

**PERANCANGAN DAN SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA *HYBRID* (PLTS) DI PONDOK MODERN
ASSALAM PUTRI**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA *HYBRID* (PLTS) DI PONDOK MODERN
ASSALAM PUTRI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
AGUSTUS 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : PERANCANGAN DAN SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA *HYBRID* (PLTS) DI PONDOK MODERN
ASSALAM PUTRI
NAMA : TA ALIYONO HADI
NIM : 20190120017

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 4 Agustus 2023


TA Aliyono Hadi
Penulis

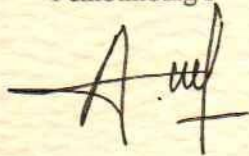
PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : PERANCANGAN DAN SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA *HYBRID* (PLTS) DI PONDOK MODERN
ASSALAM PUTRI
NAMA : TA ALIYONO HADI
NIM : 20190120017

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 4 Agustus 2023. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 4 Agustus 2023

Pembimbing I



Anang Suryana, S.Pd., M.Si.

NIDN. 0407098009

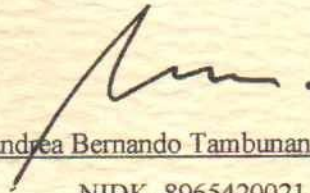
Ketua Penguji



Aryo De Wibowo, M.S.S.T.M.T.

NIDN. 0402128905

Pembimbing II



Ir. Handrea Bernando Tambunan, S.T., M.Eng

NIDK. 8965420021

PLT.Ketua Program Studi Teknik Elektro



Muchtar Ali Setyo Yudono, S.T.M.T.

NIDN. 0426019502

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0402037401

ABSTRACT

Solar power can be started by mentioning that humans have depended on fossil fuels to meet their energy needs for centuries. However, the excessive use of fossil fuels has caused environmental problems such as global warming and air pollution. The method uses the PVsyst software as a simulator of the system simulation design that will be built, so that the research focuses on producing the design and simulation of PLTS Hybrid using two scenarios. The results of the simulation using PVsyst 7.2 With the installation of solar modules using two scenarios, namely a scenario of one tilt of 30° and an azimuth of 24° , the scenario of two tilts of 11° and an azimuth of 0° produces a value of getting a larger Global On Collector Plane with a value of 1783 kWh/m^2 compared to scenario two, which uses angle 11 and azimuth 0 to get a Global On Collector Plane value of 1477.4 kWh/m^2 . The capacity generated by solar panels in scenario one is larger with a value of 3248.2 kWh compared to scenario two, which is smaller with a value of 2689.2 kWh .



Keywords: Hybrid, Solar Energy, PLTS, PV Performance Ratio, PVsyst.

ABSTRAK

Tenaga surya dapat dimulai dengan menyebutkan bahwa manusia telah bergantung pada bahan bakar fosil untuk memenuhi kebutuhan energi selama berabad-abad. Namun, penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan telah menyebabkan masalah lingkungan seperti pemanasan global dan pencemaran udara. Metode yang menggunakan perangkat lunak PVsyst sebagai simulator dari perancangan simulasi sistem yang akan dibangun sehingga pada penelitian yang berfokus dalam menghasilkan perancangan dan simulasi PLTS *Hybrid* dengan menggunakan 2 skenario . Hasil dari dari simulasi menggunakan PVsyst 7.2 Dengan pemasangan modul surya menggunakan dua skenario yaitu skenario satu tilt 30° dan azimuth 24° , skenario dua tilt 11° dan azimuth 0° dihasilkan nilai mendapatkan *Global On Collector Plane* yang lebih besar dengan nilai sebesar 1783 kWh/m^2 dibandingkan dengan skenario dua yang menggunakan sudut 11° dan azimuth 0° mendapatkan nilai *Global On Collector Plane* 1477.4 kWh/m^2 . Kapasitas yang dihasilkan oleh panel surya pada skenario satu lebih besar dengan nilai sebesar 3248.2 kWh dibandingkan dengan skenario dua yang lebih kecil dengan nilai sebesar 2689.2 kWh .



