

## Kajian Perencanaan Sistem On-Grid Berbasis Solar Photovoltaic Menggunakan Perangkat Lunak Homer Pro

Zhafir Anfar Syahid<sup>1</sup>, Yosi Apriani<sup>2\*</sup>, Sofiah<sup>3</sup>, Ian Mochamad Sofian<sup>4</sup>, Krisna Nata Wijaya<sup>5</sup>

1,2,3 Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia

4 Prodi Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Banten, Indonesia

5 Prodi Manajemen Informatika Politeknik negeri Sriwijaya,

\*e-mail: [yosi\\_apriani@um-palembang.ac.id](mailto:yosi_apriani@um-palembang.ac.id)

### ABSTRAK

Penggunaan sistem fotovoltaik (PV) yang terhubung dengan jaringan menjadi strategi yang diadopsi secara luas untuk mengurangi emisi karbon dioksida dan biaya listrik. Sejalan dengan Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014, Indonesia telah menetapkan target nasional untuk menggunakan 23% energi terbarukan pada tahun 2025. Sebagaimana diuraikan dalam Kebijakan Energi Nasional (RUEN), Indonesia bertujuan untuk mencapai total 45 GW kapasitas energi terbarukan pada tahun 2025, dimana 6,5 GW (14%) diproyeksikan bersumber dari energi surya. Penelitian ini menyajikan desain sistem PV atap on-grid di Masjid Al-Hikmah, Universitas Muhammadiyah Palembang (Kampus A), yang dimaksudkan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi pengeluaran listrik. Berdasarkan simulasi yang dilakukan menggunakan Homer Pro, sistem yang diusulkan terdiri dari 48 modul surya dengan total kapasitas 20 kWp, yang diintegrasikan dengan inverter on-grid Growatt tiga fase. Hasil simulasi memperkirakan produksi energi tahunan sebesar 27.306 KWh, dengan sistem PV memasok 57,7% dari total kebutuhan energi, dan 42,3% sisanya (19.985 kWh/tahun) bersumber dari jaringan listrik umum. Analisis ekonomi, dengan menggunakan tarif listrik Rp 992,72 per KWh, menunjukkan bahwa investasi ini layak secara finansial, dengan periode pengembalian modal yang diproyeksikan terjadi pada tahun ke-21 operasi.

**Kata Kunci:** PLTS On Grid, HOMER, Analisis Ekonomi

### ABSTRACT

*One of the increasingly popular solutions to reduce carbon dioxide emissions and electricity costs is grid-connected solar power plants. According to PP No.79 of 2014, Indonesia has pledged to use 23% renewable energy by 2025. According to the National Energy General Plan (RUEN), the capacity of new renewable electricity in Indonesia will reach 45 GW by 2025, with 6.5 GW or 14% of this capacity coming from solar energy. The design of the On-grid Rooftop Solar Power Plant at Al-Hikmah Mosque, UM-Palembang (Campus A) aims to provide savings on the monthly electricity bill. Based on the simulation planning using Homer Pro, 48 solar modules can be installed with a power capacity of 20 kWp and a 3 Phase Growatt On Grid Inverter. According to the HOMER simulation results, the grid-connected solar power plant (PLTS) is capable of producing 27,306 kWh/year, with the PLTS contributing 57.7% and the remaining 42.3% covered by the grid at 19,985 kWh/year. From the HOMER simulation results, an economic analysis was conducted with an energy selling price of Rp.992.72/kWh. The design of the grid-connected solar power plant is feasible for investment, as it can recover the initial investment cost by the 21st year.*

**Keywords:** Solar On-Grid, HOMER, Economic Analysis

### PENDAHULUAN

PLTS adalah pembangkit listrik yang hanya menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi [1]. *solar cell* adalah salah satu komponen yang memungkinkan *solar panel* untuk

menghasilkan arus DC, juga dikenal sebagai *Direct Current* [2]. Jika beberapa elektronik yang bekerja dengan arus AC atau *alternating current*, memerlukan *converter* dari DC ke AC, salah satunya adalah inverter [3].

