

**Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya
kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan
pengisian daya**

*Design and build solar power plant 100 Wp solar panel capacity for
lighting and Charging*

SKRIPSI

**Disusun oleh:
Nama: Panji Alfiansyah
NPM: 193030077**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Panji Alfiansyah

Nomor Pokok Mahasiswa : 193030077

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 19 Mei 2026

Penulis,



Panji Alfiansyah

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Panji Alfiansyah

NPM : 193030077

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta,

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 19 Mei 2026.

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellowish-brown rectangular stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem in the center, the text '10.000' in large red numerals, and 'METERAI TEMPEL' in black capital letters. At the bottom of the stamp, the alphanumeric code '498ANX003558166' is printed.

Panji Alfiansyah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya



Nama: Panji Alfiansyah
NPM: 193030077

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya



Nama: Panji Alfiansyah
NPM: 193030077

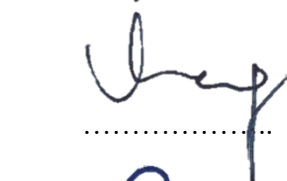
Tanggal sidang skripsi: Senin, 22 Juni 2026

Ketua : Dr. Ir. Endang Achdi, M.T.

Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Hery Sonawan, M.T.

Anggota : Mohammad Reza Hermawan, S.T., M.T.

Anggota : Dr. Ir. Syahbardia, M.T.


.....

.....

.....

.....

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas Panel 100 Wp untuk Penerangan dan Pengisian Daya” dengan baik

Dalam proses penyusunan laporan ini, saya menyadari banyak pihak yang telah memberikan dukungan, dan bantuan yang bermanfaat. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat dan pengorbanan yang tiada hentinya.
2. Bapak Dr. Ir Endang Achdi, M.T. selaku dosen pembimbing saya yang telah membimbing dan memberikan arahan untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir Hery Sonawan M.T. selaku dosen pembimbing saya yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama masa perkuliahan
6. Himpunan Mahasiswa Mesin Universitas Pasundan yang telah memberikan wadah untuk berkembang selama masa perkuliahan
7. Teman-teman Mesin 2019 yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini
8. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Saya menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, 19 Juni 2026

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Panji Alfiansyah

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	1
3. Tujuan	1
4. Manfaat	2
5. Batasan Masalah	2
6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR	4
1. Definisi Energi Surya.....	4
2. Voltaic Cell	4
3. Panel Surya	5
4. Sistem PLTS	7
5. Komponen Sistem PLTS.....	9
E. Rumus rumus dasar perhitungan tenaga surya	10
BAB III METODE PENELITIAN	1
1. Tahapan Penelitian.....	1
2. Tempat Penelitian	3
3. Proses Manufaktur	3
4. Metode Pengujian	4
5. Tempat Penelitian	6
6. Alat Ukur dan Bahan yang digunakan	7
7. Metode Pengolahan Data Hasil Pengukuran/Pengujian.....	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12

1. Gambaran Umum Pengujian Sistem	12
2. Perancangan PLTS.....	12
3. Pembuatan rangka PLTS.....	17
4. Setup Pengujian.....	18
5. Prosedur Pengujian.....	23
6. Hasil Pengujian	25
7. Hasil Pengujian Beban	30
8. Grafik Pengujian	34
9. Efisiensi.....	36
10. Pembahasan Kinerja Sistem secara keseluruhan	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
1. Kesimpulan	40
2. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	44
1. Data pengujian pengisian baterai	44
2. Data pengujian pelepasan energi.....	48
3. Hasil Pengolahan Data	51
4. Foto-Foto Kegiatan	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Simulasi Voltaic Cell	5
Gambar 2 Panel Surya mono-crystalline [7].....	6
Gambar 3 Panel surya poli-crystalline [7].....	6
Gambar 4 Panel surya Thin film photovoltaic [7].....	7
Gambar 5 Rangkaian PLTS on-grid.....	7
Gambar 6 Rangkaian PLTS off-grid.....	8
Gambar 7 Rangkaian PLTS Hybrid [10]	8
Gambar 9 Inverter	9
Gambar 10 Solar Charge Controller	9
Gambar 11 Baterai	10
Gambar 12 Diagram Alir Penelitian	1
Gambar 13. Lokasi Penelitian	3
Gambar 14 Diagram Alir Proses Manufaktur	3
Gambar 15 Lokasi Penelitian.....	6
Gambar 16 Multimeter.....	7
Gambar 17 Watt meter.....	7
Gambar 18 Solar Meter.....	8
Gambar 19 Kwh Meter	8
Gambar 20 Lampu 5W.....	9
Gambar 21 Charger HP	9
Gambar 22 Charger laptop axio	9
Gambar 23 Diagram rangkaian PLTS charging.....	13
Gambar 24 Diagram rangkaian PLTS Discharge.....	14
Gambar 25 Desain 3D PLTS 100 Wp.....	16
Gambar 26 Rangka PLTS	17
Gambar 27 Set Up Charging	18
Gambar 28 instalasi pengujian (discharge)	20
Gambar 29 Setup Pengujian PLTS	21
Gambar 30 Perbandingan energi panel energi baterai pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai tinggi	25
Gambar 31 Energi listrik panel surya dan baterai pada pengujian dengan kondisi cuaca teduh dan persentase baterai rendah	26
Gambar 32 Perbandingan energi panel dan energi baterai pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai tinggi	27

Gambar 33 Perbandingan energi panel dan energi baterai pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai rendah	29
Gambar 34 energi baterai pada beban lampu 3x5w dengan kondisi persentase rendah	30
Gambar 35 Perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase Tinggi.....	31
Gambar 36 Grafik perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase tinggi..	32
Gambar 37 Perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase rendah	33
Gambar 38 Grafik Energi beban campuran terhadap waktu	34
Gambar 39 Grafik daya beban campuran terhadap waktu	34
Gambar 40 Grafik Daya beban 3 lampu 5 W terhadap waktu	34
Gambar 41 Grafik energi panel terhadap waktu	35
Gambar 42 Grafik daya panel terhadap waktu.....	35
Gambar 43 Grafik intensitas radiasi matahari vs waktu	35
Gambar 44 Grafik energi masuk ke baterai terhadap waktu	36
Gambar 45 Grafik Efisiensi Charging PLTS	36
Gambar 46 Grafik efisiensi Discharging.....	37
Gambar 47 Grafik Efisiensi Panel surya	37
Gambar 48 Grafik energi terhadap panel surya	52
Gambar 49 Grafik energi terhadap beban	53
Gambar 50 Diagram durasi supply	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Rancangan kombinasi pengujian Pengisian.....	5
Tabel 2 Rancangan kombinasi pengujian beban	5
Tabel 3 Spesifikasi PLTS 100 Wp	15
Tabel 4 Hasil Pengujian Panel Surya pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai tinggi... 25	
Tabel 5 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai rendah ... 26	
Tabel 6 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai tinggi..... 27	
Tabel 7 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai rendah.... 28	
Tabel 8 Data hasil pengujian beban Lampu pada kondisi persentase baterai rendah	30
Tabel 9 Data hasil pengujian beban Lampu pada kondisi persentase baterai tinggi	31
Tabel 10 Data hasil pengujian beban campuran pada kondisi persentase baterai tinggi..... 32	
Tabel 11 Data hasil pengujian beban campuran pada kondisi persentase baterai rendah	33
Tabel 12 Data mentah PLTS Pengisian	44
Tabel 13 Data mentah pengujian Pelepasan Energi PLTS.....	48
Tabel 14 Hasil pengolahan data Pengisian.....	51
Tabel 15 Hasil pengolahan data PLTS Pelepasan Energi	52

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji kinerja sistem PLTS kapasitas panel 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya. Metode penelitian yang digunakan meliputi perancangan sistem yang terdiri dari panel surya, solar charge controller, baterai, inverter dan beban. Kemudian pembuatan yang terdiri dari rangka *portable* sistem PLTS, dan pengujian kinerja sistem melalui proses Pengisian dan Pelepasan Energi pada berbagai kondisi intensitas radiasi matahari dan persentase baterai. Parameter yang di amati meliputi nilai irradiance, daya, energi panel surya, energi yang tersimpan pada baterai dan efisiensi sistem serta efisiensi panel surya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan panel surya berada pada kisaran 77,29 Wh – 390,18 Wh, sedangkan energi yang tersimpan pada baterai berkisar 23,43 Wh – 308,88 Wh. Nilai efisiensi panel surya diperoleh pada rentang 8,94%–24,22%, sementara efisiensi sistem pengisian berada pada rentang 22,91%–95,91%. Pada pengujian Pelepasan Energi, sistem mampu menyuplai beban campuran selama 180 menit dan beban penerangan sebesar 3 lampu 5 W selama 480 menit, dengan efisiensi Pelepasan Energi berkisar antara 25,79%–97,33%. sistem PLTS yang dirancang mampu beroperasi dengan baik sebagai sumber energi listrik alternatif, meskipun masih terdapat rugi-rugi energi pada proses konversi dan penyimpanan energi dalam sistem.

Kata kunci: efisiensi, energi surya, PLTS, pelepasan energi pengisian,

ABSTRACT

Solar power plants (PLTS) are one of the renewable energy solutions that can be used as a small-scale alternative energy source. This research aims to design, manufacture, and test the performance of a solar power plant system with a panel capacity of 100 Wp for lighting and Pengisian. The research method used includes designing a system consisting of solar panels, solar charge controllers, batteries, inverters and loads. Then the manufacture consists of a portable solar PV system frame, and system performance testing through the Pengisian and Pelepasan Energi process at various irradiance and persentase conditions of the battery. The parameters observed include the value of irradiance, power, energy of the solar panel, energy stored in the battery and the efficiency of the system and the efficiency of the solar panel. The results of the study show that the energy produced by solar panels is in the range of 77,29 Wh – 390,18 Wh, while the energy stored in batteries ranges from 23,43 Wh – 308,88 Wh. The efficiency value of solar panels is obtained in the range of 8,94%–24,22%, while the efficiency of the Pengisian system is in the range of 5%–14.68%. In the Pelepasan Energi test, the system was able to supply a mixed load for 180 minutes and a lighting load of 3 5 W lamps for 480 minutes, with a Pelepasan Energi efficiency ranging from 25,79%–97,33%. The solar PV system is designed to operated well as an alternative source of electrical energy, although there are still energy losses in the process of energy conversion and storage in the system.

Keywords: charging, discharge, efficiency, solar energy, solar PV

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sumber energi yang tersedia di bumi jumlahnya sangat banyak, salah satunya adalah energi baru terbarukan. Pengembangan energi saat ini dan kedepan yaitu peningkatan pemanfaatan energi terbarukan. Pemanfaatan utama energi baru terbarukan yaitu untuk pembangkitan listrik energi baru terbarukan yang tersedia di bumi Indonesia seperti, air, matahari, angin, panas bumi, gelombang air laut dan biogas. Kontribusi tenaga surya dalam pembangkitan listrik masih rendah sekitar 0.4% [1]. Pembangkit listrik tenaga surya merupakan solusi yang efektif untuk membangkitkan energi listrik dan sumber energi yang ramah lingkungan. Pemanfaatan energi matahari dalam pembangkitan listrik banyak menguntungkan yaitu ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya eksplorasi. Upaya pemanfaatan energi matahari yaitu memperluas pemanfaatan energi listrik yang dibangkitkan.

Sehubungan dengan permasalahan yang berkaitan dengan pemanfaatan energi matahari dalam pembangkit listrik seperti yang dikemukakan di atas maka, melalui penelitian ini akan di upayakan rancang bangun PLTS kapasitas 100 Wp. Pada penelitian ini upaya rancang bangun yang akan dilakukan berupa perancangan, pembuatan dan pengujian PLTS kapasitas 100 Wp. Perancangan PLTS meliputi penentuan kapasitas dan komponen utama PLTS. Pembuatan mencakup perakitan dari komponen-komponen PLTS sehingga bisa berfungsi. PLTS yang sudah dirancang dan dibuat akan dilakukan pengujian untuk pengisian daya alat elektronik dan penerangan. Pengujian PLTS selain dilakukan di lingkungan kampus juga di masyarakat.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan dan upaya yang akan dilakukan seperti dikemukakan sebelumnya, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah merancang sistem PLTS kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya
- b. Bagaimanakah membuat sistem PLTS kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya
- c. Bagaimanakah menguji sistem PLTS kapasitas panel surya 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya

3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk merancang, membuat, dan menguji Pembangkit listrik tenaga surya kapasitas panel surya 100 Wp untuk pengisian daya dan penerangan.

4. Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan lebih banyak referensi bagi masyarakat luas tentang rancang bangun sistem PLTS kapasitas panel surya 100 Wp untuk pengisian daya dan penerangan.

5. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini sistem PLTS kapasitas panel surya 100 Wp. Untuk mempermudah penelitian ini maka perlu dibuatkan batasan masalah. Batasan masalah yang dihadapi dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Kapasitas yang dipakai adalah PLTS 100 Wp
- b. Panel surya jenis Poly-Crystalline
- c. Penyimpanan energi menggunakan accu 12v 33Ah
- d. Inverter sebagai pengubah arus listrik untuk penerangan dan pengisian daya
- e. Solar Charge Controller PWM 12/24V
- f. Analisis kerja meliputi efisiensi panel surya, kapasitas penyimpanan energi baterai dan durasi pengisian daya dan penerangan

6. Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun secara sistematis dan terdiri dari lima bab, yang disusun menurut sistem berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini membahas dasar teori dan studi terdahulu mengenai dasar dasar perancangan dan pembuatan sistem PLTS untuk penerangan dan pengisian daya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai diagram alir penelitian, desain yang dipilih dan tabel pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari perancangan, pembuatan dan pengujian pembangkit listrik tenaga surya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dari perancangan, pembuatan dan pengujian pembangkit listrik tenaga surya serta saran untuk evaluasi ataupun pengembangan

DAFTAR PUSTAKA

Berisi jurnal atau buku yang digunakan penulis dalam pembuatan laporan penelitian.

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

1. Definisi Energi Surya

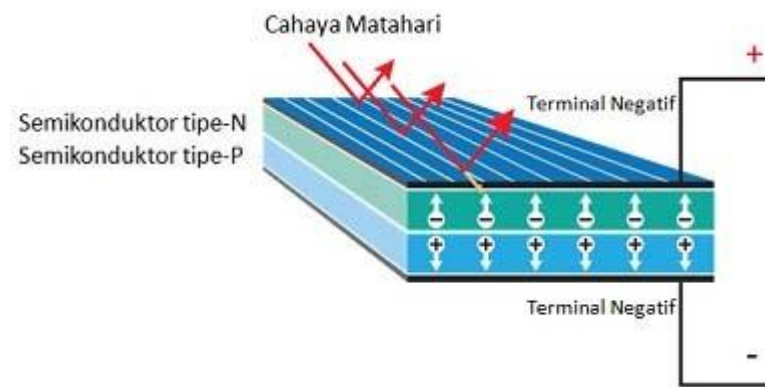
Energi surya merupakan sumber utama energi yang berasal dari matahari. Saat ini, berbagai teknologi baru tengah dikembangkan untuk menggunakan energi surya yang tersedia. Energi surya adalah sumber energi primer yang ramah lingkungan dan tidak akan habis. Sebagai salah satu bentuk energi terbarukan, energi ini memiliki peran yang sangat penting karena matahari merupakan sumber energi terbesar dan masih belum dimanfaatkan secara optimal oleh manusia [2]. Energi surya dapat dimanfaatkan melalui berbagai teknologi yang dapat merubah radiasi matahari menjadi bentuk energi lain yang bisa digunakan oleh manusia salah satunya photovoltaic merupakan teknologi yang memanfaatkan energi matahari secara langsung untuk menghasilkan listrik melalui sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor seperti silicon [3].

Matahari memproduksi panas yang sangat besar akibat proses fusi nuklir di inti, di mana atom hidrogen diubah menjadi helium. Radiasi yang dihasilkan dari inti tidak langsung terlihat karena telah diserap oleh lapisan atom hidrogen yang berada dekat permukaan matahari. Pada lapisan ini, perpindahan panas terjadi melalui mekanisme konveksi. Radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi berbeda dengan yang sampai di atmosfer bumi, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tutupan awan, tingkat polusi udara, letak garis lintang suatu wilayah, serta perubahan musim yang menyebabkan variasi intensitas radiasi matahari di permukaan bumi [4].

2. Voltaic Cell

Sel volta merupakan komponen utama dari panel surya atau perangkat semikonduktor yang mempunyai permukaan luas dan tersusun dari rangkaian dioda tipe P dan N. Ketika cahaya matahari mengenai permukaan sel surya, elektron bermuatan negatif dan hole bermuatan positif akan terbentuk. Elektron keluar dari sel surya dan mengalir melalui rangkaian eksternal, menghasilkan arus listrik searah berdasarkan prinsip fotoelektrik. Arus yang dihasilkan bergantung pada intensitas dan panjang gelombang cahaya yang diterima oleh sel surya. Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin banyak foton yang diterima, yang berarti semakin banyak pasangan elektron-hole terbentuk, sehingga arus yang dihasilkan lebih besar. Selain itu, semakin pendek panjang gelombang cahaya, semakin banyak energi foton yang dibawa, yang berarti semakin banyak energi elektron yang dibawa.

Silicon multikristalin dan monokristalin adalah bahan yang paling umum digunakan dalam industri sel surya karena terdiri dari material semikonduktor yang mengandung silicon. Silicon amorphous memiliki efisiensi yang lebih rendah daripada silicon multikristalin dan monokristalin [5]. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal. Monocrystalline Silicon PV Module, Polycrystalline Silicon PV Module, Amorphous Silicon PV Module, dan Hybrid Silicon PV Module adalah beberapa jenis sel surya yang telah digunakan dan saat ini tersedia untuk dipakai.



Gambar 1 Simulasi Voltaic Cell [6]

1. Sel surya tersusun dari dua lapisan semikonduktor yaitu **tipe-P** dan **tipe-N** yang membentuk sambungan p-n (p-n junction).
2. Ketika cahaya matahari mengenai permukaan sel surya, energi akan diserap oleh material semikonduktor sehingga membebaskan elektron dari ikatan atomnya.
3. Pergerakan elektron tersebut akan menghasilkan aliran muatan listrik yang bergerak dari lapisan semikonduktor tipe-N menuju tipe-P kemudian menghasilkan **arus listrik searah (DC)** yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik [6].

3. Panel Surya

Panel surya adalah teknologi yang menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari. Panel ini dirancang khusus agar dapat memanfaatkan prinsip kerja fotovoltaiik dalam proses konversinya. Panel surya terdiri dari kumpulan sel surya yang berperan dalam menyerap sinar matahari. Energi cahaya yang ditangkap tersebut kemudian digunakan untuk mengaktifkan rangkaian dan menghasilkan listrik [7].

Jenis-jenis panel surya [8], sebagai berikut:

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Panel surya monokristal (monokristalin) adalah jenis yang paling efisien yang dibuat dengan teknologi terbaru dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Panel ini terbuat dari kristal silikon tunggal atau monokristalin. Monokristal dibuat untuk digunakan

di lingkungan dengan iklim ekstrem dan kondisi alam yang ganas. Panel jenis ini memiliki efisiensi antara 15% dan 24%. Kelemahannya adalah mereka tidak akan berfungsi dengan baik di tempat yang kurang cahaya matahari (teduh), dan mereka akan sangat kurang efisien dalam cuaca berawan.



Gambar 2 Panel Surya mono-crystalline [7]

2. Polikristal (Poly-Crystalline)

Panel surya polikristalin (Poly-Crystalline) adalah jenis panel fotovoltaik yang menggunakan sel surya berbahan dasar polikristalin. Sel ini dibuat dari material semikonduktor, umumnya silikon, dengan struktur kristal yang terdiri dari banyak kristal kecil yang tidak teratur. Untuk mendapatkan daya listrik yang setara dengan panel monokristalin, jenis ini membutuhkan area permukaan yang lebih luas. Efisiensi panel polikristalin berada di kisaran 14% hingga 17%, lebih rendah dibandingkan monokristalin, sehingga harganya pun relatif lebih ekonomis. Meskipun demikian, panel ini tetap dapat berfungsi saat pencahayaan rendah, bahkan jika tidak langsung menghadap matahari. Panel jenis ini juga memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap suhu tinggi, yang memungkinkan kinerjanya tetap stabil dalam kondisi panas. Selain itu, panel polikristalin lebih toleran



Gambar 3 Panel surya poli-crystalline [7]

terhadap pencahayaan yang kurang ideal atau sudut datang cahaya yang tidak optimal, sehingga tetap mampu menghasilkan daya listrik yang baik dalam kondisi cahaya redup.

