

RANCANG BANGUN DESAIN SISTEM PLTS *OFF-GRID* UNTUK CHARGING PERANGKAT MOBILE DI TAMAN BACA PMI MEDAN DENAI

Kevin Tanadi¹, M. Syafiq Ramadhan², M. Syahrudin³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

kevintanadi@students.polmed.ac.id¹, msyafiqramadhan@students.polmed.ac.id²,
m_syahrudin@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penggunaan perangkat elektronik portabel yang meningkat telah mendorong kebutuhan akan fasilitas pengisian daya yang mudah diakses di tempat umum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem PLTS *off-grid* yang dapat menyediakan daya yang cukup untuk pengisian perangkat mobile, memberikan manfaat berupa penyediaan fasilitas ramah lingkungan, dan meningkatkan kesadaran tentang energi terbarukan. Sistem ini memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utama dengan modul surya 100 Wp, solar charge controller 20 A, baterai VRLA 18 Ah, dan port USB. Metode penelitian meliputi studi literatur dan studi lapangan dengan pengumpulan data melalui pengamatan dan pengukuran komponen sistem PLTS. Hasil penelitian menunjukkan tegangan output rata-rata 22 volt saat cuaca cerah dan 20 volt saat mendung. Pengosongan baterai dapat dilakukan selama 10 jam dengan beban yang sama, sedangkan pengisian baterai tanpa beban memerlukan waktu 5 jam. Arus keluaran bersifat fluktuatif pada pengecasan baterai yang dibebani karena bergantung pada intensitas cahaya matahari. Kesimpulan penelitian adalah bahwa sistem PLTS *off-grid* merupakan solusi efektif dan ramah lingkungan untuk penyediaan daya di area publik. Penelitian ini juga memberikan saran perawatan dan pemeliharaan sistem untuk optimalisasi jangka panjang, serta menekankan pentingnya penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan sistem dan memperluas aplikasinya ke lokasi lain dengan kondisi berbeda.

Kata Kunci : PLTS *Off-grid* , Charging Perangkat Mobile , Energi Terbarukan

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik di berbagai sektor kehidupan telah mendorong pengembangan teknologi energi terbarukan sebagai solusi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Abdullah et al., 2024). Salah satu bentuk energi terbarukan yang potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Energi surya menawarkan sumber daya yang melimpah dan bebas emisi, sehingga sangat sesuai untuk digunakan di berbagai aplikasi, termasuk di area publik seperti taman baca. Taman Baca PMI Medan Denai merupakan salah satu fasilitas umum yang menyediakan akses pengetahuan dan ruang belajar bagi masyarakat sekitar. Sebagai tempat yang banyak dikunjungi oleh pelajar dan warga, kebutuhan akan fasilitas pendukung seperti pengisian daya perangkat *mobile* seperti *handphone* atau *tablet* menjadi penting. *Handphone* atau *tablet* telah menjadi alat komunikasi dan sumber informasi yang esensial, sehingga ketersediaan daya untuk perangkat ini sangatlah vital. Namun, tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan akses listrik di beberapa bagian taman baca, terutama di area *outdoor*. Penyediaan sumber listrik konvensional di area terbuka sering kali menghadapi kendala teknis dan biaya yang tidak sedikit (Torang H, 2022). Oleh karena itu, solusi yang efisien dan berkelanjutan diperlukan untuk mengatasi permasalahan ini. Rancang bangun desain sistem PLTS *off-grid* untuk charging perangkat mobile di Taman Baca PMI Medan Denai diharapkan dapat menjadi solusi pertama yang tidak hanya menyediakan sumber daya listrik yang memadai tetapi juga mendukung penggunaan energi terbarukan. Sistem PLTS *off-grid* berarti sistem ini tidak terhubung dengan jaringan listrik utama, sehingga dapat beroperasi secara mandiri dengan mengandalkan sinar matahari sebagai sumber energi utama (Torang H, 2022). Implementasi sistem ini di Taman Baca PMI Medan Denai tidak hanya akan memberikan manfaat langsung berupa kemudahan akses pengisian daya bagi pengunjung, tetapi juga dapat menjadi sarana edukasi dan promosi mengenai pentingnya penggunaan energi terbarukan. Selain itu, proyek ini dapat memberikan inspirasi bagi pengembangan teknologi serupa di lokasi-lokasi lain yang membutuhkan solusi energi

yang bersih dan efisien. Rancang bangun desain sistem PLTS *off-grid* untuk charging perangkat mobile di Taman Baca PMI Medan Denai menjadi penting dan relevan. Diharapkan hasil dari laporan akhir ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi energi terbarukan dan peningkatan fasilitas umum di masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Modul Surya

