

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PLTS ATAP ON-GRID
MENGUNAKAN *PV SYST* DI GEDUNG PLN NUSA
DAYA, UP SULAWESI 2**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Gede Palguna Satria Wibhawa

NIM. 2415374003

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2025

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik nasional yang terus meningkat mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan, salah satunya melalui pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap pada bangunan komersial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis perencanaan sistem PLTS atap on-grid di Gedung PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2 dengan menggunakan perangkat lunak PV Syst. Metode yang digunakan meliputi observasi kondisi fisik atap, dokumentasi data konsumsi listrik, studi literatur, serta simulasi sistem PLTS berdasarkan data iradiasi matahari dari Meteonorm. Analisis dilakukan melalui dua skenario, yaitu berdasarkan beban puncak tertinggi sebesar 11,8 kWp dan berdasarkan luasan atap tersedia sebesar 265,05 m². Hasil simulasi menunjukkan bahwa potensi energi surya di lokasi penelitian mencapai 5,45 kWh/m²/hari. Pada simulasi pertama, sistem PLTS dengan kapasitas terpasang 12,1 kWp mampu menghasilkan energi sebesar 18.594 kWh per tahun dengan nilai performance ratio (PR) sebesar 76,47%. Sementara itu, pada simulasi kedua, sistem dengan kapasitas 46,2 kWp menghasilkan 24.931 kWh per tahun, namun dengan nilai PR yang lebih rendah, yaitu 26,85%. Kedua konfigurasi dinyatakan layak secara teknis, namun kinerja sistem yang lebih optimal ditunjukkan oleh sistem dengan kapasitas 12,1 kWp. Penelitian ini merekomendasikan perancangan sistem PLTS atap dengan mengacu terhadap kebutuhan beban aktual dan optimalisasi desain untuk mencapai efisiensi sistem yang tinggi serta mendukung program energi bersih di lingkungan PLN.

Kata Kunci : PLTS On Grid, Performance Ratio, PV Syst, Gedung PLN Nusa Daya

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	7
2.3 Prinsip Kerja Sel Surya.....	8
2.4 Konstruksi Panel Surya.....	9
2.5 Jenis-jenis PLTS.....	11
2.6 Dasar Hukum dan Regulasi	12
2.7 Komponen Utama PLTS	13
2.8 Aplikasi PV Syst.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian	22
3.2 Tempat Penelitian.....	23
3.3 Metode Pengambilan Data.....	23
3.4 Tahapan Penelitian	24

3.5	Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Penelitian	26
3.6	Jadwal Kegiatan	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	29
4.2	Konsumsi Energi Listrik Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2	30
4.3	Potensi Energi Surya	32
4.4	Perancangan Kapasitas Sistem PLTS Atap <i>On-Grid</i>	32
4.5	Simulasi Kinerja Sistem PLTS Menggunakan Aplikasi PV Syst 7.3	33
4.6	Simulasi Pertama Berdasarkan Beban Puncak Tertinggi 11,8 kWP	33
BAB V PENUTUP		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Sel Surya	8
Gambar 2. 2 Konstruksi Sel Surya.....	9
Gambar 2. 3 Single Line PLTS Off Grid (Sumber : m.icasolar.com, 2021).....	11
Gambar 2. 4 Single Line PLTS On Grid	11
Gambar 2. 5 Single Line PLTS Hybrid.....	12
Gambar 2. 6 Modul Surya.....	13
Gambar 2. 7 Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	14
Gambar 2. 8 Panel Surya Polucrystalline	15
Gambar 2. 9 Panel Surya <i>Thin Film</i>	15
Gambar 2. 10 Inverter	16
Gambar 2. 11 Fixed Tilt Mounting	17
Gambar 2. 12 Adjustable Tilt Mounting	18
Gambar 2. 13 Logo PV Syst	18
Gambar 2. 14 Tampilan Dashboard Aplikasi PV Syst	19
Gambar 3. 1 Gedung Nusa Daya, UP Sulawesi 2 (Citra Satelit).....	23
Gambar 3. 2 Diagram Alir (Flow Chart).....	27
Gambar 4. 1 Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2	29
Gambar 4. 2 Titik Kordinat Kantor PLN ND, UP Sulawesi 2	29
Gambar 4. 3 Luas Atap Gedung Kantor PLN ND, UP Sulawesi 2	30
Gambar 4. 4 Grafik Daya Beban (Watt)	31
Gambar 4. 5 Grafik Daya Beban 07.30 s.d 16.30	31
Gambar 4. 6 Data Radiasi Rata-Rata Berdasarkan Aplikasi Pv Syst.....	32
Gambar 4. 7 Menu Awal PV Syst	33
Gambar 4. 8 <i>Geographic Site Parameters</i>	34
Gambar 4. 9 Menu Orientasi Panel Surya	35
Gambar 4. 10 Perancangan Sistem 12,1 kWp pada Aplikasi PV Syst.....	36
Gambar 4. 11 <i>Load Profile</i>	37
Gambar 4. 12 <i>Run Simulation</i>	38
Gambar 4. 13 Summary Hasil Simulasi 12,1 kWp.....	38
Gambar 4. 14 Perancangan Sistem 265,05 m ² kWp pada Aplikasi PV Syst	39
Gambar 4. 15 Summary Hasil Simulasi 265,05 m ²	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Jadwal Penelitian.....	28
---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik nasional terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, perkembangan teknologi, dan peningkatan aktivitas ekonomi. Di sisi lain, ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil seperti batu bara dan minyak bumi menimbulkan tantangan besar, baik dari segi keberlanjutan pasokan energi maupun dampak lingkungan yang dihasilkan. Oleh karena itu, pemerintah mendorong pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebagai bagian dari upaya transisi energi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu pilihan utama dalam pengembangan EBT karena potensi energi surya di Indonesia sangat besar. Sistem PLTS atap (*rooftop*) merupakan solusi praktis yang dapat diterapkan pada bangunan perkantoran, rumah tangga, hingga fasilitas industri.