3. Thin Film Photovoltaic

Thin Film Photovoltaic merupakan jenis panel dengan dua lapisan, terdiri dari lapisan tipis mikrokristalin silikon dan amorf. Dibandingkan dengan panel monokristalin dan polikristalin, panel ini memerlukan area permukaan yang lebih besar untuk menghasilkan daya yang sama karena efisiensi modulnya sekitar 8,5 persen. Panel surya berlapis tiga lapisan Thin Film Triple Junction Photovoltaic, inovasi terbarunya, dapat menghasilkan daya hingga 45% lebih banyak dibandingkan panel lain dengan kapasitas daya terukur yang sama. Selain itu, dalam kondisi yang biasanya mengurangi kinerja panel konvensional, seperti suhu tinggi, panel berlapis tipis ini tetap dapat mempertahankan efisiensi. Panel jenis ini sangat cocok untuk digunakan di Indonesia, karena sebagian besar iklimnya tropis dan berada di wilayah khatulistiwa.

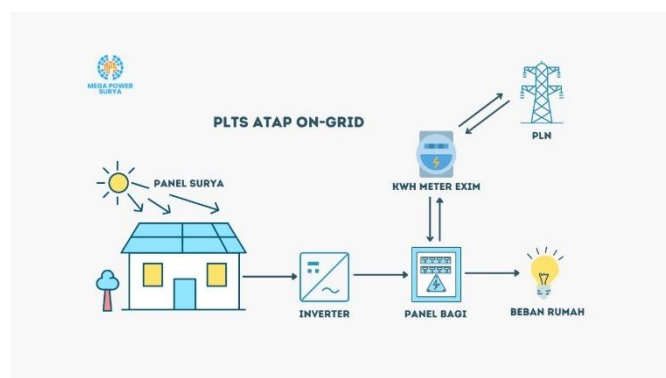


Gambar 4 Panel surya Thin film photovoltaic [7]

4. Sistem PLTS

A. PLTS on-grid

Pembangkit tenaga surya on-grid atau terinterkoneksi menghubungkan sistem ke jaringan PLN dengan modul surya untuk mengoptimalkan pemanfaatan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik [9]. Sistem ini mengalirkan listrik dari panel surya langsung ke rumah/bisnis, dan jika ada kelebihan energi, dapat diekspor kembali ke jaringan PLN. Pengguna bisa memanfaatkan

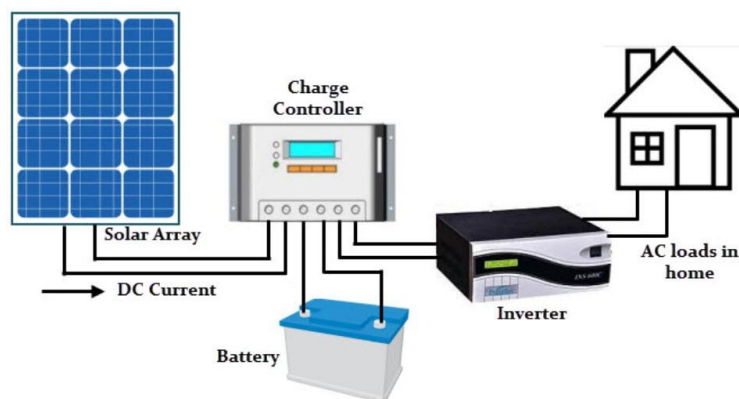


Gambar 5 Rangkaian PLTS on-grid [10]

mekanisme ekspor-impor listrik melalui program Net Metering PLN, sehingga tagihan listrik bulanan dapat ditekan signifikan [10]. Agar PLTS "on-grid" tidak mempengaruhi stabilitas sistem induknya, kapasitasnya pada siang hari hanya dapat dibatasi 20% dari beban normal dan tidak menggunakan baterai.

B. PLTS off-grid

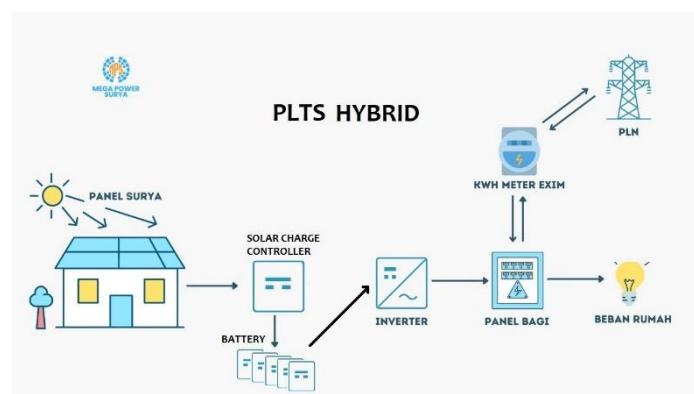
Pembangkit listrik tenaga surya off-grid (PLTS) dapat digunakan untuk daerah tertinggal, terpencil atau daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. PLTS mengandalkan satu-satunya sumber energi, matahari, sebagai penghasil listrik, sehingga tidak menimbulkan polusi dan mencemarkan udara. Sistem PLTS ini dapat menjadi solusi untuk daerah terpencil atau daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN karena sistemnya memanfaatkan sistem pembangkit listrik tenaga surya [11].



Gambar 6 Rangkaian PLTS off-grid [10]

C. PLTS Hybrid

Pembangkit listrik tenaga surya hybrid adalah kombinasi dari dua atau lebih sumber energi (sistem pembangkit), sehingga mereka dapat menutupi kekurangan masing-masing dan mencapai keandalan pasokan dan efisiensi ekonomis untuk jenis beban tertentu. Genset, PLTS, mikrohidro, dan tenaga angin biasanya digunakan oleh hybrid. [12].



Gambar 7 Rangkaian PLTS Hybrid [10]

5. Komponen Sistem PLTS

A. Panel Surya

Panel surya, juga dikenal sebagai sel photovoltaic, terbuat dari bahan semikonduktor dan diproses untuk menghasilkan arus searah (DC) listrik dari radiasi matahari [13]. Panel surya yang digunakan menggunakan panel surya jenis Poly-crystalline seperti pada gambar 3.

B. Inverter

Inverter adalah perangkat atau rangkaian elektronik yang memiliki tegangan dan frekuensi yang disesuaikan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Sumber arus DC untuk inverter ini dapat berasal dari aki, baterai, atau sel surya. Penggunaan inverter sangat membantu, terutama di tempat-tempat di mana ada keterbatasan pasokan listrik AC [14].



Gambar 8 Inverter [14]

C. Solar Charge Controller

Komponen solar charge controller (SCC) mengatur arus DC atau arus searah yang masuk ke baterai. SCC juga mengontrol tegangan yang masuk ke baterai agar tetap stabil, mencegah baterai terisi terlalu banyak atau terlalu banyak tegangan. SCC akan mengisi baterai pada level tegangan tertentu, dan kemudian otomatis akan mengisi kembali baterai ketika level tegangan turun [15].



Gambar 9 Solar Charge Controller [15]

D. Baterai

Peran utama baterai dalam sistem PLTS adalah untuk menampung kelebihan energi yang diproduksi oleh panel surya dan menyediakan daya saat panel surya tidak dapat menghasilkan energi [16].



Gambar 10 Baterai [16]

E. Rumus rumus dasar perhitungan tenaga surya

1. Energi tenaga surya input luas permukaan panel surya

$$E_{\text{input}} = G \times A \times t$$

Keterangan:

E_{input} : Energi surya input (Wh/hari atau Wh/hari)

G : Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A : Luas panel surya (m^2)

t : Durasi paparan sinar matahari (jam)

2. Posisi panel surya

Indonesia merupakan wilayah khatulistiwa dimana panel menghadap utara atau selatan. Kemudian untuk menentukan kemiringan menggunakan rumus di bawah ini

Musim kemarau . $\phi - 10^\circ$

Musim hujan $\phi + 10^\circ$

Kota bandung terletak pada koordinat sekitar $6^\circ 54' 08'' \text{S}$ $107^\circ 37' 08'' \text{E}$ / 6.9021856°S $107.6187558^\circ \text{E}$

Maka

Musim kemarau $7^\circ \text{LS} - 10^\circ = -3^\circ$ (dapat disesuaikan menjadi 0)

Musim hujan $7^\circ + 10^\circ = 17^\circ$

3. Efisiensi konversi energi

$$\eta = \frac{E_{keluaran}}{E_{masuk}} + 100\%$$

- η = Efisiensi sistem PLTS (%)
- $E_{keluaran}$ = Energi listrik yang didapatkan dari panel surya (Wh)
- E_{masuk} = Energi radiasi matahari yang diterima panel surya (Wh)

F. Penelitian Terdahulu

1.	Judul Jurnal	:	Pemanfaatan Panel Surya Off-Grid 100 Wp Sebagai Sumber Energi Sistem Pendeteksi dan Penanggulangan Banjir
	Penulis dan Tahun	:	Syukur Safrudin, Ojak Abdul Rozak, Muhammad Zulfikar Ramadhan Nurhadi (2025)
	Nama Jurnal	:	Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan
	Tujuan	:	untuk memaksimalkan sistem panel surya off-grid yang digunakan sebagai energi terhadap sistem pendeteksi dan penanggulangan banjir, pada umumnya masih banyak beberapa orang yang belum mengerti dengan pemanfaatan listrik bersumber energi matahari
	Kesimpulan	:	Pemanfaatan panel surya off-grid 100Wp sebagai energi pada sistem pendeteksi dan penanggulangan banjir mampu menjadi sumber energi pada saat listrik pada PLN sedang menyala maupun padam dengan nilai rata-rata total daya aktual keluaran yang dihasilkan selama 10 hari dengan waktu perharinya 12 jam bernilai 493.68 Watt dan pada sistem pendeteksi dan penanggulangan banjir memiliki pemakaian energi rata-rata sebanyak 37.24 Watt. Maka panel surya pada penelitian ini mampu dan layak digunakan sebagai sumber energi. Pada pengujian sistem pendeteksi banjir, sistem bekerja dengan baik sehingga informasi tentang adanya banjir lebih mudah diketahui oleh masyarakat sekitar.
2.	Judul Jurnal	:	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System Dengan Kapasitas 100 Wp untuk Pengisian Daya Perangkat Elektronik

	Penulis dan Tahun	:	Dhea Sugiyanti, Andriyatna Agung Kurniawan, Derja Pravitasari (2024)
	Nama Jurnal	:	Jurnal Teknik Elektro
	Tujuan	:	merancang dan menguji sistem pembangkit listrik surya rumah (SHS) dengan kapasitas 100 watt per jam untuk digunakan untuk mengisi perangkat elektronik. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil dan menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah. Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya energi surya sebagai sumber daya terbarukan, terutama di Indonesia, yang memiliki potensi besar.
	Kesimpulan	:	bahwa pembangkit listrik tenaga surya (Solar Home System - SHS) dengan kapasitas 100 Wp dapat berfungsi secara efektif untuk memenuhi kebutuhan energi kecil. Meskipun sistem ini dapat menghasilkan daya yang cukup untuk mengisi baterai dan mendukung beban di siang hari, terdapat kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sistem. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan desain yang tepat untuk kapasitas baterai dan inverter, SHS dapat menjadi solusi yang layak untuk kebutuhan energi skala kecil, terutama di daerah yang kurang akses listrik. selama 3 hari pengujian, panel surya menghasilkan rata-rata Voc sebesar 13,52 V, Isc sebesar 1,27 A, dan daya sebesar 18,40 Watt. Efisiensi panel surya yang diperoleh adalah 3%, yang menunjukkan adanya kerugian daya yang dipengaruhi oleh shading, reflection, soiling, temperatur, dan intensitas cahaya. Pada pengujian beban siang hari dengan beban 10 watt menggunakan panel surya 100 Wp, baterai 12 V 15 Ah berhasil terisi penuh dan mendukung beban selama siang hari
3.	Judul Jurnal	:	Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Home System dengan Kapasitas 100 Wp untuk Pengisian Daya Perangkat Elektronik
	Penulis dan Tahun	:	Dhea Sugiyanti, Andriyatna Agung Kurniawan, dan Deria Pravitasari (2024)

	Nama Jurnal	:	Rekayasa Elektrikal dan Energi : Jurnal Teknik Elektro
	Tujuan	:	peningkatan kebutuhan akan energi yang ramah lingkungan dan hemat biaya semakin mendesak, terutama di tengah kesadaran yang meningkat terhadap perubahan iklim dan pentingnya energi yang berkelanjutan. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber daya utama pada sistem ini menawarkan solusi yang dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi fosil yang terbatas dan membantu mengurangi emisi karbon. Selain itu, dengan kemajuan teknologi dan penurunan biaya panel surya, pengembangan SHS menjadi semakin layak secara ekonomi, membuatnya menjadi pilihan yang menarik dalam mendukung akses energi yang berkelanjutan bagi berbagai lapisan masyarakat
	Kesimpulan	:	Berdasarkan hasil penelitian dan analisis sistem PLTS ini, rancang bangun SHS menggunakan panel surya 100 wp, scc 10 A, baterai 15 Ah, inverter 200 watt. Dapat disimpulkan bahwa selama 3 hari pengujian, panel surya menghasilkan rata-rata Voc sebesar 13,52 V, Isc sebesar 1,27 A, dan daya sebesar 18,40 Watt. Efisiensi panel surya yang diperoleh adalah 3%, yang menunjukkan adanya kerugian daya yang dipengaruhi oleh shading, reflection, soiling, temperatur, dan intensitas cahaya. Pada pengujian beban siang hari dengan beban 10 watt menggunakan panel surya 100 Wp, baterai 12 V 15 Ah berhasil terisi penuh dan mendukung beban selama siang hari. Pengukuran tegangan inverter menunjukkan tegangan AC rata-rata sebesar 223 VAC dengan frekuensi 50 Hz yang stabil. Inverter mampu menopang beban AC 5 watt selama 3,25 jam, meskipun lebih rendah dari rencana awal yang seharusnya 10 jam. Efisiensi inverter yang diperoleh adalah 33%, namun nilai efisiensi ini turun karena ketidaksesuaian antara kapasitas daya beban inverter dan daya yang sebenarnya digunakan, menyebabkan inverter mengalami kerugian daya
4.	Judul Jurnal	:	Karakteristik Daya Panel Surya Polycrystalline 100 WP terhadap Perubahan Temperatur

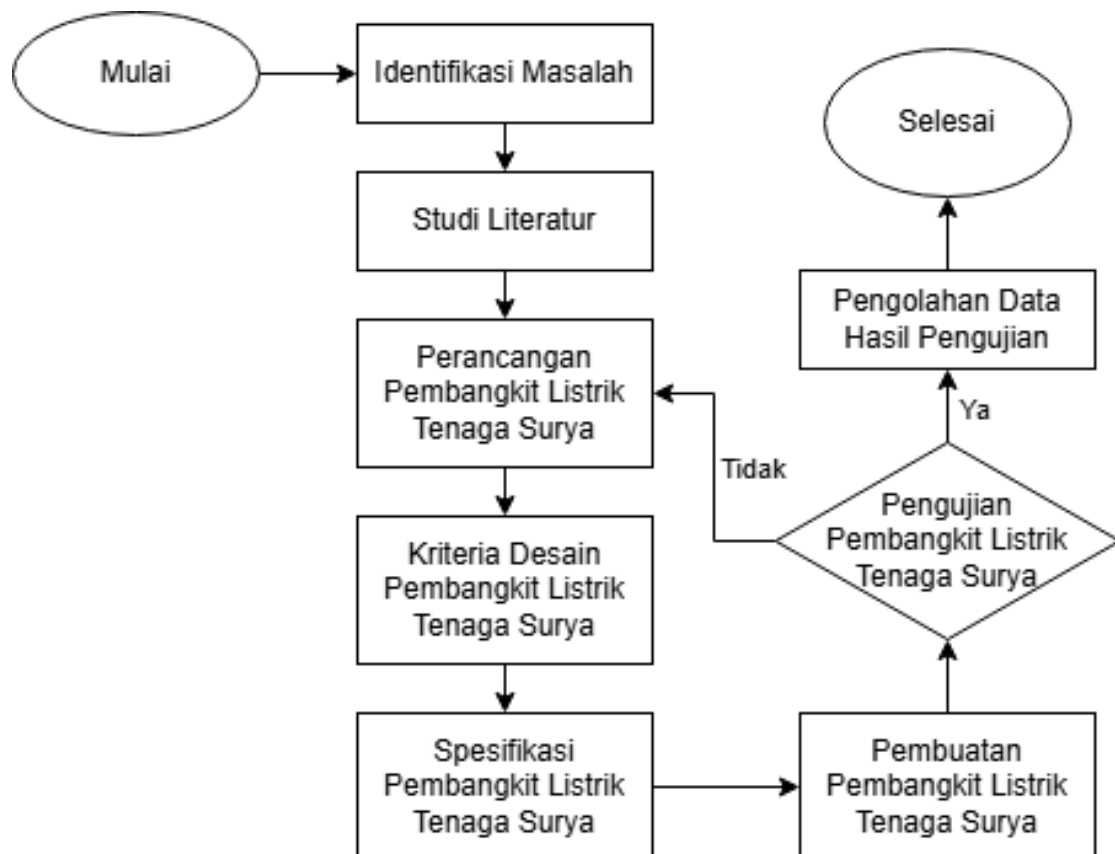
	Penulis dan Tahun	:	Muhammad Zaenuri, Teguh Yuwuno (2022)
	Nama Jurnal	:	Artikel
	Tujuan	:	Mendapatkan data pola karakteristik dan nilai besaran daya panel surya jenis polycrystalline dengan kapasitas 100 Wp, mengetahui daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh panel surya jenis polycrystalline, mengetahui temperatur yang dibutuhkan oleh panel surya jenis polycrystalline untuk menghasilkan energi efektif, mengetahui waktu yang dibutuhkan panel surya jenis polycrystalline untuk mengisi aki 12V 32 Ah.
	Kesimpulan	:	Karakteristik daya saat temperature 25°C sampai temperatur 39 °C berbanding lurus dengan temperature saat temperature naik daya yang dihasilkan panel surya meningkat, daya maksimal yang dihasilkan oleh panel surya jenis polycrystalline 100 sebesar 28,5 WP, panel surya jenis polycrystalline 100 WP dapat menghasilkan energi Listrik yang efektif saat temperature di atas 34 °C, panel surya jenis polycrystalline membutuhkan waktu 8 jam untuk mengisi aki 12V 32Ah dengan tegangan awal 5,1 Volt – 13,6 Volt
5.	Judul Jurnal	:	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp untuk Penerangan Lampu di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan
	Penulis dan Tahun	:	Pamar Gunoto, Sofan Sofyan (2020)
	Nama Jurnal	:	Jurnal Sigma Teknika
	Tujuan	:	merancang dan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 100 Wp sebagai sumber energi alternatif untuk penerangan lampu di ruang selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan. Selain itu, penelitian bertujuan mengevaluasi kinerja sistem melalui pengujian keluaran panel surya, <i>solar charge controller</i> (SCC), dan baterai, serta menganalisis aspek teknis dan ekonomis penggunaan PLTS sebagai upaya mengurangi konsumsi energi listrik dari jaringan PLN.

	Kesimpulan	: sistem PLTS berkapasitas 100 Wp berhasil dirancang dan mampu menyediakan energi listrik untuk kebutuhan penerangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa keluaran daya panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, di mana cuaca cerah menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan kondisi berawan. Penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan SCC tipe PWM menyebabkan sebagian daya dari panel surya tidak dapat dimanfaatkan secara optimal karena tegangan pengisian mengikuti karakteristik baterai. Dari sisi penyimpanan energi, kapasitas baterai yang digunakan masih mampu memenuhi kebutuhan beban penerangan, sedangkan analisis ekonomi menunjukkan bahwa penerapan PLTS dapat mengurangi biaya konsumsi listrik dan memberikan manfaat ekonomi dalam jangka panjang meskipun memerlukan investasi awal yang relatif besar.
--	------------	--

BAB III METODE PENELITIAN

1. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah tahapan yang akan dilakukan untuk penelitian, dapat dilihat pada gambar diagram alir dibawah ini:



Gambar 11 Diagram Alir Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah mengenai penggunaan sistem PLTS yang masih sangat minim untuk penerangan serta untuk pengisian daya elektronik di daerah tertinggal dan tempat pengungsian, maka dibuatkan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya.

