

SKRIPSI

PERENCANAAN DAN ANALISIS INVESTASI PLTS ATAP ON-GRID DI GEDUNG LOGISTIK UNIT PELAKSANA PELAYANAN PELANGGAN KUALA KAPUAS



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Arief Gunawan

NIM. 2315374069

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin penting dalam mengurangi emisi karbon dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem PLTS atap on-grid yang efisien di Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas, menganalisis potensi kapasitas beban, serta mengevaluasi kelayakan finansialnya. Metode yang digunakan meliputi perhitungan teknis dan analisis finansial berdasarkan kebutuhan energi gedung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PLTS dengan kapasitas 5.5 kWp menggunakan 10 panel surya 550 Wp mampu menghasilkan surplus energi, mengurangi emisi karbon hingga 4.982.016 kg CO₂ per tahun, serta memiliki ROI 15.37%, NPV Rp 44,735,356, dan BCR 1.68. Dengan *payback period* 6.5 tahun, instalasi PLTS ini terbukti layak dari sisi teknis dan finansial serta memberikan dampak positif bagi lingkungan.

Kata Kunci: energi terbarukan, PLTS atap on-grid, emisi karbon, kelayakan finansial, efisiensi energi.

ABSTRACT

The utilization of renewable energy sources, such as solar power systems, plays a crucial role in reducing carbon emissions and promoting environmental sustainability. This study aims to design an efficient on-grid rooftop solar power system (PLTS) for the Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas Logistics Building, analyze its load capacity, and evaluate its financial feasibility. The methods employed include technical calculations and financial analysis based on the building's energy needs. The results indicate that a 5.5 kWp solar system with 10 solar panels of 550 Wp can generate energy surplus, reduce carbon emissions by up to 4,982,016 kg CO₂ annually, and achieve an ROI of 15.37%, NPV of IDR 44,735,356, and a BCR of 1.68. With a payback period of 6.5 years, the installation of this PLTS system is technically and financially viable, offering significant economic benefits while contributing positively to environmental sustainability.

Keywords: *renewable energy, on-grid rooftop solar, carbon emissions, financial feasibility, energy efficiency*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian yang berjudul "*Perencanaan dan Analisis Investasi PLTS Atap On-Grid di Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas*" dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilakukan sebagai kontribusi untuk mendukung penggunaan energi terbarukan yang berkelanjutan, khususnya di sektor komersial, serta sebagai upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil.

Penelitian ini berfokus pada analisis teknis dan ekonomis penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap berbasis on-grid, dengan integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring dan pengelolaan energi secara real-time. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan dan model penerapan yang dapat direplikasi pada gedung-gedung lain, khususnya di lingkungan PLN.

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih khusus kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, S.T., M.T., Ketua Program Studi D4-Teknik Otomasi.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T., Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ir. I Made Budiada, M.pd., Dosen Pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan kesempatan untuk menempuh studi di Politeknik Negeri Bali.
7. Teman-teman angkatan 2023 Kelas Spesialisasi Energi Terbarukan (EBT) Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan

penelitian lebih lanjut. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat, baik secara akademis maupun praktis, bagi pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

Bukit Jimbaran, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	13
PENDAHULUAN	13
1.1. Latar Belakang.....	13
1.2. Perumusan Masalah.....	15
1.3. Batasan Masalah.....	15
1.4. Tujuan Penelitian.....	15
1.5. Manfaat Penelitian.....	16
BAB II.....	17
TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1. Penelitian Terdahulu.....	17
2.2. Landasan Teori	20
2.2.1. PLTS	20
2.2.2. Energi Terbarukan	22
2.2.3. Prinsip Kerja PV	22
2.2.4. Teknologi dan Efisiensi Panel Surya	27
2.2.5. Integrasi Sistem PV dengan Jaringan Listrik (On-Grid)	27
2.2.6. MCB untuk PLTS	28
2.2.7. Combiner Box.....	29
2.2.8. Kabel untuk PLTS.	32