Modul surya adalah sebuah unit yang terdiri dari sel-sel surya yang dihubungkan secara seri, paralel, atau kombinasi keduanya. Modul surya merupakan komponen utama dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya, yang berfungsi menerima energi radiasi matahari dan mengkonversinya menjadi listrik. Sistem pembangkitan listrik menggunakan sel surya menarik karena tidak memiliki bagian yang bergerak. Cahaya matahari terdiri dari partikel yang disebut foton, yang memiliki jumlah energi bergantung pada panjang gelombangnya. Ketika foton mengenai sel surya, sebagian cahaya akan dipantulkan, diserap, atau diteruskan. Cahaya yang diserap dapat menghasilkan listrik. Cahaya matahari terdiri dari partikel yang disebut foton, yang memiliki jumlah energi bergantung pada panjang gelombangnya. Ketika foton mengenai sel surya, sebagian cahaya akan dipantulkan, diserap, atau diteruskan. Cahaya yang diserap dapat menghasilkan listrik.

Pada bahan semikonduktor tipe n, yang memiliki satu elektron bebas, elektron tersebut akan bergerak bebas jika mendapatkan energi yang cukup. Ketika terkena cahaya, elektron mendapatkan energi dari foton dan bergerak bebas, namun gerakannya acak dan tidak menghasilkan arus listrik jika tidak dihubungkan dengan beban. Untuk menghasilkan aliran elektron yang searah, diperlukan junction.

Jika bahan semikonduktor tipe p (silikon murni yang memiliki lubang untuk setiap atom akibat doping p) digabungkan dengan semikonduktor tipe n, beberapa elektron dari sisi n akan bergabung dengan sisi p dan mengisi lubang tersebut, membentuk daerah deplesi yang berfungsi sebagai *junction*. Ketika kedua bahan semikonduktor ini mendapatkan energi yang cukup dari foton dan dihubungkan dengan beban, elektron akan terus bergerak menuju lubang, menciptakan arus listrik yang terus mengalir dalam rangkaian (F Yahya, 2023)

Sel surya adalah bahan semikonduktor yang mengubah radiasi matahari langsung menjadi listrik tanpa bagian yang bergerak. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya berbasis silikon umumnya sekitar 0,5 volt (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2015).

Modul surya adalah rangkaian sel surya yang saling terhubung. Untuk melindungi dan menjaga keawetannya, modul surya dilapisi dengan bahan tahan cuaca dan radiasi UV (*ultraviolet*).

Panel surya adalah susunan beberapa modul surya dalam satu bingkai. Sementara itu, rangkaian PV (*Photovoltaic*) adalah kumpulan beberapa panel surya yang terhubung dengan kabel dalam suatu jaringan listrik.

Panel surya yang digunakan saat ini tersedia dalam berbagai jenis berdasarkan bahan pembuatnya, seperti polikristalin, monokristalin, dan *Thin-Film*. Namun dalam rancang bangun desain sistem PLTS *off-grid* untuk *charger* perangkat *mobile* di Taman Baca PMI Medan Denai adalah jenis modul surya monokristalin.

Adapun faktor-faktor yang dapat memengaruhi kinerja modul surya adalah sebagai berikut:

1. Intensitas Radiasi Matahari

Intensitas radiasi matahari adalah tingkat radiasi elektromagnetik matahari yang jatuh pada permukaan modul surya, diukur dalam satuan W/m^2 . Nilainya bervariasi tergantung lokasi. Intensitas matahari berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan oleh modul surya. Penelitian oleh Suwanti dan Prasetyo (2018) menunjukkan bahwa semakin besar intensitas radiasi matahari, arus yang

dihasilkan meningkat, sementara tegangan cenderung tetap, menghasilkan daya keluaran yang lebih besar.