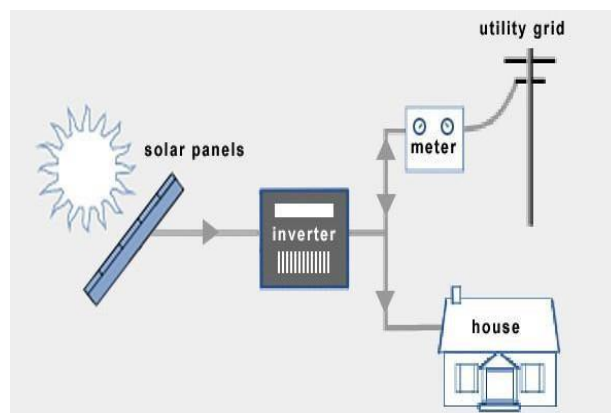
Teknologi fotovoltaik, teknologi yang dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik, merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan potensi energi matahari yang sangat besar [4]. Di Indonesia, teknologi jenis ini disebut sebagai pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS, dan merupakan pembangkit listrik yang sepenuhnya menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya.

Sistem sumber daya listrik yang disebut PLTS (On Grid) atau *Grid Connected Photovoltaic* (PV) system menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan sumber daya listrik. Seperti namanya, sistem ini akan terhubung ke jaringan PLN untuk meningkatkan penggunaan sinar matahari melalui model *photovoltaic* atau *solar panel* yang menghasilkan jumlah tenaga yang lebih besar [5][6][7]

## METODE PENELITIAN

### Perancangan Sistem

Proses penelitian ini berfokus bagaimana membuat perancangan PLTS on-grid dengan melakukan pengambilan data pada pemakaian listrik, jumlah panel surya yang digunakan, kapasitas inverter yang digunakan, harga jual-beli listrik PLN dalam 1 kWh, lalu dengan data tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung penghematan energi yang didapatkan dan menghitung *return of investment*/periode balik modal.



Gambar 1. Rangkaian Skematik PLTS On-Grid

### Teknik Pengujian

Proses pengujian PLTS ini dilakukan menggunakan aplikasi Homer Pro. Prosedur pengujian akan dilakukan menggunakan data pada panel surya, *inverter*, *grid*/PLN. Adapun prosedur pengujiannya sebagai berikut :

- Pengujian pada panel surya dilakukan dengan menentukan jumlah kapasitas PLTS yang akan direncanakan.
- Pengujian pada *inverter* dilakukan dengan menentukan jumlah kapasitas *inverter* yang akan direncanakan.
- Pengujian pada *Grid*/PLN dilakukan dengan mengetahui harga listrik dan harga jual kembali dalam per 1 kWh.
- Semua hasil pengujian kemudian di simulasikan menggunakan Homer Pro sehingga didapat

total energi PLTS dalam 1 tahun, penghematan energi sebelum dan sesudah dipasang PLTS dan emisi karbon.

### Input Data Pengujian

Setelah proses pengujian selesai, data yang dibutuhkan untuk mendukung simulasi diuji untuk mendapatkan hasil yang akurat. Adapun hasil pengujian *Global Horizontal Irradiasi* (GHI), *Temperature* suhu, Konsumsi energi listrik dan data konsumsi energi listrik setiap harinya, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 1. Data *Global Horizontal Irradiasi* (GHI)

Bulan	Radiasi kWh/m <sup>2</sup> /day
Januari	4.220
Februari	4.690
Maret	4.770
April	4.860
Mei	4.690
Juni	4.570
Juli	4.570
Agustus	4.930
September	5.020
Oktober	4.870
November	4.560
Desember	4.290
<b>Rata-rata tahunan</b>	<b>4.67</b>

Dari data pada tabel 1 menunjukkan intensitas matahari tertinggi mencapai 5.020 kWh/m<sup>2</sup> pada bulan September dan terendah sebesar 4.220 kWh/m<sup>2</sup> pada bulan Januari. Radiasi matahari rata-rata di Jl. KH Balkhi, 13 Ulu, Kec. Seberang Ulu II, Kota Palembang adalah 4,67 kWh/m<sup>2</sup>.

