

RANCANG BANGUN DAN ANALISA SISTEM MODUL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEDERHANA PADA SISTEM 24V DAN 48V

Charis Septya Nugraha¹, Sandy Suryo Prayogo^{1,2}, Desy Kristyawati^{1,3}

¹Departemen Teknik Elektro, Universitas Gunadarma, Indonesia;

Email : Charis123@student.gunadarma.ac.id (C.S.N), sandy_sr@staff.gunadarma.ac.id (S.S.P),
desy_kristyawati@staff.gunadarma.ac.id (N.P3);

Abstrak : Panel surya merupakan inovasi yang memberikan kontribusi besar dalam penyediaan energi bersih tanpa menghasilkan polusi. Panel ini berfungsi sebagai sumber energi yang kemudian diolah menjadi energi listrik melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membandingkan modul PLTS sederhana dengan dua konfigurasi sistem, yaitu sistem 24V dan sistem 48V. PLTS sederhana banyak digunakan pada sektor rumah tangga karena dinilai lebih ekonomis dibandingkan berlangganan langsung ke perusahaan listrik. Namun, penggunaan sistem ini seringkali belum memperhatikan efisiensi dan efektivitas dari konfigurasi yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul PLTS sistem 24V memiliki efisiensi sebesar 60%, sementara sistem 48V memiliki efisiensi sebesar 53%. Meskipun demikian, sistem 48V mampu menghasilkan daya yang lebih besar dibandingkan sistem 24V. Dengan demikian, pemilihan sistem PLTS tidak hanya mempertimbangkan efisiensi, tetapi juga kapasitas daya yang dihasilkan sesuai kebutuhan pengguna.

Kata Kunci : *Panel Surya, PLTS, Modul PLTS 24V, Modul PLTS 48V*

Abstract : Solar panels are an innovation that significantly contributes to the supply of clean energy without producing pollution. These panels function as an energy source that is then converted into electrical energy through a Solar Power Plant (PLTS) system. This study aims to design and compare simple PLTS modules with two system configurations: 24V and 48V systems. Simple PLTS systems are widely used in households due to their cost-effectiveness compared to subscribing directly to the state electricity company. However, these systems are often implemented without considering the efficiency and effectiveness of the configurations used. The results of this study show that the 24V PLTS module has an efficiency of 60%, while the 48V system has an efficiency of 53%. Nevertheless, the 48V system is capable of producing greater power output than the 24V system. Therefore, choosing a PLTS system should not only consider efficiency but also the power capacity generated according to the user's needs.

Keywords : *Solar Panel, PLTS, 24V PLTS Module, 48V PLTS Module*

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2025, Vol. 6, No. 2, pp 1 – 12

Received : 12 April 2025

Accepted : 14 Mei 2025

Published : 20 Juli 2025



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

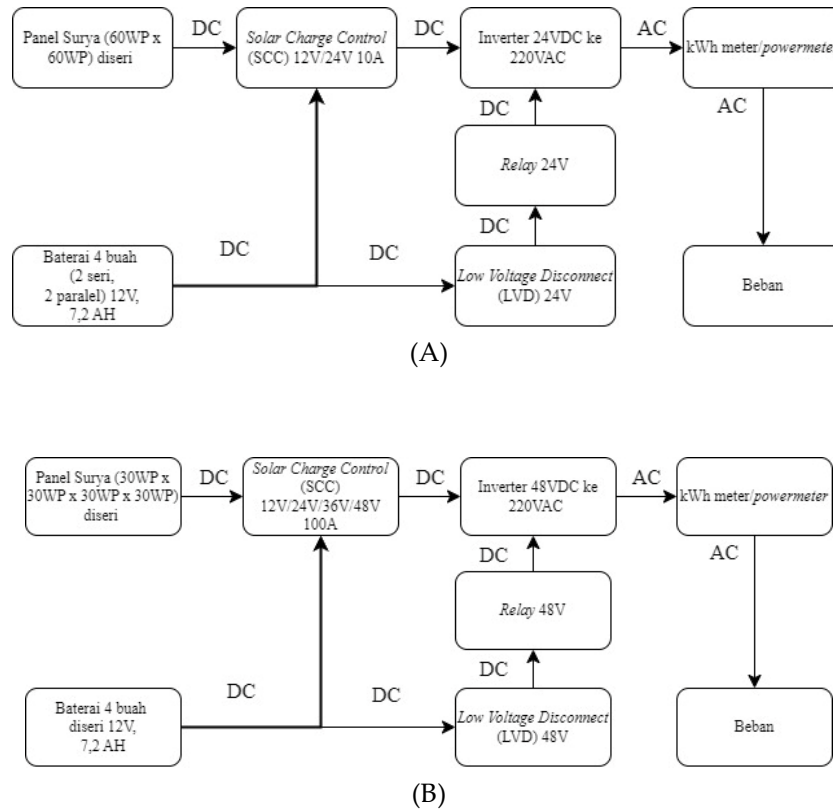
1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Saat ini, energi listrik sangat dibutuhkan untuk menunjang berbagai aktivitas, seperti kebutuhan rumah tangga, transportasi, dan berbagai bidang lainnya. Namun, penggunaan energi listrik saat ini masih banyak bergantung pada sumber energi tidak terbarukan, seperti di Indonesia yang sebagian besar pasokan listriknya berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batu bara. Salah satu alternatif solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi tidak terbarukan adalah dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS merupakan sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan memanfaatkan prinsip efek photovoltaic. Efek photovoltaic adalah fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya (solar cell) ketika terkena cahaya matahari sehingga mampu menghasilkan energi listrik (Burhandono et al., 2022). Penggunaan panel surya saat ini semakin banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif pengganti energi dari batu bara. Energi listrik dari tenaga surya sangat cocok digunakan di Indonesia, karena letak geografisnya yang berada di garis khatulistiwa membuat sinar matahari tersedia sepanjang tahun. Energi listrik dari panel surya termasuk dalam kategori energi bersih dan ramah lingkungan, karena tidak menghasilkan emisi atau polusi. Selain itu, panel surya juga memiliki tingkat efisiensi yang cukup baik dalam mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Oleh karena itu, penggunaan panel surya semakin banyak diterapkan, khususnya untuk kebutuhan listrik rumah tangga di berbagai negara, termasuk di Indonesia (Pasaribu et al., 2023). Dalam sistem tenaga surya, terdapat berbagai konfigurasi tegangan yang digunakan, tergantung pada kebutuhan spesifik aplikasi. Dua konfigurasi yang umum digunakan adalah sistem 24V dan 48V. Masing-masing konfigurasi ini memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri, baik dari segi efisiensi, biaya, maupun kemudahan instalasi. Namun, salah satu aspek yang sering menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan sistem adalah tingkat penurunan tegangan (voltage drop) yang terjadi dalam proses konversi dan pengisian daya. *Voltage drop* yang tinggi dapat mengurangi efisiensi sistem secara keseluruhan dan berdampak negatif pada umur panjang komponen, terutama baterai (Kharisma et al., 2024).

