

SKRIPSI

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP *ON-GRID* DI PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI KALIMANTAN SELATAN DAN TENGAH KANTOR BASECAMP AMUNTAI



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Rizqi Huda Wihasto

NIM. 2315374024

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRACT

The growing demand for electricity and the need to reduce greenhouse-gas emissions are driving the adoption of renewable energy, particularly photovoltaic (PV) systems. This study aims to design a rooftop on-grid PV system that complies with technical standards and regulations for the Basecamp Office of PT PLN (Persero) UP2D South and Central Kalimantan (Kalselteng) in Amuntai, to analyze the investment cost, and to evaluate its economic feasibility.

The methodology includes collecting daily electricity-consumption data, solar irradiance data, and roof-site conditions, as well as performing system simulations using PVsyst. The proposed PV system is intended to reduce the electricity bill by offsetting a peak load of 1,957 W. The on-grid configuration consists of one string of nine LONGi LR-60HPH 370 Wp monocrystalline modules (installed capacity ≈ 3.2 kWp, array area ≈ 16 m²) and a 3.2 kW PowMr hybrid inverter as the grid-tied power conditioner. Simulation results indicate an annual energy yield of $\approx 5,079.4$ kWh (average ≈ 423.28 kWh/month). The estimated initial investment is IDR 47,566,881, with a payback period of about 7 years.

Based on the technical and economic analyses, the proposed rooftop on-grid PV system at the Amuntai Basecamp Office is feasible and can support PT PLN (Persero)'s Green Office program by reducing both carbon emissions and electricity expenses.

Keywords: Rooftop PV, On-Grid, PVsyst, Economic Feasibility, Renewable Energy.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap On Grid di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Kalimantan Selatan dan Tengah Kantor Basecamp Amuntai”** tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D4 Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Ir. I Nyoman Kusuma Wardana, S.T., M.Eng., M.Sc., Ph.D.** selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama proses penelitian hingga penulisan skripsi.
2. **Ni Made Karmiathi, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, motivasi, dan saran yang membangun selama penelitian.
3. Seluruh dosen dan staf **Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali** yang telah memberikan ilmu dan fasilitas selama masa studi.
4. **Pihak PT PLN (Persero) UP2D Kalimantan Selatan dan Tengah**, atas izin, dukungan, dan bantuan data yang diberikan.
5. Istri saya Trianda Aghnia Siwi yang selalu memberikan doa, dukungan, serta semangat tanpa henti.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan karya ilmiah ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi salah satu referensi dalam pengembangan energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya di lingkungan PT PLN (Persero).

Bukit Jimbaran, 2025
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
2.1. Penelitian Sebelumnya	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1 Energi Surya	6
2.2.2 Potensi Energi Surya Di Indonesia.....	7
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	7
2.2.4 Jenis-Jenis PLTS	8
2.2.5 PLTS <i>Off-grid</i>	8
2.2.6 PLTS <i>On-grid</i>	9
2.2.7 Jenis-Jenis Panel Surya.....	11
2.2.8 Inverter	13
2.2.9 Penghantar	14
2.2.10 Jenis-Jenis Penghantar	14