2. Sudut kemiringan modul surya

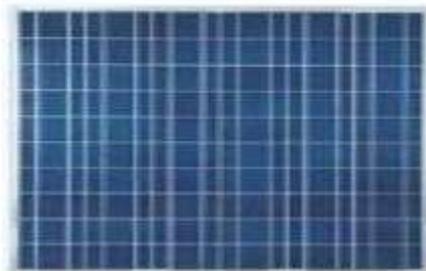
Modul surya diposisikan pada kemiringan tertentu untuk mendapatkan paparan sinar matahari terbaik dan memaksimalkan radiasi yang diterima. Sudut terbaik adalah sudut yang tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Semakin mendekati tegak lurus, tegangan dan arus yang dihasilkan akan meningkat, sehingga daya yang dihasilkan juga bertambah (Suwarti dan Prasetyo, 2018).

3. Bayangan benda

Bayangan benda atau adanya shading pada permukaan modul surya perlu diperhatikan, karena bayangan akan menghalangi cahaya matahari yang seharusnya mengenai modul surya, mengurangi efisiensi dan daya yang dihasilkan.

4. Temperatur

Daya yang dihasilkan oleh modul surya tidak hanya bergantung pada intensitas radiasi, tetapi juga pada temperatur modul surya itu sendiri. Temperatur modul surya dapat naik karena temperatur lingkungan dan kemampuan bahan semikonduktor menyerap energi cahaya sekaligus panas dari radiasi matahari (Khwee, 2013). Kenaikan suhu menyebabkan tegangan, daya, dan efisiensi modul surya menurun. Sebaliknya, penurunan suhu meningkatkan nilai tegangan, daya, dan efisiensi listrik pada panel surya (Tiyas dan Widyartono, 2020).



Gambar 1. Modul Surya
(Sumber : Sahroni,2021)

2. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) adalah perangkat dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang mengatur arus langsung dari panel surya untuk mengisi baterai dan menyuplai daya ke beban. Fungsinya utama adalah mencegah *overcharging* dengan memutus arus ke baterai saat sudah penuh. Saat baterai hampir habis, SCC akan menghentikan pengambilan arus oleh beban untuk mencegah kerusakan pada sel-sel baterai. Selain itu, SCC juga mengatur suhu baterai agar tidak terlalu panas, penting untuk menjaga umur baterai. Pemilihan tipe dan desain SCC harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik untuk memastikan efisiensi sistem PLTS dan memperpanjang umur baterai. Spesifikasi SCC bervariasi berdasarkan konfigurasi panel surya, sistem tegangan yang digunakan, dan karakteristik baterai. Di Indonesia, jenis-jenis *controller* yang umum digunakan pada PLTS antara lain PWM (*Pulse Width Modulation*) dan MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) (Awa Wiguna, 2022).



Gambar 2. Solar Charge Controller
(Sumber : Haryadi Dkk,2017)

3. Baterai

Baterai adalah komponen yang digunakan untuk menyimpan energi, terutama energi yang diperoleh dari modul surya dalam sistem PLTS. Baterai memiliki peran penting dalam sistem *off-grid* atau dalam kombinasi dengan *grid*. Berbagai parameter baterai seperti perawatan, masa pakai, dan efisiensi sangat mempengaruhi kinerja PLTS. Desain yang tidak tepat dan spesifikasi baterai yang tidak sesuai dapat mengganggu operasional PLTS. Umur pakai baterai tergantung pada perawatan dan penggunaannya, dan baterai menyediakan suplai energi stabil dengan tegangan dan arus yang dibutuhkan melalui inverter. Baterai juga berfungsi sebagai sumber cadangan energi ketika akses langsung ke *grid* tidak tersedia. Dalam konteks baterai, terdapat istilah SOC (*State of Charge*) yang mengindikasikan kondisi pengisian baterai dalam persentase perbandingan antara kapasitas tersisa dengan kapasitas nominalnya. DOD (*Depth of Discharge*) adalah jumlah energi yang telah digunakan dari baterai. Sebagai contoh, jika spesifikasi baterai menyatakan bahwa siklus hidupnya lebih dari 1500 dengan DOD 80%, berarti baterai dapat bertahan lebih dari 1500 siklus pengisian jika penggunaan energi tidak melebihi 80% kapasitas baterai (MA Lesmana, 2022).