Kata Kunci: *Hybrid, Energi Surya, PLTS, PV, Performa ratio, PVsyst.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT Atas izinnya semua ini bisa terjadi, Alhamdulillah penulisan ini dapat diselesaikan yang berjudul “Perancangan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid di Pondok Modern Assalam Putri”. Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi.

Berbagai pihak telah banyak membimbing, membantu, dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini. Sehubungan dengan itu penulis secara tulus ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M.
2. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Muchtar Ali Setyo Yudeno, S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing I Bapak Anang Suryana, S.Pd., M.Si
5. Dosen Pembimbing II Bapak Ir Handrea Bernando Tambunan, S.T., M.Eng
6. Bapak Sahrin dan Ibu Arnah Selaku Orang Tua.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang penulis banggakan.
8. Keluarga Besar Nusa Putra Pecinta Alam (Nusapala).
9. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dan memberikan semangat, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak sekali kekurangan. maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat dijadikan sebagai pembelajaran untuk perbaikan kedepannya baik bagi penulis maupun pembaca.

Sukabumi, 1 Agustus 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : TA Aliyono Hadi
Nim : 20190120017
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengerahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERANCANGAN DAN SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA HYBRID DI PONDOK MODERN ASSALAM PUTRI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 4 Agustus 2023

Yang menyatakan,


(TA Aliyono Hadi)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Energi Matahari.....	6
2.3. Altitude dan Azimuth	7
2.4. Temperatur	8
2.5. Performa Rasio.....	8
2.6. Prinsip Kerja Fotovoltaik	9



2.7.	Modul Surya.....	10
2.7.1.	<i>Monocrystalin</i>	11
2.7.2.	<i>Polycrystalin</i>	12
2.7.3.	<i>Thin film</i>	12
2.8.	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	13
2.8.1.	<i>On grid</i>	14
2.8.2.	<i>Off grid</i>	14
2.8.3.	<i>Hybrid</i>	15
2.9.	Komponen.....	16
2.9.1.	Modul Fotovoltaik.....	16
2.9.2.	<i>Inverter</i>	16
2.9.3.	Baterai	17
2.9.4.	Kontrol Pengisian Baterai	17
2.10.	PVsyst	18
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1.	Diagram Penelitian.....	19
3.2.	Lokasi Penelitian.....	20
3.3.	Potensi Matahari di Pondok Modern Assalam Putri	21
3.4.	Perancangan Simulasi	21
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1.	Hasil Perancangan Sistem PLTS Skenario Satu	25
4.2.	Hasil Perancangan Sistem PLTS Skenario Dua	30
4.3.	Analisa Perbandingan Kedua Skenario PLTS.....	36
BAB V	KESIMPULAN	37
5.1.	Kesimpulan	37
5.2.	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA		39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Altitude dan Azimuth	7
Gambar 2.3. Konveris Energi Matahari	9
Gambar 2.4. Penampungan PV	10
Gambar 2.5. Modul <i>Monocrystalline</i>	11
Gambar 2.6. Modul <i>Polycrystalline</i>	12
Gambar 2.7. Modul <i>Thin Film</i>	13
Gambar 2.8. <i>On Grid</i>	14
Gambar 2.9. <i>Off Grid</i>	15
Gambar 2.10. <i>Hybrid</i>	15
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3.2. Pondok Modern Assalam Putri Citra Satelit	20
Gambar 3.3. Gedung Azhar	20
Gambar 3.4. Global Solar Atlas	21
Gambar 3.5. Diagram Alir Perancangan	22
Gambar 4.1. Sistem PLTS Skenario Satu	25
Gambar 4.2. Sistem Orientasi Pada PLTS Skenario Satu	26
Gambar 4.3. Spesifikasi Sitem PLTS Skenario Satu	26
Gambar 4.4. Grafik: (a) normal produksi, dan (b) rasio performa	27
Gambar 4.5. Diagram <i>Loss</i> PLTS Skenario Satu	29
Gambar 4.6. Hasil Solar Horizontal	30
Gambar 4.7. Sistem PLTS Skenario Dua	31
Gambar 4.8. Sistem Orientasi Pada PLTS Skenario Dua	31
Gambar 4.9. Spesifikasi Sitem PLTS Skenario Dua	32
Gambar 4.10. Grafik: (a) normal produksi, dan (b) rasio performa	33
Gambar 4.11. Diagram <i>Loss</i> PLTS Skenario Dua	35