Selain membantu mengurangi beban jaringan listrik, pemasangan PLTS atap juga mendukung program pemerintah dalam mencapai target bauran energi terbarukan sebesar 23% di tahun 2025 sesuai dengan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) [1].

Sebagai bagian dari komitmen mendukung program energi terbarukan nasional, manajemen PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2 menerima arahan dalam Rencana Kerja Manajemen (RKM) untuk mengembangkan program-program yang sejalan dengan visi pengurangan emisi karbon dan pemanfaatan energi bersih. Salah satu bentuk nyata dari program tersebut adalah rencana pemasangan PLTS atap (on-grid) di gedung kantor PLN Nusa Daya sebagai upaya efisiensi energi dan edukasi internal terhadap pemanfaatan energi terbarukan.

Sebelum sistem PLTS atap tersebut diimplementasikan, pihak manajemen PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2 memberikan instruksi untuk melakukan kajian awal berupa studi kelayakan teknis. Studi ini bertujuan untuk menilai sejauh mana sistem PLTS yang direncanakan dapat dioperasikan secara optimal dan sesuai dengan kondisi teknis eksisting bangunan. Analisis ini menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa desain sistem yang akan diterapkan mampu memberikan kinerja yang efisien, andal, dan selaras dengan kebutuhan energi gedung, serta meminimalkan potensi kendala teknis di masa mendatang.

Dalam melakukan analisis ini, diperlukan data teknis seperti profil konsumsi listrik gedung, data iradiasi matahari di lokasi, kondisi atap bangunan, serta spesifikasi panel surya dan inverter yang akan digunakan. Untuk mendukung proses analisis, digunakan perangkat

lunak PV Syst yang mampu mensimulasikan performa sistem PLTS berdasarkan data input aktual maupun estimasi. Dengan pendekatan ini, dapat diperoleh informasi mengenai kapasitas optimal, potensi energi yang dapat dihasilkan, serta desain konfigurasi sistem yang paling sesuai.

Oleh karena itu, penelitian ini disusun untuk mengkaji kelayakan teknis dari pemasangan sistem PLTS atap on-grid di Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2 melalui pendekatan simulasi menggunakan PV Syst. Hasil studi ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak manajemen dalam mengambil keputusan terkait implementasi sistem PLTS, sekaligus menjadi bentuk kontribusi nyata dalam mendukung pengembangan energi bersih di lingkungan PLN.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam rangka mendukung upaya pemerintah dalam pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT), PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2 merencanakan penerapan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap on-grid di gedung kantor mereka. Sebelum sistem tersebut diimplementasikan, diperlukan kajian teknis yang komprehensif untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang sesuai dengan kondisi teknis bangunan, potensi energi matahari di lokasi, serta kebutuhan beban listrik harian gedung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik konsumsi energi listrik pada Gedung PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2?
2. Berapa potensi energi surya di Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2?
3. Bagaimana konfigurasi sistem PLTS atap on-grid yang optimal untuk gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi2?
4. Bagaimana kinerja sistem PLTS yang direncanakan berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PV Syst?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini memiliki fokus yang jelas dan tidak meluas ke luar konteks tujuan utama, maka penelitian ini dibatasi dalam hal-hal berikut:

