

DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PANEL SURYA *OFF-GRID* BERDAYA 550 WP UNTUK APLIKASI ENERGI MANDIRI

Nurkahfi Irwansyah¹⁾, Woro Agus Nurtiyanto²⁾, Maman Firmansyah³⁾, Irawati⁴⁾

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

Correspondence author: N.Irwansyah, dosen01318@unpam.ac.id, Tangerang Selatan, Indonesia

Abstract

Indonesia's electricity demand continues to increase year by year, necessitating alternative renewable energy solutions to reduce dependence on fossil fuels. This study designs and implements an Off-grid Solar Power Plant (PLTS) system with a capacity of 550 Wp using monocrystalline solar panels. The system consists of solar panels, a solar charge controller, a battery, and an inverter designed for small-scale applications. Tests were conducted to evaluate the system's efficiency, including the relationship between solar radiation intensity, voltage, and output current. At an average daily solar radiation intensity of 560.9 W/m², the system produced an average voltage of 28.4 V and an average current of 2.4 A. Additional analysis of the effects of shading and variations in panel tilt angles (16.75°, 28.75°, and 35.8°) showed average daily power outputs of 66.06 W, 70.81 W, and 66.52 W, respectively. The system was proven capable of supplying loads of up to 375 W for household appliances with sufficient energy reserves during the day. These results indicate that the designed Off-grid PV system is feasible and effective for use as an energy source in areas not yet connected to the main electricity grid.

Keywords: electricity, renewable energy, solar power generation, small-scale, household

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga diperlukan solusi alternatif berbasis energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-grid* berkapasitas 550 Wp menggunakan panel surya tipe monokristalin. Sistem terdiri dari panel surya, *solar charge controller*, baterai, dan inverter yang dirancang untuk aplikasi skala kecil. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi sistem, termasuk hubungan antara intensitas radiasi matahari, tegangan, dan arus keluaran. Pada rata-rata intensitas radiasi matahari harian sebesar 560,9 W/m², sistem menghasilkan tegangan rata-rata 28,4 V dan arus rata-rata 2,4 A. Analisis tambahan terhadap efek bayangan dan variasi sudut kemiringan panel (16,75°, 28,75°, dan 35,8°) menunjukkan daya rata-rata harian masing-masing sebesar 66,06 W, 70,81 W, dan 66,52 W. Sistem terbukti mampu menyuplai beban hingga 375 W untuk peralatan rumah tangga dengan cadangan energi yang cukup selama siang hari. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem PLTS *Off-grid* yang dirancang layak dan efektif untuk digunakan sebagai sumber energi di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik utama.

Kata Kunci: energi listrik, energi terbarukan, pembangkit listrik tenaga surya, skala kecil, rumah tangga

A. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik nasional terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi dan populasi, namun ketergantungan terhadap sumber energi fosil masih mendominasi, sehingga diperlukan transisi menuju energi terbarukan yang lebih berkelanjutan (Yana et al., 2021). Potensi energi terbarukan dari energi surya saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan sangat besar khususnya di Indonesia (Afif & Martin, 2022). Energi surya merupakan salah satu sumber energi alternatif yang paling potensial di Indonesia, mengingat negara ini berada di garis khatulistiwa dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m² per hari (Amalia et al., 2022). Salah satu penerapan energi surya yang relevan untuk daerah tanpa akses listrik PLN adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*, yaitu sistem yang berdiri sendiri dan tidak terhubung ke jaringan pusat. Sistem ini sangat cocok untuk wilayah pedesaan dan kepulauan yang terpencil (Sihombing & Suwarno, 2021). PLTS *off-grid* umumnya terdiri dari empat komponen utama: panel surya, *solar charge controller* (SCC), baterai, dan inverter. Panel surya berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, SCC mengatur proses pengisian dan pengosongan baterai, baterai menyimpan energi listrik, dan inverter mengubah arus DC menjadi AC agar dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga (Syahwil & Kadir, 2021). Kinerja sistem PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari, temperatur lingkungan, dan sudut kemiringan panel. Beberapa studi menunjukkan bahwa efisiensi sistem meningkat secara signifikan jika sudut kemiringan panel disesuaikan dengan lintang geografis lokasi (Mongi et al., 2024). Selain itu, meningkatnya temperatur permukaan panel dapat menurunkan efisiensi konversi energi, terutama pada panel jenis polikristalin (Maulana et al., 2024). Pemilihan jenis panel juga mempengaruhi performa sistem. Panel surya tipe monokristalin dinilai lebih efisien dan cocok untuk area dengan luas

terbatas dibandingkan dengan jenis polikristalin atau thin film (Akbar, 2022). Disisi lain, pengaturan konfigurasi (seri atau paralel) panel turut mempengaruhi tegangan dan arus keluaran yang dibutuhkan oleh sistem (Siregar et al., 2021; Suprajitno et al., 2022).