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.Skenario Pengujian	24
Tabel 4.1. Performa Energi PLTS Skenario Satu Tahun	28
Tabel 4.2. Performa Energi PLTS Skenario Dua Tahun.....	33
Tabel 4.3. Perbandingan Performa Kedua Skenario	36



BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian, Perancangan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* (PLTS) di Pondok Modern Assalam (Putri).

1.1. Latar Belakang

Tenaga surya dapat dimulai dengan menyebutkan bahwa manusia telah bergantung pada bahan bakar fosil untuk memenuhi kebutuhan energi selama berabad-abad. Namun, penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan telah menyebabkan masalah lingkungan seperti pemanasan global dan pencemaran udara. Untuk mengatasi masalah ini, manusia mulai mencari sumber energi alternatif yang lebih bersih dan terbarukan. Salah satu solusinya adalah tenaga surya, yaitu energi yang dihasilkan dari sinar matahari. Seiring dengan perkembangan teknologi, tenaga surya semakin populer dan dianggap sebagai salah satu sumber energi alternatif terbaik untuk masa depan [1],[2],[3],[4],[5].

Energi surya memiliki potensi yang cukup baik dan merata di wilayah Indonesia. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa Indonesia secara astronomi berada di sekitar garis khatulistiwa, sehingga cahaya matahari tersedia sepanjang tahun. Memanfaatkan energi surya memiliki beberapa keunggulan, antara lain sumber energi yang mudah didapatkan, ramah lingkungan, dan dapat digunakan dalam berbagai kondisi geografis. Salah satu keunggulan utama energi surya adalah ketersediaannya yang melimpah. Matahari sebagai sumber energi utama dapat diandalkan karena sinar matahari tersedia secara terus-menerus di seluruh wilayah Indonesia. Dengan paparan sinar matahari yang cukup, potensi energi surya dapat dimanfaatkan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan listrik dan energi lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah jenis pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik. Keunikan dari PLTS adalah kemampuannya untuk tetap menghasilkan listrik bahkan dalam kondisi mendung, asalkan masih ada paparan sinar matahari

yang mencukupi. PLTS dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik baik dalam skala kecil maupun besar, serta dapat beroperasi secara mandiri atau dalam kombinasi dengan sumber energi lainnya dalam sistem *hybrid*. Hal ini membuat PLTS menjadi pilihan yang lebih hemat biaya dan hemat energi dalam jangka panjang [6],[7],[8],[9],[10].

Warungkiara – Sukabumi merupakan daerah yang memiliki sumber potensi Pembangkit listrik terbarukan, salah satu potensinya adalah potensi Panas Matahari. Pondok Modern Assalam Putri merupakan salah satu lembaga Pendidikan berbasis Pesantren dengan luas area Pondok sekitar 40 hektar dengan jumlah Santi sebanyak 1.400 santri. GHI (*Global Horizontal Irradiation*) per harinya mencapai 4.815 kWh/m², sedangkan di Indonesia sendiri memiliki rata – rata nilai GHI yang baik dalam per harinya sebesar 4.000 kWh/m² [11],[12],[13],[14]. Bahwa Warungkiara memiliki potensi di daerah tersebut terbilang bagus dan dapat dieksploitasi.