1. Aspek yang dikaji hanya terbatas pada kelayakan teknis dari perencanaan sistem PLTS atap on-grid, tanpa membahas aspek ekonomi seperti biaya investasi, nilai ekonomi energi, maupun analisis kelayakan finansial.
2. Data iradiasi matahari diperoleh dari data sekunder dari sumber dari aplikasi PV Sys.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi sistem PLTS adalah PV Syst, dengan asumsi input sesuai kondisi aktual di lapangan, seperti pemakaian energi harian, luas atap, orientasi bangunan, dan kondisi lingkungan sekitar.
4. Analisis konsumsi energi listrik dilakukan berdasarkan data historis pemakaian listrik gedung dalam periode waktu tertentu, dengan asumsi bahwa pola konsumsi bersifat relatif konstan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian kelayakan teknis terhadap rencana pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap on-grid di Gedung PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2. Kajian dilakukan melalui pengumpulan data teknis, analisis potensi energi surya, perhitungan kapasitas sistem, dan simulasi kinerja menggunakan perangkat lunak PV Sys. Adapun tujuan spesifik dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik konsumsi energi listrik harian dan bulanan pada Gedung PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2 sebagai dasar kebutuhan beban.
2. Menentukan potensi energi surya di lokasi gedung, berdasarkan data pengukuran langsung maupun sumber data sekunder yang ada pada aplikasi PV Sys.
3. Merancang kapasitas dan konfigurasi sistem PLTS atap on-grid yang optimal dan sesuai dengan kondisi teknis bangunan, termasuk jumlah panel, orientasi, dan luas atap yang tersedia.
4. Mensimulasikan kinerja sistem PLTS menggunakan perangkat lunak PV Sys untuk mengevaluasi output energi, efisiensi sistem, dan performa tahunan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi secara praktis maupun akademis. Manfaat yang diharapkan dapat dicapai antara lain sebagai berikut

- 1. Bagi Instansi (PLN UP Sulawesi 2):**

Memberikan informasi teknis yang komprehensif sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait pemasangan sistem PLTS atap on-grid, sehingga dapat mendukung implementasi energi terbarukan secara efektif dan efisien di lingkungan kantor.

2. Bagi Dunia Akademik:

Menjadi referensi ilmiah bagi mahasiswa, dosen, dan peneliti lain dalam bidang perencanaan dan kajian teknis sistem energi terbarukan, khususnya dalam pemanfaatan PLTS on-grid berbasis simulasi perangkat lunak.

3. Bagi Pemerintah dan Program EBT:

Mendukung kebijakan nasional dalam percepatan bauran energi baru terbarukan (EBT), khususnya pemanfaatan energi surya dalam sektor bangunan publik dan perkantoran.

4. Bagi Penulis Sendiri:

Meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam menganalisis sistem PLTS secara teknis, mulai dari pengumpulan data, perencanaan kapasitas, hingga simulasi performa sistem menggunakan perangkat lunak PV Sys.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan skripsi yang dibuat ini disusun agar pembahasan dapat tersampaikan secara terstruktur dan runtut. Adapun susunan isi skripsi ini terdiri dari lima bab utama, yaitu sebagai berikut:

BAB I - PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Tujuannya adalah memberikan gambaran awal tentang topik dan ruang lingkup penelitian.

BAB II - TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori dasar yang relevan, seperti konsep dasar PLTS, komponen utama sistem (panel surya, inverter, dll), sistem on-grid, dasar simulasi PV Sys, standar instalasi, serta hasil penelitian terdahulu yang mendukung studi ini.

BAB III - METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang diterapkan dalam penelitian, mencakup langkah-langkah seperti pengumpulan data, analisis kebutuhan beban listrik, akuisisi data iradiasi, perancangan sistem PLTS, serta simulasi menggunakan software PV Sys.