Tabel 2. Data Temperature Rata-Rata

Bulan	Temperature Rata-rata (°C)
Januari	25.7
Februari	25.9
Maret	26.3
April	26.8
Mei	26.8
Juni	26.2
Juli	25.8
Agustus	25.8
September	26.1
Oktober	26.5
November	26.5
Desember	25.9
<b>Rata-rata</b>	<b>26,2</b>

Dari data pada tabel 2 temperatur siang hari di Jl. KH Balkhi, 13 Ulu, Kec. Seberang Ulu II, Kota Palembang dapat mencapai 26,8°C pada bulan April dan Mei, dan sedangkan terendah 25,7°C pada bulan Januari, sehingga temperatur rata-rata didapatkan adalah 26,2°C.

Tabel 3. Data Pemakaian Energi Listrik Masjid Al-Hikmah Periode 2023

No	Bulan	Pemakaian kWh	Tagihan Listrik (Rp)
1	Januari	3204	Rp 3.171.960
2	Februari	3517	Rp 3.481.830
3	Maret	3013	Rp 2.982.870
4	April	3125	Rp 3.093.750
5	Mei	3716	Rp 3.678.840
6	Juni	4233	Rp 4.190.670
7	Juli	3328	Rp 3.294.720
8	Agustus	3531	Rp 3.495.690
9	September	3244	Rp 3.211.560
10	Oktober	2947	Rp 2.917.530
11	November	2991	Rp 2.961.090
12	Desember	2894	Rp 2.865.060
<b>Total</b>		39743	Rp 39.345.570

Dari data pada tabel 3 dalam penelitian ini, untuk mendapatkan nilai beban setiap harinya maka digunakan data energi perbulan selama 1 tahun periode 2023 yang didapat dari PT. PLN ULP Ampera.

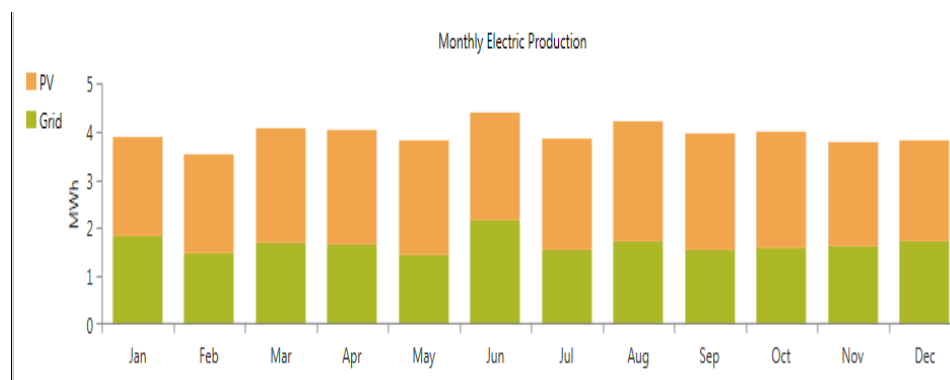
Tabel 4. Data Konsumsi Energi Listrik Setiap Harinya