2. Studi Literature

Mengkaji dan mencari referensi dari berbagai jurnal, buku mengenai PLTS untuk bahan referensi dalam penelitian

3. Perancangan Pembangkit listrik tenaga surya

Perancangan ini dilakukan berdasarkan pada masalah yang sudah diketahui mulai dari penggunaan spesifik Pembangkit listrik tenaga surya, komponen yang digunakan meliputi setelah itu dirancang dengan membuat desain konsep mengenai rangkaian Pembangkit listrik tenaga surya.

4. Kriteria desain pembangkit listrik tenaga surya

Kriteria perancangan system PLTS mencakup dua aspek utama kapasitas daya panel surya dan kontruksinya sederhana. setelah mengkaji dan menemukan referensi dari berbagai jurnal mengenai pembangkit listrik tenaga surya.

5. Spesifikasi pembangkit listrik tenaga surya

Berikut ini adalah spesifikasi komponen pembangkit listrik tenaga surya

6. Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembuatan pembangkit listrik tenaga surya ini mencakup pengadaan komponen yang meliputi pemotongan bahan, penyambungan bahan dengan menggunakan baut, memasang dan perakitan tiap komponen pembangkit listrik tenaga surya.

7. Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

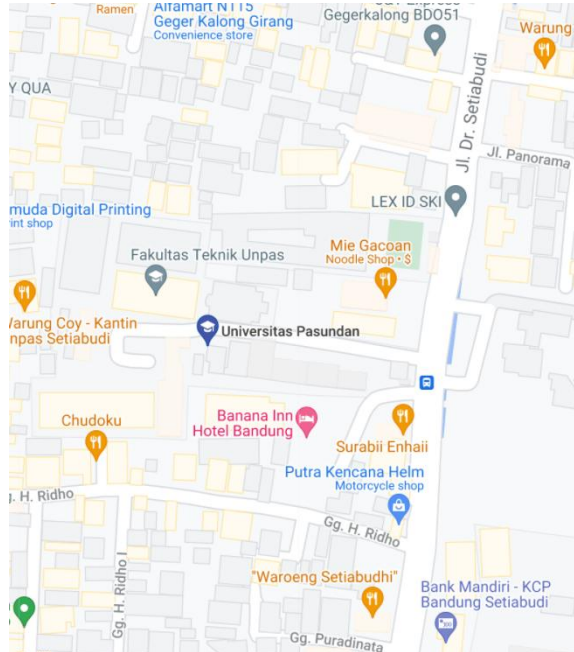
Pengujian pembangkit listrik tenaga surya dilakukan di luar ruangan dengan memperhatikan factor lingkungan mulai dari panas matahari dan cuaca yang sedang terjadi. Pengujian dilakukan dari pukul 9 pagi sampai jam 3 sore untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

8. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengujian dan pengolahan data, maka data tersebut harus di analisis untuk mencapai hasil yang telah ditentukan dan dapat mengetahui keberhasilan dan kegagalan pada tahap pengujian.

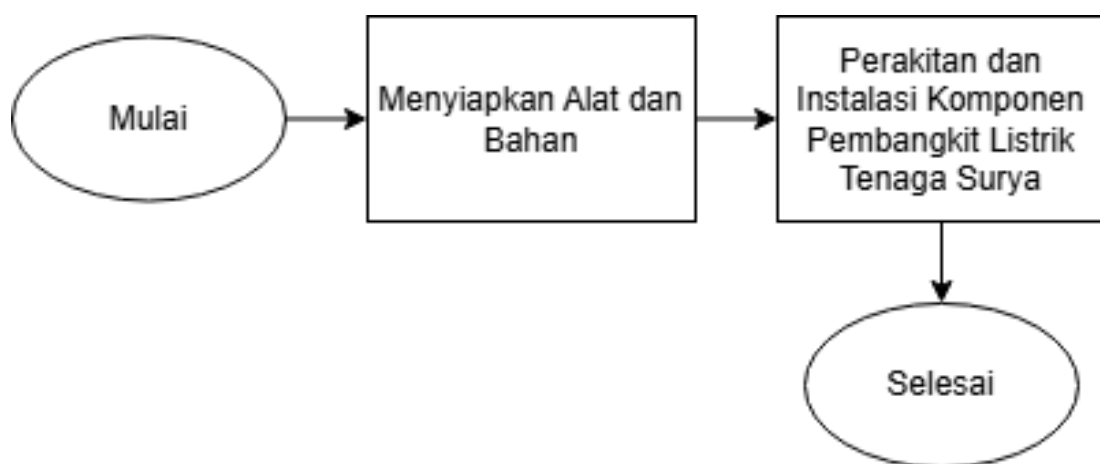
2. Tempat Penelitian

Perancangan, pembuatan dan pengujian akan dilakukan di area kampus FT UNPAS jalan Dr. Setiabudi No, 193 Bandung.



Gambar 12. Lokasi Penelitian

3. Proses Manufaktur



Gambar 13 Diagram Alir Proses Manufaktur

- Mempersiapkan Alat dan Bahan

Mengumpulkan peralatan dan bahan yang akan digunakan untuk membuat pembangkit listrik tenaga surya, seperti panel surya, inverter, pengontrol tenaga surya, baterai, dan material.

- Perakitan dan Instalasi Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Perakitan pada pembangkit listrik tenaga surya ada beberapa tahap yaitu instalasi rangka panel surya, pemasangan panel surya, menyusun rangkaian komponen mulai dari inverter, solar charge controller dan baterai.

Perakitan rangka panel surya disusun sesuai dengan rancangan desain yang telah dibuat, untuk setiap sambungan pada rangka itu menggunakan baut sehingga dapat di bongkar pasang dan menyesuaikan dengan pemakaian serta kondisi tempat.

Setelah rangka panel surya terpasang, selanjutnya menempatkan panel surya pada posisi yang telah disesuaikan setelah itu membuat rangkaian aliran untuk menghasilkan listrik.

4. Metode Pengujian

Pengujian kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kapasitas 100 Wp pada penelitian ini dirancang menggunakan metode desain faktorial. Metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh beberapa variabel pengujian secara simultan terhadap kinerja sistem, khususnya pada proses pengisian energi dan penyaluran energi ke beban.

Variabel dan parameter pengujian

- Kondisi cuaca
- Kondisi Persentase awal baterai
- Jenis beban pada pengujian Pelepasan Energi

A. Desain Metode Pengujian

1) Pengujian pengisian baterai

Pengujian ini dirancang menggunakan desain faktorial dua faktor, yaitu kondisi cuaca dan kondisi persentase awal baterai. Masing-masing faktor memiliki dua level, sehingga diperoleh empat kombinasi pengujian.

Adapun level faktor pada pengujian Pengisian ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1 Rancangan kombinasi pengujian Pengisian

Kombinasi	Level
1	Cuaca teduh dan persentase baterai rendah
2	Cuaca cerah dan persentase baterai tinggi
3	Cuaca cerah dan persentase baterai rendah
4	Cuaca teduh dan persentase baterai tinggi

Setiap kombinasi pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan untuk meningkatkan keandalan dan konsistensi data. Dengan demikian, total pengujian Pengisian yang dilakukan adalah sebanyak 12 kali pengujian. Pada pengujian Pengisian ini, panel surya digunakan sebagai sumber energi utama yang menyalurkan daya listrik ke baterai melalui solar charge controller. Parameter yang diamati meliputi tegangan dan arus panel surya, daya keluaran panel, energi yang dihasilkan panel, energi yang masuk ke baterai, energi yang tersimpan pada baterai, serta efisiensi pengisian baterai.

2) Pengujian pelepasan energi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan baterai dalam menyuplai energi ke berbagai jenis beban. Desain faktorial pada pengujian Pelepasan Energi menggunakan dua faktor, yaitu kondisi persentase awal baterai dan jenis beban.

Level faktor pada pengujian Pelepasan Energi ditentukan sebagai berikut:

Tabel 2 Rancangan kombinasi pengujian beban

Kombinasi	Level
1	persentase baterai tinggi dengan beban campuran
2	persentase baterai tinggi dengan beban lampu 3x5 W
3	persentase baterai rendah dengan beban campuran
4	persentase baterai tinggi dengan beban lampu 3x5 W

Pengujian Pelepasan Energi dilakukan dengan menyalurkan energi dari baterai ke beban melalui inverter. Parameter yang diamati pada pengujian ini meliputi tegangan dan arus baterai, daya beban, energi yang terkonsumsi, kapasitas baterai yang terpakai (Ah), serta durasi suplai energi hingga batas tegangan cut-off yang telah ditentukan.

3) Skema Pengujian

Berdasarkan desain faktorial yang telah ditentukan, pengujian sistem PLTS dilakukan dengan konfigurasi sebagai berikut:

- Pengujian Pengisian:

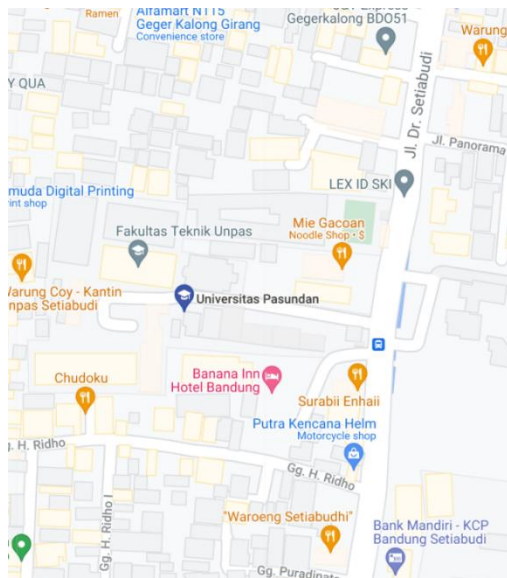
4 kombinasi level $\times$ 3 kali pengulangan = **12 kali pengujian**
- Pengujian Pelepasan Energi:

4 kombinasi level pengujian beban

Skema pengujian ini digunakan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh mampu merepresentasikan kondisi operasi sistem PLTS pada berbagai variasi kondisi iradiasi, persentase baterai, dan jenis beban.

5. Tempat Penelitian

Perancangan, pembuatan dan pengujian akan dilakukan di area kampus FT UNPAS jalan Dr. Setiabudi No, 193 Bandung.



Gambar 14 Lokasi Penelitian

6. Alat Ukur dan Bahan yang digunakan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat ukur untuk memperoleh data hasil pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kapasitas 100 Wp. Alat ukur yang digunakan berfungsi untuk mengamati besaran-besaran listrik dan parameter pendukung yang berkaitan dengan kinerja sistem. Berikut penjelasan masing-masing alat ukur yang digunakan:

1. Multimeter

Multimeter digunakan untuk mengukur tegangan DC, arus DC, serta tahanan listrik pada beberapa titik pengujian. Multimeter berfungsi sebagai alat verifikasi terhadap pembacaan dari watt meter, terutama untuk memastikan nilai tegangan dan arus yang diukur berada pada rentang yang benar. Penggunaan multimeter dilakukan secara manual pada setiap interval waktu pengujian.



Gambar 15 Multimeter

2. Watt Meter DC dan AC

Watt meter digunakan untuk mengukur tegangan (V), arus (A), daya (W), serta energi listrik (Wh) pada sisi DC maupun AC. Pada sisi DC, watt meter dihubungkan antara panel surya–solar charge controller dan antara solar charge controller–baterai untuk memantau energi yang dihasilkan panel serta energi yang masuk ke baterai. Sedangkan pada sisi AC, watt meter digunakan antara inverter–beban untuk mengukur daya keluaran inverter dan energi yang dikonsumsi beban selama pengujian Pelepasan Energi. Data dari



Gambar 16 Watt meter

watt meter menjadi dasar dalam perhitungan energi, efisiensi pengisian, dan efisiensi inverter.

3. Solar Meter

Alat ini digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari yang diterima oleh permukaan panel surya dalam satuan Watt per meter persegi (W/m^2). Pengukuran intensitas radiasi dilakukan setiap interval waktu pengujian untuk mengetahui variasi energi matahari yang memengaruhi daya keluaran panel..



Gambar 17 Solar Meter

4. Kwh Meter

Alat ini berfungsi sebagai alat ukur energi listrik AC yang benar-benar dikonsumsi oleh beban selama proses pelepasan energi.



Gambar 18 Kwh Meter

5. Beban

Beban yang digunakan dalam pengujian terdiri dari:



Gambar 19 Lampu 5W



Gambar 20 Charger HP



Gambar 21 Charger laptop axio

- Tiga buah lampu LED 5 W, sebagai beban resistif.
- Adaptor laptop dan charger HP, sebagai beban elektronika yang bersifat non-linear. Pemilihan beban ini disesuaikan dengan kapasitas keluaran sistem dan tujuan pengujian daya tahan baterai serta performa inverter.

7. Metode Pengolahan Data Hasil Pengukuran/Pengujian

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh parameter performa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kapasitas 100 Wp yang terdiri dari panel surya, solar charge controller (SCC), baterai, dan inverter. Data hasil pengujian diperoleh secara manual melalui alat ukur berupa watt meter, multimeter, dan solar meter dengan interval waktu tertentu. Tahapan pengolahan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian Pengisian dan pelepasan energi.

1. Pengolahan Data Pengujian pengisian baterai

Pada tahap ini panel surya mengisi baterai melalui solar charge controller. Data yang diukur meliputi tegangan panel (V_{panel}), arus panel (I_{panel}), daya panel (P_{panel}), tegangan baterai (V_{bat}), arus baterai (I_{bat}), dan intensitas radiasi matahari (Iradiasi).

a) Menghitung rata-rata intensitas radiasi

Data iradiasi yang diperoleh tiap interval waktu dihitung rata-ratanya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{\sum Gi}{n}$$

Keterangan : G_i = Nilai iradiasi (W/m^2)

n = jumlah data pengujian

- b) Menghitung energi panel surya

$$E_{panel} = P_{panel} \times \Delta t$$

Keterangan : E_{panel} = energi yang didapatkan oleh panel surya (Wh)

P_{panel} = daya panel surya (W)

Δt = interval pengujian

- c) Menghitung energi masuk ke baterai

Energi yang masuk ke baterai dihitung dari tegangan dan arus pada sisi baterai:

$$E_{in_{bat}} = V_{bat} \times I_{bat} \times \Delta t$$

Keterangan : $E_{in_{bat}}$ = Energi masuk baterai (Wh)

V_{bat} = Tegangan Baterai (V)

I_{bat} = Arus Baterai (A)

Δt = waktu pengujian

- d) Menghitung energi tersimpan di baterai

Energi tersimpan diperoleh dari integrasi arus pengisian terhadap waktu:

$$E_{storage} = \sum (V_{bat} \times I_{bat} \times \Delta t)$$

Keterangan :

- e) Menghitung efisiensi pengisian baterai

Efisiensi ini menggambarkan seberapa besar energi dari panel yang berhasil disimpan ke baterai.

$$Efisiensi (\%) = \frac{E_{Tersimpan}}{E_{panel}} \times 100\%$$

2. Pengolahan Data Pengujian pelepasan energi

Tahap ini bertujuan mengetahui kemampuan baterai dalam menyuplai daya ke beban melalui inverter. Data yang diukur antara lain tegangan baterai (V_{bat}), arus baterai (I_{bat}), tegangan output inverter (V_{out}), arus output (I_{out}), dan durasi supply.

- a) Menghitung energi keluaran dari baterai

$$E_{out_{bat}} = V_{bat} \times I_{bat} \times \Delta t$$

- b) Menghitung energi yang diterima beban

$$E_{diterima\,beban} = P_{load\,output} \times \Delta t$$

- c) Menghitung efisiensi inverter

$$Efisiensi\ (%) = \frac{E_{diterima\,beban}}{E_{out\,baterai}} \times 100\%$$

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Pengujian Sistem

Pengujian sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kapasitas 100 Wp dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem secara menyeluruh, baik pada saat proses pengisian energi maupun pada saat penyaluran energi ke beban. Pengujian dilaksanakan di rooftop gedung C kampus IV Unpas, dengan pertimbangan lokasi tersebut memiliki paparan radiasi matahari langsung dan minim terhalang objek di sekitarnya, sehingga representatif untuk pengujian panel surya. Pelaksanaan pengujian dilakukan pada rentang waktu pukul 10.00 hingga 15.00 WIB, yaitu pada periode dimana intensitas radiasi matahari relatif tinggi dan stabil. Rentang waktu ini dipilih untuk memperoleh data pengujian yang optimal serta meminimalkan fluktuasi ekstrem akibat sudut datang matahari yang rendah.

Secara umum, pengujian sistem dibagi menjadi dua kondisi utama, yaitu pengujian Pengisian dan pengujian Pelepasan Energi. Pada pengujian pengisian, panel surya digunakan sebagai sumber energi utama yang menyalurkan daya listrik ke baterai melalui solar charge controller. Parameter yang diamati pada tahap ini meliputi tegangan dan arus panel surya, daya keluaran panel, energi yang dihasilkan panel, serta energi yang masuk dan tersimpan pada baterai. Kemudian pada pengujian Pelepasan Energi dilakukan untuk mengetahui kemampuan baterai dalam menyuplai energi ke beban. Pada kondisi ini, baterai digunakan sebagai sumber energi yang menyalurkan daya ke beban penerangan dan perangkat pengisian daya melalui inverter. Beban yang digunakan meliputi tiga buah lampu LED berdaya 5 W, charger laptop, dan charger handphone. Parameter yang diamati pada pengujian Pelepasan Energi meliputi tegangan dan arus baterai, daya beban, energi yang dikonsumsi, serta durasi suplai energi.

2. Perancangan PLTS

A. Sistem PLTS

Perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada penelitian ini ditujukan untuk menyediakan energi listrik berbasis energi terbarukan berupa tenaga surya. Energi listrik dari PLTS dimanfaatkan untuk penerangan dan pengisian daya peralatan elektronik skala kecil dengan sistem portable. Sistem dirancang dengan kapasitas panel surya sebesar 100 Wp yang bekerja pada sistem tegangan 12 V DC. Secara umum, sistem PLTS terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu panel surya, solar charge controller (SCC), baterai, inverter, beban, dan rangka. Panel surya berfungsi mengubah energi tenaga surya menjadi energi listrik DC. Energi listrik tersebut kemudian diatur oleh SCC sebelum disalurkan dan disimpan ke dalam baterai. Selanjutnya, energi dari baterai dimanfaatkan untuk menyuplai

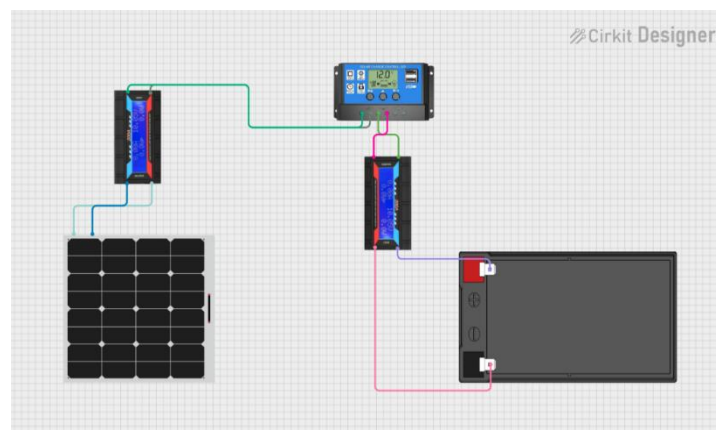
beban DC maupun beban AC melalui inverter. Perancangan sistem juga mempertimbangkan:

- a) Kesesuaian tegangan dan arus antar komponen,
- b) Kapasitas baterai terhadap kebutuhan beban,
- c) Keamanan sistem melalui penggunaan MCB dan pengkabelan yang sesuai,
- d) Kemudahan pengujian dan pengambilan data.

Dengan perancangan tersebut, sistem diharapkan mampu beroperasi secara stabil pada berbagai kondisi iradiasi dan tingkat Persentase baterai.

