

SKRIPSI

**PERANCANGAN PLTS ATAP *ON GRID*
GEDUNG PLN UIP KALBAGTIM
DI BALIKPAPAN**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Eko Prastya

NIM. 2315374009

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap on-grid di gedung Kantor PLN UIP Kalimantan Bagian Timur sebagai alternatif energi terbarukan guna mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mendukung transisi menuju energi bersih berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan komparasi hasil perhitungan manual dan simulasi menggunakan software PVsyst. Kapasitas sistem PLTS dirancang sebesar 422,60 kWp, menggunakan 768 unit modul surya monokristalin berkapasitas 550 Wp dan lima unit inverter on-grid Sungrow SG125CX-P2 dengan konfigurasi seri-paralel 18x43. Simulasi menunjukkan produksi energi sebesar 655.942 kWh/tahun dengan performance ratio 84,48%. Secara ekonomi, investasi awal proyek sebesar Rp3.946.681.590,-, dengan Life Cycle Cost (LCC) selama 25 tahun sebesar Rp6.482.154.006,-. Indikator ekonomi menunjukkan proyek ini layak dengan NPV positif Rp3.650.165.820,-, ROI 56,31%, BCR 1,56, Payback Period 6 tahun, dan IRR sebesar 21,88%. Dengan demikian, perencanaan PLTS atap ini layak secara teknis dan finansial serta direkomendasikan untuk diimplementasikan.

Kata Kunci: PLTS atap, on-grid, simulasi PVsyst, analisis ekonomi, energi terbarukan.

This study aims to design a rooftop on-grid photovoltaic (PV) system for the PLN UIP Kalimantan Bagian Timur office building as a renewable energy alternative to reduce dependence on fossil fuels and support the transition to sustainable clean energy. The research employed a quantitative approach, comparing manual calculations and simulations using PVsyst software. The PV system is designed with a capacity of 422.60 kWp, comprising 768 monocrystalline solar modules of 550 Wp capacity and five Sungrow SG125CX-P2 on-grid inverters configured in an 18x43 series-parallel arrangement. Simulation results indicated an energy production of 655,942 kWh/year with an 84.48% performance ratio. Economically, the initial investment was Rp3,946,681,590, with a total Life Cycle Cost (LCC) of Rp6,482,154,006 over 25 years. Economic indicators demonstrated feasibility with a positive NPV of Rp3,650,165,820, ROI of 56.31%, BCR of 1.56, Payback Period of 6 years, and IRR of 21.88%. Therefore, the rooftop PV system design is technically and financially feasible and recommended for implementation.

Keywords: rooftop PV, on-grid, PVsyst simulation, economic analysis, renewable energy.

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1 Radiasi Matahari pada Bumi.....	7
2.2.2 Sistem Kerja PLTS	9
2.2.3 Sistem Perancangan PLTS <i>Rooftop</i> Sistem <i>On-Grid</i>	12
2.2.4 Peralatan pada PLTS.....	15
2.2.5 Lokasi Perencanaan PLTS	25
2.2.6 Perencanaan PLTS.....	27
2.2.7 <i>Software PVsyst</i>	31
2.2.8 Analisa Ekonomi.....	37
BAB III.....	40
METODE PENELITIAN	40
3.1. Desain Penelitian	41