2.2.11 Jenis-Jenis Kabel	15
2.2.12 Pemilihan Penghantar	16
2.2.14 MCB	18
2.2.15 SPD (<i>Surge Protection Device</i>).....	20
2.2.16 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Dan Output Panel Surya.....	21
2.2.17 Nilai Degradasi dan Penurunan Performa PLTS Per-Tahun	22
2.2.18 Peraturan PLTS	23
2.2.19 Perencanaan PLTS.....	24
2.2.20 <i>PVsyst</i>	29
2.2.21 Analisis Ekonomis.....	29
2.2.22 Survei dan Pemetaan	31
BAB III.....	32
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	32
3.2 Metode Pengumpulan Data	32
3.3 <i>Flowchart</i> Penelitian	33
3.4 JADWAL KEGIATAN.....	35
3.5 Rancangan Teknis	35
3.6 Analisis Yang Digunakan	36
BAB IV	37
4.1 Konsumsi Energi di Kantor <i>Basecamp</i> Amuntai	37
4.2 Iridiasi Matahari dan Temperatur Udara di Kantor <i>Basecamp</i> Amuntai	38
4.3 Perencanaan PLTS Kantor <i>Basecamp</i> Amuntai.....	39
4.4 Perhitungan Investasi	61
BAB V	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai iridiasi dan temperatu udara di Basecamp Amuntai	39
Tabel 4. 2 Pengukuran beban puncak di Basecamp Amuntai.....	41
Tabel 4. 3 Total losses yang mempengaruhi daya output PLTS	46
Tabel 4. 4 Spesifikasi LONGi LR-60HPH 370 Wp	47
Tabel 4. 5 Spesifikasi Inverter PowMr Hybrid 3.2kW.....	49
Tabel 4. 6 Rincian beban Basecamp Amuntai.....	54
Tabel 4. 7 Spesifikasi Peralatan	54
Tabel 4. 8 Kelayakan String.....	55
Tabel 4. 9 Rincian energi yang dibangkitkan dari simulasi Pvsyst	58
Tabel 4. 10 Rincian biaya awal PLTS On-Grid di Basecamp Amuntai.....	62
Tabel 4. 11 Biaya pergantian inverter.....	64
Tabel 4. 12 Produksi, konsumsi, dan selisih energi.....	65
Tabel 4. 13 Penghematan tagihan listrik system pasca bayar	67
Tabel 4. 14 Penghematan tagihan listrik system prabayar	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Potensi Lahan Kosong untuk PLTS Atap.....	1
Gambar 1. 2 Profil Beban BC Amuntai	2
Gambar 2. 1 Sistem PLTS Off grid PV System with Storage.....	9
Gambar 2. 2 Sistem PLTS Grid-Connected dengan penyimpanan charge control	10
Gambar 2. 3 Jenis Jenis Panel Surya	13
Gambar 2. 4 Inverter	13
Gambar 2. 5 Combiner Box	18
Gambar 2. 6 MCB AC dan DC	19
Gambar 2. 7 SPD DC dan AC.....	21
Gambar 2. 8 Sudut Kemiringan Panel Surya yang berbeda.....	28
Gambar 3. 1 Flowchart Rincian Pekerjaan	33
Gambar 4. 1 Penggunaan energi listrik dan kWh pada Basecamp Amuntai.....	37
Gambar 4. 2 Grafik penggunaan energi listrik di Kantor Basecamp Amuntai	37
Gambar 4. 3 Data iridiasi dan temperatur udara di Basecamp Amuntai.....	38
Gambar 4. 4 Pengukuran arus listrik Basecamp Amuntai	40
Gambar 4. 5 Pengukuran tegangan listrik Basecamp Amuntai.....	40
Gambar 4. 6 Pengukuran kemiringan atap Basecamp Amuntai	44
Gambar 4. 7 Penurunan performa panel surya.....	45
Gambar 4. 8 Panel surya LONGi LR-60HPH 370 Wp.....	47
Gambar 4. 9 Dimensi panel surya LONGi LR-60HPH 370 Wp	48
Gambar 4. 10 Inverter PowMr Hybrid 4.2kW	48
Gambar 4. 11 Rangkaian PV Module	51
Gambar 4. 12 Ringkasan hasil simulasi PLTS dengan Pvsyst	56
Gambar 4. 13 Monthly production dari simulasi PVsyst.....	57
Gambar 4. 14 Sumber losses PLTS dari hasil simulasi Pvsyst	59
Gambar 4. 15 Desain layout PLTS atap Basecamp Amuntai.....	60
Gambar 4. 16 Desain Single Line diagram.....	61
Gambar 4. 17 Tagihan listrik Basecamp Amuntai	66
Gambar 4. 18 Payback Period.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat serta urgensi pengurangan emisi gas rumah kaca telah mendorong dunia, termasuk Indonesia, untuk mengembangkan energi terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang paling potensial dan ramah lingkungan adalah energi surya. Indonesia sebagai negara tropis memiliki intensitas cahaya matahari rata-rata yang tinggi sepanjang tahun, menjadikannya lokasi strategis untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Sebagai penyedia utama energi listrik nasional, PT PLN (Persero) memiliki peran penting dalam mendukung transisi menuju energi bersih. Salah satu langkah konkret yang diambil adalah dengan merencanakan pembangunan PLTS *Rooftop On-Grid* di Gedung Kantor Basecamp Amuntai, yang berada di bawah naungan Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Kalimantan Selatan dan Tengah. Gedung ini memiliki struktur dak beton dengan luas sekitar 150 m² yang tidak digunakan secara fungsional, sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai area pemasangan panel surya.