B. Blok Diagram

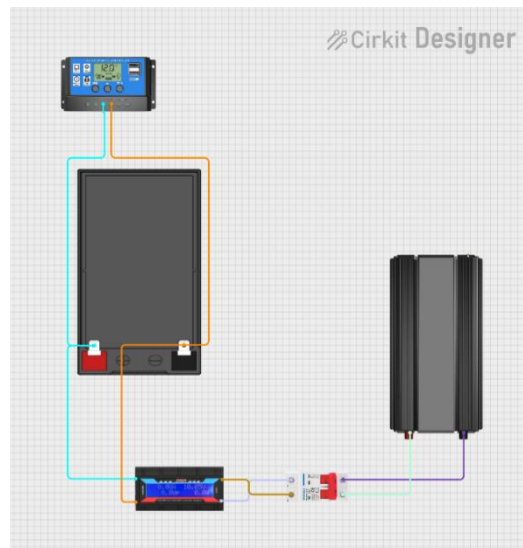
Blok diagram rangkaian PLTS yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini menggambarkan alur kerja sistem pembangkit listrik tenaga surya mulai dari proses konversi energi matahari hingga pemanfaatan energi listrik pada beban. Sistem ini dirancang untuk mendukung dua kondisi utama, yaitu proses pengisian daya baterai dan proses penyaluran daya ke beban



Gambar 22 Diagram rangkaian PLTS charging

Panel surya berfungsi untuk mengubah tenaga surya menjadi energi listrik arus searah (DC). Tegangan dan arus keluaran dari panel surya selanjutnya dialirkan menuju SCC. Komponen SCC ini berfungsi sebagai pengatur proses pengisian baterai agar berlangsung secara aman dan terkendali, serta mencegah terjadinya pengisian berlebih. Energi listrik yang telah diatur oleh SCC kemudian disimpan pada baterai sebagai media penyimpanan energi. Baterai memungkinkan sistem tetap dapat digunakan meskipun intensitas cahaya matahari menurun atau tidak tersedia. Pada rangkaian juga ditambahkan alat pengaman dan pengukur, seperti MCB atau amperemeter, yang berfungsi untuk melindungi sistem dari gangguan arus berlebih serta memudahkan pemantauan kondisi kelistrikan selama pengujian.

Pada kondisi penggunaan daya, energi listrik yang tersimpan di dalam baterai dialirkan menuju inverter. Inverter berfungsi mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) yang sesuai untuk kebutuhan beban penerangan dan pengisian daya. Beban kemudian terhubung pada sisi keluaran inverter sebagai representasi pemanfaatan energi listrik hasil pembangkitan PLTS.



Gambar 23 Diagram rangkaian PLTS Discharge

Secara keseluruhan, blok diagram ini menunjukkan bahwa sistem PLTS dirancang dengan alur kerja yang terstruktur, mulai dari pembangkitan energi, pengaturan pengisian, penyimpanan energi, hingga penyaluran daya ke beban. Rancangan ini menjadi dasar dalam proses pembuatan fisik sistem serta pelaksanaan pengujian kinerja PLTS pada tahap selanjutnya.

C. Spesifikasi

Berikut ini merupakan spesifikasi PLTS 100 Wp beserta komponen nya.

Tabel 3 Spesifikasi PLTS 100 Wp

No	Alat/bahan	Spesifikasi	Fungsi
1.	Panel Surya	Max. Power (Pmax): 100 Wp	Sebagai pengubah tenaga surya menjadi energi listrik DC
		Max. Power Voltage (Vmp): 17.1V	
		Max. Power Current (Imp): 5.34 A	
		Open Circuit Voltage (Voc): 21.2V	
		Short Circuit Current (Isc): 6.46A	
		Max. System Voltage: 1000V	
2.	Solar Charge Controller	Tegangan Pv Max: 24Vdc	Pengatur arus pengisian baterai
		Tegangan Pv Max: 12V	
3.	Baterai	Kapasitas: 12V 33Ah	Penyimpan energi listrik
		9.9A	
4.	Inverter	Input Voltage: DC 12V	Pengubah arus DC ke AC
		Output Voltage: AC 220V	
		Mx. Output Power: 150W	

D. Desain 3D sistem PLTS

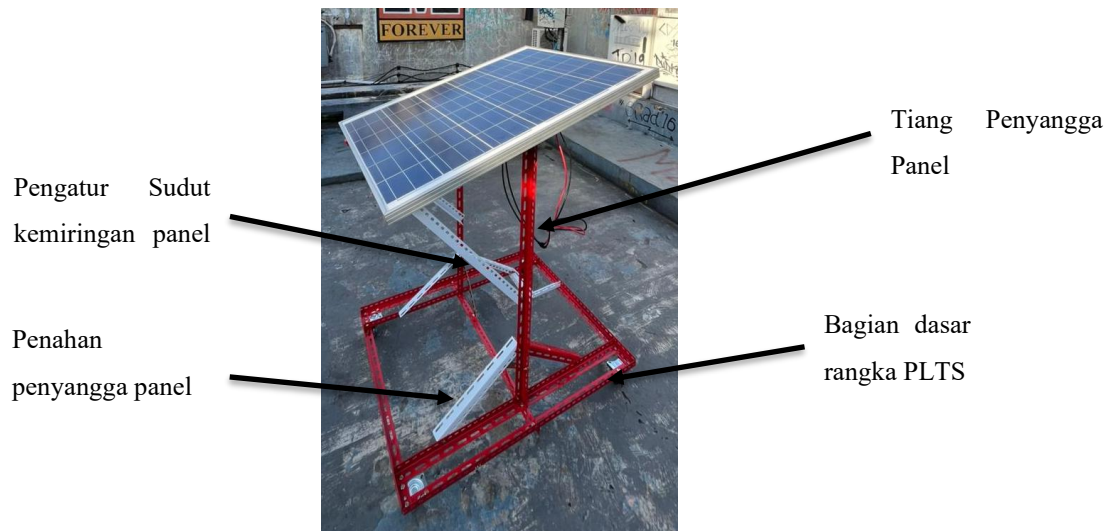


Gambar 24 Desain 3D PLTS 100 Wp

Panel surya dipasang padaudukan dengan sudut kemiringan tertentu yang dirancang untuk mengoptimalkan penerimaan radiasi matahari. Dudukan panel terhubung langsung dengan rangka utama menggunakan profil besi berlubang yang dipilih karena memiliki kekuatan struktural yang cukup, mudah dirakit, serta fleksibel untuk penyesuaian posisi panel. Sudut kemiringan panel dibuat tetap (*fixed tilt*) agar konstruksi lebih sederhana dan stabil saat digunakan di luar ruangan. Rangka utama PLTS dirancang berbentuk persegi dengan empat roda pada bagian bawah, sehingga sistem bersifat portable dan mudah dipindahkan sesuai kebutuhan lokasi pengujian maupun penggunaan. Penggunaan roda ini bertujuan untuk memudahkan mobilitas tanpa harus membongkar sistem, sekaligus mendukung konsep PLTS skala kecil yang fleksibel. Pada bagian tengah rangka, ditempatkan komponen kelistrikan utama seperti SCC, inverter, dan baterai. Penempatan komponen dilakukan secara vertikal dan terpusat untuk menjaga keseimbangan sistem serta meminimalkan panjang kabel, sehingga dapat mengurangi rugi-rugi daya dan meningkatkan keamanan instalasi. Komponen-komponen tersebut dipasang padaudukan khusus agar terlindung dari benturan ringan serta memudahkan proses pemeliharaan dan pengamatan selama pengujian.

Secara keseluruhan, desain 3D PLTS portable ini mencerminkan integrasi antara sistem mekanik dan sistem kelistrikan yang sederhana namun fungsional. Desain ini tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi perancangan, tetapi juga menjadi acuan dalam proses pembuatan dan perakitan PLTS kapasitas 100 Wp yang digunakan untuk pengujian pengisian daya dan penerangan.

3. Pembuatan rangka PLTS



Gambar 25 Rangka PLTS

Rangka PLTS dirancang dan dibuat menggunakan material baja siku lubang yang disusun membentuk struktur portable. Pemilihan baja siku lubang dilakukan karena memiliki beberapa keunggulan utama, yaitu kemudahan perakitan, fleksibilitas desain, kekuatan struktur yang memadai, serta memungkinkan sistem bongkar-pasang tanpa proses pengelasan permanen. Selain itu, penggunaan baja siku lubang juga memudahkan proses modifikasi dan perawatan sistem di masa depan.

A. Bagian Dasar Rangka PLTS

Bagian ini berfungsi sebagai pondasi utama sistem. Rangka dasar dibuat berbentuk persegi panjang dari baja siku lubang yang disusun dan dikunci menggunakan baut dan mur. Pada bagian bawah rangka dipasang roda untuk mendukung mobilitas sistem, sehingga PLTS dapat dipindahkan tanpa harus membongkar struktur utama.

B. Bagian tiang penyangga

Tiang penyangga berfungsi sebagai struktur vertikal yang menopang panel surya. Tiang ini dibuat dari susunan baja siku lubang yang dirakit secara modular menggunakan baut dan mur, sehingga memiliki kekuatan struktural yang cukup untuk menopang beban panel surya, sekaligus tetap mempertahankan karakteristik portable.

C. Bagian dudukan panel

Dudukan panel dirancang sebagai rangka khusus yang menopang modul panel surya dengan sistem kemiringan sudut panel yang dapat diatur secara manual. Mekanisme ini memungkinkan pengaturan sudut panel terhadap arah datangnya radiasi matahari, sehingga sistem dapat dioptimalkan sesuai kondisi pengujian lapangan dan posisi matahari

4. Setup Pengujian

Pengujian sistem PLTS ini dilaksanakan secara outdoor di rooftop kampus, dengan tujuan memperoleh kondisi iradiasi matahari yang nyata dan merepresentasikan kinerja sistem pada penggunaan sebenarnya. Lokasi rooftop dipilih karena minim bayangan dan memungkinkan panel surya menerima paparan sinar matahari secara langsung selama waktu pengujian. Set up pengujian dirancang untuk mengevaluasi kinerja sistem pada dua kondisi utama, yaitu pengujian pengisian daya dan pengujian pelepasan daya. Seluruh rangkaian sistem disusun sesuai dengan konfigurasi kerja PLTS yang terdiri dari panel surya, scc, baterai, inverter, dan beban. Pengambilan data dilakukan secara manual menggunakan alat ukur listrik, yaitu multimeter untuk pengukuran tegangan dan arus DC, watt meter DC untuk pemantauan daya dan energi pada sisi panel dan baterai, serta kWh meter AC untuk pengukuran energi pada sisi beban AC. Pemilihan alat ukur manual dilakukan karena sistem tidak menggunakan data logger otomatis, sehingga setiap parameter dicatat secara berkala selama pengujian berlangsung.

A. Instalasi Pengujian Pengisian



Gambar 26 Set Up Charging

Pengambilan data dilakukan secara manual menggunakan alat ukur listrik, yaitu multimeter untuk pengukuran tegangan dan arus DC, watt meter DC untuk pemantauan daya dan energi pada sisi panel dan baterai, serta kWh meter AC untuk pengukuran energi pada sisi beban AC. Pemilihan alat ukur manual dilakukan karena sistem tidak menggunakan data logger otomatis, sehingga setiap parameter dicatat secara berkala selama pengujian berlangsung.

No	Alat Ukur	Tujuan
1.		Pengukuran tegangan baterai awal (V_{batt_awal}) sebelum melakukan Pengisian baterai.
2.		Pengukuran panel ini menggunakan watt meter yang dihubungkan ke scc untuk mendapatkan data sebagai berikut: 1. Tegangan Panel Surya (V_{panel}) 2. Arus Panel Surya (I_{panel}) 3. Daya Panel Surya (P_{Panel})
3.		Pengukuran ini menggunakan alat ukur wattmeter untuk mengetahui energi yang diserap dari panel surya yang di distribusikan ke baterai melalui scc. Data yang didapatkan yaitu: 1. Tegangan Baterai (V_{batt}) 2. Arus Baterai (I_{batt}) 3. Daya masuk ke baterai (P_{batt_in}) 4. energi listrik dan kapasitas terisi (Wh dan Ah)

Pengujian Pengisian dilakukan pada rentang waktu pukul 10.00–15.00 WIB, dengan interval pencatatan data tertentu, sehingga diperoleh data real time yang menggambarkan karakteristik pengisian baterai terhadap variasi kondisi matahari.

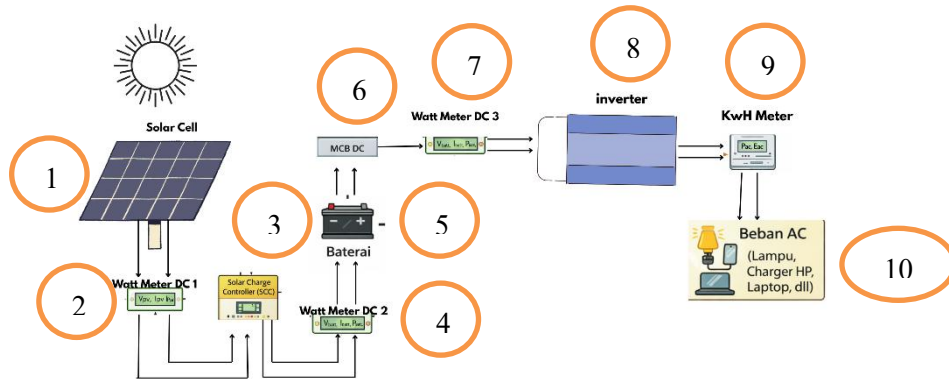
B. Instalasi Pengujian Pelepasan Energi



**Gambar 27 instalasi pengujian
(discharge)**

C. Setup pengujian

Sistem PLTS dan alat ukur yang dipergunakan dalam pengujian diperlihatkan pada Gambar 29.



Keterangan

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1. Panel Surya | 6. MCB DC |
| 2. Watt meter DC 1 | 7. Watt Meter DC 3 |
| 3. Solar charge controller | 8. Inverter |
| 4. Watt meter DC 2 | 9. KWH Meter |
| 5. Baterai | 10. Beban AC |

Gambar 28 Setup Pengujian PLTS

Pengujian Pelepasan Energi dilakukan dengan mengalirkan energi dari baterai menuju inverter dan selanjutnya ke beban. Beban yang digunakan terdiri dari:

- Beban lampu $3 \times 5 \text{ W}$
- Beban campuran (lampu, charger laptop, dan charger ponsel)

No.	Alat Ukur	Fungsi
1.	 Wattmeter	Pengukuran ini menggunakan alat ukur wattmeter untuk mengetahui daya yang di distribusikan dari baterai. Data yang di dapatkan yaitu:

		1. Tegangan dan Arus Baterai (V_{batt} dan I_{batt}) 2. Daya dari baterai yang masuk ke inverter merubah dari DC ke AC lalu ke beban (P_{load_input}) 3. Daya yang di terima oleh beban AC (P_{load_output}) 4. Kapasitas baterai yang digunakan (Ah)
2.	 KwH meter	Kwh meter untuk mengukur energi yang dikonsumsi (Wh) oleh beban setelah adanya kerugian daya yang melalui inverter

3.	 multimeter	Multimeter untuk mengukur tegangan baterai (V _{batt}) awal sebelum digunakan beban
----	---	--

Pengujian Pelepasan Energi bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam menyuplai beban serta kestabilan tegangan dan daya selama periode penggunaan.

5. Prosedur Pengujian

1) Instalasi sistem

- a) Merakit rangka pembangkit listrik tenaga surya yang telah dibuat
- b) Pasang panel surya di lokasi yang optimal dalam mendapatkan pancaran sinar matahari dan memperhatikan sudut kemiringan yang tepat
- c) Rangkaian PLTS sebagai berikut: Panel Surya => Watt meter => SCC => watt Meter => Baterai => Watt Meter => MCB DC => Inverter => Kwh Meter => Beban Ac

2) Pengukuran

- a) Melakukan pengukuran pada baterai untuk mengetahui kondisi awal baterai yang akan dijadikan data pada saat pengujian
- b) Melakukan pengukuran pada panel surya sebelum dilakukan pengujian
- c) Pengambilan data secara berkala sesuai interval yang telah ditentukan yaitu 30 menit
- d) Data hasil pengujian di input pada aplikasi Microsoft excel dan dilakukan analisis lebih lanjut

3) Pengujian Beban

- a) Baterai di pastikan pada kondisi awal pengujian

- b) Inverter dihubungkan ke baterai melalui watt meter dan MCB
 - c) Beban penerangan dan pengisian daya dipasang pada sisi output inverter
 - d) Beban dioperasikan dan dicatat secara berkala sesuai interval waktu yang telah ditentukan yaitu 30 menit
 - e) Catat waktu penggunaan, tegangan, arus, dan total daya yang digunakan oleh beban tersebut dan dilakukan analisis lebih lanjut.
- 4) Pengolahan data

Data hasil pengujian merupakan data real time yang selanjutnya diolah menjadi per level untuk setiap kondisi pengujian. Pengolahan data dilakukan sebagai berikut:

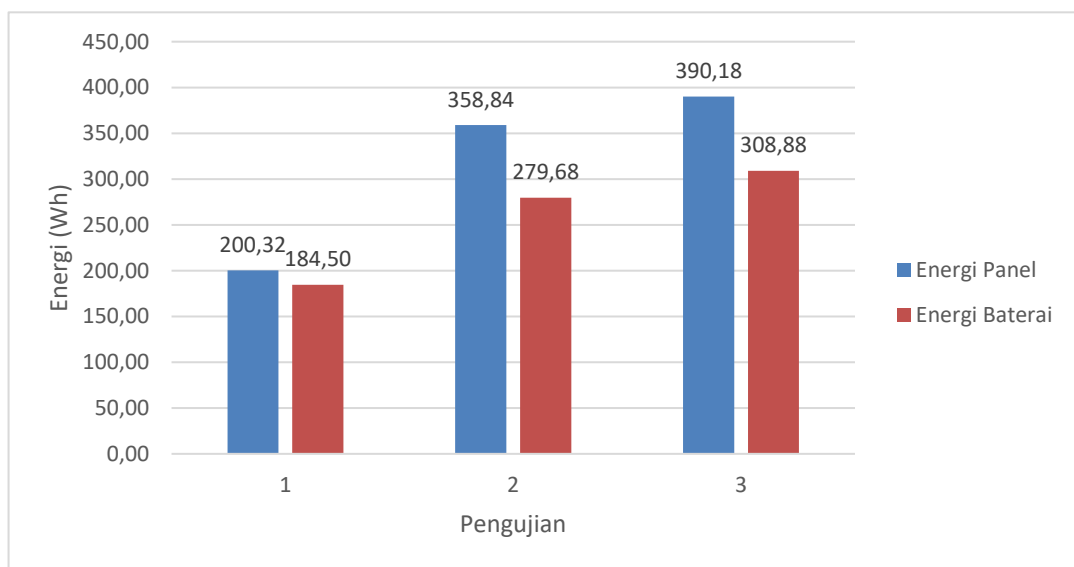
- a) Mengelompokkan data berdasarkan level pengujian
- b) Menghitung nilai rata rata, kalkulasi energi yang dialirkan dan disimpan dari panel ke baterai dan dari baterai yang di alirkan ke beban
- c) Menyajikan hasil dalam bentuk tabel dan diagram batang untuk memudahkan dalam analisis pada Bab IV

6. Hasil Pengujian

Berikut hasil pengujian PLTS kapasitas 100 Wp

Tabel 4 Hasil Pengujian Panel Surya pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai tinggi

DATA PENGUJIAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Cuaca Teduh dan SOC baterai tinggi												
No	Tanggal	Durasi (min)	Irradiance avg (W/m ²)	Energi Radiasi Matahari (Wh)	P _{pv} avg (W)	V _{batt} (V)	V _{batt} end (V)	Energi panel (Wh)	Energi masuk baterai (Wh)	Energi Tersimpan (Wh)	Efisiensi charging (%)	Efisiensi Panel (%)
1	09/10/2025	180	625,6	3512,18	57,24	13	12,7	200,32	184,50	184,50	85,97	12,77
2	12/12/2025	240	749,3	5215,58	79,74	12,8	13	358,84	279,68	279,68	79,79	13,75
3	15/12/2025	300	735,4	3221,23	70,94	12	13	390,18	308,88	308,88	80,77	24,22



Gambar 29 Perbandingan energi panel energi baterai pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai tinggi

Besar tenaga surya yang diubah menjadi listrik dipengaruhi keadaan cuaca, persentase baterai, waktu, rugi-rugi.