2.2.9	Instalasi Pentanahan.....	34
2.2.10	Flowchart	35
2.2.11	Pusat Unggulan Teknologi Green Tourism	37
2.2.12	Analisis Ekonomi dan Manfaat Lingkungan	38
2.2.13	<i>Net Present Value</i> (NPV).....	39
2.2.14	<i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	39
2.2.15	<i>Life Cycle Cost</i> (LCC)	40
2.2.16	<i>Payback Period</i> (PP).....	41
BAB III		42
METODE PENELITIAN		42
3.1.	<i>Rangkaian Penelitian</i>	42
3.1.1.	Persiapan dan Perencanaan	43
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	43
3.3	Sumber Data	43
3.5	Metode Analisi Data	44
3.5.1	Analisis Ekonomi.....	45
3.5.2	Analisis Lingkungan	45
3.6	<i>Bagan Asli Pengukuran dan Pengambilan Data</i>	46
3.6.1	Set-up Pengukuran.....	46
3.6.2	Parameter-Parameter Dominan.....	46
3.6.3	Perhitungan yang Diperlukan	47
3.6.4	Produksi Energi.....	48
3.6.5	Efisiensi Sistem.....	48
3.6.6	Penghematan Biaya.....	49
3.6.7	Dampak Lingkungan.....	49
BAB IV		50
HASIL DAN PEMBAHASAN		50

4.1.	<i>Analisis Lokasi Penelitian</i>	50
4.2.	<i>Analisa Pemakaian Beban</i>	54
4.3.	<i>Evaluasi Teknologi</i>	57
4.3.1.	Panel Surya (PV)	58
4.3.2.	Inverter.....	59
4.3.3.	Mounting PV.....	60
4.3.4.	DC Combiner Box	61
4.3.5.	AC Combiner Box	61
4.3.6.	Pengkabelan	62
4.4.	<i>Perencanaan Sistem PLTS On Grid</i>	63
4.5.	<i>Rencana dan Metode Konstruksi dan Maintenance</i>	67
4.6.	<i>Rancangan Anggaran Biaya dan Analisis Keekonomian</i>	68
4.7.	<i>Efisiensi Sistem dan Penghematan Biaya</i>	69
4.7.1.	Produksi Energi Harian.....	70
4.7.2.	Produksi Energi Bulanan	70
4.7.3.	Produksi Energi Tahunan.....	71
4.7.4.	Solar Fraction.....	71
4.7.5.	Menghitung <i>Return on Investment (ROI)</i>	72
4.7.6.	Menghitung <i>Net Present Value (NPV)</i>	73
4.7.7.	Menghitung <i>Benefit-Cost Ratio (BCR)</i>	73
4.7.8.	Menghitung <i>Payback Period (PP)</i>	74
4.8.	<i>Analisis Dampak Kelayakan Lingkungan</i>	74
BAB V		76
KESIMPULAN DAN SARAN		76
5.1.	<i>Kesimpulan</i>	76
5.2.	<i>Saran</i>	76
DAFTAR PUSTAKA		78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Combiner Box.....	29
Gambar 3. 1 Flowchart Diagram	42
Gambar 4. 1 Letak Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapas Pada Peta.....	50
Gambar 4. 2 Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas.....	51
Gambar 4. 3 Arah Orientasi Bangunan dan Kemiringan Atap	52
Gambar 4. 4 Kemiringan Atap Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas	53
Gambar 4. 5 SLD Sistem PLTS Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas	66
Gambar 4. 6 Gedung Logistik, Konstruksi dan Maintenance.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pemakaian Daya Listrik.....	54
Tabel 4. 2 Spesifikasi Teknis Panel Surya (PV).....	58
Tabel 4. 3 Spesifikasi Teknis Inverter (SUN2000-5KTL)	60
Tabel 4. 4 Spesifikasi Mounting PV	60
Tabel 4. 5 Spesifikasi DC Combiner Box.....	61
Tabel 4. 6 Spesifikasi AC Combiner Box.....	61
Tabel 4. 7 Spesifikasi Kabel PV	62
Tabel 4. 8 Spesifikasi Kabel AC.....	63
Tabel 4. 9 Datasheet Inverter yang digunakan	64
Tabel 4. 10 Datasheet Longi Solar 540-560 Wp	65
Tabel 4. 11 Data Global System Summary.....	65
Tabel 4. 12 Rancangan Anggaran Biaya dan Analisis Keekonomian	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan sumber daya alam yang melimpah, memiliki potensi besar untuk pengembangan energi terbarukan, termasuk energi surya. Di tengah meningkatnya kebutuhan energi listrik dan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu solusi yang menjanjikan [1]. PLTS memiliki keunggulan dalam hal keberlanjutan, ketersediaan sumber daya yang melimpah, serta dampak lingkungan yang minimal [2]. PLN, sebagai perusahaan negara yang bertanggung jawab dalam penyediaan listrik di Indonesia, terus berupaya untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasionalnya. Salah satu solusi yang menonjol adalah energi surya, yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik.