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Blok

Penelitian ini dimulai dari pembuatan diagram blok sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk konfigurasi 24V dan 48V. Diagram blok ini berfungsi sebagai acuan dalam memahami rancangan sistem yang akan dikembangkan. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem PLTS yang digunakan dalam penelitian ini. Sistem 24V pada Gambar 1(A) menggunakan dua panel surya berkapasitas 60 WP yang disusun secara seri, menghasilkan tegangan input yang sesuai dengan sistem 24V. Energi dari panel surya disimpan dalam empat buah baterai 12V yang dikonfigurasi dengan cara dua baterai disusun seri, lalu kedua rangkaian seri tersebut diparalelkan sehingga menghasilkan tegangan kerja sebesar 24V. Sistem ini dikendalikan menggunakan Solar Charge Controller (SCC) sebelum disalurkan ke beban.

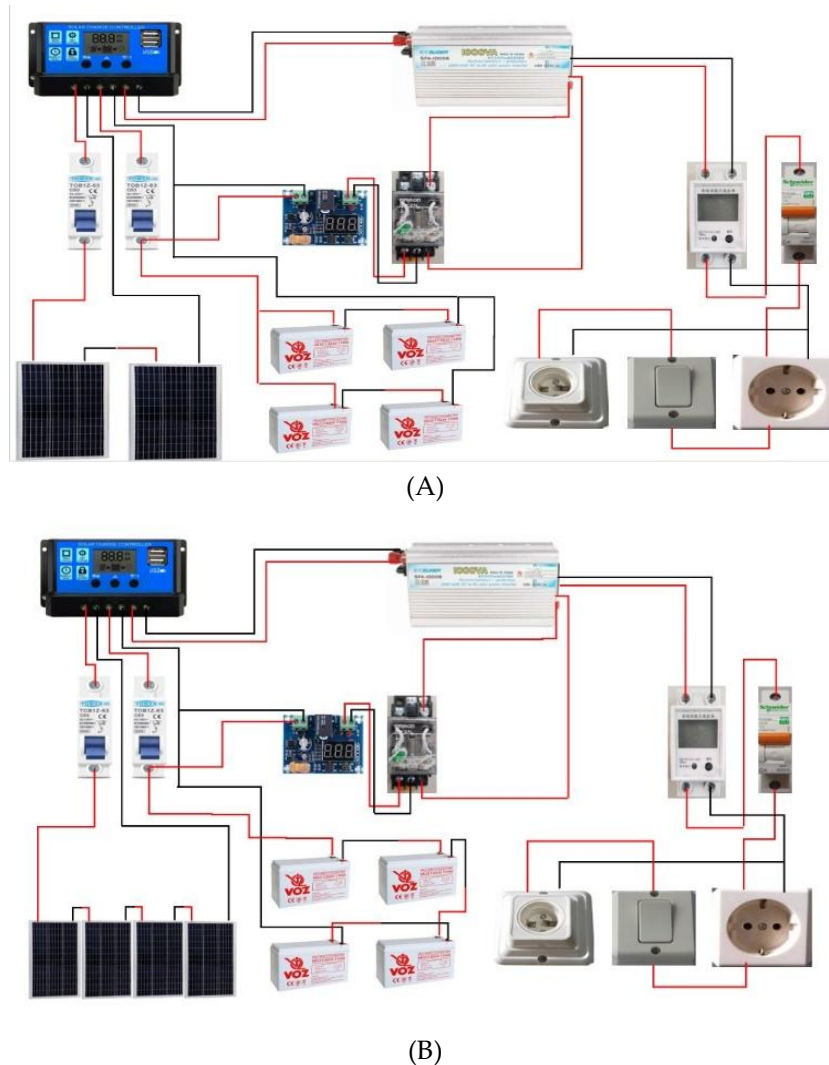


Gambar 1. (A) Diagram blok sistem 24V, (B) Diagram blok sistem 48V

Sementara itu, sistem 48V pada Gambar 1(B) menggunakan empat panel surya 30 WP yang disusun secara seri untuk mencapai tegangan yang sesuai dengan kebutuhan sistem 48V. Energi yang dihasilkan disimpan pada empat buah baterai 12V yang dikonfigurasi secara seri penuh, menghasilkan total tegangan sebesar 48V. Seperti pada sistem 24V, sistem ini juga menggunakan SCC untuk mengatur aliran daya dari panel ke baterai dan kemudian ke beban. Perancangan kedua sistem ini bertujuan untuk membandingkan performa dan efisiensi antara konfigurasi 24V dan 48V dalam kondisi operasional yang serupa.

2.2. Rangkaian Skematik

Rangkaian skematik dalam penelitian ini memiliki peran penting untuk menggambarkan secara rinci bagaimana sistem akan dirancang dan dirakit, sehingga dapat mempermudah proses pembangunan dan instalasi modul PLTS. Gambar 2 (A) menunjukkan rangkaian skematik untuk sistem PLTS 24V yang dirancang sesuai dengan diagram blok sebelumnya. Sistem ini terdiri dari dua panel surya 60WP yang disusun secara seri, lalu dihubungkan ke empat buah baterai 12V yang dikonfigurasi dengan dua baterai diseri lalu diparalelkan. Arus dari panel surya dikendalikan oleh Solar Charge Controller (SCC) sebelum disalurkan ke beban. Komponen utama dalam skematik ini mencakup panel surya, SCC, baterai, dan beban, yang semuanya dirancang untuk menghasilkan tegangan kerja sebesar 24V secara stabil dan efisien.



Gambar 2. (A) Rangkaian skematik sistem 24V, (B) Rangkaian skematik sistem 48V

Gambar 2 (B) menampilkan rangkaian skematik sistem PLTS 48V yang juga mengikuti rancangan pada diagram blok. Perbedaan utama pada skematik ini terletak pada jumlah dan susunan input panel surya serta konfigurasi baterai. Empat panel surya 60WP disusun secara seri untuk menghasilkan tegangan input yang lebih tinggi, kemudian disalurkan ke empat buah baterai 12V yang dikonfigurasi secara seri penuh sehingga menghasilkan tegangan total sebesar 48V. Sama seperti sistem 24V, arus dari panel dikendalikan oleh SCC sebelum dialirkan ke beban. Rangkaian ini dirancang untuk menghasilkan daya yang lebih besar dan menunjukkan performa sistem PLTS 48V dalam kondisi pengoperasian nyata.