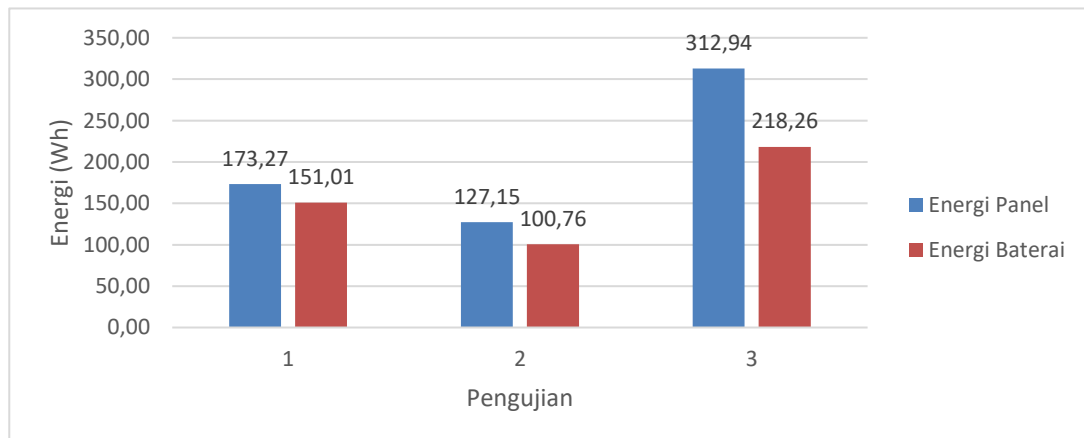
Berdasarkan **Tabel 4 dan Gambar 30**, Berdasarkan hasil pengujian sistem PLTS kapasitas 100 Wp pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai tinggi, diperoleh beberapa parameter penting seperti nilai iradiasi, daya rata-rata panel surya, energi panel, energi yang tersimpan pada baterai, serta efisiensi pengisian. Pada pengujian pertama dengan durasi 180 menit dan iradiasi rata-rata sebesar 625,6 W/m², energi yang dihasilkan panel surya sebesar 200,32 Wh, sedangkan energi yang berhasil disimpan pada baterai sebesar 184,50 Wh dengan efisiensi Pengisian sebesar 85,97% dan efisiensi panel surya sebesar 12,77%. Pada pengujian kedua dengan durasi 240 menit dan iradiasi rata-rata sebesar 749,3 W/m², energi yang dihasilkan panel meningkat menjadi 358,84 Wh. Namun energi yang masuk ke baterai tercatat sebesar 279,68 Wh sehingga efisiensi

Pengisian sebesar 79,79% dengan efisiensi panel surya sebesar 13,75%. Selanjutnya pada pengujian ketiga dengan durasi 300 menit dan iradiasi rata-rata sebesar 735,4 W/m² diperoleh energi panel sebesar 390,18 Wh dan energi yang tersimpan pada baterai sebesar 308,88 Wh, efisiensi pengisian 80,77% dengan efisiensi panel surya sebesar 24,22%.

Berdasarkan grafik perbandingan energi panel dan energi baterai dapat dilihat bahwa energi yang dihasilkan panel surya lebih besar dibandingkan energi yang tersimpan pada baterai. Hal ini menunjukkan adanya kehilangan energi pada sistem, yang dapat disebabkan oleh efisiensi scc, resistansi pada kabel, serta karakteristik proses pengisian baterai. Selain itu, variasi nilai efisiensi pada setiap pengujian dipengaruhi oleh perbedaan nilai iradiasi, durasi pengujian, dan kondisi baterai selama proses pengisian berlangsung

Tabel 5 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai rendah

DATA PENGUJIAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Cuaca Teduh dan SOC baterai tinggi												
No.	Tanggal	Durasi (min)	Iradiasi (Wm2)	Energi Radiasi Matahari (Wh)	P _{pv} avg (W)	V _{batt} (V)	V _{batt} end (V)	Energi panel (Wh)	Energi to batt (Wh)	Energi Tersimpan (Wh)	Efisiensi charging (%)	Efisiensi Panel (%)
1	19/11/2025	240	429,1	4013,20	38,50	11,9	12	173,27	151,01	151,01	86,95	8,94
2	11/12/2025	180	326,3	2431,15	36,33	11,5	12,5	127,15	100,76	100,76	79,29	10,91
3	16/12/2025	240	571,5	5136,58	69,54	12	12,1	312,94	218,26	218,26	69,99	12,18



Gambar 30 Energi listrik panel surya dan baterai pada pengujian dengan kondisi cuaca teduh dan persentase baterai rendah

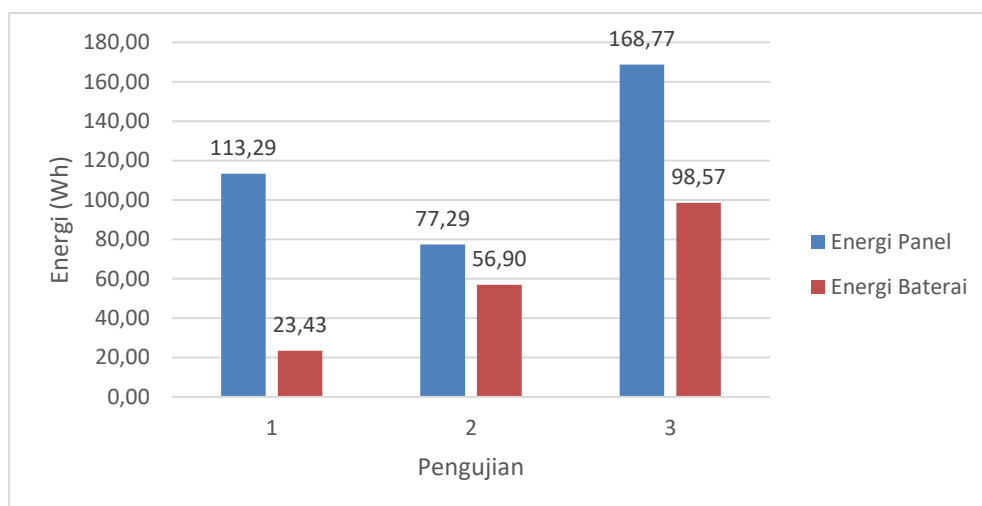
Berdasarkan **Tabel 5 dan Gambar 31**, dilakukan tiga kali pengujian sistem PLTS pada kondisi cuaca teduh dengan persentase baterai rendah. Nilai iradiasi rata-rata pada masing-masing pengujian adalah 429,1 W/m², 326,3 W/m², dan 571,5 W/m² dengan durasi pengujian antara 180–240 menit. Energi panel yang dibangkitkan sebesar 173,27 Wh, 127,15 Wh, dan 312,94 Wh. Energi yang berhasil disimpan ke dalam baterai pada masing-masing pengujian yaitu sebesar 151,01 Wh, 100,76 Wh, dan 218,26 Wh. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kondisi cuaca teduh, sistem PLTS masih mampu menghasilkan energi listrik dan melakukan proses pengisian

baterai. Jika dilihat dari nilai efisiensi panel surya, diperoleh nilai sebesar 8,94%, 10,91%, dan 12,18% pada masing-masing pengujian. Variasi nilai efisiensi ini dipengaruhi oleh perbedaan nilai iradiasi matahari yang diterima oleh panel serta kondisi lingkungan saat pengujian. Pada pengujian kedua, efisiensi panel surya menunjukkan nilai tertinggi yaitu 10,91%, yang mengindikasikan bahwa pada kondisi tertentu panel dapat bekerja lebih optimal meskipun nilai iradiasi relatif lebih rendah dibandingkan pengujian lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor temperatur panel, sudut datang cahaya matahari, serta kondisi lingkungan sekitar panel.

Sementara itu, efisiensi Pengisian baterai yang diperoleh berada pada kisaran 69,99% hingga 86,95%. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan efisiensi panel surya karena energi yang dihasilkan panel dapat disimpan ke dalam baterai. Sebagian energi mengalami kehilangan pada beberapa komponen sistem seperti scc, kabel penghantar, serta proses konversi energi selama pengisian baterai. Oleh karena itu, meskipun efisiensi panel surya cukup baik, efisiensi pengisian baterai lebih besar karena adanya rugi-rugi energi pada sistem PLTS secara keseluruhan.

Tabel 6 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai tinggi

DATA PENGUJIAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Cuaca Teduh dan SOC baterai tinggi												
No.	Tanggal	Durasi (min)	Irradiasi avg (Wm ²)	Energi Radiasi Matahari (Wh)	P _{pv} avg (W)	V _{batt} (V)	V _{batt} end (V)	Energi panel (Wh)	Energi to batt (Wh)	Energi Tersimpan (Wh)	Efisiensi charging (%)	Efisiensi Panel (%)
7	08/10/2025	120	207,5	1248,36	33,94	12	12,2	113,29	23,43	23,43	22,91	17,39
8	20/10/2025	120	297,6	1436,14	30,92	12,9	13,07	77,29	56,90	56,90	72,89	11,46
9	24/11/2025	150	307,1	2481,71	56,26	12,5	12,7	168,77	98,57	98,57	59,23	13,68



Gambar 31 Perbandingan energi panel dan energi baterai pada kondisi cuaca teduh dan persentase baterai tinggi

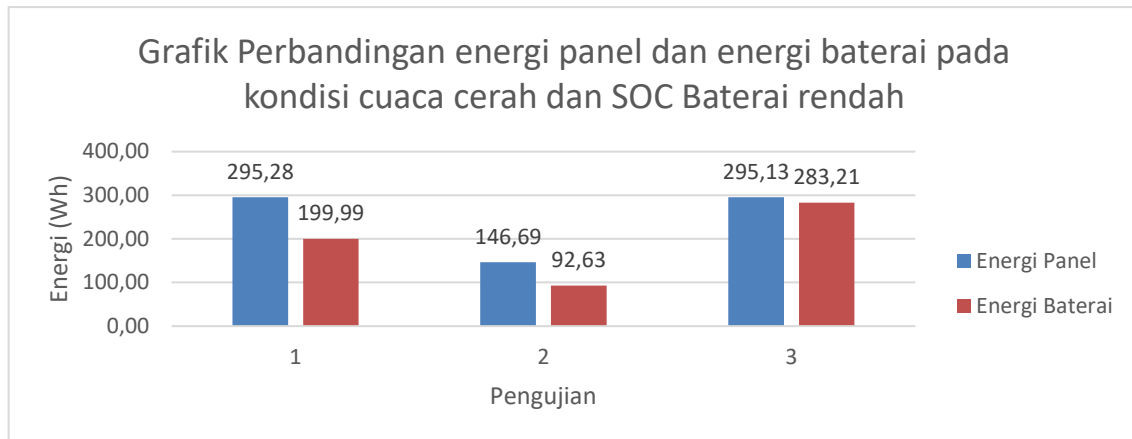
Berdasarkan **Tabel 6** dan **Gambar 32**, terlihat bahwa nilai iradiasi rata-rata pada tiga pengujian berturut-turut sebesar 207,54 W/m², 297,58 W/m², dan 307,1 W/m². Daya rata-rata panel (P_{pv})

yang dihasilkan berada pada kisaran 33,94 W, 30,92 W, dan 56,26 W. Energi yang dihasilkan panel selama pengujian masing-masing sebesar 113,29 Wh, 77,29 Wh, dan 168,77 Wh dengan durasi pengujian 120 menit, 120 menit, dan 150 menit. Energi yang berhasil disalurkan ke baterai menunjukkan peningkatan pada setiap pengujian, yaitu 23,43 Wh pada pengujian pertama, 56,90 Wh pada pengujian kedua, dan 98,57 Wh pada pengujian ketiga. Peningkatan ini dipengaruhi oleh nilai iradiasi yang lebih tinggi serta durasi pengujian yang lebih lama pada pengujian ketiga. Selain itu, tegangan baterai juga mengalami perubahan dari 12 V menjadi 12,2 V, 12,86 V menjadi 13,07 V, dan 12,5 V menjadi 12,7 V, yang menunjukkan bahwa proses pengisian tetap terjadi meskipun baterai berada pada kondisi persentase tinggi.

Namun demikian, efisiensi pengisian baterai yang diperoleh yaitu 22,91%, 72,89%, dan 59,23%. Nilai efisiensi yang rendah ini disebabkan oleh kondisi persentase baterai yang sudah tinggi, sehingga kemampuan baterai untuk menerima energi tambahan menjadi terbatas. Pada kondisi tersebut, sistem pengisian biasanya akan mengurangi arus pengisian untuk melindungi baterai dari pengisian berlebih. Akibatnya, meskipun energi yang dihasilkan panel surya cukup besar, hanya sebagian kecil energi yang dapat diserap oleh baterai. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi persentase baterai sangat mempengaruhi efektivitas pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh sistem PLTS.

Tabel 7 Data hasil pengujian PLTS pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai rendah

DATA PENGUJIAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Cuaca Teduh dan SOC baterai tinggi												
No.	Tanggal	Durasi (min)	Irradiasi avg (Wm ²)	Energi Radiasi Matahari (Wh)	P _{pv} avg (W)	V _{batt} (V)	V _{batt} end (V)	Energi panel (Wh)	Energi to batt (Wh)	Energi Tersimpan (Wh)	Efisiensi charging (%)	Efisiensi Panel (%)
10	12/10/2025	210	768,8	4858,58	73,82	11,8	12,5	295,28	199,99	199,99	64,82	12,78
11	11/10/2025	120	635,1	2359,34	58,68	12,28	12,37	146,69	92,63	69,86	56,69	19,28
12	04/11/2025	240	687,7	4889,67	65,58	12,45	12,84	295,13	283,21	175,60	95,91	12,53



Gambar 32 Perbandingan energi panel dan energi baterai pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai rendah

Berdasarkan **Tabel 7 dan Gambar 33**, terlihat bahwa nilai iradiasi rata-rata pada tiga pengujian berturut-turut sebesar $768,76 \text{ W/m}^2$, $635,1 \text{ W/m}^2$, dan $687,7 \text{ W/m}^2$. Daya rata-rata panel surya yang dihasilkan yaitu $73,82 \text{ W}$, $56,68 \text{ W}$, dan $65,52 \text{ W}$. Energi yang dihasilkan panel selama pengujian masing-masing sebesar $295,28 \text{ Wh}$, $146,69 \text{ Wh}$, dan $295,13 \text{ Wh}$ dengan durasi pengujian 210 menit, 120 menit, dan 240 menit. Dari data tersebut terlihat bahwa semakin tinggi nilai iradiasi dan semakin lama durasi pengujian, maka energi yang dihasilkan panel surya cenderung semakin besar. Energi yang tersimpan pada baterai juga menunjukkan nilai yang cukup signifikan, yaitu $199,99 \text{ Wh}$ pada pengujian pertama, $92,63 \text{ Wh}$ pada pengujian kedua, dan $283,21 \text{ Wh}$ pada pengujian ketiga. Nilai energi baterai tertinggi terjadi pada pengujian pertama karena memiliki energi panel yang tinggi, sehingga energi lebih banyak untuk disalurkan ke baterai. Selain itu, tegangan baterai juga mengalami peningkatan selama proses pengisian, dari $11,8 \text{ V}$ menjadi $12,5 \text{ V}$, $12,28 \text{ V}$ menjadi $12,37 \text{ V}$, dan $12,45 \text{ V}$ menjadi $12,84 \text{ V}$, yang menunjukkan bahwa proses pengisian berlangsung dengan baik ketika kondisi persentase baterai berada pada tingkat rendah.

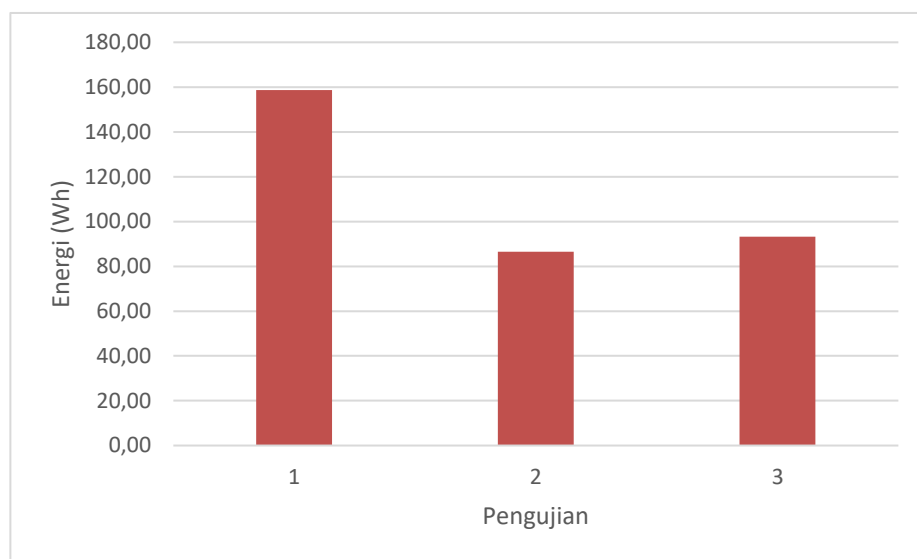
Nilai efisiensi pengisian baterai yang diperoleh pada masing-masing pengujian yaitu $64,82\%$, $56,69\%$, dan $95,91\%$. Efisiensi tertinggi terjadi pada pengujian ketiga karena kombinasi antara nilai iradiasi yang cukup tinggi serta durasi pengujian yang lebih lama, sehingga energi yang diserap baterai lebih besar. Secara umum dapat disimpulkan bahwa pada kondisi cuaca cerah dan persentase baterai rendah, sistem PLTS mampu menghasilkan energi panel yang lebih besar dan proses pengisian baterai berlangsung lebih efektif dibandingkan kondisi persentase baterai yang sudah tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi awal baterai sangat mempengaruhi kemampuan baterai dalam menyerap energi dari panel surya.

7. Hasil Pengujian Beban

- Beban lampu 3x5w

Tabel 8 Data hasil pengujian beban Lampu pada kondisi persentase baterai rendah

DATA HASIL PENGUJIAN BEBAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Persentase baterai rendah dengan Beban Lampu 3x5 W												
No.	Tanggal	Durasi (min)	V _{batt} (V)	V _{batt} avg berbeban (V)	V _{batt} end (V)	I _{load} avg (A)	P _{load} input (W)	P _{load} Output (W)	Energi keluar baterai (Wh)	Energi yang diterima beban (Wh)	Persentase start (%)	Efisiensi discharge (%)
1	10/10/2025	510	12,3	12,0	11,5	1,49	17,74	13,80	158,64	117,30	50%	73,96
2	13/11/2025	270	12,3	12,1	11,9	1,59	57,70	14,00	86,58	63,00	50%	72,79
3	08/12/2025	120	12,2	12,1	12,0	3,09	37,29	12,24	93,22	30,60	60%	32,79



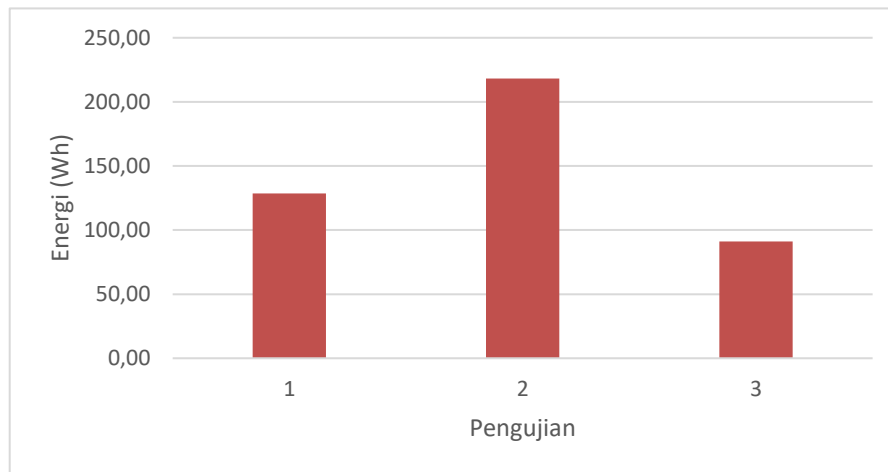
Gambar 33 energi baterai pada beban lampu 3x5w dengan kondisi persentase rendah

Berdasarkan **Tabel 8 dan Gambar 34**, pengujian dilakukan pada kondisi persentase baterai rendah dengan beban lampu 3×5 W selama durasi 480 menit. Tegangan baterai awal berada pada rentang 12,2–12,33 V, kemudian mengalami penurunan hingga 11,52–11,95 V pada akhir pengujian. Penurunan tegangan ini menunjukkan karakteristik pelepasan energi baterai yang normal ketika bekerja pada kondisi persentase rendah dan diberikan beban konstan. Arus beban rata-rata berada pada rentang 1,49–3,09 A, yang dipengaruhi oleh variasi kondisi baterai dan kestabilan tegangan selama pengujian. Energi yang disalurkan ke beban berkisar antara 30,60 Wh – 117,30 Wh. kondisi persentase awal dan stabilitas tegangan sangat mempengaruhi kemampuan baterai dalam menyuplai energi.