Gambar 1. 1 Potensi Lahan Kosong untuk PLTS Atap

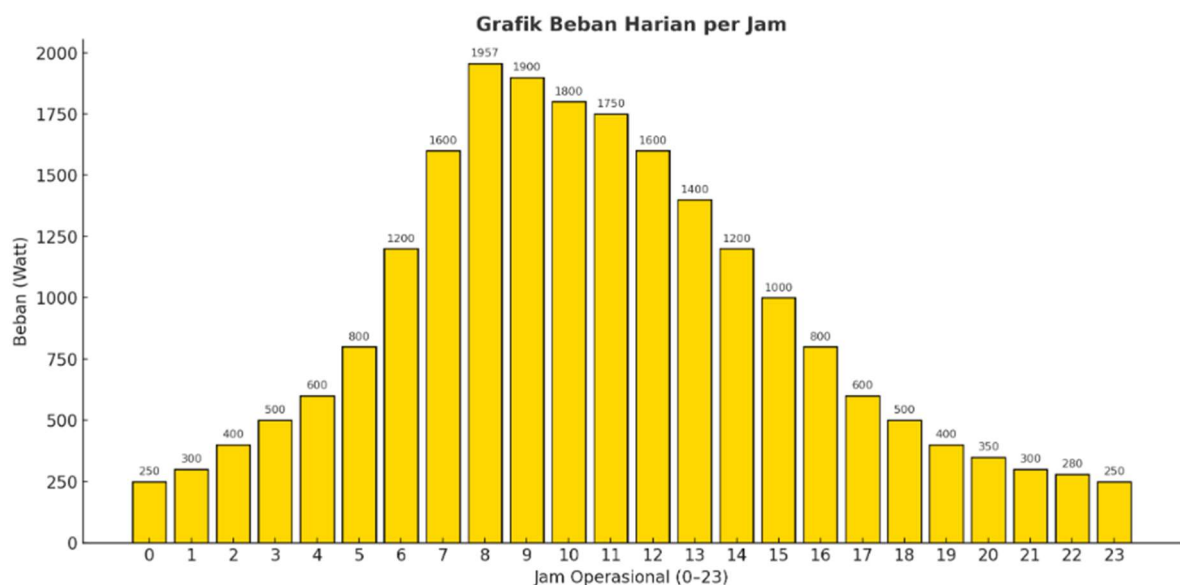
Gambar denah dan tampak atap pada gedung ini menunjukkan bahwa atap memiliki orientasi dan kemiringan yang cukup baik, dengan minim hambatan bayangan dari pohon atau

bangunan di sekitarnya. Hal ini menjadikan atap gedung tersebut sangat layak dan mendukung untuk pemasangan sistem panel surya secara efisien, baik dari segi teknis maupun ekonomis. Daya listrik PLN terpasang sebesar 5.500 VA yang digunakan sehari-hari untuk aktivitas Kantor, seperti penerangan, AC, komputer, dan beberapa peralatan elektronik lainnya, dengan profil beban sebagai berikut:

