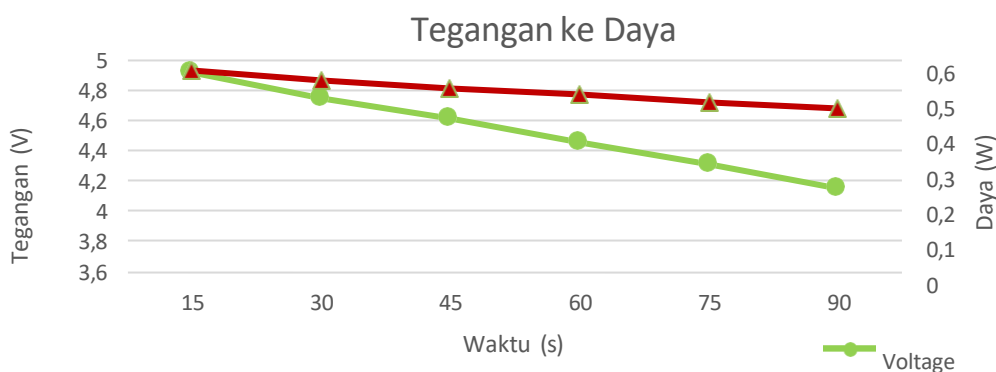
Daya yang dihasilkan oleh panel surya yang kemudian masuk ke baterai yang dihubungkan secara paralel mengalami penurunan karena beberapa faktor. Salah satunya adalah kehilangan energi pada proses konversi dan penyimpanan energi, seperti kehilangan energi dalam bentuk panas saat proses pengisian baterai dan efisiensi konversi yang tidak sempurna (Rosewater et al., 2019). Selain itu, efisiensi baterai dalam mengubah energi listrik menjadi energi kimia tidak sempurna. Faktor lingkungan seperti perubahan intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca juga dapat mempengaruhi kinerja panel surya dan jumlah energi yang diserap (Chikate et al., 2015).

Analisis Proses Pengisian Daya Ponsel

Pengujian pada pengisian daya handphone dilakukan untuk memastikan tegangan dari panel surya ke baterai yang masuk ke handphone memenuhi spesifikasi. Hasil pengukuran dengan waktu dari 15 menit hingga 90 menit dengan hasil data yang dapat dilihat pada tabel 4.3 pada lampiran. Dari tabel 4.3 dapat dibuat grafik arus versus daya dan tegangan versus daya yang dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9.



Gambar 8. Grafik Penurunan Uji Arus ke Daya



Gambar 9. Grafik Penurunan Uji Tegangan ke Daya

Dari Gambar 8 dan 9 dapat dijelaskan bahwa tegangan terendah berada pada menit ke 90 sebesar 4.15 V menghasilkan daya 0.463 W dengan arus 0.1116 A dan tertinggi pada menit ke 15 dengan arus 0.1155 A dengan tegangan 4.92 V dan menghasilkan daya 0.568 W. Dengan rata-rata tegangan 4.53 V, arus 0.1134 A, dan daya rata-rata 0.513 W. Peneliti melakukan pengujian pengukuran arus dan tegangan pada panel surya dan baterai selama 180 menit, dari pukul 09.00 hingga 12.00. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dan baterai power bank. Peneliti memilih untuk melakukan pengujian pada waktu tersebut. Oleh karena itu, peneliti dapat mengetahui jumlah daya ideal yang dapat dihasilkan oleh panel surya.

Desain dari power bank akrilik ini menghasilkan bentuk akrilik dengan dimensi panjang 20 cm, lebar 12.5 cm, dan tinggi 6 cm. Komponen power bank yang ada di dalamnya, yaitu 2 buah panel surya 12 V, 4 buah baterai 18650, sensor daya ina219, step-down DC to DC USB, Arduino Uno R3, charging boost step-up battery, dan 1 buah saklar. Hasil pengujian menghasilkan daya rata-rata 2.00 W untuk penggunaan 4 baterai. Komponen-komponen tersebut dihubungkan secara paralel, sehingga power bank menghasilkan daya output rata-rata sebesar 0.513 W dan selisih efisiensi sebesar 20.70%. Menunjukkan bahwa pengisian daya ini dapat digunakan sebanyak 2 kali.