Penelitian oleh (Karjadi, 2025) menunjukkan bahwa sistem PLTS *off-grid* dengan kapasitas 550 Wp mampu menghasilkan energi cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar rumah tangga kecil, dengan hasil pengujian menunjukkan efisiensi sistem yang stabil dalam berbagai sudut kemiringan. Selain itu, penggunaan inverter tipe *modified sine wave* menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengonversi arus, meskipun efektivitasnya masih dapat ditingkatkan dengan penggunaan inverter pure *sine wave* (Iskandar et al., 2021).

Dalam pengelolaan beban, sistem juga diuji terhadap berbagai variasi peralatan, termasuk beban resistif dan beban motorik ringan, dengan hasil yang menunjukkan kemampuan sistem dalam mempertahankan tegangan stabil (Toding et al., 2024). Studi-studi lain juga mengonfirmasi bahwa sistem serupa dapat diterapkan di daerah-daerah pelosok, seperti di Nusa Tenggara atau Kalimantan, sebagai solusi elektrifikasi berbasis energi bersih (Sihombing & Suwarno, 2021).

Dengan mempertimbangkan aspek teknis, geografis, dan efisiensi komponen, sistem PLTS *off-grid* 550 Wp dapat dijadikan sebagai alternatif andalan dalam mendukung transisi energi terbarukan di Indonesia (Kusnandar & Sukerayasa, 2021). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*, atau dikenal juga sebagai *stand-alone system*, merupakan sistem pembangkitan energi surya yang beroperasi secara independen tanpa terhubung dengan jaringan listrik konvensional seperti PLN. Sistem ini dirancang untuk secara langsung menyuplai energi listrik ke beban pengguna melalui jalur distribusi mandiri (Akbar, 2022). Agar sistem dapat bekerja secara berkelanjutan, baterai penyimpanan menjadi komponen penting yang berfungsi untuk menampung energi

listrik yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik pada siang hari, guna digunakan pada malam hari atau saat intensitas cahaya rendah (Firmansyah et al., 2025).

PLTS yang dirancang ini menggunakan sistem PLTS *off-grid* dengan penyambungan DC atau DC *coupling* karena sistem ini tidak bergantung dengan energi listrik PLN dan tetap dapat menghasilkan energi listrik jika sedang terjadi pemadaman listrik dan memiliki baterai yang berfungsi untuk menyimpan daya (Riafinola et al., 2022).



Gambar 1. PLTS Off Grid

Panel surya jenis Monocrystalline memiliki energi total lebih besar dari panel surya jenis Polycrystalline, dengan selisih energi total dari kedua panel tersebut adalah 4,3763 kWh. Intensitas radiasi matahari dan suhu sekitar memiliki pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan, semakin besar nilai intensitas radiasi matahari daya listrik yang dihasilkan juga semakin besar dan suhu memiliki pengaruh terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya (Alamsyah et al., 2021).

Solar charge controller atau lebih dikenal dengan singkatan SCC, merupakan alat elektronik untuk mengatur besaran arus dan tegangan yang datang dari solar panel, terlihat digambar dibawah ini :

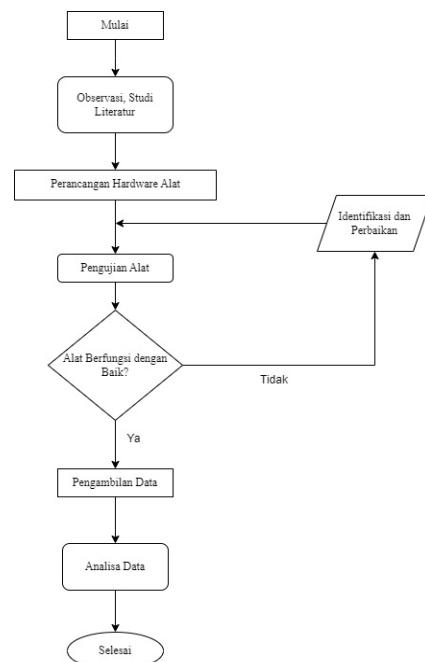


Gambar 2. Solar charge controller.

Terdapat beberapa kegunaan dari *solar charge controller* yaitu menghalangi arus balik, menghindari baterai *overcharge*, *overload protection*, monitoring, dan *control set point*. SCC berfungsi sebagai menghalangi arus balik dari baterai menuju solar panel. Hal tersebut dapat terjadi apabila pada malam hari, ketika solar panel tidak menghasilkan tegangan listrik. Arus Listrik yang sangat rendah pada solar panel memungkinkan untuk baterai memberikan arus ke alat elektronik yang rendah tegangan yaitu solar panel. SCC diberikan untuk memastikan tidak ada arus balik yang dapat memasuki solar panel pada malam hari atau ketika solar panel tidak menghasilkan arus Listrik.

B. METODE PENELITIAN

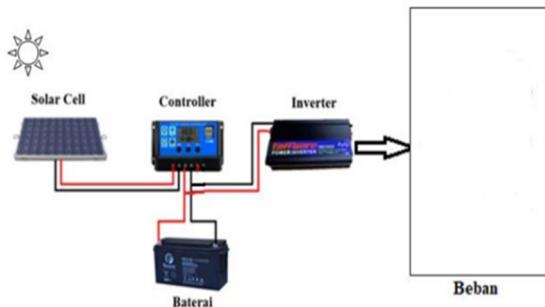
Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan metode rancang bangun dan pengujian sistem PLTS *off-grid* berkapasitas 550 Wp. Tahapan metode dilaksanakan secara sistematis mulai dari perancangan, implementasi, hingga evaluasi performa sistem berdasarkan parameter kelistrikan yang terukur.