1. Total energi beban per hari = 21.273 watt hours
2. Total kebutuhan beban Ah per hari = 350 Ah = 21.273 watt
3. Kebutuhan daya maksimum per hari = 3315 watt
4. Kebutuhan daya maksimum berdasarkan jam operasi = 1957 watt

No.	jenis beban	jumlah	daya beban (W)	total daya (W)															
	Column2	A4	A5	A6	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10				
1	Lampu LED 10 W	20	10	200	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10				
2	Dispenser	1	100	100	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
3	AC 2 PK	1	1471	1.471	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1				
4	AC 1,5 PK	1	1200	1.103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
5	Monitor	1	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1				
6	Printer	1	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
7	Laptop	4	100	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6				
	TOTAL			3.315	250	250	250	250	250	250	250	250	1.477	1.957	1.821				

jam operasi														energi harian	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25		
18	18	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	100		
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4800		
1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	13239		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90		
1	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	44		
4	4	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	3000		
1.910	1.910	1.637	1.637	1.646	1.646	460	410	250	250	250	250	250	21.273		



Gambar 1. 2 Profil Beban BC Amuntai

Namun demikian, implementasi sistem PLTS tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Diperlukan kajian teknis dan ekonomis yang menyeluruh, mencakup perhitungan kebutuhan daya, pemilihan jenis panel, kapasitas inverter, desain kelistrikan, analisis orientasi dan kemiringan atap, serta estimasi biaya instalasi dan periode pengembalian investasi (payback period). Seluruh proses perencanaan juga harus mematuhi standar dan regulasi teknis yang telah ditetapkan oleh pemerintah, termasuk Peraturan Menteri ESDM tentang PLTS atap.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan rancangan sistem PLTS *Rooftop On-Grid* yang sesuai standar, dan layak secara ekonomis. Penelitian ini juga diharapkan dapat mendukung konsep *Green Office* dan menjadi *pilot project* dalam pengembangan energi surya di lingkungan PLN, khususnya di wilayah Kalimantan Selatan dan Tengah.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana rancangan sistem kelistrikan PLTS *Rooftop On-Grid* pada Kantor *Basecamp* Amuntai ?
- b. Berapa estimasi biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan dan instalasi PLTS *Rooftop On-Grid* pada Gedung Kantor *Basecamp* PT PLN (Persero) UP2D Kalselteng?
- c. Apakah PLTS *On-Grid* tersebut layak dibangun secara ekonomis ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam upaya memaksimalkan hasil penelitian dan meningkatkan keefektifan proses penelitian, maka batasan masalah yang diterapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Perencanaan PLTS jenis *On-grid* pada kantor *Basecamp* Amuntai berdasarkan aturan yang berlaku.
2. Tidak melakukan manipulasi data sehingga data yang digunakan sesuai dengan keadaan di lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Merancang sistem kelistrikan PLTS *Rooftop On-Grid* yang sesuai dengan standar teknis dan regulasi yang berlaku, untuk diterapkan pada Gedung Kantor *Basecamp* PT PLN (Persero) UP2D Kalselteng.
- b. Menghitung estimasi biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan dan instalasi sistem PLTS *Rooftop On-Grid*, termasuk biaya komponen utama, instalasi, dan pendukung lainnya.
- c. Menganalisis kelayakan ekonomi dari pembangunan sistem PLTS *Rooftop On-Grid* melalui pendekatan indikator finansial seperti *Payback Period*, *Return on Investment* (ROI), dan penghematan biaya operasional listrik, guna menentukan apakah proyek ini layak untuk direalisasikan secara ekonomis.