2.3. Spesifikasi Komponen dan Cara Kerja

Pada pelaksanaan perancangan sistem ini, dibutuhkan sejumlah komponen yang disesuaikan dengan kebutuhan berdasarkan spesifikasi masing-masing. Sistem PLTS 24V dan 48V pada dasarnya menggunakan jenis komponen yang serupa, namun terdapat perbedaan pada beberapa spesifikasi teknis yang menyesuaikan dengan konfigurasi sistem. Penjelasan berikut memuat rincian singkat mengenai komponen-komponen yang digunakan beserta spesifikasinya.

Tabel 1.
Penjelasan dan Spesifikasi Komponen

No.	Komponen	Deskripsi	Spesifikasi yang Digunakan
1	Panel Surya	Panel Surya adalah suatu alat untuk menangkap energi surya dan mengubahnya menjadi energi listrik beraliran DC dengan proses fotovoltaiic, oleh karena itu panel surya disebut juga sebagai Sel Fotovoltaiic(Lead-acid et al., 2015)	24VDC Maysun Solar, 60 WP 48 VDC Maysun Solar, 30 WP
2	MCB	<i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) merupakan salah satu jenis pengaman untuk kelistrikan yang sering digunakan. Alat ini dapat melindungi suatu rangkaian dari efek terjadinya <i>short circuit</i> atau beban berlebih (Adhimanata & A, 2024)	TOMZN TOBIZ-63, DC125V Schneider DOMF01106
3	SCC	<i>Solar charge control</i> (SCC) adalah suatu peralatan yang bisa mengatur arus pengisian dan pengeluaran dari baterai. SCC ini mengatur <i>overcharging</i> dari pengisian baterai dan dapat mengatur kelebihan tegangan dari solar panel (Solar et al., 2022)	Sistem 24V : 12V/24V 10A Sistem 48V : 12V/24V/36V/48V 100A
4	Baterai/Aki	Baterai adalah alat elektro kimia yang di buat untuk mensuplai listrik Accu menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus.(Firdaus, 2021)	VOZ VD12-7.2
5	LVD	LVD akan memutus beban dari baterai secara otomatis pada saat tegangan baterai sudah turun mencapai batas pengaturan tegangan rendah, dan kemudian akan menyambungkan kembali beban secara otomatis jika baterai sudah terisi kembali dan tegangannya sudah mencapai batas pengaturan tegangan reconnect (low voltage reconnect).(Fadilah et al., 2023)	XH-M609/M635 (24V) XY-CD60L (48V)
6	Relay	<i>Relay</i> adalah sebuah saklar otomatis yang dapat mengaktifkan dan mematikan suatu sistem dengan sendirinya. Alat ini menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup dan membuka kontak saklarnya, sehingga terlihat menjadi otomatis(Fadi lah et al., 2023)	Omron 24V LY2N, Schneider 48V RXM
7	Inverter	Inverter adalah peralatan dalam dunia elektronik yang dapat mengubah listrik yang memiliki aliran DC menjadi listrik beraliaran AC dengan nilai frekuensi yang dapat dirubah. Inverter menerima sumber tegangan DC sebagai tegangan masukan yang dapat diperoleh dari akumulator (aki). (Skala & Rumah, 2023)	Inverter 24v dan Inverter 48V
8	KWH Meter	Alat ini berfungsi untuk mendeteksi aktifitas daya, tegangan, hingga arus pada suatu sistem rangkaian. KWH meter merupakan alat ukur listrik yang menggunakan alat hitung dan memakai azas induksi (Haryanto, 2021)	taffware DDS7629

