

Perancangan Sistem PLTS *on Grid* pada Asrama Mahasiswa TB 2 Institut Teknologi Sumatera Menggunakan *Software* PVSyst

Harmiansyah*¹, Adi Prastyo², Idzan Fathur Rohman³, Ghaffar Muhammad⁴, Apriansyah Julio⁵, Widodo Wahyu Muarif⁶, Aisyah Viji Lestari⁷, Forwenli Sitio⁸, Intan Sari Sianturi⁹, Rustam Efendi¹⁰

^{1,8,9}Program Studi Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati, Bandar Lampung

^{3,4,5,6,7}Program Studi Teknik Sistem Energi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

¹⁰Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara, Kendari

E-mail: *harmibm@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan energi listrik setiap tahun mengalami peningkatan yang signifikan, pemanfaatan energi baru terbarukan menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik yang meningkat salah satunya yaitu teknologi pembangkit listrik tenaga surya menggunakan konfigurasi on-grid pada objek atap bangunan. Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisa pembangkit listrik tenaga surya pada atap Gedung asrama TB 2 Institut Teknologi Sumatera. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen menggunakan Software PVSyst untuk memberikan gambaran simulasi hasil rancangan. Hasil simulasi yang telah dilakukan pada atap gedung Asrama TB 2 didapatkan jumlah PV yang dapat dipasang berjumlah 72 unit dengan 3 buah inverter 8 KW dan di pasang menghadap utara dengan kemiringan mengikuti atap, dapat menghasilkan energi sebesar 33.31 MWh/tahun. Sistem PLTS yang dirancang dapat memenuhi 29,9% kebutuhan energi pada bangunan dan jika harga listrik saat ini Rp.1.444,70/kWh, maka penghematan yang didapatkan mencapai Rp 48.122.957/tahun.

Kata kunci: Energi Surya, PLTS, Sistem PLTS, Software PVSyst

Abstract

The need for electrical energy every year has increased significantly, the use of new renewable energy is a solution to meet the increasing electricity needs, one of which is solar power generation technology using an on-grid configuration on building roofs. This research aims to design and analyze a solar power plant on the roof of the TB 2 dormitory building at the Sumatra Institute of Technology. The method used in this research is an experiment using PVSyst software to provide a simulation overview of the plan results. The results of the simulation that was carried out on the roof of the TB 2 Dormitory building showed that the number of PV units that could be installed was 72 units with 3 8 KW inverters and installed facing north with a slope following the roof, it could produce energy of 33.31 MWh/year. The designed PLTS system can meet 29.9% of energy needs in buildings and if the current electricity price is IDR 1,444.70/kWh, the savings obtained will reach IDR 48,122,957/year.

Keywords: Solar Energy, Solar Power Plant, Solar Power Systems, PVSyst Software

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahun, diperkirakan peningkatan yang terjadi mencapai 9 kali lipat pada rentang tahun 2018-2050 yaitu sebesar 254,6 TWh menjadi 1.918 TWh [1]. Energi baru terbarukan menjadi solusi untuk mengatasi kebutuhan energi listrik, salah satunya energi yang bersumber dari matahari [2-4]. Disisi lain Indonesia berada pada garis khatulistiwa secara geografis yang memiliki potensi radiasi matahari yang besar dikarenakan besarnya radiasi bergantung pada posisi lintang, posisi matahari dan kondisi atmosfer terhadap garis khatulistiwa [5]. Indonesia memiliki rata-rata insolasi harian sebesar 4,5-4,8 kWh/m²/hari atau sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp [6], sehingga besarnya potensi energi surya Indonesia diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai energi ramah lingkungan serta mengurangi pemanasan global akibat penggunaan energi yang berlebih [7]. Teknologi pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan dalam bentuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan sel surya atau *photovoltaic* sebagai media converter radiasi menjadi energi listrik [2, 8].