3.2. Metode Pengumpulan Data	42
3.3. Pengolahan Data	42
3.4. Metode Analisis Data	43
BAB IV	46
PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....	46
4.1. Desain Kantor PLN UIP Kalbagtim	46
4.2. Desain PLTS	47
4.3. Lokasi Pemasangan	48
4.4. Data Beban Harian Kantor UIP Kalbagtim	48
4.5. Data Iradiasi Sinar Matahari.....	49
4.6. Data Temperatur	50
4.7. Perencanaan PLTS.....	50
4.7.1. Perhitungan Luas Panel Surya (PV Area)	51
4.7.2. Perhitungan Wattpeak.....	52
4.7.3. Kontruksi Atap terhadap rancangan PLTS	61
4.8. Simulasi Menggunakan Pvsyst.....	63
4.9. Rancangan Anggaran Biaya	73
4.10. Perhitungan Biaya Siklus Hidup (LCC)	74
4.11. Analisa Ekonomi	76
BAB V.....	79
KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1. Kesimpulan.....	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Skema Dasar PLTS On Grid.....	6
Gambar 2. 2 Grafik Radiasi Matahari pada Permukaan Bumi	7
Gambar 2. 3 Sudut Arah Cahaya Datang dan Arah Sudut Pantul	8
Gambar 2. 4 Efek Iradiasi Terhadap Arus Dan Tegangan Pada PV	8
Gambar 2. 5 Alur PLTS Terkoneksi dengan Jaringan PLN (On-Grid)	10
Gambar 2. 6 Skema PLTS Stand Alone (Off-Grid).....	10
Gambar 2. 7 PLTS Ground Mount	11
Gambar 2. 8 PLTS Rooftop	11
Gambar 2. 9 PLTS Terapung.....	12
Gambar 2. 10 Skema Pemasangan PLTS Atap.....	13
Gambar 2. 11 Alur Perencanaan PLTS Atap.....	14
Gambar 2. 12 Komponen Utama serta Sistem Konfigurasi pada PLTS Atap	14
Gambar 2. 13 Solar Panel Jenis Monokristal.....	15
Gambar 2. 14 Jenis Solar Panel Polycrystalline	16
Gambar 2.15 Panel Surya Jenis Thin Film	16
Gambar 2.16 Grid Tie Inverter	18
Gambar 2. 17 Combiner Box	23
Gambar 2. 18 MCB AC dan DC.....	25
Gambar 2. 19 Atap Prisma dengan Efek Bayangan.....	25
Gambar 2. 20 Aplikasi PVsyst.....	31
Gambar 2. 21 Langkah membuat proyek on-grid.....	32
Gambar 2.22 Langkah membuat judul proyek on-grid.....	32
Gambar 2.23 Varian "Orientation" and "System"	33
Gambar 2.24 Tampilan "Orientation".....	34
Gambar 2. 25 Pemilihan PV Module.....	34
Gambar 2. 26 Pemilihan inverter.	35
Gambar 2. 27 Pilih Run simulation	35
Gambar 2. 28 Pilih Simulation	36
Gambar 2. 29 Laporan simulasi PVsyst.....	37
Gambar 3. 1 Lokasi Kantor PLN UIP Kalbagtim.....	40
Gambar 3. 2 Kondisi Kantor UIP Kalbagtim.....	40
Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian	41

Gambar 4. 1 Kantor PLN UIP Kalbagtim.....	46
Gambar 4. 2 Tampak Kantor UIP Kalbagtim	46
Gambar 4. 3 Sudut Luasan Atap Kantor UIP Kalbagtim.....	47
Gambar 4. 4 Rencana Instalasi PLTS pada Kantor UIP Kalbagtim	47
Gambar 4. 5 Lokasi Pemasangan PLTS Atap.....	48
Gambar 4. 6 Iradiasi harian pada Kantor PLN UIP Kalbagtim	49
Gambar 4. 7 Ilustrasi pemasangan modul PV pada atap gedung.....	61
Gambar 4. 8 Data Global Solar Atlas	62
Gambar 4. 9 Penentuan sudut Azimut untuk pengaturan pada PVsyst.....	62
Gambar 4. 10 Pengaturan Plant Tilt dan Azimuth pada PVsyst	63
Gambar 4. 11 Penentuan Perencanaan PLTS	64
Gambar 4. 12 Penentuan Judul dan Lokasi Proyek	64
Gambar 4. 13 Penentuan Titik Koordinat Lokasi Proyek.....	64
Gambar 4. 14 Data Irradiation Lokasi Proyek	65
Gambar 4.15 Orientasi sudut PV	65
Gambar 4.16 Tampilan depan untuk memilih system	66
Gambar 4. 17 Pengisian data PV dan Inverter pada system	66
Gambar 4. 18 Tampilan Judul laporan Hasil Simulasi PV.....	67
Gambar 4. 19 Summary Laporan Perencanaan.....	67
Gambar 4. 20 General Parameter, PV Array dan Array Losses	68
Gambar 4.21 Data Produksi PV Selama Setahun	70
Gambar 4.22 Loss Diagram PV	71
Gambar 4.23 Single Line Diagram	72
Gambar 4.24 Operasional dan Pemeliharaan.....	75