Hasil ini menegaskan bahwa pada level persentase rendah, sistem masih mampu melayani beban ringan, namun dengan penurunan tegangan yang relatif lebih cepat dibandingkan kondisi persentase tinggi.

Tabel 9 Data hasil pengujian beban Lampu pada kondisi persentase baterai tinggi

DATA HASIL PENGUJIAN BEBAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Persentase baterai tinggi dengan Beban Lampu 3x5 W												
No.	Tanggal	Durasi (min)	V _{batt} (V)	V _{batt} avg berbeban (V)	V _{batt} end (V)	I _{load} avg (A)	P _{load} input (W)	P _{load} Output (W)	Energi keluar baterai (Wh)	Energi yang diterima beban (Wh)	Persentase start (%)	Efisiensi discharge (%)
4	05/12/2025	120	12,7	12,4	12,1	4,14	61,25	13,26	128,54	33,15	70%	25,79
5	17/12/2025	240	12,8	12,4	12,0	3,91	48,47	12,84	218,12	57,80	80%	26,70
6	18/12/2025	240	12,5	12,5	12,3	1,63	20,26	14,00	91,19	63,00	90%	69,16



Gambar 34 Perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase Tinggi

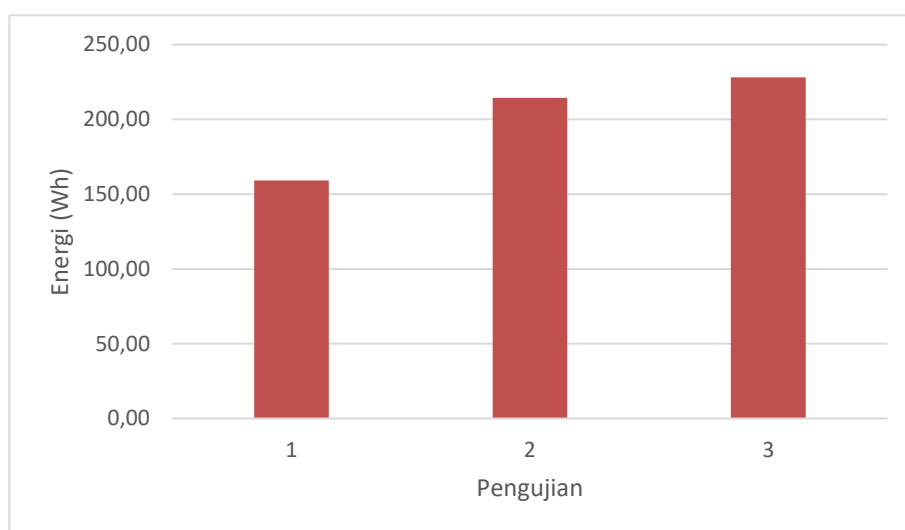
Pada **Tabel 9 dan Gambar 36**, ditunjukkan hasil pengujian beban lampu 3×5 W pada persentase baterai tinggi. Tegangan baterai awal berada pada rentang 12,46–12,8 V, dan tegangan akhir pengujian tetap relatif tinggi yaitu 12,1–12,3 V. Hal ini menunjukkan bahwa baterai berada pada kondisi kerja yang lebih stabil dibandingkan persentase rendah. Arus beban rata-rata berada pada kisaran 1,63–4,14 A, dengan energi yang disalurkan ke beban mencapai 91,19–218,12 Wh. Nilai energi yang lebih besar ini menunjukkan bahwa baterai dengan persentase tinggi mampu menyuplai beban lebih optimal dalam durasi waktu yang sama.

Dibandingkan dengan kondisi persentase rendah, penurunan tegangan pada persentase tinggi berlangsung lebih lambat, yang mengindikasikan efisiensi sistem penyimpanan energi yang lebih baik. Hal ini sejalan dengan teori karakteristik baterai, di mana kapasitas efektif dan kestabilan tegangan meningkat pada persentase yang lebih tinggi.

- **Beban Mixed (Lampu 3x5w, charger laptop dan charger hp)**

Tabel 10 Data hasil pengujian beban campuran pada kondisi persentase baterai tinggi

DATA HASIL PENGUJIAN BEBAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Persentase baterai tinggi dengan campuran												
No.	Tanggal	Durasi (min)	V _{batt} (V)	V _{batt} avg berbeban (V)	V _{batt} end (V)	I _{load} avg (A)	P _{load} input (W)	P _{load} Output (W)	Energi keluar baterai (Wh)	Energi yang diterima beban (Wh)	Persentase start (%)	Efisiensi discharge (%)
7	04/12/2025	120	12,5	12,3	12,1	5,15	63,71	51,02	159,27	127,55	70%	80,41
8	15/12/2025	180	12,5	12,2	11,9	5,03	61,25	50,19	214,38	175,65	90%	82,06
9	20/12/2025	180	12,5	12,1	11,8	5,36	65,16	54,26	228,08	189,90	90%	83,54



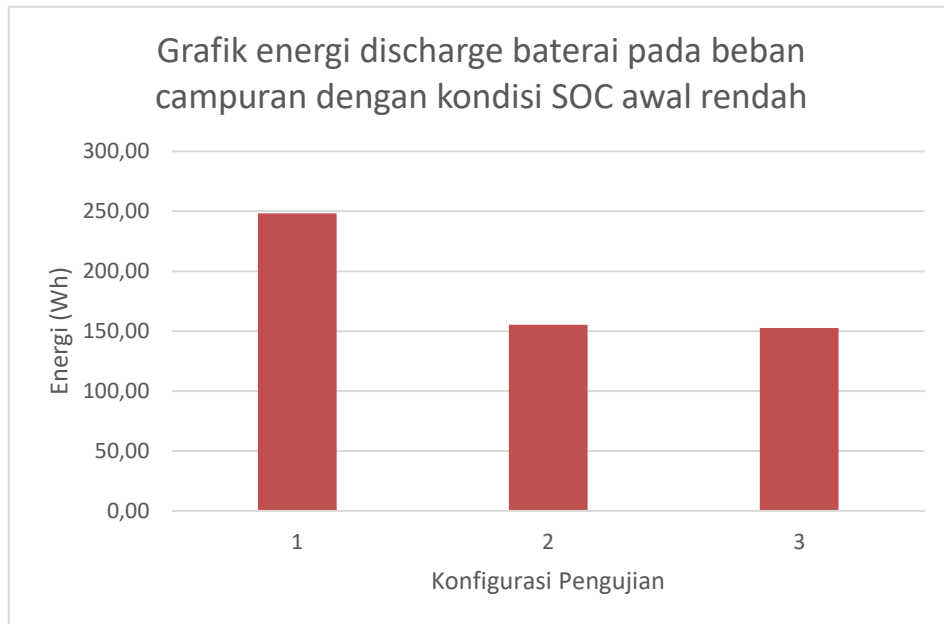
Gambar 35 Grafik perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase tinggi

Berdasarkan **Tabel 10 dan Gambar 37**, pengujian beban campuran dilakukan pada persentase baterai tinggi, dengan kombinasi beban lampu dan perangkat elektronik. Tegangan baterai awal berada pada nilai relatif stabil di sekitar 12,5 V, sedangkan tegangan akhir berkisar antara 11,8–12,11 V. Arus beban rata-rata meningkat signifikan dibandingkan beban lampu saja, yaitu pada rentang 5,03–5,36 A, yang menunjukkan adanya peningkatan kebutuhan daya akibat beban campuran. Energi yang disalurkan ke beban mencapai 159,27–228,08 Wh.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun arus beban meningkat, sistem PLTS masih mampu mempertahankan kestabilan tegangan pada persentase tinggi. Hal ini menandakan bahwa desain sistem, khususnya kapasitas baterai dan pengaturan oleh scc, mampu mendukung penggunaan beban campuran secara efektif.

Tabel 11 Data hasil pengujian beban campuran pada kondisi persentase baterai rendah

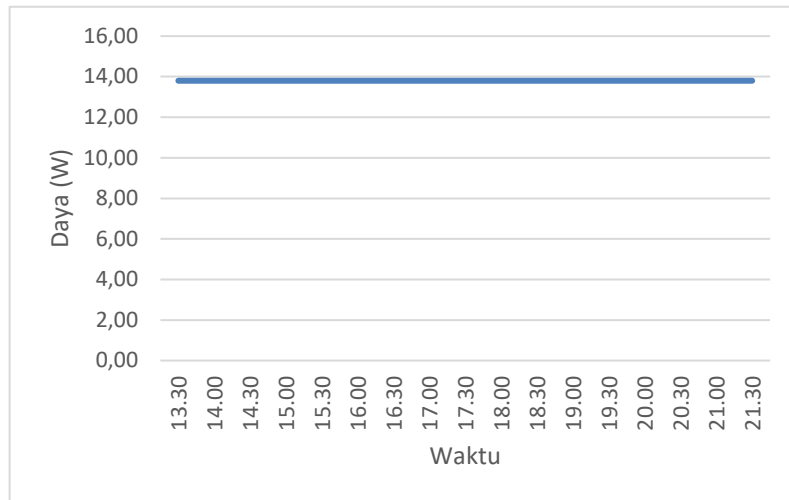
DATA HASIL PENGUJIAN BEBAN PLTS 100 W UNTUK PENERANGAN DAN PENGISIAN DAYA												
Persentase baterai rendah dengan Campuran												
No.	Tanggal	Durasi (min)	V _{batt} (V)	V _{batt} avg berbeban (V)	V _{batt} end (V)	I _{load} avg (A)	P _{load} input (W)	P _{load} Output (W)	Energi keluar baterai (Wh)	Energi yang diterima beban (Wh)	Persentase start (%)	Efisiensi discharge (%)
10	21/10/2025	210	12,2	11,7	11,2	5,27	62,08	52,18	248,32	208,70	50%	84,23
11	11/11/2025	120	12,0	11,6	11,1	5,36	62,13	52,68	155,33	131,70	40%	84,67
12	17/12/2025	120	12,1	11,6	11,3	5,23	61,04	55,68	152,59	139,20	50%	97,33



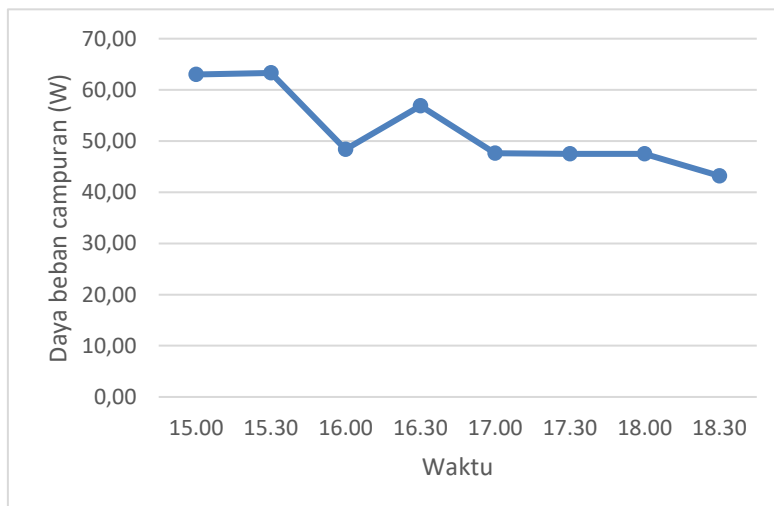
Gambar 36 Perbandingan energi baterai pada beban dengan kondisi persentase rendah

Pada **Tabel 11 dan Gambar 38**, ditunjukkan hasil pengujian beban campuran pada persentase baterai rendah. Tegangan baterai awal berada pada kisaran 12,01–12,22 V, namun mengalami penurunan yang lebih signifikan hingga 11,06–11,25 V pada akhir pengujian. Arus beban rata-rata tetap tinggi, yaitu sekitar 5,23–5,36 A, yang menyebabkan energi baterai terkuras lebih cepat. Energi yang disalurkan ke beban berkisar antara 131,70–208,7 Wh. Dibandingkan dengan persentase tinggi, kondisi persentase rendah menunjukkan penurunan tegangan yang lebih cepat dan waktu cutoff yang lebih singkat. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan beban campuran pada persentase rendah kurang optimal dan berpotensi mempercepat degradasi baterai jika dilakukan secara terus-menerus.

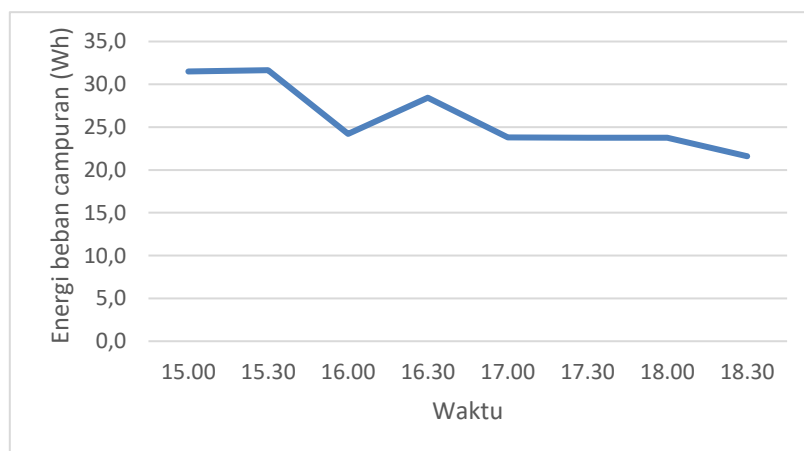
8. Grafik Pengujian



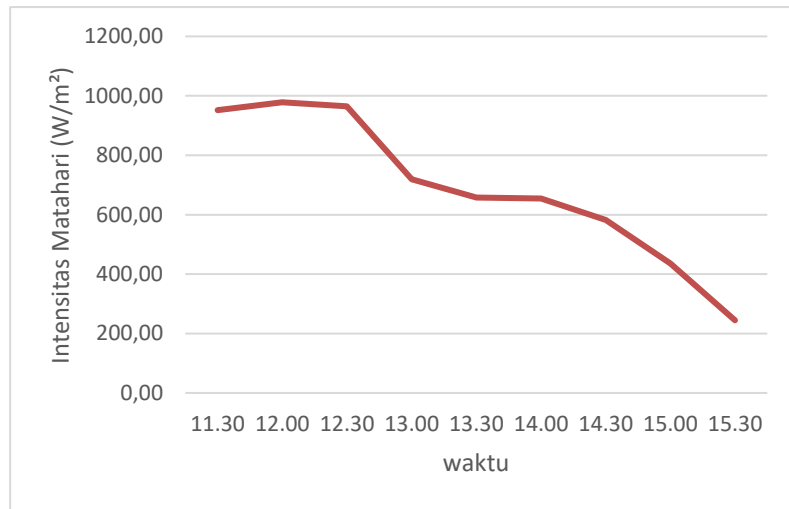
Gambar 39 Grafik Daya beban 3 lampu 5 W terhadap waktu



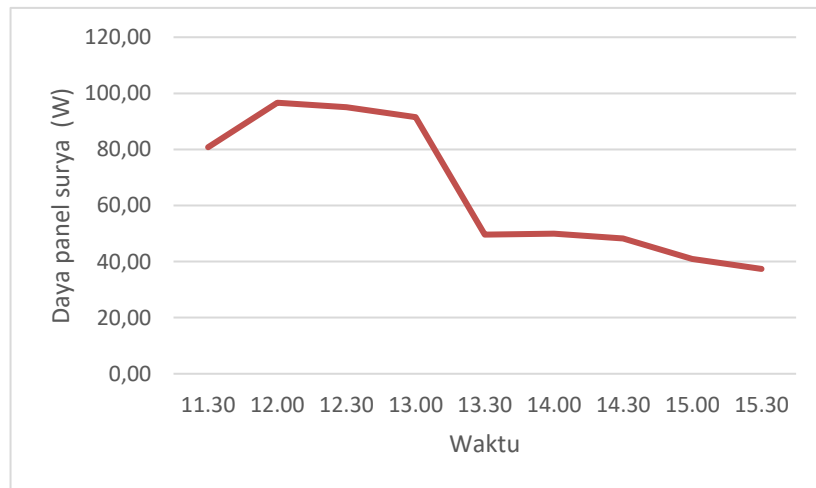
Gambar 38 Grafik daya beban campuran terhadap waktu



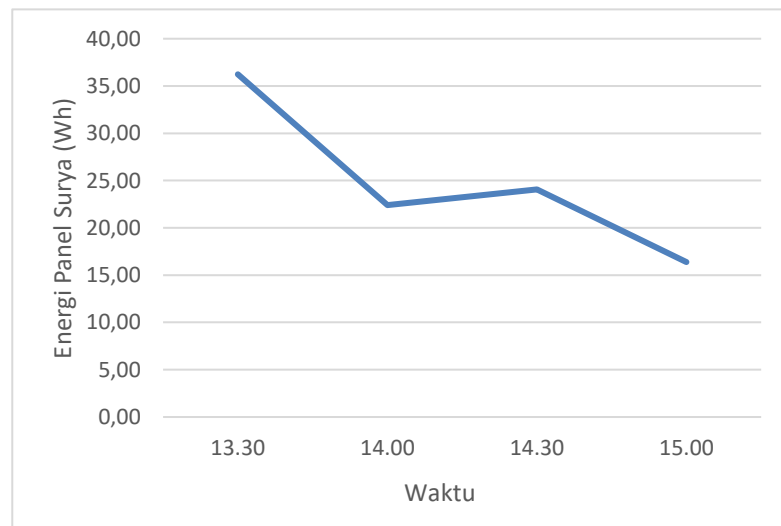
Gambar 37 Grafik Energi beban campuran terhadap waktu



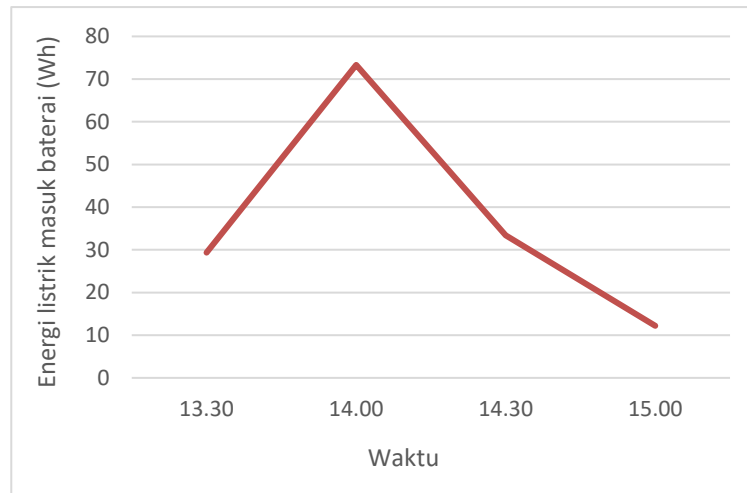
Gambar 42 Grafik intensitas radiasi matahari vs waktu



Gambar 41 Grafik daya panel terhadap waktu



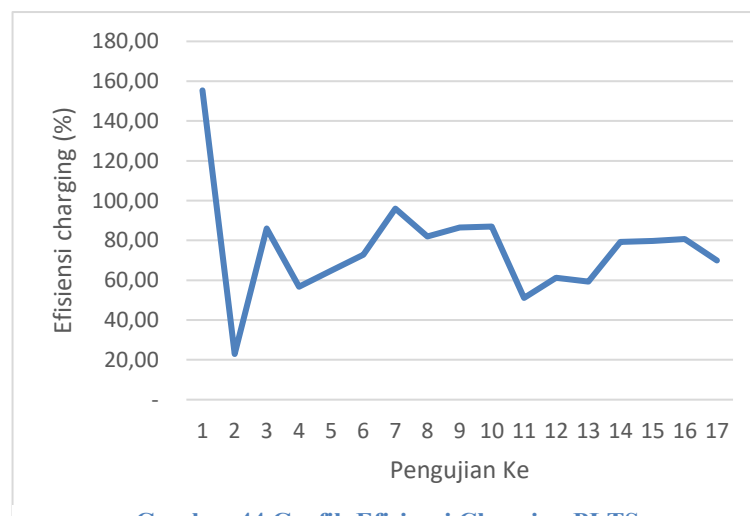
Gambar 40 Grafik energi panel terhadap waktu