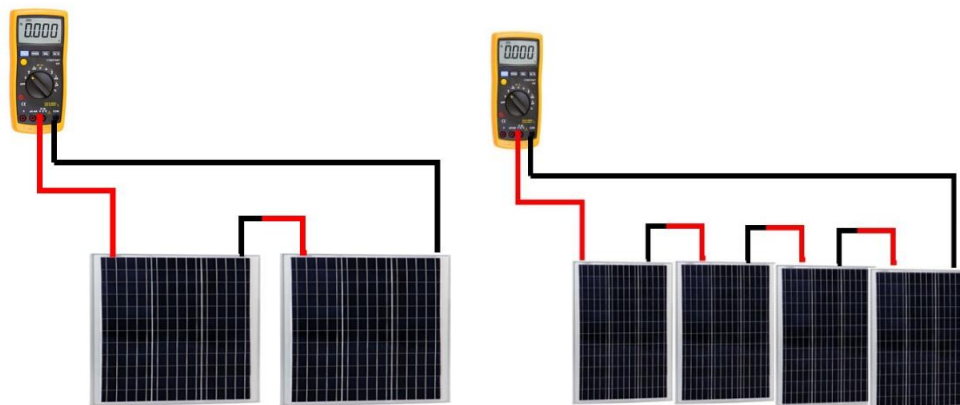
PLTS pada penelitian ini dirancang dengan konsep sederhana dan menggunakan komponen yang mudah didapatkan. Cara kerjanya dimulai dari panel surya yang menangkap energi matahari, lalu energi tersebut disimpan di dalam baterai dengan bantuan Solar Charge Controller (SCC) sebagai pengatur pengisian daya. Baterai digunakan sebagai sumber cadangan saat panel surya tidak menghasilkan daya, seperti saat malam hari atau cuaca mendung. Sistem ini juga dilengkapi fitur Low Voltage Disconnect (LVD) untuk melindungi baterai dari kerusakan saat tegangan terlalu rendah, dengan cara memutus aliran ke inverter. Inverter sendiri berfungsi untuk mengubah tegangan DC dari baterai menjadi tegangan AC yang bisa digunakan untuk peralatan listrik rumah tangga.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap selanjutnya adalah menyajikan hasil dan pembahasan dari sistem PLTS yang telah dirancang dan diuji. Pengujian dilakukan untuk memperoleh data terkait tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap hambatan internal baterai, hambatan sistem secara keseluruhan, efisiensi sistem, serta performa sistem dalam kondisi lengkap dan terintegrasi. Hasil-hasil tersebut dianalisis untuk mengetahui sejauh mana sistem PLTS bekerja secara optimal serta untuk membandingkan performa antara sistem 24V dan sistem 48V.

3.1. Pengujian Panel Surya

Panel surya yang diuji terdiri dari dua panel surya 60WP yang disusun secara seri dan empat panel surya 30WP yang juga disusun secara seri. Titik pengujian untuk tegangan dan arus pada kedua konfigurasi ini tetap sama, tanpa adanya perubahan. Gambar 3 di sebelah kiri menunjukkan pengujian tegangan dan arus pada sistem 24V, sedangkan Gambar 3 di sebelah kanan menunjukkan pengujian tegangan dan arus pada sistem 48V.