Gambar 3. Baterai
(Sumber : Rudyanto, dkk, 2023)

4. Port USB

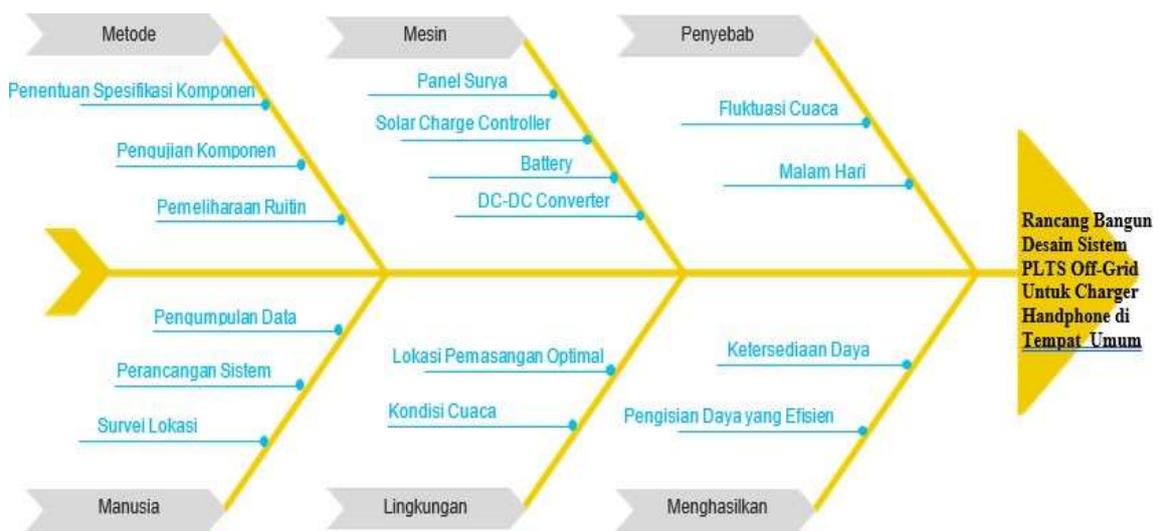
Port USB (*Universal Serial Bus*) adalah sebuah *interface* yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik ke komputer atau perangkat lainnya. Dalam konteks sistem PLTS *off-grid* untuk *charging* perangkat *mobile*, port USB digunakan untuk menghubungkan perangkat *mobile* yang mendukung pengisian daya menggunakan port USB seperti *smartphone* atau *tablet* ke sistem PLTS agar dapat mengisi daya (FA Naufal, 2010).



Gambar 4. Port USB
(Sumber : Penulis)

METODE PENELITIAN

Berikut Fishbone yang mencakup diagram diaram proses serta hal hal yang dilakukan dalam perancangan alat.



Gambar 5. Diagram Fishbone

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah merancang solar surya tenaga matahari dengan tujuan untuk memberikan fasilitas charge mobil kepada PMI Medan Denai.

Lokasi Penelitian

Politeknik Negeri Medan, Jalan Almamater No 1 Kampus USU 20155 Sumatera Utara, Indonesia Sumatera Utara, Indonesia

Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data yang dilakukan yaitu Metode lapangan dengan cara mengumpulkan data dari masyarakat dan observasi di lapangan serta teknik pengumpulan data, dalam membuat suatu proyek penelitian, maka membutuhkan suatu perencanaan hingga sampai dengan merancang dan membuat suatu alat motor solar surya sebagai fasilitas charge mobil di PMI Medan Denai. dapat lebih efisien dan menghemat tenaga listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian pada sistem yang sudah dirancang maka dilakukan beberapa pengukuran untuk menguji hasil rancangan apakah sesuai perencanaannya. Hasil dari pengukuran dilakukan untuk mengetahui kinerja dari solar surya OFF-Grid untuk charger *mobile* di taman baca PMI Medan Denai.