Gambar 3. Flowchart Penelitian

Gambar 3 menunjukkan Flowchart untuk memudahkan dalam penelitian, maka dapat dijelaskan pembahasan setiap Langkah pada penelitian.

Blok Diagram Alat

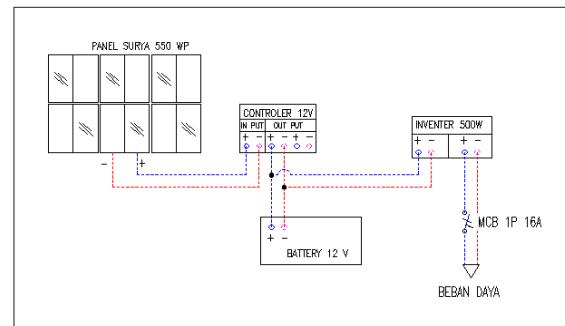


Gambar 4. Blok Diagram Alat

Gambar 4 menunjukkan komponen komponen yang digunakan pada sistem PLTS, bagian pertama adalah panel surya dengan kapasitas 550WP (*watt peak*) yang berfungsi sebagai konversi energi surya menjadi listrik, selanjutnya sebagai *control charger* otomatis ke baterai digunakan SCC (*solar controller charger*) dengan kapasitas 40A, sebagai penyimpan energi listrik digunakan baterai 45Ah, kemudian dari baterai dihubungkan ke inverter untuk merubah arus searah menjadi bolak balik dengan tipe *Sine wave* 500watt. Selanjutnya output dari inverter dihubungkan ke beban.

Perancangan Hardware Alat

Pada PLTS Rangkaian *Off Grid* dengan kapasitas 550Wp dengan jenis monocystalline tipe TSM-550DE19 dan inverter yang digunakan adalah inverter dengan merk Pure *Sine wave Power Inverter* DC 12V to AC 220V 2000W, dengan rangkaian sederhana agar dapat beroperasi secara maksimal. Berikut dibawah ini rangkaian sederhana PLTS 550 wp.



Gambar 5. Single Line Diagram Wiring Instalasi Panel Surya

Cara perakitan panel surya sendiri untuk skema panel surya sederhana adalah cara terbaik untuk menghemat biaya dan memaksimalkan potensi energi matahari.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian daya keluaran pada alat

PLTS system *Off Grid* berkerja mandiri atau independen dari jaringan listrik yang disupply oleh PLN. PLTS Off Grid menggunakan baterai untuk menyimpan listrik cadangan yang lebih besar yang terus beroperasi sebagai antisipasi saat cuaca kurang mendukung, saat malam hari, atau terjadi pemadaman jaringan listrik.

Berikut daya dari solar panel 550 WP yang digunakan untuk alat alat elektronik saat pengetesan beban di waktu siang hari dalam keadaan panas.

Tabel 1. Beban Peralatan Elektronik

No	Nama Alat	Jumlah	Daya
1	Kipas Angin	1 buah	45 watt
2	Pompa Air	1 buah	150 watt
3	Pompa Akuarium	1 buah	45 watt
4	Charger Laptop	3 buah	135 watt
Total			375 watt

Dari pengambilan data beban yang dipakai untuk peralatan elektronik seperti kipas angin, pompa air, pompa akuarium dan *charger* laptop yang digunakan disaat siang hari dalam keadaan panas, total daya yang dipakai adalah 375 watt, sedangkan solar panel yang dipasang bekapasitas 550 watt, jadi masih ada sisa sekitar 175 watt lagi.

Tabel 2. Alat, Input dan Output pada Rangkaian

No	Alat	Input	Output
1	Solar Cell	33,5 VDC	33,5 VDC
2	<i>Solar charge controller</i>	33,5 VDC	12,1 VDC
3	Battery	12,1 VDC	12,1 VDC
4	Inverter	12,1 VDC	223 VAC



Gambar 6. Pengukuran Output dari Inverter

Pada Tabel 2. dan Gambar 6. menunjukkan arus tegangan yang terbaik pada rancang bangun yang dimana pada hasil input Solar Cell yaitu 33,5 VDC dan Output pada Inverter yaitu 223 VAC. Hasil nilai yang ada di tabel 2 menggunakan alat multimeter dan tang amper sebagai alat ukur tegangan dan watt meter.

Pengujian Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Panel Surya

Pada pengujian ini, untuk mengetahui intensitas cahaya matahari terhadap panel surya menggunakan alat Solar power panel. Dimana Solar power meter yang berfungsi untuk mengukur intensitas radiasi matahari.