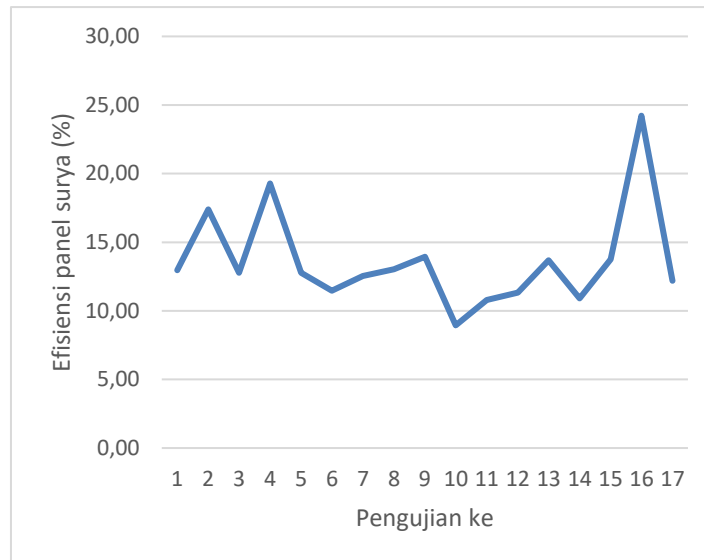
Gambar 43 Grafik energi masuk ke baterai terhadap waktu

9. Efisiensi

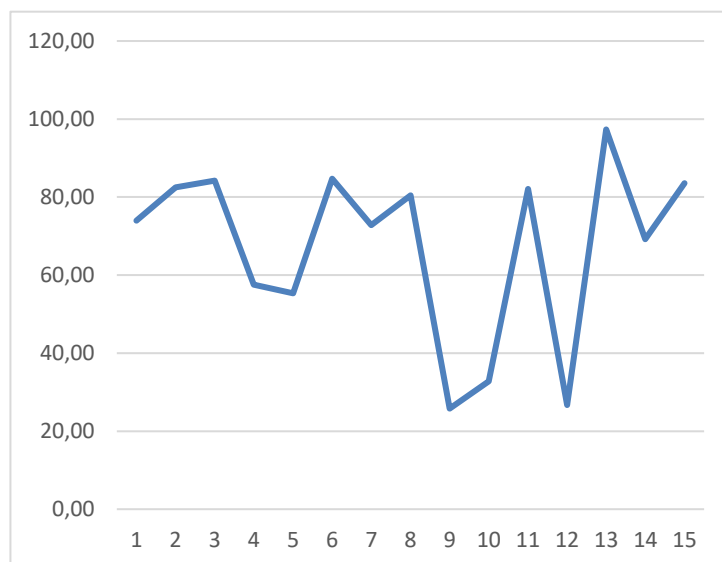
Efisiensi sistem PLTS menunjukkan kinerja keseluruhan sistem dalam mengkonversi energi radiasi matahari hingga akhirnya dapat tersimpan pada baterai. Dalam perhitungan efisiensi sistem, energi yang dibangkitkan oleh panel tidak sepenuhnya dapat dimanfaatkan karena sebagian energi mengalami rugi-rugi pada beberapa komponen sistem seperti SCC, kabel penghantar, baterai, serta inverter. Oleh karena itu, nilai efisiensi sistem PLTS umumnya lebih rendah dibandingkan efisiensi panel surya. Perbedaan nilai antara efisiensi panel surya dan efisiensi sistem PLTS menunjukkan adanya kehilangan energi selama proses konversi dan distribusi energi dalam sistem. Semakin besar selisih antara kedua nilai efisiensi tersebut, maka semakin besar pula rugi-rugi energi yang terjadi pada komponen sistem. Hal ini menjadi salah satu indikator penting dalam mengevaluasi performa dan optimalisasi sistem PLTS secara keseluruhan.



Gambar 44 Grafik Efisiensi Charging PLTS



Gambar 46 Grafik Efisiensi Panel surya



Gambar 45 Grafik efisiensi Discharging

10. Pembahasan Kinerja Sistem secara keseluruhan

A. Kinerja sistem pada proses Pengisian

Pada pengujian pengisian baterai menggunakan panel surya, sistem mampu menyalurkan energi dari panel menuju baterai melalui scc secara stabil. Hal ini ditunjukkan sebagai berikut:

- Tegangan panel yang meningkat seiring kenaikan intensitas radiasi matahari,
- Arus pengisian baterai yang bervariasi mengikuti kondisi iradiasi,
- Daya dan energi yang masuk ke baterai yang sebanding dengan energi yang dihasilkan panel.

Dengan perbedaan antara total energi yang dihasilkan panel dan energi yang masuk ke baterai menunjukkan adanya kerugian sistem, yang secara teknis ini disebabkan sebagai berikut:

- Efisiensi kerja scc,
- Kerugian konduksi pada kabel,
- Karakteristik internal baterai saat proses pengisian.

Selain itu, nilai energi tersimpan pada baterai yang relatif lebih besar dibanding energi masuk pada interval tertentu mengindikasikan bahwa baterai masih memiliki sisa energi dari pengujian sebelumnya, sehingga akumulasi energi bersifat kondisi awal–akhir, bukan murni satu siklus kosong–penuh.

B. Kinerja sistem pada proses Pelepasan Energi

Pada pengujian pelepasan energi, baterai digunakan untuk menyuplai beberapa jenis beban, yaitu:

- Beban lampu $3 \times 5 \text{ W}$,
- Beban campuran (lampu, charger laptop, dan charger HP).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa:

- Tegangan baterai mengalami penurunan bertahap selama proses pelepasan Energi,
- Arus baterai meningkat ketika beban campuran digunakan dibandingkan beban lampu,

Durasi suplai energi yang dihasilkan menunjukkan bahwa sistem mampu:

- Menyediakan energi secara kontinu untuk beban penerangan,
- Menyediakan energi untuk pengisian perangkat elektronik selama durasi tertentu tanpa mengosongkan baterai hingga batas cut-off.

Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas baterai 12V 33Ah cukup memadai untuk mendukung fungsi utama sistem, yaitu penerangan dan pengisian daya perangkat elektronik skala kecil

C. Hubungan persentase, beban, dan kinerja sistem

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa kondisi persentase awal baterai sangat mempengaruhi kinerja sistem:

- Pada persentase tinggi, sistem mampu mempertahankan tegangan dan daya keluaran yang lebih stabil,
- Pada persentase rendah, penurunan tegangan terjadi lebih cepat terutama saat beban campuran digunakan.

Kondisi ini sesuai dengan karakteristik baterai timbal-asam, di mana penurunan persentase menyebabkan peningkatan resistansi internal, sehingga daya yang dapat disuplai ke beban menjadi lebih terbatas. Oleh karena itu, pemilihan batas cut-off voltage menjadi faktor penting untuk menjaga umur pakai baterai.

D. Kinerja inverter dan beban AC

Penggunaan inverter pada sistem memungkinkan baterai DC menyuplai beban AC. Perbandingan antara daya masukan inverter dan daya keluaran beban menunjukkan adanya selisih daya, yang mengindikasikan kerugian konversi energi DC ke AC.

Kerugian ini disebabkan oleh:

- Efisiensi inverter yang tidak 100%,
- Konsumsi daya internal inverter,
- Fluktuasi beban selama pengujian.

Meskipun demikian, inverter tetap mampu menjalankan fungsi utamanya dengan baik, yaitu menyediakan tegangan AC yang dapat digunakan untuk beban charger laptop dan HP.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pengolahan data pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya kapasitas 100 Wp untuk penerangan dan pengisian daya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem PLTS 100 Wp yang dirancang dapat berfungsi dengan baik yang ditunjukkan dengan kemampuan panel surya di dalam membangkitkan energi listrik, menyimpan energi listrik ke baterai melalui persentase, dan menyalurkan energi listrik tersebut ke beban penerangan serta perangkat pengisian daya melalui inverter. Selama pengujian, sistem mampu membangkitkan energi panel 77,29 Wh – 390,18 Wh dan menyimpan energi pada baterai sebesar 23,43 Wh – 308,88 Wh.
- b. Efisiensi panel surya pada 8,94%–24,22%, sedangkan efisiensi sistem pengisian berada pada 22,91%–95,91%. Irradiance selama pengujian berada pada 316–768 W/m², yang menunjukkan bahwa semakin tinggi irradiance, energi yang dihasilkan panel cenderung meningkat,
- c. Sistem mampu menyuplai beban dengan durasi berbeda sesuai jenis beban yang digunakan, yaitu sekitar 180 menit untuk beban campuran dan 480 menit untuk beban penerangan 3 lampu 5 W. Efisiensi Pelepasan Energi sistem berada pada kisaran 75%–90%, yang menunjukkan bahwa sistem masih mampu menyalurkan energi dari baterai ke beban dengan cukup baik.
- d. Sistem PLTS pengisian baterai memiliki efisiensi lebih tinggi dari efisiensi panel surya pada semua pengujian. Sistem PLTS 100 Wp yang dirancang mampu memenuhi tujuan sebagai sumber energi alternatif untuk penerangan dan pengisian daya skala kecil, serta layak dijadikan sebagai sistem pembelajaran dan prototipe PLTS kapasitas panel surya 100 Wp.

2. Saran

Berdasarkan keterbatasan dan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- a. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan sistem pencatatan data otomatis (data logger) agar pengambilan data tegangan, arus, daya, dan energi dapat dilakukan secara kontinu dan meminimalkan kesalahan pencatatan manual.
- b. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian dengan jumlah percobaan yang lebih banyak serta variasi kondisi pengujian yang lebih beragam. Hal ini

bertujuan agar data dapat menggambarkan kinerja sistem PLTS secara lebih menyeluruh pada berbagai kondisi lingkungan.

- c. Alat ukur yang akan dipergunakan dalam proses pengujian dilakukan proses kalibrasi ulang agar data yang didapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hilya Mudrika arini, “Minim Pemakaian PLTS,” 2024, [Online]. Available: <https://koran.tempo.co/read/ilmu-dan-teknologi/488904/persepsi-negatif-publik-pada-plts-atap>
- [2] A. Kharisma, S. Pinandita, and A. E. Jayanti, “Literature Review: Kajian Potensi Energi Surya Alternatif Energi Listrik,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 2, pp. 145–154, 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.23956.
- [3] O. D. T. Rahmadani, “Matahari Sebagai Sumber Energi Utama Kehidupan Serta Pemanfaatan Energi Matahari,” *Kohesi J. Multidisiplin Saintek*, vol. 3, no. 7, pp. 1–10, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.warunayama.org/index.php/kohesi/article/view/3763>
- [4] S. B. Christiana Honsberg, “Energi Matahari,” pveducation.org. [Online]. Available: <https://www.pveducation.org/id/pvcdrom/matahari>
- [5] Safrizal, “Rancangan panel surya sebagai sumber energi listrik Jurnal Disprotek,” *J. Disprotek*, vol. 8, no. 2, pp. 75–81, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unisnu.ac.id/JDPT/article/download/544/861>
- [6] Dickson Kho, “Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya,” *Teknikelektronika.com*. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>
- [7] sanspower, “Pengertian dan cara kerja panel surya,” sanspower.com. [Online]. Available: <https://www.sanspower.com/pengertian-dan-cara-kerja-panel-surya.html>
- [8] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [9] R. R. Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, and Adriani, “Analisis Plts on Grid,” *J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 14, no. 1, pp. 12–25, 2022.
- [10] Lia Febriyanti, “Kenali 3 Perbedaan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk rumah dan bisnis,” Zona EBT. [Online]. Available: <https://zonaebt.com/kenali-3-perbedaan-sistem-pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts-on-grid-off-grid-dan-hybrid-untuk-rumah-dan-bisnis/>
- [11] M. Naim, “Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha

- Kecamatan Towuti,” *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 01, pp. 17–25, 2020.
- [12] L. E. Nuryanto, “Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Pln Dan Plts) Kapasitas 800 Wp,” *Orbith*, vol. 17, no. 3, pp. 196–205, 2021.
 - [13] D. Liestyowati, I. Rachman, E. Firmansyah, and Mujiburrohman, “Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WP dengan Inverter 1000 Watt,” *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 5, pp. 623–634, 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i5.1027.
 - [14] A. Abdillah, H. Abrianto, and A. D. Sidik, “Perancangan Penerangan Rumah Tangga Menggunakan Panel Surya Untuk Alternatif Penerangan Disaat Pemadaman Listrik,” *J. Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796*, vol. 3(3), no. April, pp. 2419–2433, 2024.
 - [15] R. Adolph, “Analisis Pengaruh Terhadap Pemasangan Reflektor Pada Kinerja sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Home Industri Batik Tugiran Pandak Bantu,” pp. 1–23, 2016.
 - [16] S. T. Elektro, F. Teknik, U. N. Surabaya, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, “Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid untuk Skala Rumah Tangga Tiris Mega Putri Unit Three Kartini , Joko , Raden Roro Hapsari Peni Agustin Tjahyaningtijas,” 2023.

LAMPIRAN

1. Data pengujian pengisian baterai

Berikut ini merupakan summary dari data real time pengujian system PLTS.

Tabel 12 Data mentah PLTS Pengisian

Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/7/2025	13.30	367.50	12.11	2.76	12.10	2.70	50
10/7/2025	14.00	986.20	12.56	4.77	12.50	4.70	90
10/7/2025	14.30	435.20	12.56	3.57	12.30	3.37	70
10/7/2025	15.00	367.50	12.15	0.80	12.20	0.70	60
10/7/2025	15.30	986.20	12.18	0.69	12.20	0.60	60
Rata-Rata		628.52	12.31	2.52	12.26	2.41	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/8/2025	13.00	453.00	12.36	1.61	12.40	1.52	80
10/8/2025	13.30	346.80	12.32	0.84	12.30	0.81	70
10/8/2025	14.00	298.50	12.22	0.24	12.20	0.16	60
10/8/2025	14.30	286.00	12.15	0.80	12.20	0.70	60
10/8/2025	15.00	195.90	12.18	0.69	12.20	0.62	60
Rata-Rata		316.04	12.25	0.84	12.26	0.76	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/9/2025	13.00	876.00	13.11	5.75	13.00	5.72	100
10/9/2025	13.30	867.30	13.19	5.73	13.10	5.56	100
10/9/2025	14.00	734.70	13.21	4.96	13.20	5.03	100
10/9/2025	14.30	725.50	13.28	4.62	13.20	4.58	100
10/9/2025	15.00	685.70	13.41	4.27	13.30	4.22	100
10/9/2025	15.30	398.00	13.30	2.73	13.20	2.72	100
10/9/2025	16.00	158.60	12.77	0.29	12.74	0.23	90
Rata-Rata		635.11	13.18	4.05	13.11	4.01	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/11/2025	12.00	924.70	12.54	4.11	12.28	3.73	60
10/11/2025	12.30	546.10	12.36	1.46	12.29	1.37	60
10/11/2025	13.00	726.90	12.75	4.61	12.72	4.58	90
10/11/2025	13.30	692.40	12.93	4.46	12.79	4.50	90
10/11/2025	14.00	96.40	12.40	0.57	12.37	0.55	70
Rata-Rata		597.30	12.60	3.04	12.49	2.95	

Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/12/2025	11.30	438.70	12.47	1.68	11.80	1.60	20
10/12/2025	12.00	715.00	13.35	6.19	12.00	5.58	40
10/12/2025	12.30	864.30	13.39	5.82	12.00	5.65	40
10/12/2025	13.00	946.80	13.44	5.62	12.00	5.60	40
10/12/2025	13.30	976.80	13.57	5.27	12.20	5.19	60
10/12/2025	14.00	986.90	13.69	4.34	12.40	4.29	80
10/12/2025	14.30	956.00	13.73	3.94	12.40	3.75	80
10/12/2025	15.00	265.60	13.32	1.32	12.50	1.29	70
Rata-Rata		768.76	13.37	4.27	12.16	4.12	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
10/20/2025	11.30	289.00	12.91	1.51	12.86	1.56	100
10/20/2025	12.00	395.60	13.28	2.52	13.18	2.44	100
10/20/2025	12.30	487.90	13.41	2.7	13.32	2.66	100
10/20/2025	13.00	349.00	13.35	1.95	13.30	1.97	100
10/20/2025	13.30	296.40	13.12	0.56	13.07	0.35	100
Rata-Rata		363.58	13.21	1.85	13.15	1.80	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/4/2025	11.30	952.00	12.59	6.42	12.45	6.25	80
11/4/2025	12.00	978.30	12.75	7.58	12.63	7.40	75
11/4/2025	12.30	964.80	13.05	7.28	12.85	6.95	100
11/4/2025	13.00	718.90	13.19	6.94	13.12	6.78	100
11/4/2025	13.30	658.20	13.14	3.78	13.01	3.65	100
11/4/2025	14.00	654.02	13.12	3.81	13.07	3.73	100
11/4/2025	14.30	582.74	12.98	3.72	12.91	3.59	100
11/4/2025	15.00	435.90	12.91	3.17	12.87	2.98	100
11/4/2025	15.30	244.60	12.89	2.90	12.84	2.80	100
Rata-Rata		687.72	12.96	5.07	12.86	4.90	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/10/2025	10.00	489.20	12.66	2.70	12.58	3.68	70
11/10/2025	10.30	496.00	12.85	3.86	12.59	4.82	70
11/10/2025	11.00	427.50	12.66	5.26	12.58	6.33	70
11/10/2025	11.30	952.60	13.02	5.41	12.90	6.28	100
11/10/2025	12.00	974.40	13.07	5.86	12.93	6.68	100
11/10/2025	12.30	976.00	13.18	6.19	13.18	6.93	100
11/10/2025	13.00	236.80	12.75	2.04	12.70	2.89	90
Rata-Rata		650.36	12.88	4.47	12.78	5.37	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/13/2025	11.00	367.70	12.04	4.54	11.99	4.07	25
11/13/2025	11.30	864.30	12.79	6.14	12.59	6.28	70

11/13/2025	12.00	956.00	13.04	6.49	12.81	6.36	100
11/13/2025	12.30	867.90	13.12	5.95	12.93	5.77	100
11/13/2025	13.00	694.50	13.21	5.41	13.02	5.74	100
11/13/2025	13.30	792.40	13.35	5.47	13.18	4.41	100
11/13/2025	14.00	728.40	13.23	3.75	13.11	3.26	100
11/13/2025	14.30	318.00	13.09	2.99	13.00	2.83	100
11/13/2025	15.00	294.90	12.91	2.88	12.84	2.74	100
Rata-Rata		653.79	12.98	4.85	12.83	4.61	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/19/2025	11.00	728.40	13.62	4.68	11.90	4.67	25
11/19/2025	11.30	359.50	12.21	2.82	11.95	2.98	25
11/19/2025	12.00	728.40	13.64	4.71	11.98	4.54	25
11/19/2025	12.30	359.50	13.09	2.11	12.00	2.06	40
11/19/2025	13.00	728.40	13.39	3.59	12.00	3.57	40
11/19/2025	13.30	359.50	13.41	3.03	12.10	2.94	50
11/19/2025	14.00	728.40	13.41	2.64	12.00	2.63	40
11/19/2025	14.30	359.50	13.34	1.71	12.00	1.64	40
11/19/2025	15.00	728.40	13.12	0.73	12.00	0.66	40
Rata-Rata		564.44	13.25	2.89	11.99	2.85	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/20/2025	12.00	728.90	20.25	3.26	12.00	3.49	40
11/20/2025	12.30	740.00	20.07	3.2	12.00	3.04	40
11/20/2025	13.00	728.90	20.14	3.14	12.00	3.25	40
11/20/2025	13.30	740.00	16.22	2.16	12.00	2.53	40
11/20/2025	14.00	728.90	13.66	1.96	12.00	1.85	40
11/20/2025	14.30	740.00	13.18	4.19	12.80	7.39	100
Rata-Rata		734.45	17.25	2.99	12.13	3.59	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/21/2025	12.00	520.80	20.03	2.46	12.00	2.56	40
11/21/2025	12.30	532.50	19.75	2.42	12.00	2.60	40
11/21/2025	13.00	520.80	19.75	3.41	12.10	2.85	50
11/21/2025	13.30	532.50	19.75	2.91	12.10	2.93	50
11/21/2025	14.00	520.80	19.79	2.57	12.00	2.41	40
11/21/2025	14.30	532.50	19.84	2.25	12.00	2.20	40
11/21/2025	15.00	520.80	19.86	1.81	12.00	1.90	40
11/21/2025	15.30	532.50	17.09	1.36	12.10	1.34	50
Rata-Rata		526.65	19.48	2.40	12.04	2.35	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
11/24/2025	13.00	674.00	19.96	2.37	12.00	3.08	40
11/24/2025	13.30	594.80	19.84	2.29	12.00	3.02	40
11/24/2025	14.00	439.00	19.91	1.56	12.50	2.95	70