Photovoltaic atau Sel surya merupakan komponen elektronik yang mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik, konversi energi dapat terjadi karena proses yang disebut efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* dapat terjadi karena pelepasan muatan positif dan negatif dalam material padat melalui Cahaya sehingga arus dan tegangan dipengaruhi oleh besarnya intensitas Cahaya [8, 9]. Konfigurasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) memiliki 3 konfigurasi, yang pertama pembangkit daya secara *off-grid* memiliki sifat independen (tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN) [3, 4, 10]. Konfigurasi kedua adalah pembangkit daya secara *on-grid* yang memiliki sistem jaringan terkoneksi pada sistem distribusi listrik nasional (PLN), sistem ini tidak membutuhkan tempat penyimpanan daya seperti baterai karena daya yang dihasilkan langsung digunakan, daya PLTS yang tidak mencukupi untuk konsumsi akan ditutupi oleh daya dari PLN sehingga sistem ini dapat mengurangi penggunaan daya listrik PLN secara langsung [2, 3]. Konfigurasi *hybrid* dengan *back up* baterai memiliki sistem gabungan konfigurasi *off-grid* dan *on-grid*, konfigurasi hybrid mampu menyimpan daya pada baterai saat siang hari untuk meminimalkan penggunaan daya listrik dari PLN [3].

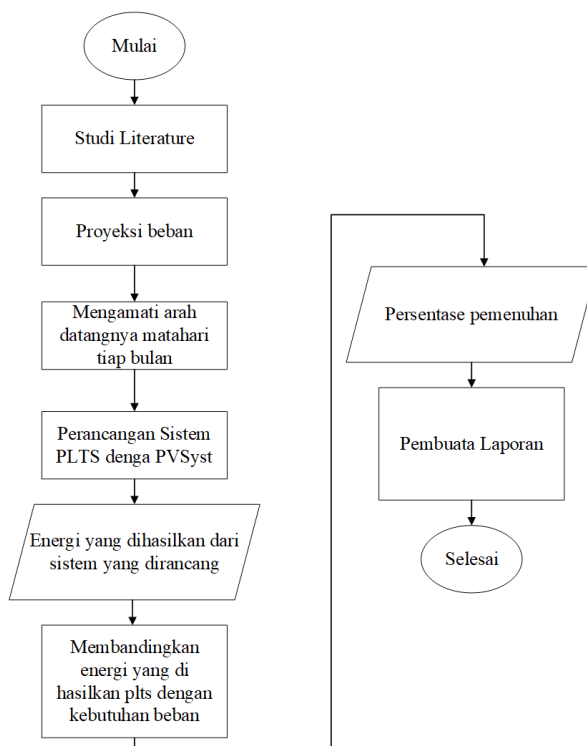
Perancangan PLTS dengan konfigurasi *off-grid*, *on-grid* dan *hybrid* dapat diterapkan pada gedung bangunan, penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani, et al. [6] menyampaikan perancangan PLTS *on-grid* menggunakan *software PVsyst* menghasilkan rancangan 60 buah panel surya dengan kapasitas mencapai 3,21 kWh perhari. Simulasi perancangan PLTS pada gedung area kampus dilakukan oleh herliyanso dan rozak yaitu pada Gedung perpustakaan menyatakan bahwa PLTS menggunakan konfigurasi *off-grid* layak diimplementasikan karena secara teknis dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pada Gedung [11]. Konfigurasi *on-grid* pada Gedung untuk perencanaan PLTS berdasarkan simulasi *software PVsyst* menghasilkan energi sebesar 22,9 MWh/tahun dengan penghematan energi listrik dan biaya mencapai 1,37% dari beban PLN yang harus dibayarkan [12]. Selain pada Gedung perancangan PLTS dapat dilakukan pada kolam budidaya menggunakan *software PVsyst* untuk melakukan simulasi, hasil simulasi menunjukkan penggunaan 10 panel surya 250 Wp dapat menghasilkan daya sebesar 4300 kWh menggunakan konfigurasi *off-grid* [13].