Gambar 7. Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari

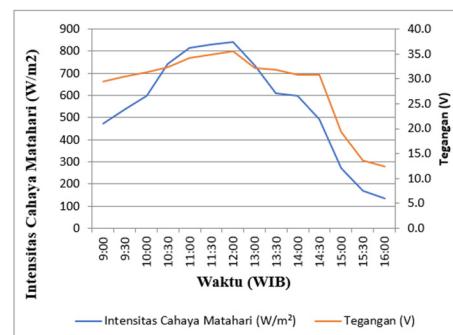
Efisiensi panel surya merupakan ukuran keluaran daya listrik panel surya dibagi dengan luas penampang dan intensitas cahaya matahari. Umumnya semakin tinggi efisiensi

sebuah panel surya maka semakin banyak daya yang dihasilkan panel surya. Berikut Tabel Data Hasil Pengujian Intensitas Cahaya Matahari dan Tegangan

Tabel 3. Data Intensitas Cahaya Matahari dan Tegangan

No	Waktu	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Tegangan (V)
1	09:00	472,2	29,4
2	09:30	539,5	30,4
3	10:00	599	31,3
4	10:30	742,1	32,3
5	11:00	813,7	34,2
6	11:30	830,9	33,2
7	12:00	841,8	35,5
8	13:00	735,1	32,3
9	13:30	608,7	31,9
10	14:00	597,6	30,9
11	14:30	493,3	30,8
12	15:00	272,8	19,4
13	15:30	170,1	13,6
14	16:00	135,3	12,4
Rata – Rata		560,9	28,4

Berdasarkan pengukuran pada tabel 3 hasil dari pengambilan data Intensitas Cahaya matahari terhadap tegangan, diketahui Intensitas Cahaya matahari tertinggi 841,8 W/m² pada tegangan 35,5 V dan pada saat Intensitas Cahaya matahari terendah 135,3 W/m² pada tegangan 12,4 V. Dan rata rata setiap harinya Intensitas Cahaya matahari diketahui sebesar 560,9 W/m² dan tegangan rata rata setiap harinya diketahui sebesar 28,4 V.



Gambar 8. Grafik Intensitas Cahaya Matahari dan Tegangan

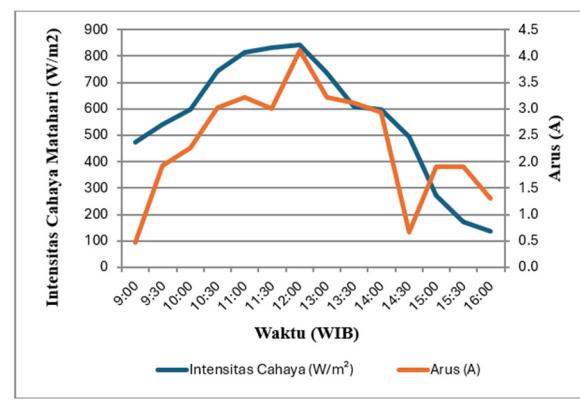
Berikut Tabel Data Hasil Pengujian Intensitas Cahaya Matahari dan Arus

Tabel 4. Data Intensitas Cahaya Matahari dan Arus

No	Waktu	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Arus (A)
1	09:00	472,2	0,5
2	09:30	539,5	1,9
3	10:00	599	2,3
4	10:30	742,1	3,0
5	11:00	813,7	3,2
6	11:30	830,9	3,0
7	12:00	841,8	4,1
8	13:00	735,1	3,2
9	13:30	608,7	3,1
10	14:00	597,6	2,9
11	14:30	493,3	0,7
12	15:00	272,8	1,9
13	15:30	170,1	1,9
14	16:00	135,3	1,3
Rata – rata		560,9	2,4

Berdasarkan pengukuran pada gambar 8 hasil dari pengambilan data Intensitas Cahaya matahari terhadap arus diketahui Intensitas Cahaya matahari tertinggi 841,8 W/m² pada arus tertinggi 3,8 A dan Intensitas Cahaya

matahari terendah 135,3 W/m² pada arus terendah 1,3 A pada saat. Dan rata rata setiap harinya Intensitas Cahaya matahari diketahui sebesar 560,9 W/m² dan tegangan rata rata setiap harinya diketahui sebesar 2,4 A.



Gambar 9. Grafik Intensitas Cahaya Matahari dan Arus.

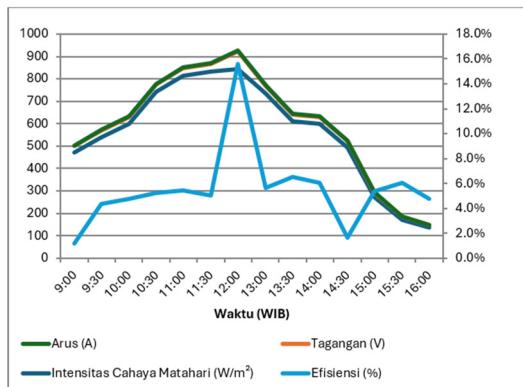
Berikut data Efisiensi yang didapatkan pada penelitian ini :