Pada analisa ini, Solar surya OFF-Grid sudah terpasang seluruh nya. Dengan melakukan analisa keseluruhan ini kita bisa mengetahui kelebihan dan kekurangan dari solar surya OFF-Grid. Adapun tujuan dari analisa ini adalah apakah Solar Surya OFF-Grid bekerja dengan baik dan benar sesuai dengan yang diharapkan.

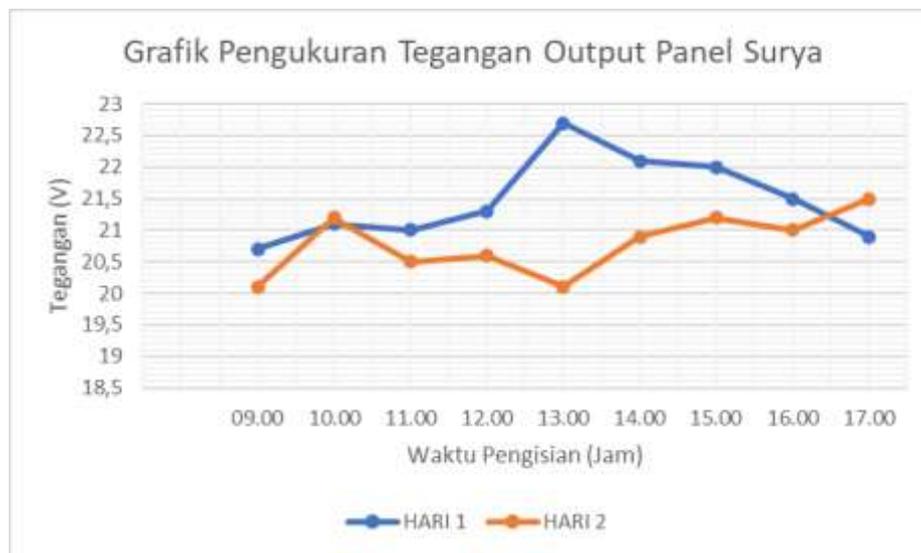
Pengujian Output Panel Surya

Tegangan open circuit maksimum yang terukur dihari pertama sebesar 22,7 V pada pukul 13:00 WIB dengan cuaca cerah. Kemudian pada percobaan dihari kedua, didapatkan hasil sebesar 21,5 V pada pukul 17:00 WIB dengan cuaca cerah. Jadi efisiensi modul surya tergantung pada intensitas cahaya matahari..

Tabel 1. Hasil Pengujian Output Panel

Waktu	Hari – 1		Hari – 2	
	Tegangan Output	Keterangan Cuaca	Tegangan Output	Keterangan Cuaca
09:00	20,7	Cerah Berawan	20,1	Berawan
10:00	21,1	Cerah	21,2	Cerah Berawan
11:00	21	Cerah	20,5	Berawan
12:00	21,3	Cerah	20,6	Berawan
13:00	22,7	Cerah	20,1	Mendung
14:00	22,1	Cerah	20,9	Cerah
15:00	22	Cerah	21,2	Cerah
16:00	21,5	Cerah	21	Cerah Berawan
17:00	20,9	Cerah	21,5	Cerah

Berdasarkan data hasil pengujian panel surya pada Tabel 1 dapat dibuat grafik tegangan pada Gambar 1



Gambar 6. Grafik Pnegukuran Tegangan Output Panel Surya

Pengujian Estimasi Pengisian Baterai Nol

Tegangan panel surya (18,3 V) lebih tinggi dari tegangan baterai (12V) adalah konfigurasi yang umum karena panel surya biasanya dirancang untuk mengisi baterai dengan baik. Solar Charge *Controller* mengatur tegangan dan arus dari panel surya agar sesuai dengan kebutuhan baterai, Menggunakan Solar Charge *Controller*, arus pengisian efektif ke baterai akan berbeda dari arus keluaran panel surya karena SCC mengatur voltase dan arus. Untuk menghitung arus pengisian efektif ke baterai.

kita dapat menggunakan rumus daya:

$$P = V_{panel} \times I_{panel}$$

Dimana:

P = daya dari panel surya (100Wp)

V_{panel} = tegangan dari panel surya (18,3 V)