Atap gedung menjadi salah satu opsi strategis dalam instalasi PLTS, pemasangan PLTS atap *on grid* memiliki banyak keuntungan diantaranya seperti mengurangi dampak dari efek rumah kaca, ramah lingkungan, menghemat biaya bulanan listrik, tidak membutuhkan baterai dalam instalasinya, dan proses monitoring lebih mudah dan efektif. Gedung asrama TB 2 Itera merupakan bangunan yang difungsikan sebagai tempat tinggal bagi mahasiswa baru yang sedang menjalani masa Tahapan Persiapan Bersama (TPB) di Institut Teknologi Sumatera, gedung ini memiliki luas sebesar 1232 m² sehingga atap bangunan ini memiliki potensi

dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang bersumber dari energi surya. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *on grid* pada Gedung asrama TB 2 Institut Teknologi Sumatera (ITERA) dengan metode simulasi menggunakan *software PVsyst*.

2. METODE PENELITIAN

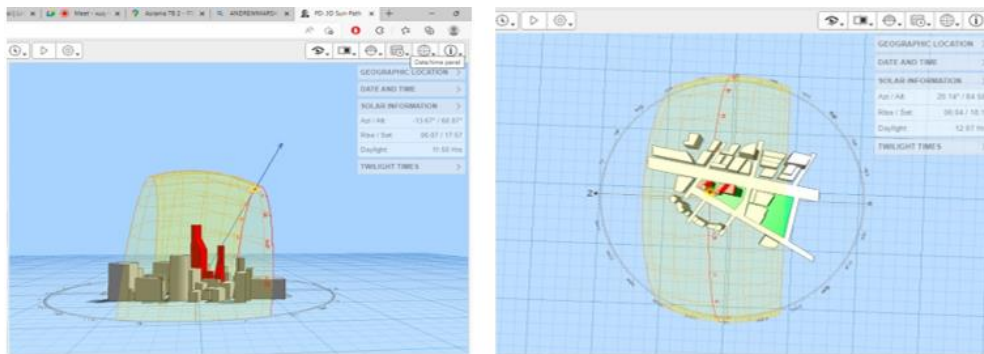
Pada penelitian ini menggunakan objek gedung Asrama Mahasiswa TB 2 Institut Teknologi Sumatera. Sedangkan untuk metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan *Software PVsyst* untuk dapat mengetahui gambaran energi yang dihasilkan dari sistem PLTS yang dirancang pada atap Asrama Mahasiswa TB 2. Berikut diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

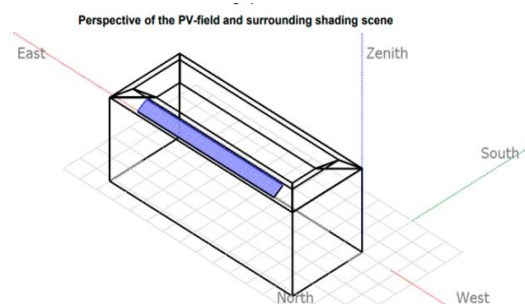
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Asrama Mahasiswa TB 2 merupakan bangunan gedung hunian yang berfungsi sebagai tempat tinggal mahasiswa ITERA tingkat semester 1 atau 2 yang tengah menjalani Tahap Persiapan Bersama (TPB). bangunan ini memiliki 4 lantai dengan ketinggian kurang lebih 25 meter dengan luas lahan bangunan kurang lebih 1232 m². Secara geografis memiliki titik koordinat (-5.358371992882476, 105.31933535815394) yang beralamatkan di Komplek Asrama TPB ITERA. Beban yang terpasang pada bangunan tersebut secara umum terdiri dari lampu, dispenser, *rice cooker*, Setrika, pompa air, HP dan Laptop. Dari hasil proyeksi beban yang telah dilakukan, gedung Asrama TB 2 dapat mengkonsumsi energi sebesar 307 Kwh/hari dan 111.134 Kwh/tahun.



Gambar 2. Pergerakan matahari selama 1 tahun

Berdasarkan Gambar 2 daerah berwarna kuning merupakan posisi pergerakan matahari selama setahun. Posisi pergerakan matahari terhadap kota bandar lampung cenderung berada pada arah utara. Hal ini dapat diasumsikan kemiringan PV yang baik adalah mengarah ke utara agar sinar matahari dapat mengenai PV dengan maksimal serta meminimalkan bayangan yang dapat terjadi karena bayangan seperti pohon dan bangunan lainnya dapat mempengaruhi kinerja PLTS [14]. Atap bangunan Asrama Mahasiswa TB 2 merupakan atap yang memiliki kemiringan 30 derajat, maka dari itu untuk mempermudah konstruksi, PV dirancang dengan kemiringan 30 derajat dan menghadap ke utara dengan Luas atap yang dapat digunakan 121m². Berikut merupakan 3D view dari *Software PVsyst* (Gambar 3).