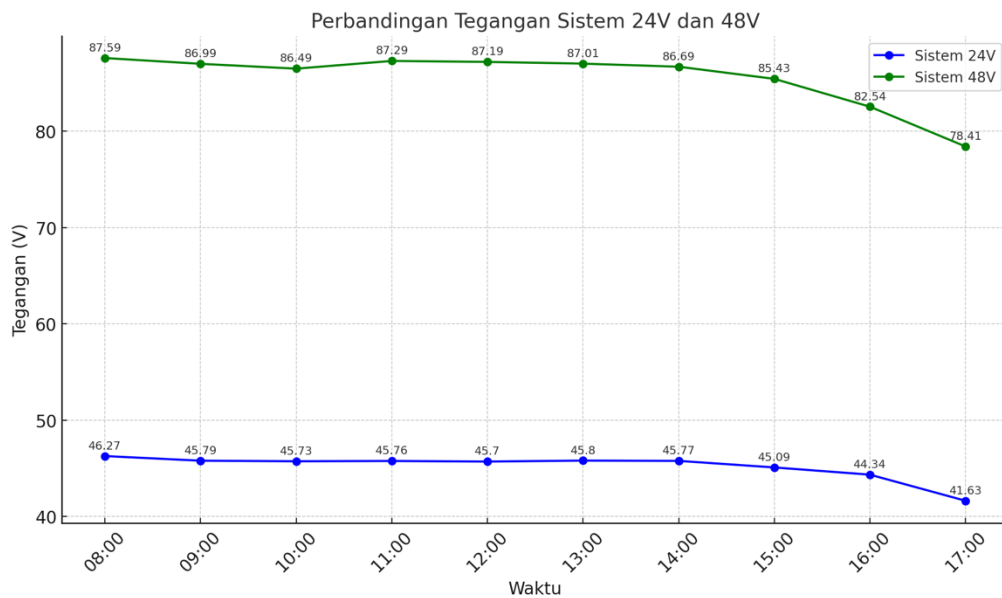


Gambar 3. titik pengujian Tegangan dan arus pada sistem 24V dan 48V

Tabel 2. menunjukkan data pemantauan harian terhadap dua sistem kelistrikan, yaitu sistem 24V dan sistem 48V, dengan parameter tegangan (V), arus (A), dan daya (hasil perkalian $V \times I$) yang dicatat setiap jam dari pukul 08:00 hingga 17:00. Tegangan pada kedua sistem relatif stabil, namun arus dan daya menunjukkan variasi sesuai dengan beban yang digunakan. Daya tertinggi terjadi sekitar pukul 11:00 hingga 12:00 yang menandakan waktu puncak konsumsi energi, sedangkan daya terendah terjadi pukul 17:00 ketika aktivitas mulai menurun. Data ini berguna untuk menganalisis pola penggunaan energi, efisiensi sistem, serta perencanaan beban listrik secara optimal.

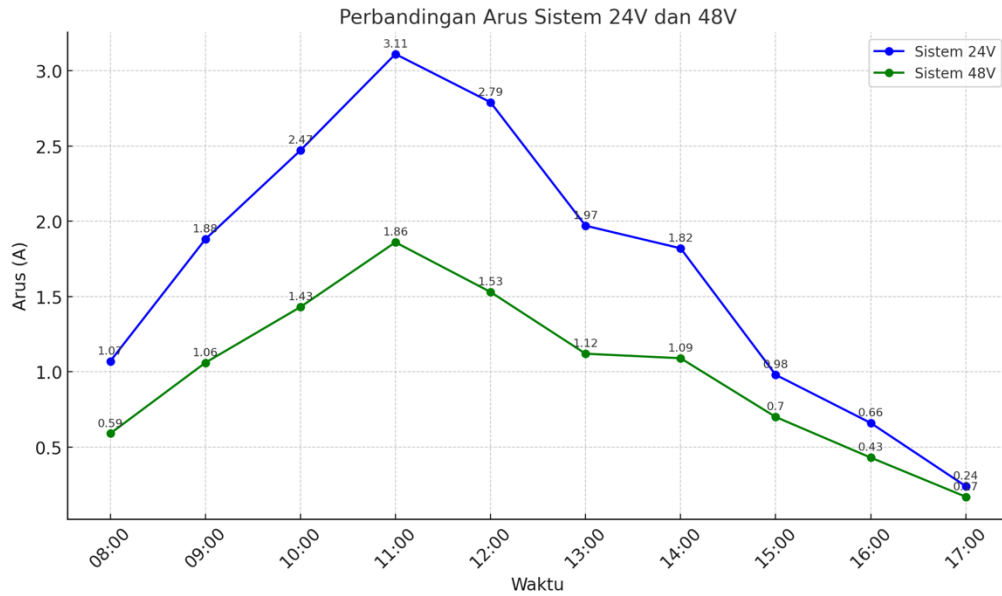
Tabel 2.
Hasil Pengujian Panel surya sistem 24V dan 48V

No.	Waktu	Tegangan (V)		Arus (A)		Daya(VI)	
		Sistem 24V	Sistem 48V	Sistem 24V	Sistem 48V	Sistem 24V	Sistem 48V
1	08:00	46,27	87,59	1,07	0,59	49,51	52,05
2	09:00	45,79	86,99	1,88	1,06	86,01	91,96
3	10:00	45,73	86,49	2,47	1,43	113,08	123,67
4	11:00	45,76	87,29	3,11	1,86	142,50	162,73
5	12:00	45,70	87,19	2,79	1,53	127,31	133,02
6	13:00	45,80	87,01	1,97	1,12	90,23	97,83
7	14:00	45,77	86,69	1,82	1,09	83,43	94,86
8	15:00	45,09	85,43	0,98	0,70	44,12	59,80
9	16:00	44,34	82,54	0,66	0,43	29,39	35,14
10	17:00	41,63	78,41	0,24	0,17	9,81	13,44