Waktu	Beban (kW)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
00.00	1.25	1.24	1.14	1.19	1.22	1.21	1.31	1.10	1.12	1.90	1.23	1.12
01.00	1.26	1.23	1.18	1.19	1.20	1.20	1.12	1.11	1.13	1.03	1.23	1.33
02.00	1.27	1.26	1.16	1.20	1.12	1.60	1.16	1.11	1.11	1.09	1.13	1.22
03.00	1.27	1.25	1.15	1.17	1.13	1.14	1.15	1.13	1.13	1.10	1.05	1.15
04.00	1.28	1.20	1.20	1.26	1.13	1.10	1.20	1.21	1.21	1.19	1.08	1.22
05.00	1.28	1.29	1.25	1.28	1.31	1.34	1.25	1.52	1.46	1.45	1.24	1.32
06.00	1.13	1.13	1.19	1.28	1.14	1.53	1.53	1.28	1.52	1.21	1.10	1.11
07.00	2.67	2.78	2.27	2.66	2.29	2.27	2.74	2.95	2.57	2.83	2.17	2.19
08.00	2.79	2.35	2.28	2.46	2.33	2.38	2.46	2.89	2.49	2.92	2.43	2.33
09.00	3.20	3.39	2.27	3.48	2.39	2.57	2.77	3.57	3.57	3.13	2.46	2.44
10.00	3.35	3.15	3.13	3.39	2.71	2.83	2.95	3.21	3.21	3.42	3.48	3.17
11.00	3.12	3.18	3.33	3.97	3.11	3.57	3.83	3.52	3.32	3.94	3.82	3.77
12.00	4.18	4.28	3.61	4.32	3.62	3.87	3.93	4.62	4.62	4.55	4.21	4.11
13.00	4.23	4.36	3.40	4.57	4.69	4.27	4.55	4.71	4.71	4.63	4.98	4.38
14.00	3.44	4.11	4.18	4.73	4.28	4.82	4.34	4.84	2.95	4.72	3.97	3.68
15.00	3.39	3.36	4.12	4.50	4.41	3.78	3.20	4.11	2.58	3.92	3.99	3.75
16.00	2.48	2.58	3.73	3.83	2.96	3.19	2.92	3.46	2.99	2.67	2.97	2.77
17.00	1.57	1.38	1.42	1.42	1.23	2.31	1.42	1.42	1.42	2.12	2.62	2.12
18.00	1.86	1.69	1.94	1.68	1.50	2.10	1.88	1.48	1.88	1.66	1.56	1.36
19.00	1.78	1.76	1.83	1.78	1.81	1.93	1.98	1.74	1.98	1.74	1.25	1.45
20.00	1.89	1.90	1.78	1.64	1.68	1.45	1.18	1.19	1.20	1.15	1.34	1.44
21.00	1.76	1.83	1.27	1.56	1.31	1.23	1.15	1.15	1.15	1.13	1.15	1.25
22.00	1.27	1.25	1.32	1.25	1.21	1.19	1.17	1.20	1.07	1.00	1.11	1.20
23.00	1.25	1.30	1.18	1.15	1.23	1.21	1.08	1.02	1.17	1.15	1.25	1.25

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### HASIL SIMULASI PLTS *ON-GRID*

Hasil simulasi pada Homer untuk produksi energi listrik pada perencanaan PLTS *on-grid* menunjukkan bahwa PLTS menghasilkan 27,306 kilowatt-jam per tahun, dengan kontribusi PLTS sebesar 57,7%, dan *grid* sebesar 19,985 kilowatt-jam per tahun menanggung 42,3% dari kontribusi tersebut. Gambar 2 berikut menunjukkan hasil simulasi tersebut.



Gambar 2. Hasil Simulasi *Electrical PV (On grid)*

### HASIL PENGHEMATAN PLTS *ON-GRID* MASJID AL HIKMAH

Dari hasil yang telah dilakukan maka didapatkanlah hasil optimasi menghemat energi listrik dengan membandingkan PLTS yang sudah terpasang dengan PLTS yang belum terpasang, kita dapat menemukan hasil penghematan energi listrik sebesar Rp 12.997.682, sesuai dengan Tabel 5.

**Tabel 5. Penghematan Sebelum dan sesudah di Pasang PLTS On Grid**

Bulan	Energi Tanpa PLTS (kWh)	Biaya Tanpa PLTS	Energi dengan PLTS (kWh)	Biaya dengan PLTS	Penghematan Energi (kWh)	Penghematan Biaya
Januari	1826	Rp 1.812.706	581	Rp 576.770	1245	Rp 1.235.936
Februari	1457	Rp 1.446.393	575	Rp 570.814	882	Rp 875.579
Maret	1698	Rp 1.685.638	694	Rp 644.275	1003	Rp 995.698
April	1667	Rp 1.654.864	503	Rp 499.338	1164	Rp 1.155.526
Mei	1454	Rp 1.443.414	653	Rp 648.246	801	Rp 795.168
Juni	2147	Rp 2.131.369	459	Rp 455.658	1688	Rp 1.675.711
Juli	1535	Rp 1.523.825	562	Rp 557.908	973	Rp 965.916
Agustus	1732	Rp 1.719.391	524	Rp 520.185	1208	Rp 1.199.205
September	1532	Rp 1.520.847	708	Rp 702.845	824	Rp 818.001
Oktober	1589	Rp 1.577.432	511	Rp 507.279	1078	Rp 1.070.152
November	1610	Rp 1.598.279	607	Rp 602.581	1003	Rp 995.698
Desember	1738	Rp 1.725.347	514	Rp 510.258	1224	Rp 1.215.089
<b>Jumlah</b>	<b>19.985</b>	<b>Rp 19.839.509</b>	<b>6,892</b>	<b>Rp 6.841.826</b>	<b>13.093</b>	<b>Rp 12.997.682</b>