Tabel 5. Data Efisiensi

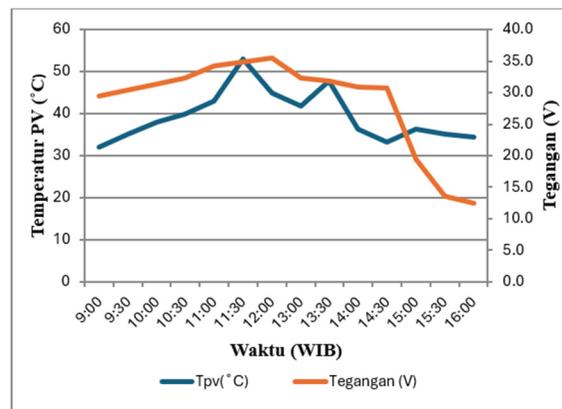
No	Waktu	Intensitas Cahaya (W/m ²)	Rata rata Tegangan (V)	Rata rata Arus (A)	Efisiensi(%)
1	09:00	472,2	29,4	0,5	1,2%
2	09:30	539,5	30,4	1,9	4,3%
3	10:00	599	31,34	2,3	4,7%
4	10:30	742,1	32,29	3,0	5,3%
5	11:00	813,7	34,2	3,2	5,4%
6	11:30	830,9	34,9	3,0	5,1%
7	12:00	841,8	35,5	4,1	15,6%
8	13:00	735,1	32,3	3,2	5,7%
9	13:30	608,7	31,9	3,1	6,5%
10	14:00	597,6	30,9	2,9	6,1%
11	14:30	493,3	30,8	0,7	1,6%
12	15:00	272,8	19,4	1,9	5,4%
13	15:30	170,1	13,6	1,9	6,1%
14	16:00	135,3	12,4	1,3	4,8%
Rata - Rata		560,9	31,7	2,4	5,5%

Berdasarkan pengukuran pada gambar 9 hasil dari pengambilan data Intensitas Cahaya, tegangan, arus dan efisiensi diketahui Intensitas Cahaya 841,8 W/m² dengan tegangan tertinggi 35,5 V dan arus tertinggi 4,1 menjadikan efisiensi tertinggi 15°C sedangkan pada tabel ini diketahui

Intensitas Cahaya terendah 135 W/m² dengan tegangan 12,4 V dan arus terendah 1,3 A serta efisiensi terendah 1,6%, sehingga rata rata hari pertama Intensitas Cahaya 560,9, rata rata tegangan 31,7 V, dan rata rata arus 2,4 sehingga menghasilkan efisiensi rata rata 5,5%.



Gambar 10. Grafik Efisiensi



Gambar 11. Grafik Temperatur PV dan Tegangan

Tabel 6. Data Temperatur PV dan Tegangan

No	Waktu	Tpv(°C)	Tegangan (V)
1	09:00	32	29,4
2	09:30	35	30,4
3	10:00	38	31,3
4	10:30	40	32,3
5	11:00	43	34,2
6	11:30	53	34,9
7	12:00	45	35,5
8	13:00	42	32,3
9	13:30	48	31,9
10	14:00	36	30,9
11	14:30	33	30,8
12	15:00	36	19,4
13	15:30	35	13,6
14	16:00	35	12,4
Rata - Rata		39,3	28,5

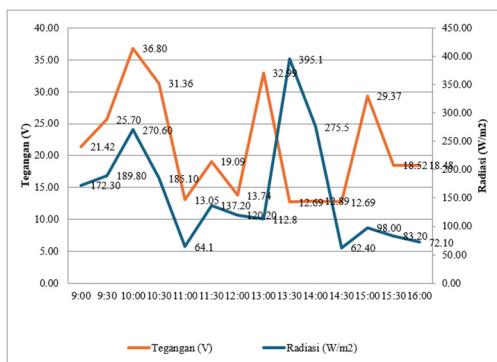
Berdasarkan pengukuran pada 10. hasil dari pengambilan data temperatur terhadap tegangan diketahui temperatur tertinggi 53°C pada Pada Tegangan 34,9 V dan Temperatur terendah 32 °C pada saat Tegangan 29,4 V. Dan rata rata setiap harinya temperature 40 °C diketahui dan tegangan rata rata setiap harinya diketahui sebesar 32 V.

Pengujian pengukuran untuk mengetahui hasil pengaruh bayangan pada Tegangan PV, selama 1 hari penuh dengan waktu pengambilan data setiap 30 menit sekali dari pukul 09:00 sampai 16:00, agar mendapatkan hasil yang baik dan akurat.

Tabel 7. Pengukuran Tegangan saat PV Shading

No	Jam	Radiasi (W/m²)	Tegangan (V)
1	09.00	172,30	21,42
2	09.30	189,80	36,80
3	10.00	270,60	12,50
4	10.30	185,10	31,36
5	11.00	64,1	13,05
6	11.30	137,20	19,09
7	12.00	120,20	13,74
8	13.00	112,8	32,99
9	13.30	395,1	12,69
10	14.00	275,5	12,89
11	14.30	62,40	12,69
12	15.00	98,00	29,37
13	15.30	83,20	18,52
14	16.00	72,10	18,48
Rata-rata		159,89	20,40

Berikut ini merupakan grafik pengambilan data dan dapat dijadikan gambaran untuk melihat Tegangan dari Produksi PLTS 550Wp saat Terkena Shading.