Gambar 3. 3D view PVsyst

Perancangan PLTS dilakukan dengan menggunakan PV bermerek JA Solar JAM60-S10-335-PR (Gambar 4). PV ini merupakan model berjenis *Monocrystalline* yang memiliki efisiensi lebih baik dibandingkan dengan jenis *Polycrystalline*. Selain itu PV merk ini sudah sering digunakan di Indonesia. Tabel 1 spesifikasi PV yang digunakan dalam perancangan.



Gambar 4. *Photovoltaik* JAM60-S10-335-PR

Tabel 1. Spesifikasi panel surya yang digunakan

Parameter	Spesifikasi
<i>Modul Name</i>	JA Solar JAM60-S10-335-PR
<i>Peak Power (Pmax)</i>	335 W
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	41.12 V
<i>Max. Power Voltage (Vmp)</i>	34.36 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	10.38 A
<i>Max. Power Current (Imp)</i>	9.75 A
<i>Cell Type</i>	Mono
NOCT	45°C
<i>Weight</i>	22.70 Kg
<i>Dimension</i>	1689 x 996 x 35 (mm)
<i>Module Efficiency</i>	19,92 %

Hasil simulasi yang didapatkan melalui *Software* PVSyst menunjukkan jumlah modul PV yang dapat terpasang sebanyak 72 unit dengan 3 baris yang masing-masing barisnya berjumlah 24 unit dan setiap unit PV dapat menghasilkan 335W. Konfigurasi simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 5.

Hasil energi tersebut selanjutnya dilakukan pemilihan inverter. Pemilihan inverter harus dengan mempertimbangkan DC : AC ratio, dimana nilai rasio yang idealnya yaitu sekitar 1,2. Maka dari itu perancangan ini menggunakan inverter merk Huawei_SUN2000_8KTL dengan kapasitas 8 KW sebanyak 3 buah sehingga total Inverter yang digunakan adalah 24 kW AC, sehingga DC : AC ratio yang dihasilkan 1,005. Karakteristik simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 6.

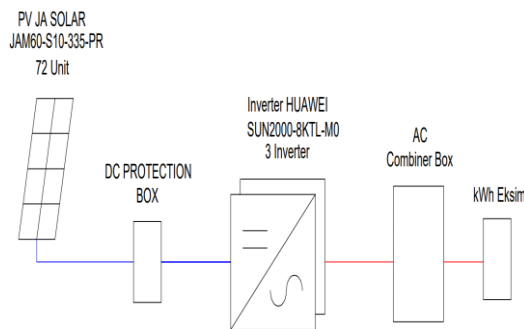


Gambar 5. Simulasi penempatan PV pada atap

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	JA Solar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	JAM60-S10-335-PR	Model	SUN2000-8KTL-M0
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	335 Wp	Unit Nom. Power	8.00 kWac
Number of PV modules	72 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	24.12 kWp	Total power	24.0 kWac
Modules	3 Strings x 24 In series	Operating voltage	380-850 V
At operating cond. (50°C)		Phom ratio (DC:AC)	1.01
Pmpp	22.01 kWp		
U mpp	743 V		
I mpp	30 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	24 kWp	Total power	24 kWac
Total	72 modules	Nb. of inverters	3 units
Module area	121 m ²	Phom ratio	1.01