1.5 Manfaat Penelitian

a. Kegunaan Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu untuk dijadikan acuan di masa mendatang, dan mampu menambah ilmu pengetahuan serta mendukung setiap program yang berkaitan dengan penggunaan sumber daya energi terbarukan

b. Kegunaan Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat langsung bagi pihak PT PLN (Persero) UP2D Kalselteng serta pihak lain yang memiliki kepentingan dalam implementasi energi terbarukan. Manfaat praktis tersebut meliputi:

1. Memberikan rekomendasi teknis dan ekonomis terkait perencanaan dan pemasangan sistem PLTS *Rooftop* yang efisien, aman, dan sesuai dengan kondisi eksisting gedung.
2. Mendukung implementasi program *Green Office* PT PLN (Persero) melalui pemanfaatan energi surya sebagai upaya pengurangan emisi karbon dan ketergantungan terhadap energi fosil.
3. Menyediakan data dan analisis yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan manajemen dalam pengembangan sistem PLTS di kantor-kantor PLN lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sehubungan dengan telah dilakukan analisis teknis dan ekonomis PLTS On-grid di Kantor Basecamp PT PLN (Persero) UP2D Kalimantan Selatan dan Tengah, Amuntai berdasarkan data konsumsi energi, survei lapangan, dan simulasi menggunakan perangkat lunak *PVsyst* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem PLTS *Rooftop On-Grid* yang dirancang yaitu sebesar 3097 Wp telah sesuai dengan standar teknis dan regulasi yang berlaku, baik dari segi pemilihan panel menggunakan 9 modul *monokristalin LONGi LR-60HPH 370 Wp* yang terhubung seri dalam 1 *String*, *Inverter* digunakan adalah *PowMr hybrid 3,2 kW*. Perencanaan ini memperhitungkan kondisi teknis atap, profil beban listrik , serta potensi energi surya di lokasi penelitian sehingga menghasilkan rancangan yang layak untuk diimplementasikan. menghasilkan produksi energi tahunan sebesar $\pm 5.079,4$ kWh.
2. Total estimasi biaya perencanaan dan instalasi sistem PLTS *Rooftop On-Grid* mencakup komponen utama (panel surya, *inverter*, kabel, *combiner box*, *MCB*, *SPD*), biaya instalasi, serta kebutuhan pendukung lainnya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa besaran biaya yang diperlukan sebesar Rp 47.566.881.
3. Analisis ekonomi yang dilakukan melalui indikator *Payback Period*, *Return on Investment (ROI)*, serta potensi penghematan biaya listrik bulanan menunjukkan bahwa pembangunan PLTS *Rooftop On-Grid* di *Basecamp* Amuntai layak secara finansial. Biaya investasi awal Rp 47.566.881 dan penghematan tagihan Rp 7.138.548 pertahun didapatkan *Payback Period* pada tahun ke 7. Dengan demikian, implementasi sistem ini tidak hanya mendukung efisiensi biaya operasional, tetapi juga sejalan dengan program *Green Office* dan target pengurangan emisi karbon PT PLN (Persero).

5.2 Saran

Pihak PT PLN (Persero) UP2D Kalselteng diharapkan mempertimbangkan implementasi langsung dari perencanaan sistem PLTS ini guna mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon di lingkungan kerja. Dianjurkan untuk melakukan kajian teknis lanjutan guna memastikan kesiapan infrastruktur bangunan, khususnya