Gambar 12. Grafik Pengukuran Tegangan Saat PV Shading

Dapat kita lihat pada gambar 12. telah terjadi naik turunnya Tegangan setiap 30 menit berbeda beda, lalu untuk tegangan paling besar pada pukul 10:00 dengan nilai Tegangan 36,80 V dan nilai tegangan paling kecil pukul 14:30 dengan nilai tegangan 12,69 V, untuk nilai tegangan terkecil dikarenakan perubahan cuaca dan bergesernya matahari.

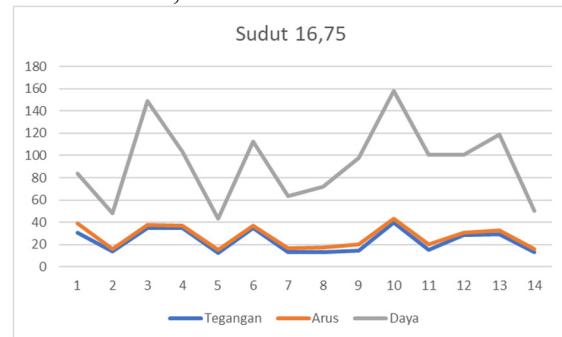
Pengujian pada sudut kemiringan

Pada pengambilan data Sudut kemiringan, Tegangan dan Arus terhadap pembangkit listrik tenaga surya ini untuk mengetahui hasil daya maksimal, maka dilakukan pengukuran pada panel surya. Pengukuran ini diambil secara experimental dimana pengambilan data dilakukan diluar ruangan (outdoor) tujuannya adalah untuk mengumpulkan data secara real di lapangan.

Tabel 8. Sudut Kemiringan 16,75°

No	Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Sudut Kemiringan (°)
1	9:00	30,91	7,74	45,2	16,75
2	9:30	13,48	2,41	32,5	16,75
3	10:00	34,45	3,24	111,6	16,75
4	10:30	34,93	1,9	66,4	16,75
5	11:00	12,6	2,25	28,4	16,75
6	11:30	34,67	2,17	75,4	16,75
7	12:00	13,1	3,59	47	16,75
8	13:00	13,32	4,09	54,5	16,75
10	13:30	14,47	5,39	78	16,75
11	14:00	39,47	3,76	114,7	16,75
12	14:30	14,86	5,41	80,4	16,75
13	15:00	28,19	2,49	70,1	16,75
14	15:30	29,4	2,93	86,2	16,75
15	16:00	13,31	2,59	34,5	16,75
Rata – rata		23	3,5	66,06	

Berdasarkan pengukuran pada gambar 7. dengan sudut 16,75 pada hari pertama hasil dari pengambilan data Sudut kemiringan terhadap tegangan, arus dan daya, diketahui tegangan tertinggi yaitu 35,93 Volt, arus tertinggi yaitu 5,41 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 114,7 Watt. Kemudian pada tegangan terendah 12,6 Volt, arus terendah yaitu 1,9 Ampere, dan daya terendah yaitu 28,4 Watt. Maka tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 23 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 3,5 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui 66,06 Watt.



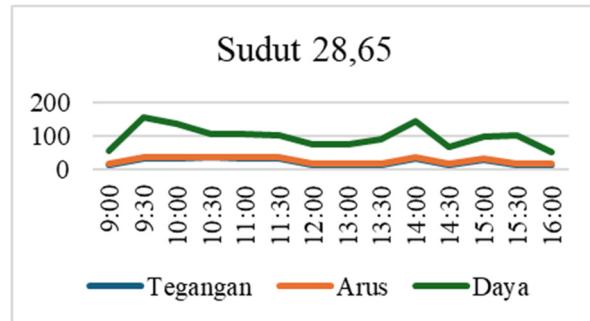
Gambar 13. Grafik Sudut Kemiringan 16,75°

Tabel 9. Sudut Kemiringan 28,75°

No	Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Sudut Kemiringan (°)
1	9:00	12,58	3,04	38,3	28,75
2	9:30	33,5	3,78	118,4	28,75
3	10:00	34,1	2,89	98,6	28,75
4	10:30	34,58	2,51	69,1	28,75
5	11:00	32,41	2,25	73	28,75
6	11:30	34,4	1,95	67,1	28,75
7	12:00	13,31	4,96	55,3	28,75
8	13:00	13,34	4,29	57,2	28,75
10	13:30	13,62	5,17	70,4	28,75
11	14:00	32,99	3,25	107,1	28,75
12	14:30	14,1	3,25	49,2	28,75
13	15:00	28,51	2,29	66,3	28,75
14	15:30	14,2	3,55	86,2	28,75
15	16:00	13,34	2,64	35,2	28,75
Rata – rata		23	3,27	70,81	

Berdasarkan pengukuran pada tabel 9. dengan sudut 28,75° pada hari pertama hasil dari pengambilan data Sudut kemiringan terhadap tegangan, arus dan daya, diketahui tegangan tertinggi yaitu 34,58 Volt, arus

tertinggi yaitu 4,96 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 118,4. Kemudian pada tegangan terendah 14,1 Volt, arus terendah yaitu 1,95 Ampere, dan daya terendah yaitu 35,2 Watt. Maka tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 23 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 3,7 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui 70,81 Watt.