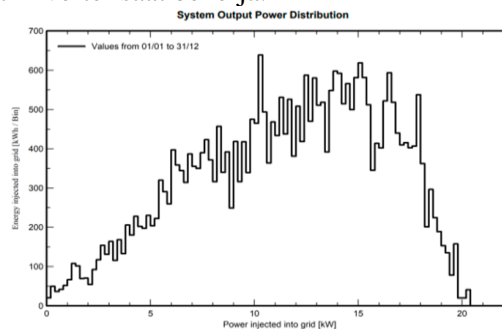
Gambar 6. Hasil simulasi dengan PV

Untuk alur perancangan sistem yang diterapkan pada gedung Asrama Mahasiswa TB2 dapat dilihat pada SLD Gambar 7. Dimana kabel Panel surya yang dipasang dirangkai/disatukan kedalam DC *Protection Box* bersama sistem *ground* dan pengaman lainnya. Kemudian dialirkan menuju ketiga inverter untuk mengubah arus listrik DC menjadi AC. Selanjutnya dari ketiga inverter tersebut disatukan kedalam AC *Combiner Box* bersama sistem MCCB. Terakhir dialirkan menuju kWh Ekspor-Import (Eksim) yang terhubung ke jaringan listrik PLN.



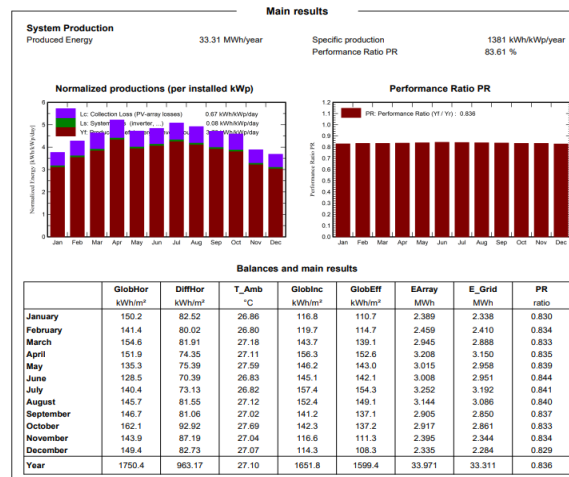
Gambar 7 Single line diagram (SLD)

Gambar 8 menunjukkan grafik energi yang dikirimkan ke *grid* terhadap daya yang dihasilkan oleh sistem yang disuplai ke *grid* selama setahun. Satuan energi pada sumbu vertikal grafik, kWh/Bin, menunjukkan bahwa nilai yang diberikan adalah energi yang dapat dihasilkan pada rentang waktu yang diberikan oleh grafik, yaitu 1 tahun. Dapat dilihat bahwa dihasilkan energi terbesar (sekitar 650 kWh) dihasilkan oleh daya dengan nilai sekitar 11 kW. Daya inilah yang menjadi daya optimal inverter saat bekerja.



Gambar 8. Energi yang menuju ke *grid*

Hasil simulasi pun menunjukkan penyinaran matahari pada lokasi ini per tahunnya sebesar 1750,4 kWh/m². Serta energi yang dihasilkan masuk ke dalam grid dalam setahun sebesar 33,31 MWh/tahunnya. Hasil utama dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil utama

Energi yang dapat dihasilkan berdasarkan simulasi sistem PLTS yang dibandingkan dengan konsumsi energi listrik pada bangunan asrama TB 2 sebesar 111.134 Kwh/tahun serta performa rasio mencapai 83.6%, maka kemampuan sistem PLTS yang dirancang dapat memenuhi 29,9% kebutuhan energi pada gedung tersebut. Jika harga listrik saat ini Rp.1.444,70 / kWh, maka penghematan yang didapatkan mencapai Rp 48.122.957/tahun.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan perancangan sistem PLTS on grid pada salah satu Gedung asrama mahasiswa Institut Teknologi Sumatera menggunakan *software* PVSyst. Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Perancangan sistem PLTS *on grid* yang dapat diterapkan pada gedung Asrama Mahasiswa TB2 terdiri dari 72 unti PV berjenis *monocrystalline* yang terdiri dari 3 baris yang masing-masing barisnya berjumlah 24 unit dengan 1 buah inverter 8 Kw. Sedangkan untuk diagram sistemnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.
2. Energi yang dapat dihasilkan setahun sebesar 33.31 MWh/tahunnya
3. Performa rasio pada sistem PLTS on grid yang dirancang pada lokasi tersebut mencapai 83.6%.
4. Gedung Asrama TB 2 dapat mengkonsumsi energi sebesar 111.134 Kwh/tahun atau setara 111,134 Mwh/tahun dan energi yang dapat dihasilkan dari sistem PLTS sebesar 33,31 MWh/tahun. Maka, kemampuan sistem PLTS yang dirancang dapat memenuhi 29,9% kebutuhan energi pada bangunan.
5. Jika harga listrik saat ini Rp.1.444,70 / kWh, maka penghematan yang didapatkan mencapai Rp 48.122.957/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Windarta, S. Handoko, K. N. Irfani, S. M. Masfuha, and C. H. Itsnareno, "Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-grid* Menggunakan *Software* PVSyst untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) *Coffeeshop*