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1 Data Penggunaan Energi Kantor PLN UIP Kalbagtim.....	48
Tabel 2 Data Penyinaran Matahari di Daerah Kantor PLN UIP Kalbagtim.....	49
Tabel 3 Data Temperatur di daerah Kantor PLN UIP Kalbagti.....	50
Tabel 4 Spesifikasi Modul Surya	53
Tabel 5 Spesifikasi Inverter.....	53
Tabel 6 Spesifikasi kabel.....	54
Tabel 7 Luas Penampang Kabel sesuai dengan SNI 0255	56
Tabel 8 RAB PLTS Atap Gedung Kantor UIP Kalbagtim	73

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi energi terbarukan sangat besar, khususnya energi matahari akibat letak geografis di garis khatulistiwa yang menerima radiasi matahari sepanjang tahun secara merata[1]. Potensi ini diperkirakan mencapai 4,5 - 4,8 kWh/m²/hari[2][3]. Ketersediaan sumber daya ini membuka peluang pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi pengurangan ketergantungan energi fosil sekaligus mendukung target dekarbonisasi energi nasional.

PLN Unit Induk Pembangunan Kalimantan Bagian Timur atau disebut dengan PLN UIP Kalbagtim, bagian dari PLN *Holding* yang bertugas menjalankan pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan strategis di wilayah Kalimantan Timur dan Utara serta Kalimantan Selatan[4]. Aktivitas operasional tersebut memerlukan suplai listrik cukup besar, dengan konsumsi harian tercatat 1.786 kWh/hari yang dominan disuplai dari jaringan PLN. Ketergantungan ini memiliki risiko, seperti potensi *blackout* serta beban puncak sistem kelistrikan, sehingga penguatan cadangan energi berbasis PLTS menjadi pilihan alternatif[5][6].

Penerapan sistem PLTS atap *on-grid* memungkinkan pengurangan beban jaringan PLN, penguatan cadangan energi operasional kantor, sekaligus mendukung komitmen PLN dalam transisi menuju energi bersih berkelanjutan[7]. Berdasarkan data *NASA Surface Meteorology and Solar Energy*, potensi radiasi di Balikpapan rata-rata mencapai 5,59 kWh/m²/hari[3]. Selain radiasi, faktor desain teknis seperti arah, sudut kemiringan, jenis atap, dan efisiensi sistem turut mempengaruhi *performa output* energi. Oleh karena itu, *software PVsyst* digunakan untuk mendukung simulasi teknis sebagai alat bantu pengolahan data desain sistem[8].

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan sistem PLTS Atap on-grid pada gedung PLN UIP Kalbagtim ?
2. Bagaimana perhitungan dan pemilihan peralatan pada sistem PLTS atap *on-grid* ?

3. Bagaimana perhitungan investasi, biaya operasional dan *Life Cycle Cost* pada PLTS Atap *on-grid* gedung PLN UIP Kalbagtim?

1.3. Batasan Masalah

Pembahasan dalam penelitian ini hanya mencakup:

1. Penelitian mengikuti regulasi teknis peraturan yang berlaku di Indonesia terkait PLTS *On Grid*;
2. Lokasi penelitian terbatas pada kantor Gedung PLN UIP Kalbagtim;
3. Penelitian ini meliputi tahap perencanaan desain, pengumpulan data, pemilihan komponen, perhitungan kapasitas, simulasi performa, dan analisis keekonomian;
4. *Software PVsyst* hanya digunakan sebagai alat bantu simulasi, bukan sebagai variabel utama penelitian;
5. Pembahasan berfokus pada mempertimbangkan pengaruh spesifikasi teknis atap eksisting;
6. Perhitungan ekonomi mempertimbangkan biaya investasi awal, penghematan energi, serta metode *Payback Period*, *Net Present Value*, *Internal Rate of Return* dan *Life Cycle Costing*.