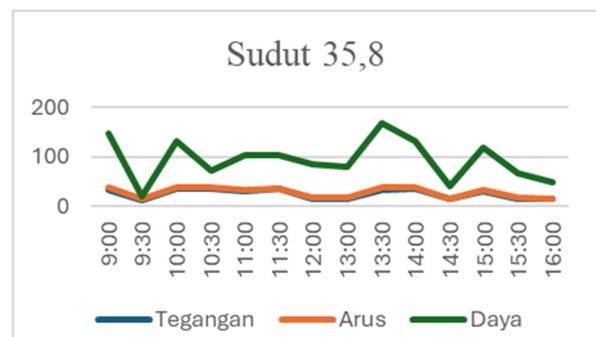


Gambar 14. Grafik Sudut Kemiringan 28,65°

Tabel 10. Sudut Kemiringan 35,8°

No	Jam	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Sudut Kemiringan (°)
1	9:00	33,54	3,33	111,6	35,8
2	9:30	12,8	0,56	7,2	35,8
3	10:00	33,99	2,79	94,7	35,8
4	10:30	34,93	1,9	35,4	35,8
5	11:00	30,53	2,29	69,8	35,8
6	11:30	34,1	1,98	67,1	35,8
7	12:00	13,42	4,9	65,8	35,8
8	13:00	13,41	4,57	61,3	35,8
10	13:30	33,43	3,92	131,2	35,8
11	14:00	34,17	2,78	94,9	35,8
12	14:30	13,28	1,9	25,2	35,8
13	15:00	29,75	2,23	86,2	35,8
14	15:30	14,2	3,55	48,7	35,8
15	16:00	13,29	2,43	32,3	35,8
Rata – rata		25	2,79	66,52	

Berdasarkan pengukuran pada Tabel 10. dengan sudut 35,8 pada hari pertama hasil dari pengambilan data Sudut kemiringan terhadap tegangan, arus dan daya, diketahui tegangan tertinggi yaitu 34,93 Volt, arus tertinggi yaitu 4,57 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 131,2 Watt. Kemudian pada tegangan terendah 14,2 Volt, arus terendah yaitu 0,56 Ampere, dan daya terendah yaitu 7,2 Watt. Maka tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 25 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 2,79 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui sebesar 66,52 Watt.



Gambar 15. Grafik Sudut Kemiringan 35,8°

D. PENUTUP

Perancangan *Hardware* Panel Surya yang digunakan pada penelitian ini yaitu Alat dan Bahan Untuk Perakitan Panel Surya dipilih, Modul PV Monocrystalline dengan kapasitas 550 Wp, SCC (Solar Controller Charger) 12/24 Volt, Baterai Aki 12 Volt, Inventer 5000 Watt, Multitester,Tang Amper, Solar Power Meter, Termometer, Power Meter, Watt meter, MCB (Miniature Circuit Breaker) 16 Amper, Kabel 2 x 1,5 mm.

Hasil pengambilan data beban yang di pakai untuk peralatan elektronik seperti kipas angin, pompa air, pompa akuarium dan *charger* laptop yang di gunakan disaat siang hari dalam keadaan panas, didapatkan total daya yang dipakai adalah 375 watt.

Hasil dari pengambilan data Intensitas Cahaya matahari terhadap tegangan, diketahui Intensitas Cahaya matahari tertinggi 841,8 W/m² pada tegangan 35,5 V dan pada saat Intensitas Cahaya matahari terendah 135,3 W/m² pada tegangan 12,4 V. Dan rata rata setiap harinya Intensitas Cahaya matahari diketahui sebesar 560,9 W/m² dan tegangan rata rata setiap harinya diketahui sebesar 28,4 V terhadap arus diketahui Intensitas Cahaya matahari tertinggi 841,8 W/m² pada arus tertinggi 3,8 A dan Intensitas Cahaya matahari terendah 135,3 W/m² pada arus terendah 1,3 A. Dan rata rata setiap harinya Intensitas Cahaya matahari diketahui sebesar 560,9 W/m² dan arus rata rata setiap harinya diketahui sebesar 2,4 A.

Hasil pengujian PV Shading terjadi naik turunnya tegangan setiap 30 menit berbeda

beda, untuk tegangan paling besar pada pukul 10:00 dengan nilai Tegangan 36,80 V dan nilai tegangan paling kecil pukul 14:30 dengan nilai tegangan 12,69 V, untuk nilai tegangan terkecil dikarenakan perubahan cuaca dan bergesernya matahari

Hasil pengukuran pada sudut kemiringan 16,75° pada hari pertama didapatkan hasil tegangan tertinggi yaitu 35,93 Volt, arus tertinggi yaitu 5,41 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 114,7 Watt. Kemudian pada tegangan terendah 12,6 Volt, arus terendah yaitu 1,9 Ampere, dan daya terendah yaitu 28,4 Watt. tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 23 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 3,5 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui 66,06 Watt

Dan sudut 28,75° diketahui tegangan tertinggi yaitu 34,58 Volt, arus tertinggi yaitu 4,96 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 118,4. Kemudian pada tegangan terendah 14,1 Volt, arus terendah yaitu 1,95 Ampere, dan daya terendah yaitu 35,2 Watt. Maka tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 23 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 3,7 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui 70,81 Watt.