- Remote Area*," *TEKNIK*, vol. 42, no. 1, pp. 290-298, 2021, doi: <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.40242>.
- [2] J. Jufrizel and M. Irfan, "Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem *On-Grid*," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri*, 2017, pp. 430-436.
- [3] F. Husnayain and D. Luthfy, "Analisis rancang bangun PLTS *ON-Gri* hibrid baterai dengan PVSYST pada kantin teknik FTUI," *ELECTRICES*, vol. 2, no. 1, pp. 21-29, 2020, doi: <https://doi.org/10.32722/ees.v2i1.2846>.
- [4] A. Dani and D. Erivianto, "Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Skala Rumah Tangga pada Daerah Bagan Deli Menggunakan Pvsyst," *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 3, no. 09, pp. 961-972, 2022, doi: <https://doi.org/10.59141/jist.v3i09.496>.
- [5] W. Nugroho, A. Nugroho, and B. Winardi, "Analisis Potensi Dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Gedung Fakultas Psikologi Universitas Diponegoro," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 181-188, 2020, doi: <https://doi.org/10.14710/transient.v9i2.181-188>.
- [6] A. Ramadhani, A. Ulfiana, and Y. M. D. E. Saputra, "Analisis Perancangan Sistem PLTS Terhubung Jaringan PLN di Gedung A Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Menggunakan Software PVsyst 7.2," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 2022, no. 1, pp. 1184-1193.
- [7] S. Hani, G. Santoso, S. Priyambodo, and F. Fahrezzy, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Grid-Connected Berbasis Pvsyst 6.7. 0 Pada Kantor Desa Putat Kecamatan Sedong Kabupaten Cirebon," in *Prosiding Sains dan Teknologi*, 2022, vol. 1, no. 1, pp. 630-635.
- [8] E. A. Karuniawan, "Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan *HelioScope* dalam Simulasi *Fixed Tilt Photovoltaic*," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 12, no. 3, pp. 100-105, 2021, doi: doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.001.
- [9] I. M. Suraharta *et al.*, "Electric vehicle policy: The main pillar of Indonesia's future energy security," *International Journal of Science and Society*, vol. 4, no. 4, pp. 142-156, 2022, doi: doi: 10.54783/ijssoc.v4i4.561.
- [10] W. Supriatna, "Implementasi Software Pvsyst Untuk Perancangan PLTS Offgrid Di Kecamatan Binong Kabupaten Subang," *Jurnal Kendali Teknik dan Sains*, vol. 1, no. 3, pp. 228-235, 2023.
- [11] D. Herliyanso and O. A. Rozak, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang," *ELECTRICES*, vol. 5, no. 1, pp. 20-29, 2023, doi: <https://doi.org/10.32722/ees.v5i1.5612>.
- [12] A. Daud, R. Rachbini, and K. Hernawan, "Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terhubung Jaringan Di Laboratorium Energi Terbarukan Menggunakan Pvsyst," *Jurnal Teknik Energi*, vol. 11, no. 1, pp. 1-6, 2022, doi: <https://doi.org/10.35313/energi.v11i2.3515>.
- [13] M. D. C. Ramadhan, P. A. R. Sidiq, A. N. Ulfa, R. Z. Ahmad, and J. T. Putra, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Kolam Budidaya di Daerah Sentono Menggunakan *Software PVsyst*," *JUPITER*, vol. 6, no. 2, pp. 18-30, 2021, doi: 10.25273/jupiter.v6i2.10519
- [14] A. Mansur, "Analisa kinerja PLTS on grid 50 kwp akibat efek bayangan menggunakan software pvsyst," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 23, no. 1, pp. 28-33, 2021, doi: doi: 10.14710/transmisi.23.1.28-33.