Penelitian mengenai Perancangan dan simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya sistem Hybrid telah banyak dilakukan. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ragil Adi Nugroho Dkk dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid Di Gedung ICT Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 7.0” [15]. Pada penelitian ini yang menghasilkan sebesar 99,1 MWh setiap tahunnya dengan konversi energi listrik berkurang menjadi 68,230 MWh dengan pembagian 57,180 MWh mensuplai beban dan 11,050 MWh yang dikirim ke baterai cadangan dengan efisiensi sebesar 67%.

Mengacu pada data dan penelitian sebelumnya terkait PLTS Atap *Hybrid*, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain teknik pada PLTS, Performa dan Operasional dari sistem PLTS Atap *Hybrid* dengan terhubung pada jaringan PLN Pondok Modern Assalam Putri

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang melingkupi penelitian yang akan diteliti, permasalahan tersebut adalah.

1. Bagaimana Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* dan bagaimana pemilihan modul surya yang cocok di Pondok Modern Assalam Putri?
2. Bagaimana Menganalisa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hibrid* di Pondok Modern Assalam Putri?
3. Bagaimana Hasil Performa dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* di Pondok Modern Assalam?

1.3. Batasan Masalah

Dari penelitian ini ada beberapa batasan penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak PVsyst 7.2.
2. Lokasi Penelitian ini terletak di Pondok Modern Assalam Putri yang berfokus Pada Gedung Azhar.
3. Tidak membahas pada sistem proteksi PLTS.
4. Jenis Modul yang digunakan yaitu *Polycrystalline*.
5. Tidak membahas biaya finansial.



1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perancangan Pembangkit Listrik Tenaga surya *Hybrid* pada Gedung Azhar Pondok Modern Assalam Putri berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst 7.2.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan sebuah simulasi perancangan dan analisa di Pondok Modern Assalam Putri Warungkiara – Sukabumi. Diharapkan dengan adanya perancangan ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya. Simulasi dan Perancangan ini adalah penelitian tahap awal, yang memberikan keluaran peluang dan perancangan bagi pengadaan PLTS sistem *Hybrid* di Pondok Modern Assalam Putri Warungkiara – Sukabumi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematik penulisan penelitian ini terdiri dari Lima bab, isi dari setiap bab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian, Perancangan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* (PLTS) di Pondok Modern Assalam (Putri).

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai Teori dan Tinjauan Pustaka yang menjadi dasar bagi penulisan dalam melakukan penelitian ini.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada BAB III akan membahas mengenai bagaimana penelitian ini akan dilakukan dan mengenai perlengkapan dan kebutuhan dalam penelitian. Dalam BAB ini akan memuat Alur penelitian, pengumpulan data dan penggunaan simulasi PVSYST 7.2.



BAB IV : HASIL dan PEMBAHASAN

Pada bab ini menyajikan hasil akhir Perancangan dan simulasi menggunakan PVsyst untuk merancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid di Pondok Modern Assalam Putri.

BAB V : KESIMPULAN

Pada Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari Perancangan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* di Pondok Modern Assalam Putri – Warungkiara Sukabumi.