Karena area atap memberikan paparan sinar matahari langsung, pemasangan perangkat PLTS-khususnya panel surya-di atap gedung dipandang sebagai metode yang sangat sukses untuk penyebaran panel surya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap merupakan salah satu metode yang semakin populer dalam pemanfaatan energi surya. Sistem ini memanfaatkan area atap bangunan untuk menginstal panel surya yang dapat menghasilkan listrik yang kemudian disalurkan ke jaringan listrik (on-grid). AP dari sistem ini adalah dapat mengurangi ketergantungan pada listrik dari sumber konvensional, mengurangi biaya investasi, dan memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan.

Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas, sebagai salah satu unit pelaksana yang bertanggung jawab atas pengelolaan logistik di wilayah tersebut, memiliki potensi besar untuk mengadopsi PLTS atap. Dengan memanfaatkan area atap gedung logistik yang luas, Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dapat menghasilkan listrik yang cukup untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energinya sendiri. Selain itu, investasi dalam PLTS atap juga sejalan dengan kebijakan pemerintah yang mendorong penggunaan energi terbarukan dan pengurangan emisi karbon.

Sejumlah investigasi telah dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan dan penggunaan PLTS di berbagai daerah di Indonesia. Sebagai contoh, pada tahun 2022, Iswanjonoa dan Tjendro melakukan studi tentang kelayakan sistem PLTS atap on-grid untuk pengguna listrik PLN di Yogyakarta. Sistem PLTS menghasilkan daya harian rata-rata 300 watt selama enam bulan penelitian, dengan perolehan energi harian rata-rata 1,8 kWh, menurut data. Rata-rata 7,85 kWh energi listrik yang digunakan setiap hari dari PLN. Selama enam bulan, efisiensi energi dari sistem PLTS yang dipasang pada pengguna listrik PLN 900VA mencapai 23%, yang menghasilkan pengurangan biaya tagihan sebesar 8%. Hal ini menunjukkan penurunan biaya listrik dan penilaian kelayakan ekonomi sistem PLTS [3]. Penelitian kedua mengenai desain dan studi kelayakan PLTS atap di Fakultas Teknik UNG dilakukan pada tahun 2022 oleh Rafli dkk. Temuan desain teknis menunjukkan Performance Ratio (PR) sebesar 70%. Dari segi keekonomian, nilai NPV sebesar Rp (1.266.891.940,59), BCR 0,97, dan PP 26,1 tahun, yang ditentukan dengan menghitung tarif LWBP. Nilai NPV sebesar Rp488.730.414,17, BCR 1,77, dan PP 12,17 tahun berdasarkan perhitungan COE. Kesimpulannya, sistem PLTS yang diusulkan layak untuk diimplementasikan [4].

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki kebaruan dalam hal fokus pada analisis investasi PLTS atap on-grid di gedung Logistik PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas, yang belum banyak diteliti sebelumnya. Selain itu, penelitian ini menggabungkan pendekatan teknis dan ekonomis secara komprehensif, serta memberikan rekomendasi praktis untuk implementasi PLTS atap on-grid yang dapat menjadi acuan bagi PLN dan instansi terkait dalam upaya pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan analisis investasi PLTS atap on-grid di Gedung Logistik PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas. Penelitian ini akan dianalisis potensi kelayakan pemasangan PLTS atap on-grid di gedung ini dari segi teknis dan ekonomis. Aspek teknis meliputi evaluasi intensitas sinar matahari, kondisi atap gedung, dan kebutuhan energi listrik harian. Selanjutnya, penelitian ini akan mengembangkan rancangan sistem PLTS atap on-grid yang optimal dari segi teknis. Rancangan ini mencakup pemilihan komponen utama seperti panel surya, inverter, dan sistem penyimpanan energi jika diperlukan. Pertimbangan teknis lainnya termasuk tata letak panel surya, sudut kemiringan, dan sistem koneksi ke jaringan listrik PLN. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis investasi dalam