1.4. Tujuan Penelitian

- a. Dapat menyusun perencanaan sistem PLTS atap *on-grid* untuk gedung PLN UIP Kalbagtim.
- b. Dapat melakukan perhitungan dan pemilihan peralatan untuk sistem PLTS *on-grid*
- c. Dapat menganalisis perhitungan investasi, biaya operasional dan *Life Cycle Cost* pada sistem PLTS atap *on-grid*

1.5. Manfaat Penelitian

1. Diharapkan penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan referensi akademik dalam perencanaan PLTS atap *on grid* berbasis simulasi
2. Diharapkan penelitian ini menjadi bahan informasi dan rujukan perencanaan proyek serupa bagi PLN *Holding* dalam implementasi energi bersih.

3. Memberikan hasil rekomendasi tentang kapasitas PLTS sesuai profil kebutuhan beban operasional PLN UIP Kalbagtim
4. Memberikan kontribusi dalam mendorong bauran energi baru terbarukan.

1.6. Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah susunan penulisan skripsi secara umum:

1. Bagian Awal

Mencakup lembar judul penelitian, lembar persetujuan penelitian, lembar pengesahan penelitian, halaman abstrak, kata pengantar, lembar daftar isi, daftar gambar dan tabel serta daftar pustaka.

2. Bagian Isi

Secara umum pada bagian pembahasan skripsi, membahas berikut ini:

Bab I Pendahuluan

- 1.1. Latar belakang penelitian
- 1.2. Rumusan masalah penelitian
- 1.3. Batasan masalah penelitian
- 1.4. Tujuan penelitian
- 1.5. Manfaat penelitian
- 1.6. Sistematika penulisan

Bab II Tinjauan Pustaka

- 2.1. Penelitian terdahulu
- 2.2. Landasan Teori

Bab III Metode Penelitian

- 3.1 Desain penelitian
- 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian
- 3.3 Populasi dan Sampel
- 3.4 Teknik mengumpulkan data
- 3.5 Teknik Analisis Data

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

4.2 Pembahasan

Bab V Penutup

5.1. Kesimpulan penelitian

5.2. Saran

3. Bagian Akhir

Pada bagian ini terdiri atas daftar pustaka dan lampiran data penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan teknis dan analisis kelayakan ekonomi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap on-grid di gedung Kantor PLN UIP Kalbagtim, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perencanaan Teknis Sistem PLTS Atap

Sistem PLTS dirancang dengan kapasitas 422,60 kWp untuk memenuhi kebutuhan listrik rata-rata harian sebesar 1.714,20 kWh. Sistem menggunakan 768 unit modul surya tipe monokristalin berkapasitas 550 Wp dengan efisiensi 21,3% serta lima unit inverter on-grid Sungrow SG125CX-P2. Instalasi dirancang mengikuti konfigurasi seri-paralel 18×43, dengan luas area panel sebesar ±1.999 m², yang disesuaikan dengan luasan atap aktual 1.747 m² serta mempertimbangkan sudut kemiringan atap 14,9°. Hasil simulasi menggunakan software PVsyst menunjukkan energi yang dapat dihasilkan mencapai 655.942 kWh per tahun dengan *performance ratio* (PR) sebesar 84,48%, menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan efisien.

2. Perhitungan dan Pemilihan Peralatan

Pemilihan peralatan seperti panel surya, inverter, dan penghantar kabel dilakukan berdasarkan kapasitas daya sistem, karakteristik arus dan tegangan, serta efisiensi termal dan ekonomis. Penentuan ukuran kabel mempertimbangkan kemampuan hantar arus (KHA), panjang jalur, rugi tegangan, serta kondisi lingkungan (outdoor/indoor). Konfigurasi string panel telah disesuaikan dengan spesifikasi tegangan dan arus dari inverter, sehingga sistem aman dan andal secara teknis.