kekuatan struktur atap dan kesesuaian sistem kelistrikan eksisting. Jika sistem ini diimplementasikan, diperlukan pemantauan berkala terhadap performa PLTS untuk memastikan sistem tetap efisien dan andal dalam jangka panjang. Sosialisasi internal kepada pengguna gedung terkait manfaat dan cara kerja sistem PLTS perlu dilakukan agar tercipta kesadaran kolektif terhadap pentingnya penggunaan energi terbarukan. Mahasiswa dan akademisi didorong untuk terus mengembangkan kompetensi dalam bidang energi terbarukan serta memanfaatkan perangkat lunak simulasi seperti *PVsys* dalam merancang sistem energi yang efisien dan berbasis kebutuhan lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afif, F., & Martin, A. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, 6(1), 43.
- [2] Ahmad, N. I., Ali, Z., Ab. Kadir, M. Z. A., Osman, M., Zaini, N. H., & Roslan, M. H. (2021). Analysis of lightning-induced voltages effect with SPD placement for sustainable operation in hybrid solar PV-battery energy storage system. *Sustainability*, 13(12), 6889.
- [3] Albahar, A. K., & Haqi, M. F. (2020). Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya (PV) Terhadap Keluaran Daya. *Jurnal Elektro*, 8(2), 115–122.
- [4] Amalia, J., Arifin, Z., & Tamamy, A. (2018). Kesiapan Masyarakat Semarang dalam Pemanfaatan Potensi Energi Surya sebagai Sumber Energi Alternatif Berkelanjutan. *Saintek*, 2(2), 39–48.
- [5] Anisah, S., & Tarigan, A. D. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap On-Grid sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *INTECOMS Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(1), 503–510.
- [6] Ardiansyah, M. I. D., Anas, A., Hafid, A., & Fharuddin, A. (2023). Pembuatan Dummy Circuit Breaker untuk Pengujian Karakteristik Auto Recloser. *Jurnal Multidisiplin Saintek*, 1(4), 98–108.
- [7] Ayadi, O., Shadid, R., Bani-Abdullah, A., Alrbai, M., Abu-Mualla, M., & Balah, N. (2022). Experimental comparison between monocrystalline, polycrystalline, and thin-film solar systems under sunny climatic conditions. *Energy Reports*, 8, 218–230.
- [8] Bortotti, M. F., Rigolin, P., Udaeta, M. E. M., & Grimoni, J. A. B. (2023). Comprehensive Energy Analysis of Vehicle-to-Grid (V2G) Integration with the Power Grid: A Systemic Approach Incorporating Integrated Resource Planning Methodology. *Applied Sciences*, 13(20).
- [9] Dien, A. B. C., dkk. (2018). Redesain Instalasi Listrik di Kantor Pusat Universitas Sam Ratulangi. *Redesain Instalasi Listrik di Kantor Pusat Universitas Sam Ratulangi*, 7(3), 303–314.
- [10] Effendi, N. E., Abrianto, H., & Sidik, D. (2020). Analisa Pengaruh Kondisi Panel Surya Kotor dengan Panel Surya Bersih terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 4(1), 1025–1040.

- [11] El Fathi, A., Nkhaili, L., Bennouna, A., & Outzourhit, A. (2014). Performance parameters of a standalone PV plant. *Energy Conversion and Management*, 86, 490–495.
- [12] Elnizar, H., dkk. (2021). Analisis Rugi-Rugi (Losses) Transformator Daya 150/20 kV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Sutami ULTG Tarahan.
- [13] Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & (STT-PLN). (2018). KAJIAN KUALITAS DAYA LISTRIK PLTS Sistem Off-Grid di STT-PLN. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10(2).
- [14] Ibrahim, M. H., & Ibrahim, M. A. (2021). The Optimum PV Panels Slope Angle for Standalone System: Case Study in Duhok, Iraq.
- [15] Imam, A. A., Al-Turki, Y. A., & Sreerama Kumar, R. (2020). Techno-economic feasibility assessment of grid-connected PV systems for residential buildings in Saudi Arabia—A case study. *Sustainability*, 12(1).
- [16] Iqtimal, Z., Sara, I. D., & Syahrizal, D. (2018). Aplikasi Sistem Tenaga Surya sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. —, 3(1), 1–8.
- [17] Iswanjono, & Tjendro. (2022). Studi Kelayakan Sistem PLTS Atap On-Grid 1000WP pada Pelanggan Listrik PLN 900VA R1M. *Snistek*, (49), 236–241.
- [18] Jamaaluddin, J., Sulistiyowati, I., Reynanda, B. W. A., & Anshory, I. (2021). Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker AC and DC in Solar Power Generation Systems. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 819(1), 012029.
- [19] Kananda, K. (2017). Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung: Studi Kasus Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Menuju Smart Campus. *Journal of Science and Applied Technology*, I(2), 75–81.
- [20] Lai, C. M., & Chen, R. H. (2011). Novel heat dissipation design incorporating heat pipes for DC combiner boxes of a PV system. *Solar Energy*, 85(9), 2053–2060.
- [21] Li, J. (2019). Optimal sizing of grid-connected photovoltaic battery systems for residential houses in Australia. *Renewable Energy*, 136, 1245–1254.
- [22] Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142.