instalasi PLTS atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas. Analisis ini akan mencakup evaluasi teknis, finansial, dan lingkungan untuk menentukan kelayakan dan manfaat dari proyek ini. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan panduan yang komprehensif bagi Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dalam mengimplementasikan PLTS atap, sekaligus mendorong penggunaan energi terbarukan di Indonesia.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini, ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana perencanaan teknis yang tepat untuk instalasi PLTS atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas?
- b. Berapakah kapasitas beban di gedung Logistik PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas?
- c. Bagaimana kelayakan investasi PLTS atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas, ditinjau dari segi finansial?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Lokasi Penelitian ini berada di Gedung Logistik PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas.
- b. Pemasangan PLTS atap on-grid dengan daya 5500 VA.
- c. Analisis finansial dalam penelitian ini akan berdasarkan pada data biaya dan harga yang tersedia saat ini, termasuk biaya instalasi, operasi, dan pemeliharaan serta tarif listrik. Perubahan harga dan biaya di masa depan tidak akan diperhitungkan.
- d. Sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem PLTS atap on-grid, tidak termasuk sistem off-grid atau hybrid.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menentukan perencanaan teknis yang tepat untuk instalasi plts atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas.
- b. Untuk menganalisis potensi kelayakan pemasangan PLTS atap on-grid di Gedung Logistik PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dengan daya 5500 VA.
- c. Untuk mengevaluasi kelayakan finansial investasi dalam plts atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas.

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Akademik
 1. Penelitian ini akan memperkaya literatur ilmiah tentang perencanaan dan analisis investasi dalam sistem energi terbarukan, khususnya PLTS atap on-grid.
 2. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian-penelitian selanjutnya yang berfokus pada teknologi energi terbarukan lainnya atau penerapan PLTS atap di lokasi yang berbeda.
- b. Manfaat Aplikatif
 1. Implementasi PLTS atap on-grid di gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dapat mengurangi biaya listrik bulanan, sehingga meningkatkan efisiensi biaya operasional.
 2. Hasil penelitian ini dapat mendukung kebijakan pemerintah Indonesia dalam meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan mengurangi emisi karbon.
 3. Penelitian ini menyediakan panduan yang komprehensif untuk perencanaan dan instalasi PLTS atap, yang dapat digunakan oleh pengelola gedung logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas dan bangunan yang serupa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis teknis, kapasitas beban, dan kelayakan finansial, perencanaan instalasi PLTS atap on-grid di Gedung Logistik Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas menunjukkan hasil yang menjanjikan. Sistem ini dirancang untuk mendukung kebutuhan energi gedung secara efisien, memberikan dampak positif bagi lingkungan, serta menawarkan keuntungan ekonomi. Berikut adalah poin-poin kesimpulannya.

1. Sistem dirancang dengan kapasitas 5.5 kWp menggunakan 10 panel surya 550 Wp dan inverter 5.5 kWac. Metode pemasangan dan pemeliharaan telah dirancang untuk memudahkan proses instalasi dan menjaga kinerja panel. Implementasi ini diperkirakan mengurangi emisi karbon hingga 4.982.016 kg CO₂ per tahun.
2. Beban energi gedung rata-rata mencapai 17.048 kWh/hari dengan kebutuhan tahunan sebesar 6,220.52 kWh. Sistem PLTS yang dirancang mampu mendukung kebutuhan energi ini dengan surplus energi untuk meningkatkan efisiensi operasional.
3. Investasi sistem PLTS dinilai ekonomis dengan ROI 15.37%, NPV positif Rp 44,735,356, dan BCR 1.68. Payback period yang singkat (6.5 tahun) serta penghematan tahunan sebesar Rp 10,202,508.8 menunjukkan bahwa proyek ini memberikan manfaat finansial yang signifikan

5.2. Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Perancangan lanjutan dapat diukur secara menyeluruh kebutuhan beban untuk seluruh gedung sehingga potensi pembangkitan PLTS akan didapatkan secara optimal.
2. Melakukan pengambilan data sample dengan waktu yang lebih lama guna mendapatkan hasil yang optimal menggunakan alat yang sesuai standar

sehingga dapat diketahui perbedaan yang lebih detail antara pengukuran manual dengan pengukuran menggunakan system