KESIMPULAN

Perancangan power bank bertenaga panel surya berhasil dilakukan dengan 2 buah panel surya yang didesain secara paralel untuk menghasilkan tegangan maksimum 24 V dan daya 3.0 W. Panel surya dihubungkan sesuai kutub positif dan negatif. Rangkaian DC, menggunakan baterai, modul charger USB step-down DC to DC, koneksi input dan output untuk pengisian modul baterai yang dapat diatur step-up boost-nya, dan menggunakan modul Arduino UNO R3 dengan dimensi wadah power bank dari akrilik, panjang 20 cm, lebar 12.5 cm dan tinggi 6 cm. Dengan panel surya 24 V yang masuk ke charging boost step up baterai kemudian menghubungkannya ke baterai, dari baterai menghasilkan output ke port USB sehingga menghasilkan listrik. Panel surya menghasilkan daya rata-rata 2.00 W dan baterai menghasilkan daya rata-rata 0.477 W, dalam waktu pengisian 180 menit. Dan rata-rata pengisian daya ponsel sebesar 0.513 W dalam waktu pengisian 90 menit. Menghasilkan selisih efisiensi sebesar 20.70%. Berdasarkan hasil perancangan dan perakitan kemudian dilakukan pengujian, selanjutnya dilakukan rekomendasi. Meningkatkan tegangan panel surya, dapat mengurangi jumlah arus yang mengalir melalui konduktor dan memiliki kapasitas yang lebih besar sekaligus mengurangi jumlah daya yang hilang dari pengisian baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesina, L. M., Ogunbiyi, O., & Makinde, K. (2023). Design , implementation and performance analysis of an off- grid solar-powered system for a Nigerian household. *MethodsX*, 10(June), 102247. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102247>.
- Ariawan, K. U. (2020). Pengisi Daya Baterai Telepon Seluler Portabel Berbasis Panel Surya. *Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(January), P-ISSN : 0216-3241 E-ISSN : 2541-0652. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22818>.

- Aziz, M., & Nurainiah. (2018). Pengaruh Penggunaan Handphone terhadap Interaksi Sosial Remaja di Desa Dayah Meunara Kecamatan Kutamakmur Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Al Ijtimaayah*, 4(2), 19–39. <http://dx.doi.org/10.22373/al-ijtimaayah.v4i2.4204>.
- Camacho, O. M. F., Nørgård, P. B., Rao, N., & Mihet-Popa, L. (2014). Electrical vehicle batteries testing in a distribution network using sustainable energy. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 5(2), 1033-1042. doi: 10.1109/TSG.2014.2299064
- Chauhan, A., & Saini, R. P. (2014). A review on Integrated Renewable Energy System based power generation for stand-alone applications: Configurations, storage options, sizing methodologies, and control. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.079>.
- Chikate, B. V., Sadawarte, Y., & Sewagram, B. D. C. O. E. (2015). The factors affecting the performance of solar cell. *International journal of computer applications*, 1(1), 0975-8887. doi: f36dc848575cf06c20301547f08bc127a3f30bbb.
- Dahliya, Samsurizal, & Pasra, N. (2021). Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. *JURNAL ILMIAH SUTET*, 11(2), 71–80. <https://doi.org/10.33322/sutet.v11i2.1551>
- Fuada, S., & Arifin, M. (2013). Studi Awal Pembuatan Helm Charger : Helm Penghasil Listrik DC dengan Memanfaatkan Energi Matahari (Photovoltaic) dan Angin Preliminary Study on Making Charger Helm : Helm Generating Electricity using Solar En. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Energi, Mekatronik, Dan Teknik Kendaraan*, ISBN 879-6(September), 107–112.
- Hamidin, M. A., Abdillah, H., & Ramdani, S. D. (2022). Prototype Stasiun Pengisian Daya Ponsel Seluler Menggunakan Solar Panel 20Wp. *Teknik Mesin*, 19(2), 27–31. <https://doi.org/10.9744/jtm.19.2.27>
- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Saugi. *Jurnal Riset Dan Teknologi Kelautan (JRTRK)*, 10, 169–180. DOI:10.37753/strategy.v1i1.7.
- Hasrul, R. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 5(2), 79–87. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v5i2.7024>
- I Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa, I. G. B. W. K. (2005). Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik. *Kajian Energi Surya*, 4(1), 29–33.
- Ismangil, A., & Susanto, H. P. (2019). Perancangan power bank mobile menggunakan panel surya berbasis mikrokontroler atmega 328. *Ilmu Dan Teknik Material*, 0–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/621/1/012008>
- Liu, Y. J., Lan, P. H., & Lin, H. H. (2014, July). Grid-connected PV inverter test system for solar photovoltaic power system certification. In *2014 IEEE PES General Meeting/Conference & Exposition* (pp. 1-5). IEEE. DOI:10.1109/PESGM.2014.6939471.
- Manggini, A. (2016). *Perancangan dan Pengujian Portable Photovoltaic Power Bank*. September, 51.
- Martawati, M. (2018). Analisis Simulasi Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya Terhadap Daya Dari Panel Surya. *Jurnal Eltek*, 16(1), 125. <https://doi.org/10.33795/eltek.v16i1.92>
- Muhammad Mawardi bin Mohd Rani, Mariah Awang, Fadhilah Diyana binti Abdul Samad, MM Syafiq Syazwan, Mohd Kamaruzaman Musa, MAA Rahman, Fatimah Yusop, N. H. (2021). Desain Kombinasi Panel Surya Mini Portabel Generasi. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan Dan Sains Terapan (JSTAS)*, 2(2), 27–33.