### HASIL PERHITUNGAN PERIODE BALIK MODAL

Jika kita menghitung kembalian investasi dari pemasangan PLTS di Masjid Al Hikmah Universitas Muhammadiyah Palembang untuk golongan tarif S2/TR (33.000 VA) per kWh



dengan harga yang ditetapkan PLN sebesar Rp.992,72 dan total daya yang dihasilkan PLTS pertahun adalah 6.892kWh, maka pendapatan tahunan dari PLTS ini dengan menggunakan persamaan (2-1).

Harga per kWh	= Rp 992,72
Energi PLTS pertahun	= 6.892 kWh
Biaya penghematan	= Rp. 992,72 x 6.892 kWh
	= Rp. 6.841.826 / Tahun

Untuk investasi awal sebesar Rp147.490.000 dalam pemasangan PLTS *On Grid*, maka lama waktu ROI atau pengembalian modal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-2).

Jumlah Investasi	= Rp 147.490.000
Aliran Kas/hasil penghematan	= Rp. 6.841.826
Lama Waktu Balik modal	= Rp 147.490.000/ Rp. 6.841.826
	= 21,5 Tahun atau 21 Tahun 5 Bulan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui umur proyek selama 25 tahun, karena nilainya positif dan menunjukkan bahwa perencanaan PLTS *On Grid* ini adalah investasi yang layak, sehingga perencanaan ini dapat disimpulkan dan dianggap layak. Perbedaan antara hasil HOMER Pro 27.306 kWh dan hasil manual 6.892 kWh mencerminkan perbedaan antara potensi teknis total produksi energi dari sistem PV (hasil HOMER Pro) dengan jumlah energi yang benar-benar digunakan dan memberi penghematan biaya listrik (hasil manual). Angka ini juga mencerminkan potensi produksi maksimum sistem PV berdasarkan skenario ideal berdasarkan input iklim dan teknis. Hal ini wajar dalam studi teknis dan ekonomis PLTS, terutama untuk sistem on-grid yang bergantung pada beban aktual dan kebijakan ekspor-impor daya dari PLN.

### **HASIL PERHITUNGAN PENGHEMATAN BIAYA LISTRIK DARI PEMASANGAN PLTS ON-GRID**

Berdasarkan produksi tahunan 6.892 kWh dari PLTS, maka berikut dilampirkan rincian penghematan yang akan didapatkan. Untuk jumlah energi yang menggunakan PLN dalam setahun adalah 19.985 kWh/Tahun. Maka penghematan energi dari PLTS yang dipasang dengan pemakaian yang disuplai oleh PLN menggunakan persamaan (2-3).

Energi listrik PLN pertahun	= 19.985 kWh
Energi PLTS pertahun	= 6.892 kWh
Penghematan Energi	= 19.985 kWh – 6.892 kWh
	= 13.093 kWh

Bila dihitung menggunakan tarif listrik yang dapat diberikan oleh PLN yang berdasarkan tarif dasar listrik PLN menggunakan persamaan (2-4).

Penghematan Energi	= 13.093 kWh
Harga per kWh	= Rp. 992,72
	= 13.093 kWh x Rp. 992,72
	= Rp. 12.997.682

Jadi jika sebelumnya mengkonsumsi energi dari PLN sebanyak 19.985 kWh atau setara dengan Rp. 19.839.509 yang harus dibayarkan ke PLN dan Jika menggunakan PLTS *On Grid*, pelanggan akan menghemat Rp.6.841.826 dari biaya listrik setiap tahunnya. Ini berarti bahwa pelanggan cukup membayar biaya listrik sebesar Rp.12.997.682 setiap tahunnya atau 65,5% dari biaya yang

seharusnya dibayarkan. Dengan demikian, PLTS menyumbang penghematan biaya listrik sebesar 34,5%.