3. Analisis Finansial dan Ekonomi

Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi awal untuk proyek PLTS ini sebesar Rp3.946.681.590,- termasuk PPN. Nilai Life Cycle Cost (LCC) selama 25 tahun sebesar **Rp6.482.154.006,-** yang telah mencakup biaya operasi dan pemeliharaan, penggantian inverter dan modul PV, serta biaya pembuangan akhir. Sementara itu, pendapatan yang diperoleh dari penghematan energi listrik mencapai Rp869.839.460,- per tahun. Berdasarkan perhitungan:

- Net Present Value (NPV): Rp3.650.165.820,- (positif)
- Return on Investment (ROI): 56,31%
- Benefit Cost Ratio (BCR): 1,56 (>1)
- Payback Period (PP): 6 tahun
- Internal Rate of Return (IRR): 21,88% (> Discount rate 7%)

Maka dapat disimpulkan bahwa sistem PLTS atap di Kantor PLN UIP Kalbagtim **LAYAK secara TEKNIS dan FINANSIAL** untuk diimplementasikan.

4. Pencapaian Tujuan Penelitian

Penelitian ini menjawab seluruh rumusan masalah pada Bab I, yaitu:

- Telah disusun perencanaan teknis PLTS on-grid secara lengkap dan berbasis data aktual di lokasi;
- Telah ditentukan jenis, spesifikasi, dan konfigurasi peralatan sistem PLTS yang sesuai;
- Telah dilakukan analisis investasi dan keekonomian dengan hasil bahwa proyek layak secara finansial.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Optimalisasi Luas Atap

Mengingat kebutuhan area panel sebesar $\pm 1.999 \text{ m}^2$ sedangkan luas atap eksisting hanya 1.747 m^2 , maka disarankan untuk:

- Memanfaatkan area tambahan seperti carport, kanopi, atau rooftop extension agar seluruh modul dapat terpasang sesuai perencanaan daya.
- Mengadopsi sistem mounting bertingkat (*elevated racking system*) guna memaksimalkan densitas penempatan panel pada area terbatas.

2. Pemantauan dan Evaluasi Kinerja Sistem

Setelah implementasi, sistem PLTS perlu dipantau secara berkala untuk memastikan performa tetap optimal, termasuk dalam hal:

- Efisiensi inverter,
- Penurunan daya akibat suhu tinggi,
- Kinerja panel secara individual,
- Rugi-rugi akibat shading atau kotoran pada permukaan panel.

3. Pengembangan Ke Depan

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk:

- Memasukkan analisis integrasi sistem PLTS dengan sistem baterai (PV–ESS) guna meningkatkan independensi energi dan pemanfaatan energi malam hari.
- Menambahkan perhitungan sensitivitas ekonomi terhadap fluktuasi tarif listrik, biaya O&M, serta diskonto bunga.
- Mengembangkan studi berbasis analisis multi-scenario simulation (misalnya: worst-case climate, seasonal degradation, atau pembebanan tidak stabil).