BAB V

KESIMPULAN

Pada Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari Perancangan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* di Pondok Modern Assalam Putri – Warungkiara Sukabumi.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Perancangan dan simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Hybrid maka didapatkan kesimpulan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Hybrid di Pondok Modern Assalam yang berfokus pada Gedung Azhar dengan profil beban sebesar 2200 kWp, Menggunakan poli dengan model Generic 80 wp sebanyak 28 unit dengan total modul area sebesar 14,4 m dan Cell area sebesar 6,0m² dengan kondisi operasional 50°C. Inverter yang digunakan dengan model Fronius International Galvd 2.0-1 dengan total Power 2 kWac sebanyak 1 unit dengan tegangan listrik digunakan 120 – 335 V. Dengan pemasangan modul surya menggunakan dua skenario yaitu skenario satu tilt 30 dan azimuth 24, skenario dua tilt 11 dan azimuth 0 dihasilkan nilai mendapatkan *Global On Collector Plane* yang lebih besar dengan nilai sebesar 1783 kWh/m² dibandingkan dengan skenario dua yang menggunakan sudut 11 dan azimuth 0 mendapatkan nilai *Global On Collector Plane* 1477.4 kWh/m². Kapasitas yang dihasilkan oleh panel surya pada skenario satu lebih besar dengan nilai sebesar 3248.2 kWh dibandingkan dengan skenario dua yang lebih kecil dengan nilai sebesar 2689.2 kWh. Rugi rugi yang dihasilkan pada panel surya skenario satu lebih kecil dengan nilai 50% dibandingkan dengan rugi rugi pada panel surya skenario dua sebesar 91%. Total energi yang dihasilkan oleh skenario satu lebih besar dengan energi yang dihasilkan sebesar 3248 kWh/m²/tahun dibandingkan dengan skenario dua yang hanya mampu menghasilkan energi sebesar 2689 kWh/m²/tahun.

5.2. Saran

Sesuai pembahasan sebelumnya, diharapkan adanya penelitian lanjutan yang dapat mengatasi kelemahan yang ada dan memperluas pengembangan dari penelitian ini. Untuk itu penulis membuat saran berikut.

1. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk membahas biaya finansial.
2. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk membahas sistem Proteksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
3. Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk menentukan sudut kemiringan pada pemasangan modul surya.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. G. Daud, N. Lumondo, and A. Mokotoloy, "Potensi Tenaga Surya sebagai Energi Alternatif di Masa Depan," vol. 7, pp. 4966–4969, 2023.
- [2] S. Allifah, Y. Syaukat, and P. Wijayanti, "Dampak Tenaga Air dan Bahan Bakar Fosil terhadap Implementasi Ekonomi Hijau di Indonesia," *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 9, no. 3, pp. 102–112, 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.03.3.
- [3] P. G. Sekar Palupi, M. Muchtar, and P. R. Sihombing, "Pengaruh Pajak Karbon, Penggunaan Bahan Bakar Fosil, Dan Pertumbuhan PDB Terhadap Emisi Karbon," *Jurnalku*, vol. 3, no. 2, pp. 119–127, 2023, doi: 10.54957/jurnalku.v3i2.385.
- [4] T. Tupan, "Analisis bibliometrik perkembangan potensi energi baru dan terbarukan di Indonesia menggunakan R Biblioshiny dan VosViewer," *Daluang J. Libr. Inf. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2022, doi: 10.21580/daluang.v2i2.2022.12516.
- [5] N. Syamsuddin, S. Yana, N. Nelly, and "Permintaan Pasar untuk Produk dan Layanan Energi Terbarukan (Pasar Potensial Daya Saing Energi Terbarukan Indonesia)," *J. Serambi ...*, vol. VIII, no. 1, pp. 4965–4977, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/5673%0Ahttps://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/download/5673/4156>.
- [6] S. L. R. Asep Hidayat, Sekar Agnia Ramdani, "Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Waduk Cirata, Kabupaten Purwakarta," *JIP J. Inov. Penelit.*, vol. 3, no. 6, pp. 6701–6706, 2022.
- [7] I. Desti and I. Desti, "Literature RView : Upaya Energi Bersih dan Terjangkau," *J. Sains Edukatika Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 8–11, 2022.
- [8] S. MIRANTI, JUNAIDY BURHAN, dan MOCHAMAD YUNUS, "Potensi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Dalam Mendukung Pertumbuhan Kawasan Perbatasan Di Kabupaten Nunukan," *J. Tek. | Maj. Ilm. Fak. Tek. UNPAK*, vol. 23, no. 1, 2022, doi: 10.33751/teknik.v23i1.5624.