- [23] Pratama, A., Akhriyanto, N., & Sahrin, A. (2022). Inspeksi, Pemeriksaan, dan Pengujian PLTS Terapung. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*, 2(November), 245–256.
- [24] Prastio, R. P., dkk. (2023). Capacity Expansion and Installation of Surge Protection Device in Solar Power Plant System for Hydroponics Farmer. *Jurnal Layanan Masyarakat*, 7(1), 151–160.
- [25] Rahayu, S., & Kustijal, J. (2018). Aplikasi Transistor Darlington pada Rangkaian Inverter PorTabel. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 10(2), 119–128. Rahayu.
- [26] Ramadhana, R. R., Iqbal, M. M., Hafid, A., & Adriani. (2022). Analisis PLTS On-Grid. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 14(1), 12–25.
- [27] Rani, P., Arora, V. P., & Sharma, N. K. (2022). An overview of integration of PV system into electric grid. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1228(1), 012017.
- [28] R., S. G., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan PLTS di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1–11.
- [29] Safitri, N. (2019). *Buku Teknologi Photovoltaic (Buku Ajar)*. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [30] Sudarjo, N. H., Haddin, M., & Suprajitno, A. (2022). Analisa Perencanaan PLTS Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur. *Elektrika*, 14(1), 20.
- [31] Syahrir, W. (2023). Analisis Perencanaan PLTS dengan Sistem On-Grid di Gedung Kantor Pelabuhan PT Pupuk Kalimantan Timur. *Jurnal Syntax IDEA*, 6(1), 2375–2382.
- [32] Tavakoli, A., Saha, S., Arif, M. T., Haque, M. E., Mendis, N., & Oo, A. M. T. (2020). Impacts of grid integration of solar PV and electric vehicle on-grid stability, power quality and energy economics: A review. *IET Energy Systems Integration*, 2(3), 215–225.
- [33] Umair, M., Hidayat, N. M., Ahmad, A. S., Nik Ali, N. H., Mawardi, M. I. M., & Abdullah, E. (2024). A renewable approach to electric vehicle charging through solar energy storage. *PLOS ONE*, 19(2).
- [34] Wasono, A., Karuniawan, E. A., Hardito, A., & ... (2024). Penerapan Rancang Bangun PLTS Sistem Off-Grid sebagai Kendali Penyiraman Otomatis Berbasis PLC pada Perkebunan Widuri di Desa Wonokerto. *Jurnal Pengabdian ...*, 5(2), 1985–1989.

- [35] Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan dan Analisis Ekonomi PLTS Terpusat untuk Desa Mandiri. *J. Tekno*, 16(2), 1–11.
- [36] LONGi Solar. Hi-MO 4m LR4-60HPB 355–375M (datasheet). “Hi_MO_4m_LR_4_60_HP_B_355_375_M_4eb7d0e7c0 (1)”.
- [37] “PowMr / Voltronic. POW-HVM2H-12V-N / POW-HVM3.2H-24V-N (datasheet/manual).
https://cdn.shopify.com/s/files/1/0746/0415/1079/files/POW-HVM2H-12V-N_POW-HVM3.2H-24V-N_mpressed_f7451d66-e1f7-4933-b291-d0d465c583f1.pdf?v=1744882478.”