11/24/2025	14.30	496.80	19.86	1.97	12.50	2.19	70
11/24/2025	15.00	439.00	19.86	1.12	12.70	2.24	90
11/24/2025	15.30	497.80	19.82	1.27	12.70	2.46	90
Rata-Rata		523.57	19.88	1.76	12.40	2.66	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
12/11/2025	12.00	532.50	13.20	3.15	11.50	3.59	5
12/11/2025	12.30	315.80	12.95	3	11.80	3.37	20
12/11/2025	13.00	532.50	12.87	2.98	12.00	3.14	40
12/11/2025	13.30	315.80	12.79	2.47	12.00	2.82	40
12/11/2025	14.00	532.50	12.65	2.25	12.50	2.58	70
12/11/2025	14.30	315.80	12.54	2.15	12.50	2.40	70
12/11/2025	15.00	532.50	12.49	1.87	12.50	2.22	70
Rata-Rata		439.63	12.78	2.55	12.11	2.87	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
12/12/2025	11.00	728.40	13.28	4.39	12.80	5.34	90
12/12/2025	11.30	740.00	13.44	5.94	12.80	5.64	90
12/12/2025	12.00	728.40	13.64	5.8	12.80	5.83	90
12/12/2025	12.30	740.00	13.76	5.47	12.80	5.46	90
12/12/2025	13.00	728.40	17.28	5.26	13.00	5.37	100
12/12/2025	13.30	740.00	18.53	4.3	13.00	5.25	100
12/12/2025	14.00	728.40	18.96	2.92	13.00	3.98	100
12/12/2025	14.30	740.00	18.87	2.81	13.00	3.56	100
12/12/2025	15.00	728.40	17.50	1.41	13.00	2.94	100
Rata-Rata		733.56	16.14	4.26	12.91	4.82	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
12/15/2025	10.00	367.50	12.41	2.82	12.00	2.76	40
12/15/2025	10.30	374.50	12.66	1.89	12.00	1.70	40
12/15/2025	11.00	367.50	13.62	4.39	12.10	5.49	50
12/15/2025	11.30	374.50	13.40	5.40	12.10	5.20	50
12/15/2025	12.00	367.50	13.75	5.49	12.50	5.34	70
12/15/2025	12.30	374.50	13.41	4.60	12.50	5.20	70
12/15/2025	13.00	367.50	18.36	4.62	12.50	5.50	70
12/15/2025	13.30	374.50	18.62	5.40	12.80	6.04	90
12/15/2025	14.00	367.50	18.53	4.30	13.00	5.60	100
12/15/2025	14.30	374.50	18.66	5.00	13.00	5.90	100
12/15/2025	15.00	367.50	19.27	4.17	13.00	5.28	100
Rata-Rata		370.68	15.70	4.37	12.50	4.91	
Tanggal	Waktu	Iradiasi (W/m²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (A)	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai (%)
12/16/2025	11.00	728.40	15.58	5.41	12.00	5.30	40
12/16/2025	11.30	715.00	15.76	5.06	12.00	5.04	40
12/16/2025	12.00	728.40	18.06	3.96	12.50	4.60	70
12/16/2025	12.30	715.00	19.86	3.93	12.50	3.79	70

12/16/2025	13.00	728.40	18.74	2.51	12.50	4.34	70
12/16/2025	13.30	715.00	20.79	3.50	12.00	3.78	40
12/16/2025	14.00	728.40	18.55	1.87	12.00	3.40	40
12/16/2025	14.30	715.00	20.41	2.09	12.10	2.86	50
12/16/2025	15.00	728.40	20.44	1.47	12.10	2.69	50
Rata-Rata		722.44	18.69	3.31	12.19	3.98	

2. Data pengujian pelepasan energi

Tabel 13 Data mentah pengujian Pelepasan Energi PLTS

Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
10/10/2025	13.30	3 Buah Lampu 5w	12.45	0.15	90
10/10/2025	14.00		12.33	1.56	75
10/10/2025	14.30		12.26	1.55	60
10/10/2025	15.00		12.21	1.55	60
10/10/2025	15.30		12.17	1.55	55
10/10/2025	16.00		12.1	1.56	50
10/10/2025	16.30		12.06	1.57	45
10/10/2025	17.00		12.05	1.56	45
10/10/2025	17.30		11.98	1.56	30
10/10/2025	18.00		11.92	1.54	30
10/10/2025	18.30		11.85	1.57	20
10/10/2025	19.00		11.82	1.58	20
10/10/2025	19.30		11.78	1.57	15
10/10/2025	20.00		11.71	1.58	15
10/10/2025	20.30		11.66	1.54	10
10/10/2025	21.00		11.61	1.60	10
10/10/2025	21.30		11.55	1.57	5
10/10/2025	22.00		11.52	1.62	5
Rata-Rata			11.95	1.49	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
10/13/2025	17.00	charger laptop + charger HP	12.68	5.58	95
10/13/2025	17.20		12.31	6.04	75
10/13/2025	17.50		12.26	3.70	60
10/13/2025	18.20		12.19	3.31	55
Rata-Rata			12.36	4.66	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
10/21/2025	15.00	3 lampu 5w + charger hp + charger Laptop	12.22	6.18	60
10/21/2025	15.30		12.01	6.52	40
10/21/2025	16.00		11.96	4.75	25
10/21/2025	16.30		11.80	5.64	20
10/21/2025	17.00		11.73	4.87	15
10/21/2025	17.30		11.57	4.83	5
10/21/2025	18.00		11.41	4.95	3
10/21/2025	18.30		11.23	4.45	0

Rata-Rata			11.74	5.27	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
11/11/2025	13.00	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	12.01	5.5	40
11/11/2025	13.30		11.78	5.55	15
11/11/2025	14.00		11.57	6.38	5
11/11/2025	14.30		11.34	5.54	3
11/11/2025	15.00		11.06	3.85	0
Rata-Rata			11.55	5.36	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
11/13/2025	19.00	Lampu 3x5W	12.3	1.64	70
11/13/2025	19.30		12.26	1.56	60
11/13/2025	20.00		12.21	1.58	60
11/13/2025	20.30		12.15	1.59	50
11/13/2025	21.00		12.1	1.58	50
11/13/2025	21.30		12.06	1.59	40
11/13/2025	22.00		11.99	1.59	30
11/13/2025	22.30		11.94	1.59	30
11/13/2025	23.00		11.89	1.59	20
Rata-Rata			12.1	1.59	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/4/2015	13.00	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	12.8	6.13	100
12/4/2025	13.30		12.38	5.6	70
12/4/2035	14.00		12.27	4.51	60
12/4/2045	14.30		12.16	4.97	50
12/4/2055	15.00		12.11	4.54	50
Rata-Rata			12.34	5.15	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/5/2025	14.00	Lampu 3x5W	12.7	4.2	90
12/5/2025	14.30		12.6	4.16	85
12/5/2025	15.00		12.4	4.13	80
12/5/2025	15.30		12.23	4.13	60
12/5/2025	15.00		12.1	4.1	50
Rata-Rata			12.41	4.14	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/8/2025	13.00	Lampu 3x5W	12.2	3.2	60
12/8/2025	13.30		12.1	3.07	50
12/8/2025	14.00		12	3.04	40
12/8/2025	14.30		12	3.06	40
12/8/2025	15.00		11.95	3.1	30
Rata-Rata			12.05	3.09	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/15/2025	16.00	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	12.5	5.96	80
12/15/2025	16.30		12.3	5.7	70
12/15/2025	17.00		12.25	4.74	60

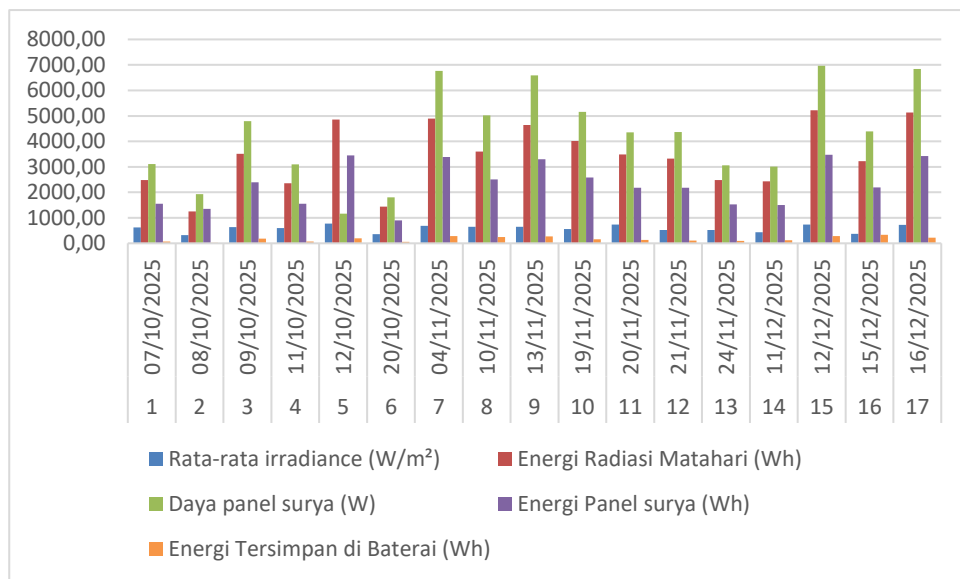
12/15/2025	17.30		12.15	4.63	50
12/15/2025	18.00		12.1	5.16	50
12/15/2025	18.30		12	4.11	40
12/15/2025	19.00		11.9	4.88	30
Rata-Rata			12.17	5.03	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/17/2025	09.00	Lampu 3x5W	12.8	4.5	100
12/17/2025	09.30		12.7	4.18	90
12/17/2025	10.00		12.5	4.14	85
12/17/2025	10.30		12.4	4.14	75
12/17/2025	11.00		12.3	4.1	70
12/17/2025	11.30		12.3	4.1	70
12/17/2025	12.00		12.15	3.8	50
12/17/2025	12.30		12.1	3.2	50
12/17/2025	13.00		12	3.06	40
Rata-Rata			12.36	3.91	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/17/2025	15.00	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	12.1	5.4	50
12/17/2025	15.30		11.8	5.65	20
12/17/2025	16.00		11.67	6.38	10
12/17/2025	16.30		11.36	5.62	5
12/17/2025	17.00		11.25	3.1	0
Rata-Rata			11.64	5.23	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/18/2025	10.00	lampu 3x5w	12.5	1.7	85
12/18/2025	10.30		12.5	1.63	85
12/18/2025	11.00		12.4	1.56	75
12/18/2025	11.30		12.6	1.62	90
12/18/2025	12.00		12.6	1.69	90
12/18/2025	12.30		12.5	1.64	85
12/18/2025	13.00		12.4	1.6	70
12/18/2025	13.30		12.3	1.62	60
12/18/2025	14.00		12.3	1.58	60
Rata-Rata			12.46	1.63	
Tanggal	waktu	Jenis Beban	Tegangan Baterai (V)	Arus Baterai (A)	Persentase Baterai(%)
12/20/2025	13.00	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	12.5	4.91	85
12/20/2025	13.30		12.4	5.49	70
12/20/2025	14.00		12.3	5.49	60
12/20/2025	14.30		12.1	7.29	50
12/20/2025	15.00		12	5.28	40
12/20/2025	15.30		11.9	4.62	30
12/20/2025	16.00		11.8	4.46	25
Rata-Rata			12.14	5.36	

3. Hasil Pengolahan Data

1. Hasil pengolahan data PLTS pengisian daya

Tabel 14 Hasil pengolahan data Pengisian

No	Tanggal	Rata-rata iradiasi (W/m ²)	Energi Radiasi Matahari (Wh)	Daya panel surya (W)	Energi Panel surya (Wh)	Energi listrik masuk ke baterai (Wh)	Energi Tersimpan di Baterai (Wh)	Efisiensi Pengisian Baterai (%)	Efisiensi Panel Surya (%)
1	10/7/2025	628.52	2482.65	3110.43	1555.21	199.44	74.37	3.81	15.10
2	10/8/2025	316.04	1248.36	1925.90	1357.27	53.31	23.43	1.08	26.84
3	10/9/2025	635.11	3512.18	4796.96	2398.48	513.40	184.50	5.56	14.02
4	10/11/2025	597.30	2359.34	3097.59	1548.80	235.10	69.86	2.88	13.34
5	10/12/2025	768.76	4858.58	1161.50	3452.38	574.40	199.99	5.79	10.58
6	10/20/2025	363.58	1436.14	1805.90	902.95	163.04	59.21	5.39	22.59
7	11/4/2025	687.72	4889.67	6765.24	3382.62	774.78	283.21	7.11	12.98
8	11/10/2025	650.36	3596.48	5014.41	2507.20	663.20	241.02	9.29	13.00
9	11/13/2025	653.79	4648.44	6594.45	3297.22	737.69	265.76	7.63	13.60
10	11/19/2025	564.44	4013.20	5156.65	2578.32	426.09	153.93	5.00	15.71
11	11/20/2025	734.45	3481.29	4349.42	2174.71	281.24	132.26	5.12	11.50
12	11/21/2025	526.65	3328.43	4366.25	2183.13	307.71	113.10	4.48	16.03
13	11/24/2025	523.57	2481.71	3063.07	1531.53	245.99	98.57	5.25	16.61
14	12/11/2025	439.63	2431.15	3015.71	1507.85	315.46	121.29	6.71	20.04
15	12/12/2025	733.56	5215.58	6960.22	3480.11	766.64	279.68	7.06	11.49
16	12/15/2025	370.68	3221.23	4396.35	2198.18	933.03	339.41	14.68	22.75
17	12/16/2025	722.44	5136.58	6841.72	3420.86	590.43	218.26	5.45	11.69

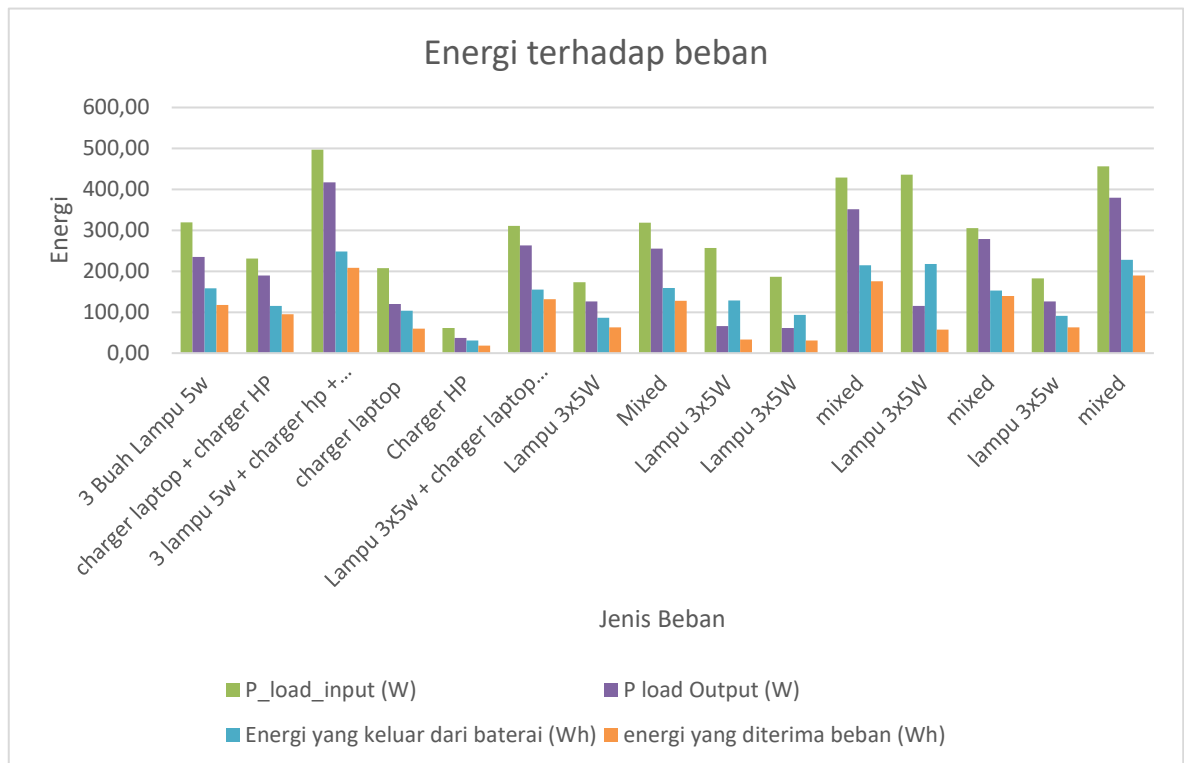


Gambar 47 Grafik energi terhadap panel surya

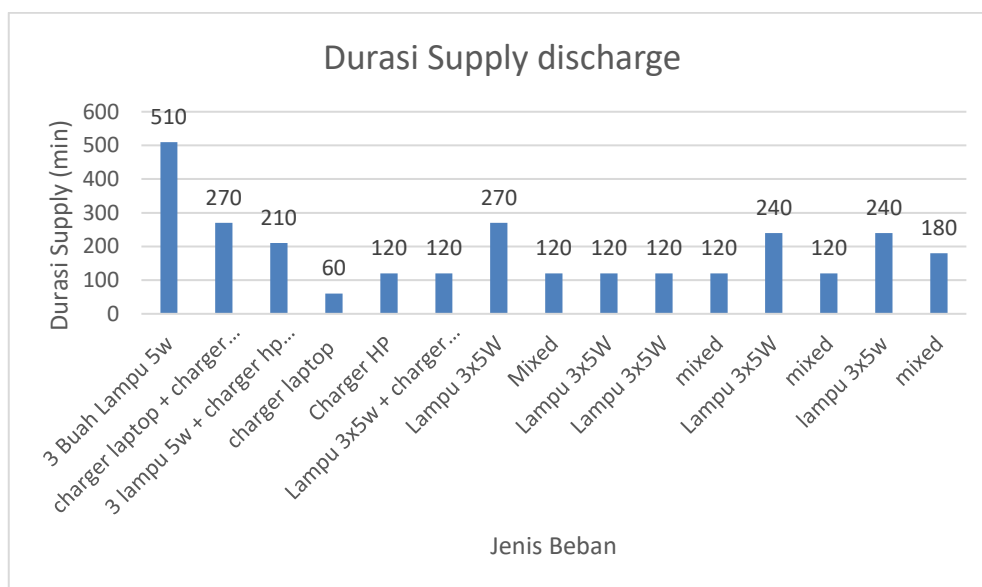
2. Hasil Pengolahan data PLTS pelepasan energi

Tabel 15 Hasil pengolahan data PLTS Pelepasan Energi

No	Tanggal	Jenis Beban	Durasi (min)	Durasi Supply (Jam)	P _{load input} (W)	P _{load Output} (W)	Energi yang keluar dari baterai (Wh)	energi yang diterima beban (Wh)	Efisiensi (%)
1	10/10/2025	3 Buah Lampu 5w	510	8.5	319.29	234.6	158.64	117.3	73.96
2	10/13/2025	charger laptop + charger HP	270	1.5	230.82	189.7	115.41	94.85	82.52
3	10/21/2025	3 lampu 5w + charger hp + charger Laptop	210	4	496.65	417.4	248.32	208.7	84.23
4	11/5/2025	charger laptop	60	1.5	207.92	120.2	103.96	60.1	57.54
5	11/6/2025	Charger HP	120	2.5	61.20	36.9	30.60	18.45	55.29
6	11/11/2025	Lampu 3x5w + charger laptop + HP	120	2.5	310.66	263.4	155.33	131.7	84.67
7	11/13/2025	Lampu 3x5W	270	4.5	173.16	126	86.58	63	72.79
8	12/4/2015	Mixed	120	2.5	318.54	255.1	159.27	127.55	80.41
9	12/5/2025	Lampu 3x5W	120	2.5	257.09	66.3	128.54	33.15	25.79
10	12/8/2025	Lampu 3x5W	120	2.5	186.43	61.2	93.22	30.6	32.79
11	12/15/2025	mixed	120	3.5	428.76	351.3	214.38	175.65	82.06
12	12/17/2025	Lampu 3x5W	240	4.5	436.24	115.6	218.12	57.8	26.70
13	12/17/2025	mixed	120	2.5	305.18	278.4	152.59	139.2	97.33
14	12/18/2025	lampu 3x5w	240	4.5	182.38	126	91.19	63	69.16
15	12/20/2025	mixed	180	3.5	456.15	379.8	228.08	189.9	83.54



Gambar 48 Grafik energi terhadap beban



Gambar 49 Diagram durasi supply

4. Foto-Foto Kegiatan