4. Implementasi Skala Luas

Mengingat hasil studi yang menunjukkan kelayakan teknis dan ekonomis, maka dapat direkomendasikan agar model ini dapat direplikasi pada unit-unit kantor PLN lainnya, terutama di wilayah Kalimantan dan daerah-daerah dengan profil konsumsi siang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Gedung and A. Pltu, "PERENCANAAN PLTS ATAP SISTEM ON-GRID," 2024.
- [2] R. Baharuddin, "Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable," *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 65–70, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1087.
- [3] B. Fish, "POWER Climatic Design Conditions (GMAO MERRA-2 and CERES SYN1deg)," vol. 2507, no. February, pp. 1–9, 2020.
- [4] P. L. M. Wisata, "Company Profile Company Profile," *CompanyProfile*, no. 16, pp. 8–9, 2019.
- [5] S. Info, "Balikpapan - 01.195363°, 116.882858°," no. May, pp. 1–3, 2025.
- [6] I. F. Nainggolan, J. Windarta, and N. Sinaga, "Perancangan PLTS Rooftop untuk Pemakaian Sendiri (PS) di PLTU Berau 2 × 7 MW," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 3, pp. 187–200, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13442.
- [7] A. Burhandono, J. Windarta, and N. Sinaga, "Perencanaan PLTS Roof Top On-Grid Untuk Gedung Kantor PLTU Amurang Sebagai Upaya Mengurangi Auxiliary Power dan Memperbaiki Nilai Nett Plant Heat Rate Pembangkit," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 61–79, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13051.
- [8] R. Adolph, "manual PVsyst," pp. 1–23, 2016.
- [9] Haslinda, A. Huda, and F. Said, "Perancangan dan Analisis Finansial PLTS Atap Menggunakan Software PV*SOL di LSIH UBT," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 22–28, 2023.
- [10] I. G. Agus Januar Ariawan, I. A. Dwi Giriantari, and I. W. Sukerayasa, "Perancangan Plts Atap Di Gedung Graha Sewaka Dharma," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, p. 9, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i03.p2.
- [11] J. T. Mesin, F. T. Industri, and U. Trisakti, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti," pp. 1–11, 1974.
- [12] D. A. Agusta and B. E. Yuwono, "Pengaruh Sertifikasi Green Building Terhadap Tingkat Kenyamanan Pengguna Pada Gedung Wijaya Karya Jakarta," *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.25105/psia.v1i1.5672.
- [13] Samsurizal, K. T. Mauriraya, M. Fikri, N. Pasra, and Christiono, "Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," 2021.
- [14] Rosnita Rauf, *Matahari sebagai energi masa depan*. 2023.
- [15] Samsurizal, K. T. Mauriraya, M. Fikri, N. Pasra, and Christiono, "Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," 2021.

- [16] I. Ramli, F. Arya Samman, and S. Mawar Said, "Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari," *Jurnal EKSITASI*, vol. 1, no. 1, pp. 34–40, 2022.
- [17] I. Ramli, F. Arya Samman, and S. Mawar Said, "Panel Surya dengan Sistem Pelacakan Arah Sinar Matahari," *Jurnal EKSITASI*, vol. 1, no. 1, pp. 34–40, 2022.
- [18] N. Nugroho, K. H. Khwee, and Yandri, "Studi Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Dan On Grid (Studi kasus :PT Arif Borneo Azzara)," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [19] N. Nugroho, K. H. Khwee, and Yandri, "Studi Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Dan On Grid (Studi kasus :PT Arif Borneo Azzara)," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2022.
- [20] C. Wiharya, J. T. Mesin, P. N. Malang, J. T. Elektro, P. N. Malang, and K. Lele, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai," vol. 1, pp. 24–36, 2021.
- [21] A. Rachmi, B. Prakoso, H. Berchmans, I. Agustina, I. D. Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan Dan Penganggaran," *Indonesia Clean Energy Development II*, 2019, [Online]. Available: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- [22] P. Listrik, T. Surya, O. N. Grid, W. M. Camp, and E. M. P. M. Sa, "BUKU MANUAL PENGOPERASIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON GRID 5 , 25 kWp," 2020.
- [23] Rosnita Rauf, *Matahari sebagai energi masa depan*. 2023.
- [24] B. Kencana *et al.*, "Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," *Indonesia Clean Energy Development II*, no. November, p. 68, 2018.
- [25] A. Rachmi, B. Prakoso, H. Berchmans, I. Agustina, I. D. Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan Dan Penganggaran," *Indonesia Clean Energy Development II*, 2019.
- [26] Samsurizal, K. T. Mauriraya, M. Fikri, N. Pasra, and Christiono, "Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," 2021.
- [27] M. S. Ummah, "Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019.
- [28] Kementerian Energi Sumber Daya Mineral, "Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia," *PLTS Atap*, p. 94, 2020.
- [29] B. Ramadhani, "Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos & Don'ts," *GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)*, 2018.