### HASIL EMISI KETIKA PLTS BELUM TERPASANG

Gambar 4.15. dari simulasi HOMER Pro menunjukkan hasil analisis emisi yang dilakukan untuk grid listrik berkapasitas 33 KVA yang tidak memiliki PLTS yang terpasang. Hasilnya menunjukkan emisi CO<sub>2</sub>e karbon dioksida sebesar 25.116 kg/tahun, yang cukup tinggi karena ketergantungan kita pada bahan bakar fosil.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	25,116	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	109	kg/yr
Nitrogen Oxides	53.3	kg/yr

Gambar 3. Hasil dari CO<sub>2</sub>e dalam situasi di mana atap PLTS belum dipasang

### EMISI KETIKA PLTS SETELAH TERPASANG

Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan kapasitas 20 kW pada sistem *grid* memiliki efek positif, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.16. dari simulasi HOMER Pro. Setelah PLTS dipasang, emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) turun hampir setengah dari 25.116 kg/tahun menjadi 12.630 kg/tahun.

Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	12,630	kg/yr
Carbon Monoxide	0	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	54.8	kg/yr
Nitrogen Oxides	26.8	kg/yr

Gambar 4. Hasil dari CO<sub>2</sub>e dalam situasi di mana atap PLTS setelah dipasang

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan suhu dan kelembaban menggunakan Arduino Iot Cloud dengan ESP32 telah berhasil diuji serta bekerja dengan baik. Sistem ini dirancang agar dapat dengan mudah memantau kondisi suhu dan kelembaban suatu ruangan secara real time dengan teknologi IoT, data real time dapat diakses dari laptop atau smartphone terutama android. Dalam penelitian diperoleh nilai kesalahan Srelatif rata-rata untuk suhu adalah 1,12% dan nilai kesalahan relatif rata-rata untuk kelembaban adalah 2,07%. Rata-rata hasil pengukuran untuk suhu adalah 34,680C untuk sensor DHT11 sedangkan pada alat ukur acuan 34,270C .Sementara rata-rata kelembaban pada sensor DHT11 sebesar 67,04% sedangkan pada alat ukur acuan sebesar 65,68. jadi dengan jumlah kelembaban absolut/spesifik yang sama, udara akan memiliki kelembaban relatif yang lebih tinggi jika udara lebih dingin, dan kelembaban relatif yang lebih rendah jika udara lebih hangat. Saat suhu meningkat, uap air berurang (RH berkurang sementara saat temperatur menurun (RH meningkat) uap air lebih banyak/jenuh

---

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nyoman, N. Suparta, And W. Teresna, “Perbandingan Suplai Energi Panel Surya Polycrystalline Pada Plts On-Grid I Nyoman Sugiarta 1) , I Nengah Suparta,” *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov. Ke-6 Isas Publ. Ser. Eng. Sci.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 285–292, 2020.
- [2] S. Gideon And K. P. Saragih, “Analisis Karakteristik Listrik Arus Searah Dan Arus Bolak-Balik,” *J. Pendidik. Tek. Mesin*, Vol. 1, No. 2, Pp. 262–266, 2019.
- [3] D. Liestyowati *Et Al.*, “Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( Plts ) Berkapasitas 100 Wp Dengan Inverter 1000 Watt,” Vol. 1, No. 5, Pp. 623–634, 2022.
- [4] 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.
- [5] L. Halim, “Analisis Teknis Dan Biaya Investasi Pemasangan Plts On Grid Dan Off Grid Di Indonesia,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, Vol. 5, No. 2, P. 131, 2022.
- [6] C. Rizal, “Penggunaan Solar Sel Sebagai Pembangkit Tenaga Surya,” *Tek. Elektro*, Vol. 7, No. 2, Pp. 7–17, 2017.
- [7] T. A. Atalanksa, Y. Wijanarko, And J. Al Rasyid, “Monitoring Dan Kontrol Sistem Input Dan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Alternatif Solar Cell System Dan Wind Turbine Di Smk Negeri 1 Indralaya Selatan,” Pp. 382–387.