BAB IV - HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis data konsumsi energi, data iradiasi, perhitungan kapasitas sistem PLTS, konfigurasi teknis, serta hasil simulasi kinerja sistem menggunakan PV Sys. Hasil tersebut kemudian dianalisis untuk menilai kelayakan teknis sistem yang direncanakan.

BAB V - PENUTUP

Bab penutup ini berisi rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, serta memberikan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penerapan sistem dan pengembangan penelitian di masa mendatang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, perencanaan, serta simulasi sistem PLTS atap on-grid yang dilakukan di Gedung Kantor PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2 menggunakan aplikasi PV Sys, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik konsumsi energi listrik Gedung Kantor PLN Nusa Daya UP Sulawesi 2 menunjukkan pola penggunaan yang konsisten dan dominan terjadi pada jam kerja, yaitu pukul 07.30 hingga 16.30 WITA setiap hari kerja. Dengan pemakaian energi tertinggi tercatat sebesar 11.813 Watt.
2. Potensi energi surya di Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2 adalah sebesar 5,45 kWh/m²/day dimana nilai *Peak Sun Hour* 5,45 kWh/m².
3. Berdasarkan dua kali percobaan simulasi, dimana simulasi pertama perencanaan PLTS dengan kapasitas mengacu pada beban puncak 11,8 kWp, dengan konfigurasi 22 total modul dengan 2 string dengan kapasitas per modul 550 Wp menghasilkan sistem yang dipasang sebesar 12,1 kWp hasil simulasi PV Sys mampu menghasilkan energi sebesar 18.594 kWh per tahun dengan nilai performance ratio (PR) sebesar 76,47%. Dengan rasio performa yang baik, sistem dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan energi bangunan secara optimal. Untuk simulasi kedua mengacu pada luas atap 265,05 m², menghasilkan konfigurasi 6 string dengan 14 modul berkapasitas 550 Wp pada setiap string dengan total PV modul sebanyak 84 buah, menghasilkan 46,2 kWp. Sistem PLTS dengan kapasitas terpasang 46,2 kWp mampu menghasilkan energi hingga 24.931 kWh per tahun. Namun, nilai *performance ratio* (PR) yang hanya mencapai 26,85% menandakan efisiensi sistem yang kurang dimana standarnya adalah 70%. Dengan demikian, meskipun pemanfaatan luas atap dapat meningkatkan kapasitas sistem, peningkatan efisiensi masih menjadi faktor utama yang perlu dioptimalkan. Jika dilihat dari kedua hasil simulasi tersebut maka perancangan system yang optimal adalah simulasi 12,1 Kwp dengan rasio performa 76,47%.
4. Dari hasil simulasi sistem PLTS Atap On Grid menggunakan aplikasi PV Sys kedua percobaan simulasi sistem dinyatakan layak secara teknis, namun kinerja sistem yang lebih optimal ditunjukkan oleh percobaan pertama dengan performance ratio (PR) 76,47% dengan kapasitas 12,1 kWp.