- [9] L. B. Pratomo and N. Sinaga, "Tinjauan Singkat Optimalisasi Pemanfaatan Energi Surya Pada Sektor Rumah Tangga," *J. Publicuho*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2021, doi: 10.35817/jpu.v4i2.18436.
- [10] M. S. R. Mirza Ichsan Yudistira and Program, "Penerapan Sumberdaya Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara Di Indonesia Dari Perspektif Pengembangan Energi Hijau (Green Energy)," *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, vol. 10, no. 2, pp. 935–941, 2023.
- [11] R. F. S. Budi, Sarjiya, and S. P. Hadi, "The Prospect of Rooftop Photovoltaic Development Considering Global Horizontal Irradiation Uncertainty and Government Policies: A Case of Java Island, Indonesia," *Int. J. Energy Econ. Policy*, vol. 12, no. 4, pp. 104–116, 2022, doi: 10.32479/ijeep.13066.
- [12] T. Artiningrum and J. Havianto, "Meningkatkan Peran Energi Bersih Lewat Pemanfaatan Sinar Matahari," *Geoplanart*, vol. 2, no. 2, pp. 100–115, 2019.
- [13] F. Sembiring, Wahyu Irwan Putra, Ibnu Ngatoilah, and Atto Mustopa, "Implementasi Energi Terbarukan berupa Penerangan Jalan Umum Berbasis Tenaga Surya di Desa Bumiwang Surade Sukabumi," *J. Pengabd. Kpd. Masy. Abdi Putra*, vol. 3, no. 2, pp. 31–36, 2023, doi: 10.52005/abdiputra.v3i2.115.
- [14] P. Fisika, "Pemetaan dan Estimasi Potensi Energi Matahari di Kota Pontianak," vol. 10, no. 3, pp. 285–290, 2022.
- [15] R. A. Nugroho, B. Winardi, and S. Sudjadi, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Hybrid Di Gedung Ict Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 7.0," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 377–383, 2021, doi: 10.14710/transient.v10i2.377-383.
- [16] M. Yusuf Yunus *et al.*, "Prosiding 6 th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2022 Bidang Pengabdian Kepada Masyarakat 302," pp. 302–307, 2022.
- [17] F. Husnayain, "Analisis rancang bangun PLTS ON-Grid hibrid baterai dengan PVSYST pada kantin teknik FTUI," *Electrices*, vol. 2, no. 1, pp.

- 21–29, 2020, doi: 10.32722/ees.v2i1.2846.
- [18] A. M. Ariawan and N. Sinaga, “Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah,” *J. Sains dan Teknol. Reaksi*, vol. 19, no. 01, 2021, doi: 10.30811/jstr.v19i01.2261.
- [19] M. F. Siregar, B. S. Kusuma, and Z. Ginting, “PEMANFAATAN ENERGI MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK KAPASITAS 1300 WATTUNTUK BEBAN RUMAH TANGGA DI KOTA MEDAN,” 2023.
- [20] D. Christian, D. B. Santoso, and R. Rahmadewi, “IMPLEMENTASI DIGITAL IMAGE PROCESSING SEBAGAI PENDETEKSI POSISI MATAHARI PADA PERANCANGAN DUAL AXIS SOLAR TRACKER,” vol. 6, no. 2, pp. 116–122, 2023, doi: 10.31943/teknokom.v6i2.150.
- [21] S. Energi, M. Di, and D. Delingan, “PENGAPLIKASIAN ALAT PEMBASMI TIKUS MEMANFAATKAN,” vol. 6, no. 1, pp. 91–97, 2023.
- [22] M. H. Bahari and M. H. Bahari, “Pandangan badan hisab rukyat daerah (bhrd) kabupaten cirebon terhadap perubahan kriteria mabims,” vol. 8, no. 1, pp. 114–126.
- [23] R. Duanaputri, I. Heryanto/Eryk, M. F. Sajidan, and Ayusta Lukita Wardani, “Sistem Monitoring Online Dan Analisis Perfomansi Plts Panel Surya Monocrystalline 100 Wp Berbasis Web,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, 2023, doi: 10.33795/elposys.v10i1.715.
- [24] E. N. R. Pertiwi, K. M. Arafah, and A. Subkiman, “ORIENTASI DESAIN BUNGALOW SEHAT DENGAN PENDEKATAN PEMANFAATAN SINAR MATAHARI Studi Kasus: di Desa Rancakalong Kabupaten Sumedang,” *Vitr. J. Arsitektur, Bangunan dan Lingkung.*, vol. 11, no. 3, p. 221, 2022, doi: 10.22441/vitruvian.2022.v11i3.003.
- [25] U. M. D. E. C. D. E. Los, “PENGARUH EFEK SUHU TERHADAP KINERJA PANEL SURYA,” pp. 1–6.
- [26] E. -Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan, D. Herliyanso, and O. Abdul Rozak, “Perencanaan Sistem PLTS Off Grid ... Perencanaan