I_{panel} = arus dari panel surya (5,47 A)

daya yang dihasilkan oleh panel surya sama dengan daya yang akan diterima oleh baterai (dengan mempertimbangkan efisiensi SCC).

$$P = V_{battery} \times I_{charge}$$

Dimana:

$V_{battery}$ = tegangan baterai

I_{charge} = arus pengisian ke baterai

Dari sini bisa dihitung arus pengisian efektif ke baterai:

$$I_{charge} = \frac{P}{V_{Battery}} = \frac{100 W}{12 V} = 8,33 A$$

Mengasumsikan efisiensi pengisian dari SCC dan baterai adalah 80%:

$$I_{effective} = I_{charge} \times \eta = 8,33 A \times 0,80 = 6,664 A$$

Dengan arus pengisian effective, bisa dihitung waktu pengisian (t)

$$t = \frac{C}{I_{effective}}$$

Dimana C adalah kapasitas baterai (18 Ah)

$$t = \frac{18 Ah}{6,664 A} = 2,70 jam$$

Jadi, secara teori pengisian battery tanpa beban selama 2,7 jam atau 2 jam 42 menit.

Tabel 2. Hasil Analisa Pengujian Estimasi Pengisian Baterai Nol

Waktu	Tegangan	Arus
09.00	12,3	0,74
10.00	12,4	1,22
11.00	12,6	2,1
12.00	12,6	1,73
13.00	12,8	2,39
14.00	13,2	1,32
15.00	13	1,2
16.00	13,1	1,25
17.00	13,3	1,3

Namun secara pengujian, battery mulai terisi penuh ketika memasuki pukul 14:00 (5 jam). Hal ini dapat terjadi dikarenakan intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah.

Pengujian Pengisian Baterai dengan Dibebani

Mengasumsikan bahwa pengisian aki dari solar panel tetap berjalan sementara HP sedang diisi:

Arus pengisian dari Solar Panel (I_{solar}) = 5,47 A

Arus yang diambil oleh perangkat HP ($I_{HP} = \frac{10 W}{12 v} = 0,833 A$)

Arus yang digunakan untuk mengisi aki saat beban juga sedang diisi :

$$\begin{aligned} I_{Aki} &= I_{Solar} - I_{Hp} \\ &= 5,47 A - 0,833 A \\ &= 4,637 A \end{aligned}$$

Dengan memperhitungkan efisiensi Battery 80%

$$I_{effective} = I_{Aki} \times \eta = 4,637 A \times 0,8 = 3,7096 A$$

Waktu yang dibutuhkan aki untuk penuh saat mengisi beban adalah

$$\begin{aligned} t_{aki} &= \frac{C}{I_{effective}} \\ &= \frac{18 Ah}{3,7096 A} \\ &= 4,85 jam \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengisian Baterai Dengan Di bebani

waktu	Kondisi Cuaca	Panel		Baterai			Beban	
		V SCC	I SCC	V	I	Indicator	V	I
12:00	Terik	14,4	3,74	14,4	2,93	8 btg	14,4	-0,89
13:00	Berawan	13,5	1,28	13,4	0,72	7 btg	13,5	-0,79
14:00	Sejuk	13,4	1,43	13,3	0,53	8 btg	13,3	-1,08
15:00	Terik	13,6	1,67	13,5	0,82	6 btg	13,6	-0,66
16:00	Cerah	13,5	0,64	13,3	-0,18	6 btg	13,3	-0,92
17:00	Mendung	13,3	0,14	13,2	-1,03	5 btg	13,2	-1,25

Pengujian Pengosongan Baterai

Dalam rancang bangun ini, pengisian beban dilakukan memakai port USB yang berfungsi sebagai converter. Spesifikasi yang dimiliki Port USB adalah 5V 2A. sehingga daya yang disalurkan ke beban adalah 10 W. maka dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk pengisian beban dari masing-masing beban

1. Samsung Galaxy A52

$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{Kebutuhan Energi (E)}}{\text{Daya Port USB}} \\ &= \frac{18 Wh}{10 W} \\ &= 1,8 jam \end{aligned}$$