3. Kinerja komponen PLTS seperti modul surya dan inverter akan mengalami penurunan. Peneliti menyarankan agar Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Kuala Kapuas mempertimbangkan memasukan faktor penuaan komponen agar analisis terhadap studi kelayakan ekonomi dapat ditentukan dengan lebih akurat dan terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Cahyo Utomo, B. Santoso, and H. Rahman, "Perencanaan Instalasi PLTS Rooftop Di Pos Security PT Qualis Indonesia," pp. 698–707, 2023, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [2] S. Manahara, S. Kusuma Putri, I. W. Septa Kencana, S. Ilmu Lingkungan, and J. Pusat, "Tantangan transisi energi terbarukan di Indonesia (Studi kasus PLTS di Kabupaten Cilacap)," *Jimese*, vol. 1, no. 1, pp. 78–92, 2023, [Online]. Available: <https://journal-iasssf.com/index.php/JIMESEJIMESE>
- [3] Iswanjono and Tjendro, "Studi Kelayakan Sistem PLTS Atap On-Grid 1000WP pada Pelanggan Listrik PLN 900VA R1M," *Snistek*, no. 49, pp. 236–241, 2022.
- [4] S. Salim, I. Jumiarti, and Rafli, "Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS Rooftop Pada Gedung Fakultas Teknik UNG Rafli," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [5] M. Umair, N. M. Hidayat, A. Sukri Ahmad, N. H. Nik Ali, M. I. M. Mawardi, and E. Abdullah, "A renewable approach to electric vehicle charging through solar energy storage," *PLoS One*, vol. 19, no. 2 February, pp. 1–14, 2024, doi: 10.1371/journal.pone.0297376.
- [6] A. R. Silva and A. Estanqueiro, "From Wind to Hybrid: A Contribution to the Optimal Design of," *Energies*, vol. 15, p. 2560, 2022.
- [7] M. F. Bortotti, P. Rigolin, M. E. M. Udaeta, and J. A. B. Grimoni, "Comprehensive Energy Analysis of Vehicle-to-Grid (V2G) Integration with the Power Grid: A Systemic Approach Incorporating Integrated Resource Planning Methodology," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 20, 2023, doi: 10.3390/app132011119.
- [8] A. A. Imam, Y. A. Al-Turki, and R. Sreerama Kumar, "Techno-economic feasibility assessment of grid-connected PV systems for residential buildings in Saudi Arabia-A case study," *Sustain.*, vol. 12, no. 1, 2020, doi: 10.3390/su12010262.
- [9] J. Li, "Optimal sizing of grid-connected photovoltaic battery systems for residential houses in Australia," *Renew. Energy*, vol. 136, pp. 1245–1254, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2018.09.099.
- [10] D. A. Panunggul, M. S. Boedoyo, and N. A. Sasongko, "Analisa Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Universitas Pertahanan Sebagai Pendukung Keamanan Pasokan Energi (Studi Kasus: Energi Surya Dan Angin)," *J. Ketahanan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 75–91, 2018, [Online]. Available: <http://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/KE/article/viewFile/265/242>
- [11] 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.
- [12] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [13] R. A. Messenger and J. Ventre, *Photovoltaic Systems Engineering (3rd ed.)*. CRC Press, 2010.