- Nanda, R. A., & Dewadi, F. M. (2022). Pengukuran Intensitas Cahaya Menggunakan Sensor BH-1750 Berbasis Mikrokontroler : Studi Kawasan Kampus UBP Karawang. *Praxis : Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat Dan Jejaring* |, 5(1), 74–81. DOI: <https://doi.org/10.24167/praxis.v5i1.5726>.
- Patty, Supriyedi, E. N., & Cornelia Sri Sulasmi Padak, Maria Imakulata Bora, Frenly Martha Ate, Serliana Muri Ate, Elisabeth Kaley, Tresia Desinta Wole, Marselina Osa Awa, Antonius Gawi Lokku, Kanisius Bili Bulu Elyakim Nova Supriyedi Patty, K. B. B. (2020). Pemanfaatan Panas Pada Elemen Peltier Untuk Membuat Charger Handphone. *Jurnal Edukasi Sumba (JES)*, 4(1), 62–72. DOI: 10.53395/jes.v4i1.146..
- Putra, A. A., Wahyuni, I. W., Alucyana, & Ajriyah. (2021). Pengaruh Penggunaan Handphone Pada Siswa Sekolah Dasar. *Al-Hikmah: Jurnal Agama Dan Ilmu Pengetahuan*, 18(1), 79–89. [https://doi.org/10.25299/al-hikmah:jaip.2021.vol18\(1\).6531](https://doi.org/10.25299/al-hikmah:jaip.2021.vol18(1).6531)
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., & Mukti, S. H. (2016). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. *Teknik*, 37(2), 59. <https://doi.org/10.14710/teknik.v37i2.9011>
- Rochcham, M., Purnomo, B. S., & Pamungkas, S. M. (2020). Desain power bank dengan solar cell dan pengukur arus digital. *Neo Teknika : Jurnal Ilmiah Teknologi*, 6(1).
- Rosewater, D. M., Copp, D. A., Nguyen, T. A., Byrne, R. H., & Santoso, S. (2019). Battery energy storage models for optimal control. *IEEE access*, 7, 178357-178391. DOI:10.1109/ACCESS.2019.2957698.
- Srilakshmi.CH, S, R., B, P., S, R., & Prabhudeeswaran. G. (2021). Mobile Power Bank Bertenaga Surya Sistem. *Mobile Power Bank Bertenaga Surya Sistem*, 6(2455), 255–258. DOI: 10.33564/IJEAST.2021.v06i01.038.
- Subandi, & Hani, S. (2005). Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air dengan menggunakan Solar Cell. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 7(2), 157–163. <https://doi.org/10.34151/technosciantia.v7i2.203>.
- Syafriwel, Dwiyanto, & Naibaho, Y. M. (2022). Rancang Bangun Power Bank Charger Alternatif Untuk Alat Komunikasi Dengan Energi Terbarukan Solar Cell Mini. *Edu Elekrika*, 11(E-ISSN 2723-5602 P-ISSN 2252-7095 Rancang). <https://doi.org/10.15294/eej.v11i2.62668>.
- TGP, S. (2011). *Microcontroller Based Energy Controller for Grid Integrated DC Source in a PV System* (Doctoral dissertation, University of Ruhuna Sri Lanka).
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *JPTK, UNDIKSHA*, 9(1), 37–46. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v9i1.2876>