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang Planning for an Off-grid Solar Power Generation System as a Power Supply for the Universitas Pamul,” vol. 5, pp. 20–29.

- [27] E. A. Karuniawan *et al.*, “Analisis Potensi Daya Listrik Plts Atap Di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang Dengan Perangkat Lunak Pvsyst,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 75, no. 2, pp. 75–80, 2023.
- [28] M. S. Hasan and W. Widayat, “Produksi Hidrogen dengan Memanfaatkan Sumber Daya Energi Surya dan Angin di Indonesia,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 1, pp. 38–48, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13374.
- [29] A. Santoso *et al.*, “Pemakaian plts sebagai sumber energi alternatif untuk penerangan lingkungan panti asuhan semarang,” vol. 4, no. 2, pp. 4116–4120, 2023.
- [30] M. R. Putri, F. X. A. Setyawan, and S. Sumadi, “Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50Wp Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet of Things,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 3, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i3.2640.
- [31] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [32] S. Djordjevic, L. Pantic, M. Krstic, I. Radonjic, M. Mancic, and A. Pantic, “Enhancing Monocrystalline Solar Module Efficiency through Front-Surface Cooling with 96% Alcohol,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 9, 2023, doi: 10.3390/app13095331.
- [33] B. R. P. D. Palevi, C. Saleh, and C. D. Megawati, “Perancangan Sistem Pemantauan Uji Karakteristik Daya Keluaran Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline untuk Kepentingan Riset dan Pendidikan,” *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 3, pp. 507–512, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i3.5087.
- [34] A. B. Kusumaningtyas, S. Wardhono, and R. Eka Ananda, “Analisis Sistem Pendinginan Panel Polycrystalline Dan Monocrystalline,” *J. Poli-Teknologi*,

- vol. 22, no. 1, pp. 17–22, 2023, doi: 10.32722/pt.v22i1.4971.
- [35] S. Gyamfi, B. Aboagye, F. Peprah, and M. Obeng, “Degradation analysis of polycrystalline silicon modules from different manufacturers under the same climatic conditions,” *Energy Convers. Manag. X*, vol. 20, no. April, p. 100403, 2023, doi: 10.1016/j.ecmx.2023.100403.
- [36] I. A. Kurniawan, “Tenaga Surya (Plts) Sebagai Pemanfaatan Solar Potential Analysis As Steam Power Plant (Paiton) Area,” *Tek. Fis. ITS*, pp. 1–99, 2016.
- [37] F. Salsa hayani, A. Stefanie, and I. A. Bangsa, “Hybrid Generator Thermoelektrik Panel Surya Thin Film Sf 170-S Cis 170 Watt Pada Plts 1 Mw Cirata,” *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 1, pp. 154–160, 2021, doi: 10.36277/jteuniba.v6i1.102.
- [38] V. T. H. Pham *et al.*, “Controlling of Conductivity and Morphological Properties of Hole-Transport Layer Using Ionic Liquid for Vacuum-Free Planar Hybrid Solar Cells,” *Energies*, vol. 16, no. 1, 2023, doi: 10.3390/en16010467.
- [39] M. Anggiat Situmorang, I. A. Dwi Giriantari, and I. N. Setiawan, “Perancangan Plts Atap Gedung Perpustakaan Universitas Udayana,” *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, p. 89, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p11.
- [40] R. Rezky Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, and J. Teknik Elektro, “Analisis Plts on Grid,” *Vertex Elektro*, vol. 14, no. 1, pp. 12–25, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/article/view/9143>.
- [41] S. M. Poorseyed and A. Askarzadeh, “Risk-averse optimal operation of an on-grid photovoltaic/battery/diesel generator hybrid energy system using information gap decision theory,” *IET Renew. Power Gener.*, no. February, pp. 2801–2814, 2023, doi: 10.1049/rpg2.12801.
- [42] S. A. Maulana, A. R. Baihaki, M. Nanang, I. Saputra, A. Budi, and I. K. P. Putra, “Simulasi Perencanaan Sistem Pembangkit PV dan Bayu Menggunakan Software Homer di Desa Keruak , Kabupaten Lombok