Pada sudut 35,8° pada hari pertama hasil diketahui tegangan tertinggi yaitu 34,93 Volt, arus tertinggi yaitu 4,57 Ampere, dan daya tertinggi yaitu 131,2 Watt. Kemudian pada tegangan terendah 14,2 Volt, arus terendah yaitu 0,56 Ampere, dan daya terendah yaitu 7,2 Watt. Maka tegangan rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 25 Volt, arus rata – rata setiap harinya diketahui sebesar 2,79 Ampere, dan daya rata - rata setiap harinya diketahui 66,52 Watt.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(1), 43–52. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i1.997>
- Akbar, M. A. (2022). Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi Vertical Indoor Farming. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.
- Alamsyah, T., Hiendro, A., & Abidin, Z. (2021). Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. *J3EIT: Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, 9(2), 1–9. <https://doi.org/10.26418/j3eit.v9i2.48425>
- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangakai Seri Dan Paralel Pada Instalasi Plts Off - Grid. *ELEMENTER : Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 8(1), 12–21. <https://doi.org/10.35143/elementer.v8i1.5187>
- Firmansyah, D. W., Widodo, K. A., & Agustini, N. P. (2025). Analisis Efisiensi Pengisian Baterai Pada PLTS Off Grid Dengan Sistem SCC PWM dan MPPT Menggunakan Simulink. *Magnetika: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, 9(2), 130–144. <https://ejournal.itn.ac.id/magnetika/article/view/14604>
- Iskandar, M., Afroni, M. Y., & Basuki, B. M. (2021). Rancang Bangun Inverter Pur Sine Wave Satu Fasa Berbasis Arduino Uno. *Science Electro*, 13(3), 1–6. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jte/article/view/9734>
- Karjadi, M. (2025). Optimalisasi Efisiensi Panel Surya dalam Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga. *Ranah Research : Journal Of Multidisciplinary Research and Development*, 7(4), 3002–3010. <https://doi.org/10.38035/rrj.v7i4.1579>

- Kusnandar, G. D., & Sukerayasa, I. N. S. K. I. W. (2021). Pengaruh Kebijakan, Regulasi, dan Anggaran Terhadap Perkembangan Kapasitas PLTS di Australia. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 1–12. <https://doi.org/10.24843/MITE.2021.v20i02.P0X>
- Maulana, M. Y., Jati, B. P., & Widihastuti, I. (2024). Analisa Perbandingan Efisiensi Konversi Energi antara PV (Photovoltaic) Monocrystalline 50 WP dan Polycrystalline 50 WP Pada Berbagai Intensitas Cahaya. *Cyclotron: Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 1–7. <https://doi.org/10.30651/cl.v7i02.21821>
- Mongi, G., Maundeng, T., Ariantara, I. W. M., Momongan, H. G., & Manurip, R. A. (2024). Review Jurnal: Implementasi Teknologi PLTS Pada Pedesaan di Indonesia. *ELEKTRIK: ELEktronika, Kontrol Dan Tenaga ListRIK*, 03(02), 38–50. <https://doi.org/10.65485/elektrik.v3i1.1073>
- Riafinola, H., Karlina, I., Nur, L., & Sholihuddin, I. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga. *JAEE : Journal of Applied Electrical Engineering*, 6(2), 79–84. <https://doi.org/10.30871/jaee.v6i2.4809>
- Sihombing, G., & Suwarno. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan of Grid di Daerah Terpencil Indonesia. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 16(2), 40–53. <https://doi.org/10.30587/e-link.v16i2.3027>
- Siregar, M., Evalina, N., Cholish, C., Abdullah, A., & Haq, M. Z. (2021). Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan. *RELE : Rekayasa Elektrikal Dan Energi*, 3(2), 94–100. <https://doi.org/10.30596/rele.v3i2.6492>
- Suprajitno, A., Utomo, S. B., & Nugroho, D. (2022). Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Energi Angin dan Surya Melalui Sistem Battery Charging Switching. *Cyclotron: Jurnal Teknik Elektro*, 5(01), 14–20. <https://doi.org/10.30651/cl.v5i1.11281>
- Syahwil, M., & Kadir, N. (2021). Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), 26–35. <https://doi.org/10.14710/jplp.3.1.26-35>
- Toding, A. D., Wartana, I. M., & Krismanto, A. U. (2024). Analisis Pengaruh Integrasi PV Terhadap Kestabilan Statis Tegangan Pada Sistem Kelistrikan Lombokudul Sesuai Kebutuhan. *Magnetika: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, 8(1), 184–199. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/magnetika/article/view/10215>
- Yana, S., Nizar, M., & Yulisma, A. (2021). Prospek Utama Pengembangan Energi Terbarukan Di Negara-Negara ASEAN. *JSE : Journal Serambi Engineering*, 6(2), 1702–1720. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i2.2866>