5.2 Saran

1. Waktu pelaksanaan penelitian ini seharusnya bisa tersedia lebih panjang, guna dapat menganalisa lebih dalam dan lebih detail terkait perencanaan sistem PLTS On-grid di Gedung PLN Nusa Daya, UP Sulawesi 2.
2. Dapat dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap aspek desain, tata letak panel, serta faktor teknis lainnya seperti shading, orientasi, dan pemilihan komponen, sehingga nilai performance ratio (PR) pada simulasi pemasangan PV modul dengan luas atap 265,05 m² dapat mencapai atau mendekati standar yang direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Presiden Republik Indonesia, “Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017: Rencana Umum Energi Nasional,” *Peratur. Pres.*, hal. 67–69, 2017.
- [2] M. W. P. Di, J. Timur, T. Akhir, M. W. P. Di, dan J. Timur, *Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek Plts on-Grid Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek Plts on-Grid*, no. 19734008. 2023.
- [3] A. Ardiansyah, I. N. Setiawan, dan I. W. Sukerayasa, “Perancangan Plts Atap on Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, hal. 200, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p23.
- [4] I. Naskah, “Artikel Studi Kelayakan Pemasangan PLTS Atap di Gedung TUK Scaffolding PPSDM Migas,” 2024.
- [5] I. P. D. Wiriastika, I. N. Setiawan, dan I. W. Sukerayasa, “Tenaga Surya Di Tempat Olah,” vol. 9, no. 1, hal. 44–53, 2022.
- [6] Republik Indonesia, “Presidential Regulation Number 112 of 2022 (The Acceleration of Renewable Energy Development for Electricity),” *Gov. Indones.*, no. 135413, hal. 1–37, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/225308/perpres-no-112-tahun-2022>
- [7] L. M. Parera, J. Tupalessy, dan R. Kastnaja, “Pengembangan Listrik Tenaga Surya bagi Pedagang Kuliner,” *CARADDE J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 1, hal. 46–52, 2019, doi: 10.31960/caradde.v2i1.127.
- [8] “Suryanto, Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Kelayakan Pebiayaan, Makassar DEEPUBLISH, 2024..pdf.”
- [9] M. Wasi, D. Mugisidi, dan Rifky, “Uji eksperimental pengaruh fresnel pada modul surya 10 w peakdengan posisi sesuai pergerakan arah matahari,” *Semin. Nas. Teknoka*, vol. 2, no. 2502, hal. 9–16, 2017.
- [10] I. K. A. Enriko, V. A. Fadilla, F. N. Gustiyana, H. Krishna, dan B. S. Waluyo, “Cost Benefit Comparison in Building a Green Energy Power Plant as a Home Electricity Source,” *2024 10th Int. Conf. Smart Comput. Commun. ICSCC 2024*, no. July, hal. 337–342, 2024, doi: 10.1109/ICSCC62041.2024.10690777.
- [11] R. R. Ramadhana, M. M. Iqbal, A. Hafid, dan Adriani, “Analisis Plts on Grid,” *J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 14, no. 1, hal. 12–25, 2022.
- [12] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2021,” *Menteri Energi dan Sumber Daya Miner. Republik Indones.*, no. 948, 2021, [Daring]. Tersedia pada: www.peraturan.go.id
- [13] K. ESDM, “Permen ESDM No 12 Tahun 2021 tentang Klasifikasi, Kualifikasi, Akreditasi, dan Sertifikasi Usaha Jasa Penunjang Tenaga Listrik,” hal. 347774, 2021.
- [14] M. Ghita, “牛 犇 1 王 储 2 宋明皓 3,” *Prototipe Sist. Monit. Tegangan Panel Surya*

- Pada LPJ Berbas. Web Apl.*, vol. 3, no. 2, hal. 14–15, 2019.
- [15] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 11, hal. 61–78, 2017, doi: 10.25105/jetri.v11i2.1445.
 - [16] S. Sariman dan N. Fitriyani, “Analisa Pemanfaatan Solar Cell Monocrystalline sebagai Sumber Energi Listrik pada Pompa Air Arus Searah (Dc) 12 Volt Berdaya 180 Watt,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 5, hal. 902–918, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i5.227.
 - [17] D. E. Juli Sutiawan, D. Notosudjono, B. B. Rijadi, dan Y. Yamato, “Analisis Teknis Dan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Berbasis PVsyst,” *J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 6, no. 1, hal. 110–119, 2024, doi: 10.33650/jeecom.v6i1.8299.
 - [18] A. A. Fakhira, . S., dan . Y., “Analisis Pemanfaatan Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 Wp Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Pedesaan Di Indonesia,” *J. Pendidikan, Sains Dan Teknol.*, vol. 2, no. 4, hal. 982–985, 2023, doi: 10.47233/jpst.v2i4.1318.
 - [19] Samsurizal, K. T. Mauriraya, M. Fikri, N. Pasra, dan Christiono, “Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS),” 2021.
 - [20] N. M. Farrag dan S. Omran, “Designing a building integrated photovoltaic system (Bipv) for residential façade: Case study in Egypt,” *ARPJ J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 21, hal. 5991–6012, 2017.
 - [21] “V1. 3.1228,” *Prod. Model POW-HVM6.2K-PRO*, vol. 1, no. All In One Solar Inverter, hal. 1, 2022.
 - [22] F. T. Solution, “Fix Origin,” *READ Saf. Install. Instr. BEFORE USING Prod.*, vol. V1, no. Fixed Tilt Solution, hal. 3, 2022.
 - [23] Pv. SA, “PVsyst SA - Route de la Maison-Carrée 30 - 1242 Satigny - Switzerland www.pvsyst.com,” hal. 1–28, 2019.