Gambar 4. Grafik dari pengujian tegangan sistem 24V dan 48V

Grafik tegangan dan arus pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan bahwa sistem PLTS 24V memiliki tegangan stabil antara 41,63 V hingga 46,27 V, sedangkan sistem 48V berada pada rentang 78,41 V hingga 87,59 V. Tegangan tertinggi terjadi pada pukul 08:00 dan menurun perlahan hingga pukul 17:00 karena pengaruh intensitas cahaya matahari. Untuk grafik arus, kedua sistem menunjukkan pola yang sama, yaitu meningkat sejak pagi dan mencapai puncak pada pukul 11:00, lalu menurun kembali di sore hari. Sistem 24V menghasilkan arus tertinggi sebesar 3,11 A, sedangkan sistem 48V sebesar 1,86 A. Hal ini menunjukkan bahwa sistem 24V lebih unggul dalam menghasilkan arus, sedangkan sistem 48V lebih unggul dalam menghasilkan tegangan.



Gambar 5. Grafik dari pengujian arus sistem 24V dan 48V

3.2. Pengujian Hambatan Dalam baterai

Pengujian hambatan internal baterai merupakan salah satu pengujian penting yang dilakukan untuk mengetahui beberapa aspek penting dalam penggunaan baterai, seperti efisiensi energi, kinerja baterai, dan tingkat keamanan baterai saat digunakan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya hambatan internal yang terdapat di dalam baterai, karena hambatan ini sangat mempengaruhi performa dan efektivitas sistem penyimpanan energi pada PLTS.



Gambar 6. (A) baterai sebelum dicas (B) baterai sesudah dicas

Metode pengujian dilakukan dengan cara membandingkan tegangan baterai sebelum proses pengisian dan tegangan baterai saat proses pengisian berlangsung. Pada Gambar 6 (A) ditunjukkan kondisi pengukuran tegangan baterai sebelum pengisian, sedangkan pada Gambar 6(B) ditunjukkan kondisi pengukuran tegangan baterai saat proses pengisian. Selain itu, dilakukan juga pengukuran arus pengisian yang masuk ke dalam baterai untuk keperluan perhitungan hambatan internal. Perhitungan hambatan dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$R_{bat} = \frac{V_{bat_n} - V_0}{I_{bat_n}}$$

Dimana $V_{bat,n}$ merupakan tegangan baterai saat pengisian, V_0 adalah tegangan baterai sebelum pengisian, dan $I_{bat,n}$ adalah arus pengisian baterai. Tabel 3. berikut ini menunjukkan hasil pengujian hambatan internal baterai beserta hasil perhitungannya yang telah dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 3.
Pengujian Hambatan dalam Baterai

No.	Arus Pengisian (A)	Tegangan Baterai sebelum pengisian (V)	Tegangan Baterai saat pengisian (V)	Hasil perhitungan (ohm)
1	0,3	12,4	12,4	0
2	0,6	12,4	12,46	0,1
3	0,9	12,4	12,53	0,14
4	1,2	12,4	12,65	0,21
5	1,5	12,4	12,74	0,23
6	1,8	12,4	12,86	0,26
7	2,1	12,4	12,94	0,26
Hambatan Rata-rata				0,17

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian hambatan internal baterai dengan cara mengukur arus pengisian dan perubahan tegangan saat proses pengisian berlangsung. Tegangan awal baterai sebelum pengisian adalah 12,4 volt, sedangkan tegangan saat pengisian bertambah seiring naiknya arus dari 0,3 A hingga 2,1 A. Hambatan internal baterai diperoleh dari selisih tegangan dibagi arus pengisian. Hasil pengujian menunjukkan hambatan internal meningkat seiring naiknya arus hingga stabil di angka 0,26 ohm. Rata-rata hambatan internal baterai dari seluruh pengujian adalah 0,17 ohm.

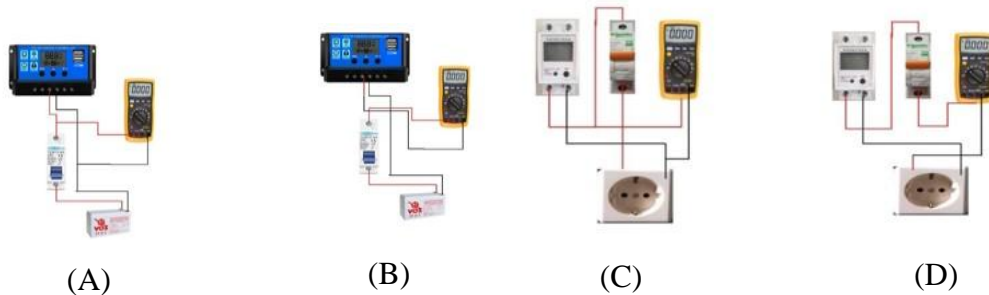
3.3. Pengujian Beban dengan Sumber Energi Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem PLTS saat digunakan untuk menyalakan berbagai jenis beban dengan sumber energi berasal dari baterai. Parameter yang diukur dalam pengujian ini meliputi tegangan baterai, tegangan DC, tegangan AC, arus DC, arus AC, dan daya AC. Pengujian dilakukan pada titik yang sama untuk sistem PLTS 24V dan 48V, sehingga memudahkan perbandingan performa kedua sistem. Beban yang digunakan pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4, yang terdiri dari berbagai peralatan listrik rumah tangga dengan variasi daya berbeda-beda sesuai kebutuhan penggunaan sehari-hari.