2. Vivo T1 Pro

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Kebutuhan Energi (E)}}{\text{Daya Port USB}} \\
 &= \frac{18,8 \text{ Wh}}{10 \text{ w}} \\
 &= 1,88 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3. Xiaomi Redmi 10

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Kebutuhan Energi (E)}}{\text{Daya Port USB}} \\
 &= \frac{20 \text{ Wh}}{10 \text{ W}} \\
 &= 2 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi, jika ditotal pengisian daya yang dilakukan sebesar 56,8 W selama 5,68 jam. Dikarenakan Dod pada battery 50%, maka waktu terbaik untuk battery dianggap kosong adalah :

$$\begin{aligned}
 t_{Aki} &= \left\{ \frac{(12 \text{ V} \times 18 \text{ Ah}) \times 50\%}{56,8 \text{ Wh}} \right\} \times 5,68 \text{ h} \\
 &= 1,9 \times 5,68 \text{ h} \\
 &= 10,792 \text{ h}
 \end{aligned}$$

Secara teori, dengan beban yang sama, aki dapat dianggap kosong jika dayanya dikeluarkan secara terus-menerus selama 10 jam secara simultan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pengosongan Baterai

No	Beban	Kapasitas Baterai	Kapasitas Daya	Kebutuhan Energi (80%)
1	Samsung Galaxy A52	4500 mAh	22,5 Wh	18 Wh
2	Vivo T1 Pro	4700 mAh	23,5 Wh	18,8 Wh
3	Xiaomi Redmi 10	5000 mAh	25 Wh	20 Wh
Total				56,8 Wh

SIMPULAN

Berdasarkan laporan akhir yang dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya perangkat mobile bisa menggunakan modul surya yang lebih besar karena kecepatan pengecasan baterai VRLA tergantung dari intensitas cahaya matahari.
2. Kapasitas dan spesifikasi modul surya adalah 100 Wp dengan SCC 20A dan baterai yang digunakan adalah 12V 18Ah yang mampu menyimpan energi yang cukup untuk kebutuhan pengisian perangkat mobile.
3. Keberlanjutan dan pemeliharaan sistem dapat dilakukan dengan rutin meliputi pembersihan modul surya, pengecekan koneksi dan kabel, serta pemeriksaan kondisi baterai secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui pusat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Putri, M., Syahrudin, M., Silitonga, A. S., Dharma, S., Jumaat, A. K., Ridzuan, A. R., & Aritonang, G. (2024). The Utilization of a Combination of Heatsink Material And A Water Cooler Block As An Effort To Reduce Heat From Solar Panels. *International Journal of Applied Research and Sustainable Sciences*, 2(5), 339–352. <https://doi.org/10.59890/ijarss.v2i5.1806>.
- Ariyani, S., Arif Wicaksono, D., & Taufik, R. (n.d.). *Studi Perencanaan dan Monitoring System Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Remote Area*.
- Azamataufiq. (2023a). *DASAR-DASAR PEMASANGAN PANEL SURYA*. UNISMA.
- Dadi Riskiono, S., Oktaviani, L., & Mulya Sari, F. (n.d.). *IMPLEMENTATION OF THE SCHOOL SOLAR PANEL SYSTEM TO SUPPORT THE AVAILABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY AT SDN 4 MESUJI TIMUR*.
- Fachrezy H, Mhd. D. (2022). *PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) TERPUSAT OFF-GRID DI DESA TERPENCIL KABUPATEN INDRAGIRI HULU TUGAS AKHIR*. <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/63272>.
- Handayani, Y. S., Alex Surapati, & Fitrilina. (2022). Implementasi Small PLTS Pada Rumah Charging Sebagai Upaya Pengembangan Wisata di Desa Rindu Hati. *Dharma Raflesia : Jurnal Ilmiah Pengembangan Dan Penerapan IPTEKS*, 20(2), 352–364. <https://doi.org/10.33369/dr.v20i2.24535>.
- Jaenul, A., Wilyanti, S., Leo Rifai, A., & Febria Anjara, dan. (2021). RANCANG BANGUN PEMANFAATAN SOLAR CELL 100 WP UNTUK CHARGER HANDPHONE DI TAMAN BAMBU JAKARTA TIMUR. *Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 2, 1–5.