- [14] S. M. Sze, *Physics of Semiconductor Devices (3rd ed.)*. Wiley-Interscience, 2021.
- [15] F. Irawati, F. Dwi Kartikasari, and E. Tarigan, "Pengenalan Energi Terbarukan dengan Fokus Energi Matahari," vol. 11, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/>
- [16] Y. Afriyanti, H. Sasana, G. Jalunggono, F. Ekonomi, and U. Tidar, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia Analysis," *Din. Dir. J. Econ. Vol. 2 Nomor 3*, vol. 2, no. 3, 2020.
- [17] M. Simão, M. Pérez-Sánchez, A. Carravetta, and H. M. Ramos, "Flow conditions for PATS operating in parallel: Experimental and numerical analyses," *Energies*, vol. 12, no. 5, pp. 1–19, 2019, doi: 10.3390/en12050901.
- [18] M. P. Dwicaksana, I. N. S. Kumara, I. N. Setiawan, and I. M. A. Nugraha, "Review Dan Analisis Perkembangan Plts Pada Sarana Transportasi Laut," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 105–118, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.732.
- [19] I. R. E. Agency, "Future of solar photovoltaic: Deployment, investment, technology, grid integration, and socio-economic aspects," in *IRENA*, 2019.
- [20] G. R. Timilsina, L. Kurdgelashvili, and P. A. Narbel, "Solar energy: Markets, economics, and policies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 1, pp. 449–465., 2012.
- [21] C. A. Ramos-Paja, A. J. Saavedra-Montes, and O. D. Montoya, "MPPT in microinverters and string inverters: A comparative study of current and voltage measurements," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 16, no. 8, pp. 2305–2313, 2018.
- [22] M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E. D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 39)," *Prog. Photovoltaics Res. Appl.*, vol. 20, no. 1, pp. 12–20, 2012.
- [23] M. Tawalbeh, A. Al-Othman, F. Kafiah, E. Abdelsalam, F. Almomani, and M. Alkasrawi, "Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook," *Sci. Total Environ.*, vol. 759, p. 143528, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143528.
- [24] M. Li, F. Igbari, Z. K. Wang, and L. S. Liao, "Indoor Thin-Film Photovoltaics: Progress and Challenges," *Adv. Energy Mater.*, vol. 10, no. 28, 2020, doi: 10.1002/aenm.202000641.
- [25] A. Tavakoli, S. Saha, M. T. Arif, M. E. Haque, N. Mendis, and A. M. T. Oo, "Impacts of grid integration of solar PV and electric vehicle on grid stability, power quality and energy economics: A review," *IET Energy Syst. Integr.*, vol. 2, no. 3, pp. 215–225, 2020, doi: 10.1049/iet-esi.2019.0047.
- [26] P. Rani, V. P. Arora, and N. K. Sharma, "An overview of integration of PV system into electric grid," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1228, no. 1, p. 012017, 2022, doi: 10.1088/1757-899x/1228/1/012017.
- [27] M. Croucher, "Electrical Wiring and Circuit Breakers for Photovoltaic Systems," *Green Energy Technol.*, 2019.
- [28] L. El Chaar and L. A. Lamont, "Review of photovoltaic technologies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 5, pp. 2165–2175, 2018.

- [29] B. Brooks and J. Dunlop, *Photovoltaic Systems*. American Technical Publishers, 2018.
- [30] S. E. I. A. (SEIA), *Solar Power Systems: Understanding Wiring and Components*. SEIA Publications, 2020.
- [31] M. Croucher, “Electrical Wiring and Circuit Breakers for Photovoltaic Systems,” in *Green Energy and Technology*, 2019.
- [32] I. E. C. (IEC), “IEC 60364: Electrical Installations of Buildings – Part 4-41: Protection for Safety – Protection Against Electric Shock,” in *IEC*, 2019.
- [33] R. A. P., *Flowcharting: A Guide to Designing Effective Flowcharts*. Tech Publishing, 2020.
- [34] S. Y. Hsu, *Process Mapping and Flowcharting for Beginners*. Wiley, 2018.
- [35] S. Gössling, D. Scott, and C. M. Hall, “Tourism and sustainability: Development, globalisation, and new tourism in the Third World,” *Routledge*, 2018.
- [36] A. K. Saxena, S. Saxena, and K. Sudhakar, “Energy, economic and environmental performance assessment of a grid-tied rooftop system in different cities of India based on 3E analysis,” *Clean Energy*, vol. 5, no. 2, pp. 288–301, 2021, doi: 10.1093/ce/zkab008.
- [37] M. Purlu and U. Ozkan, “Economic and Environmental Analysis of Grid-Connected Rooftop Photovoltaic System Using HOMER,” *Turkish J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, 2023, doi: 10.5152/tepes.2023.23002.
- [38] W. Syahrir, “Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di Gedung Kantor Pelabuhan PT. Pupuk Kalimantan Timur,” *J. Syntax IDEA*, vol. 6, no. 1, pp. 2375–2382, 2023.
- [39] R. E. P. N. for the 21st C. (REN21), *Renewables Global Status Report*. REN21 Secretariat, 2019.
- [40] Y. dan J. Kariongan, “Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, pp. 3763–3773, 2022, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3453>