Tabel 4.
Daftar beban yang akan diuji

NO	Nama Beban	Kode Beban	Daya Beban (W)
1	Inverter Aktif sistem 24V	L1 (A)	6
2	Inverter Aktif sistem 48V	L1 (B)	26,7
3	Charger HP	L2	18
4	Lem Tembak	L3	20
5	Lampu	L4	23
6	Solder 1	L5	40
7	Solder 2	L6	100
8	Solder 3	L7	200
9	Charger HP	L8	120
10	Charger Laptop	L9	65

Penggunaan variasi beban ini bertujuan untuk menguji kemampuan sistem PLTS 24V dan 48V dalam menyuplai daya, mulai dari beban ringan hingga beban berat. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui respon dan daya tahan masing-masing sistem terhadap perubahan jenis dan jumlah beban. Pengujian dilakukan menggunakan beban yang sama pada kedua sistem, namun terdapat perbedaan pada inverter yang digunakan, di mana inverter sistem 24V dan 48V memiliki daya yang berbeda. Pengujian ini dilakukan hingga sistem PLTS tidak mampu lagi menyuplai daya untuk mengetahui batas maksimal kinerja dari masing-masing sistem.



Gambar 2. (A) Titik pengujian VDC, (B) Titik Pengujian IDC, (C) Titik Pengujian VAC, (D) Titik Pengujian IAC

Tabel 5.

Pengujian Baterai PLTS sistem 24V

Sistem 24V dengan 4 Baterai (2 seri 2 paralel)								
No.	Deskripsi	P beban (w)	V bat (V)	Vdc (V)	Idc (A)	Vac (V)	Iac (A)	Pac (W)
1	Tanpa Beban	0	25	24,9	0,02	0	0	0
2	L1(A)	6	24,7	24,4	0,44	227,2	0	0
3	L1(A)+L2	24	24,5	23,7	0,81	227	0,05	11,35
4	L1(A)+L2+L3	44	24,3	23,59	1,64	227	0,13	29,74
5	L1(A)+L2+L3+L4	67	24,1	23,38	2,09	226,4	0,15	34,12
6	L1(A)+L2+L3+L4+L5	107	23,8	22,57	3,6	225,5	0,25	56,37
7	L1(A)+L2+L3+L4+L5+L6	207	23,4	22,2	5,8	224	0,41	91,84
8	L1(A)+L2+L3+L4+L5+L6+L7	407	22,8	21,54	6,68	223,5	0,5	111,75

Tabel 6.

Pengujian Baterai PLTS Sistem 48V

Sistem 48V dengan 4 Baterai (4 seri)								
NO	Deskripsi	P beban (w)	V bat (V)	Vdc (V)	Idc (A)	Vac (V)	Iac (A)	Pac (W)
1	Tanpa Beban	0	50,9	50,5	0	0	0	0
2	L1(B)	26,7	50,5	49,99	0,46	231,1	0	0
3	L1(B)+L2	44,7	50,3	49,8	0,78	231,2	0,05	11,56
4	L1(B)+L2+L3	64,7	49,5	49	0,93	227,7	0,1	22,77
5	L1(B)+L2+L3+L4	87,7	49	48,5	1,29	220,7	0,16	36,16

6	L1(B)+L2+L3+L4+L5	127,7	48,9	48,2	2,05	225,4	0,3	67,62
7	L1(B)+L2+L3+L4+L5+L6	227,7	48	47,1	3,47	225,8	0,5	112,9
8	L1(B)+L2+L3+L4+L5+L6+L7	427,7	46,8	45,7	4,38	227,9	0,6	136,74
9	L1(B)+L2+L3+L4+L5+L6+L7+L8	527,7	45,9	44,7	4,61	227,4	0,7	159,18

Berdasarkan hasil pengujian sistem PLTS 24V dan 48V pada Tabel 5 dan Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa kedua sistem memiliki pola kerja yang sama. Semakin besar beban yang digunakan, tegangan baterai dan tegangan DC akan menurun, sedangkan arus DC, arus AC, dan daya output AC (Pac) akan meningkat. Sistem PLTS 24V mampu menyalakan beban hingga 407 Watt dengan daya output maksimum 111,75 Watt, sedangkan sistem PLTS 48V mampu menyalakan beban lebih besar hingga 527,7 Watt dengan daya output maksimum 159,18 Watt. Hal ini menunjukkan bahwa sistem 48V lebih unggul dalam menyalakan beban besar. Namun, kedua sistem mengalami penurunan tegangan baterai yang cukup signifikan saat mendekati beban maksimum, sehingga pemilihan kapasitas baterai dan beban perlu diperhatikan agar sistem tetap bekerja dengan baik dan aman.

3.4. Pengujian Efisiensi Sistem

Pengujian efisiensi sistem pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem PLTS 24V dan 48V dalam mengubah energi listrik dari baterai menjadi daya output yang digunakan oleh beban serta melihat rugi-rugi daya yang terjadi saat proses penyaluran energi dari sisi DC ke AC melalui inverter. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan beban secara bertahap, mulai dari beban ringan hingga beban berat, kemudian dilakukan pencatatan daya input (PIN) dari sisi DC dan daya output (POUT) dari sisi AC. Perhitungan efisiensi dilakukan dengan membandingkan daya output terhadap daya input, sehingga semakin tinggi nilai efisiensi maka semakin baik kinerja sistem PLTS dalam menyalurkan daya.