- Timur,” vol. 1, no. 1, pp. 56–66, 2023.
- [43] F. Mujaahid, W. Widyasmoro, I. Iswanto, and R. Susanto, “Panel Surya Sebagai Edukasi Energi Hijau Di Lingkungan Pondok Pesantren,” *Pros. Semin. Nas. Progr. Pengabdi. Masy.*, pp. 279–286, 2021, doi: 10.18196/ppm.21.517.
- [44] U. A. Pringsewu, “Volume 5 Issue 1 Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) PADA Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering,” vol. 5, no. 1, pp. 67–75.
- [45] S. Saodah and N. Hariyanto, “Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 kVA,” *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabdi. Pada Masy.*, pp. 187–190, 2019.
- [46] Ima Rochimawati, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Strateg. J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 169–180, 2019, doi: 10.37753/strategy.v1i1.7.
- [47] I. Octopianus Silaban, I. N. Satya Kumara, and I. N. Setiawan, “Perancangan Plts Atap Pada Gedung Kantor Bupati Tapanuli Utara Dengan Arsitektur Rumah Adat Batak Toba,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, p. 270, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i02.p31.
- [48] M. Artiyas, *PLTS di Indonesia*. Sukabumi: CV Jejak, anggota IKAPI, 2022.
- [49] S. Nasional, T. Elektro, S. Informasi, and T. Informatika, “Optimalisasi Panel Surya Untuk Skala Rumah Tangga,” pp. 11–20, 2022.
- [50] S. SAODAH and S. UTAMI, “Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 7, no. 2, p. 339, 2019, doi: 10.26760/elkomika.v7i2.339.
- [51] I. W. Sukerayasa, “Investigasi hubungan iradiasi matahari dengan thd pada inverter plts universitas udayana,” vol. 10, no. 2, pp. 63–69, 2023.
- [52] L. Mahfudz Hayusman, N. Saputera, and P. Negeri Banjarmasin, “Studi Perencanaan Panel Kendali Plts-Pln Berdasarkan Kapasitas Baterai Untuk

- Plts Off-Grid,” *J. Sains Terap.*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [53] M. S. Utomo, I. Nugrahanto, and S. Sungkono, “Sistem Penyimpanan Energi Menggunakan Baterai Sel Sekunder Pada Photovoltaic,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–93, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i1.2753.
- [54] D. Hadidjaja, “Peningkatan efisiensi biaya listrik angkringan dengan plts ramah lingkungan,” vol. 6, pp. 1844–1852, 2023.
- [55] A. Darwish, “A Comprehensive Review of Distributed MPPT for Grid-Tied PV Systems at the Sub-Module Level,” 2023.
- [56] D. Monika, N. Nadhiroh, Z. Indra, and W. H. Mulyadi, “Prediksi Energi Pada Panel Surya Offgrid 400 Wp Menggunakan Software Pvsyst Energy Prediction on 400 Wp Off-grid Solar Panels Using the Pvsyst Software,” vol. 5, pp. 36–43, 2023.