Tabel 6.
Pengujian Efisiensi Sistem PLTS 24V dan 48V

NO	Deskripsi	PLTS Sistem 24V			PLTS Sistem 48V		
		PIN (VA)	POUT (W)	Efisiensi (%)	PIN (VA)	POUT (W)	Efisiensi (%)
1	Inverter aktif	10,69	0,00	0	23	0	0
2	Charger HP	19,15	11,35	59	38,84	11,56	29
3	Lem tembak	38,63	29,74	76	45,57	21,77	47
4	Lampu	48,49	34,12	70	62,52	36,16	57
5	Solder 1	81,25	56,37	69	98,81	67,62	68
6	Solder 2	128,76	91,84	71	163,44	112,9	69
7	Solder 3	143,89	111,75	78	200,17	136,74	68
8	Charger HP	-	-	-	206,07	159,18	77
Efisiensi Rata-rat		η_{DC} (24V)		60	η_{DC} (48V)		52

Berdasarkan hasil pengujian efisiensi sistem PLTS 24V dan 48V, dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi pada kedua sistem cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya daya beban yang digunakan. Pada sistem PLTS 24V, efisiensi tertinggi mencapai 78%, sedangkan pada sistem PLTS 48V

efisiensi tertinggi mencapai 77%. Namun, efisiensi terendah pada kedua sistem terjadi saat kondisi tanpa beban, yaitu sebesar 0%. Secara keseluruhan, rata-rata efisiensi sistem PLTS 24V sebesar 60%, sedangkan rata-rata efisiensi sistem PLTS 48V sebesar 52%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem PLTS 24V memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem PLTS 48V, meskipun sistem PLTS 48V mampu menyuplai daya beban yang lebih besar.

4. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem PLTS 24V memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan sistem PLTS 48V. Efisiensi rata-rata yang didapatkan pada sistem PLTS 24V sebesar 60%, sedangkan pada sistem PLTS 48V sebesar 52%. Meskipun demikian, perbedaan efisiensi antara kedua sistem tidak terlalu jauh, sehingga keduanya masih tergolong efisien dalam proses penyaluran daya. Namun, dari hasil pengujian daya beban, sistem PLTS 48V mampu menyalakan beban yang lebih besar dibandingkan sistem PLTS 24V. Oleh karena itu, pemilihan sistem PLTS perlu disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Jika prioritas utama adalah efisiensi sistem, maka PLTS 24V lebih direkomendasikan. Namun, jika kebutuhan beban lebih besar dan memerlukan suplai daya lebih tinggi, maka penggunaan sistem PLTS 48V lebih disarankan.

Daftar Pustaka

- Adhimanata, Y., & A, S. D. (2024). *Capacitor Bank Panel Design to Improve Industrial Power System Efficiency and Safety Rancangan Panel Kapasitor Bank untuk Meningkatkan Efisiensi dan Keamanan Sistem Daya Industri*. 7, 227–232.
- Burhandono, A., Windarta, J., & Sinaga, N. (2022). Perencanaan PLTS Roof Top On-Grid Untuk Gedung Kantor PLTU Amurang Sebagai Upaya Mengurangi Auxiliary Power dan Memperbaiki Nilai Nett Plant Heat Rate Pembangkit. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(2), 61–79. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13051>
- Fadilah, Sofiah, Rikardo, A., Studi, P., Elektro, T., & Palembang, universitas muhammadiyah. (2023). *Analisis Kerja LVD (Low Voltage Disconnect) Multisistem Pada Akumulator 12 Volt Pada Panel Surya*. 54–59.
- Firdaus, A. (2021). *Edukasi Penggunaan Panel Surya Atap (Rooftop) Sistem Penerangan Pada Yayasan Kuttab Abstrak Pendahuluan*. 1–7.
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin*, 10(1), 43. <https://doi.org/10.22441/jtm.v10i1.4779>
- Kharisma, D., Pamungkas, R., Diah, S., Febriani, A., Terbarukan, E., Politeknik, T., Jember, N., Terbarukan, E., Politeknik, T., & Jember, N. (2024). PERHITUNGAN VOLTAGE DROP UNTUK PENENTUAN PENGGUNAAN KABEL DC PADA PLTS ROOFTOP 1 , 7 MWp DI PT PANVERTA CAKRAKENCANA. 2(2), 104–114.
- Lead-acid, B., Volta, A., Setiono, I., Hidayat, R., Baterai, F., Latif, M., Proses, A., & Accumulator, C. (2015). *Bab 2 tinjauan pustaka 2.1*. 6–17.
- Pasaribu, S. E., Fadhilah, N. H. K., & Kusumah, I. H. (2023). *Analisis Biaya dan Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Perumahan Taman Lestari Nagrak*. 9(1), 129–138.
- Skala, P., & Rumah, K. (2023). *STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SKALA KECIL RUMAH TANGGA*. 12(2), 95–104.
- Solar, I., Controller, C., Pengisian, U., Dengan, B., Sumber, M., Hybrid, E., Sepeda, P., & Listrik, M. (2022). *Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Sumber Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik*. 06(02), 128–135.