

SKRIPSI

**PERENCANAAN PLTS *ROOFTOP ON GRID* PADA
GEDUNG LOGISTIK UNTUK MENGURANGI
AUXILIARY POWER PLTU ASAM ASAM**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

Muhammad Ilham Nazzahudin

NIM. 2315374053

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

Perencanaan PLTS *Rooftop On Grid* Pada Gedung Logistik Untuk Mengurangi *Auxiliary Power* PLTU Asam Asam

Muhammad Ilham Nazzahudin
NIM. 2315374053

ABSTRAK

Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Asam Asam, salah satu unit PT PLN Indonesia Power di Kalimantan Selatan, mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar pulverized coal dengan kebutuhan auxiliary power signifikan, yaitu sekitar 7–10% dari total daya yang dihasilkan atau sekitar 4,5- 6,5 MW. Pada Unit 1, tercatat konsumsi auxiliary power sebesar 5.227,5 kW untuk mendukung pompa, kipas, sistem pendingin, peralatan kontrol, serta utilitas gedung. Besarnya konsumsi internal ini mengurangi energi yang dapat disalurkan ke jaringan, sehingga diperlukan strategi efisiensi energi melalui pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) rooftop on grid. Penelitian ini difokuskan pada dua analisis utama. Pertama, identifikasi potensi energi surya berdasarkan luas atap gedung logistik sebagai lokasi pemasangan modul. Dengan luas efektif 884 m², dapat dipasang 342 modul PV berkapasitas 550 Wp, menghasilkan kapasitas maksimum 188 kWp. Kontribusi kapasitas ini terhadap pengurangan auxiliary power adalah sekitar 3,4%. Kedua, perencanaan teknis PLTS rooftop didasarkan pada konsumsi listrik gedung logistik dan administrasi sebesar 26.119,17 kWh per bulan atau 870,64 kWh per hari, dengan asumsi 80% beban terjadi pada siang hari. Hasil perencanaan dan simulasi dengan kapasitas 178 kWp menunjukkan produksi energi rata-rata 19.849,32 kWh per bulan atau 661,64 kWh per hari. Energi ini mampu memenuhi 59%–91% beban siang hari, dengan kontribusi rata-rata 77% sepanjang tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun PLTS belum mampu menutupi seluruh kebutuhan listrik gedung, penerapannya berkontribusi nyata dalam mengurangi auxiliary power serta menjadi langkah strategis mendukung efisiensi energi, pengurangan emisi, dan target bauran energi terbarukan nasional.

Kata Kunci: *PLTS Rooftop On Grid, Auxiliary Power, Efisiensi Energi, PVsyst, Gedung Logistik*

Planning of On-Grid Rooftop Solar Power Plants in Logistics Buildings to Reduce Auxiliary Power of Asam Asam Steam Power Plants

Muhammad Ilham Nazzahudin
NIM. 2315374053

ABSTRACT

Asam Asam Generation Business Unit (UBP), a subsidiary of PT PLN Indonesia Power in South Kalimantan, operates a pulverized coal-fired Steam Power Plant (PLTU) with a significant auxiliary power demand, accounting for approximately 7–10% of the total generated capacity or about 4.5–6.5 MW. At Unit 1, the recorded auxiliary power consumption reaches 5,227.5 kW, supplying pumps, fans, cooling systems, control equipment, and building utilities. This high internal consumption reduces the electricity available for grid distribution, thereby requiring energy efficiency strategies through renewable energy utilization, particularly on-grid rooftop Solar Power Plants (PLTS). This research focuses on two main analyses. First, the identification of solar energy potential based on the available rooftop area of the logistics building as the installation site. With an effective rooftop area of 884 m², a maximum of 342 PV modules rated at 550 Wp can be installed, resulting in a maximum capacity of 188 kWp. This capacity contributes to a reduction of auxiliary power by approximately 3.4%. Second, the technical planning of a rooftop PV system was carried out based on the electricity consumption of the logistics and administration buildings, which averaged 26,119.17 kWh per month or 870.64 kWh per day, with the assumption that 80% of the load occurs during daytime. The design and simulation results for a 178 kWp rooftop PV system show an average energy production of 19,849.32 kWh per month or 661.64 kWh per day. This output can cover 59%–91% of daytime loads, with an annual average contribution of 77%. The results indicate that although the PV system cannot fully meet the electricity demand of the logistics and administration buildings, its application significantly reduces auxiliary power consumption and represents a strategic step in supporting energy efficiency, emission reduction, and the achievement of national renewable energy mix targets.,

Keywords: Rooftop On-Grid PV System, Auxiliary Power, Energy Efficiency, PVsyst, Logistics Building

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Perencanaan PLTS *Rooftop On Grid* Pada Gedung Logistik Untuk Mengurangi *Auxiliary Power* PLTU Asam Asam ". Penulisan skripsi ini bertujuan untuk merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On Grid* pada atap gedung logistik PLTU Asam Asam, Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. I Nyoman Abdi, SE, M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali yang telah menerima saya sebagai mahasiswa D4 Teknik Otomasi dan yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas bagi penulis untuk menimba ilmu serta menyelesaikan studi di Politeknik Negeri Bali.
2. Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penulisan skripsi ini.
3. Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi yang telah memberikan motivasi, bimbingan, dan nasihat dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ni Made Karmiathi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. I Gusti Lanang Made Parwita, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, masukan, dan koreksi yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan dukungan moral, material, dan doa yang tiada henti.
7. Teman-teman dan rekan-rekan, yang telah memberikan dukungan dan kebersamaan selama masa studi dan penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Melalui penelitian ini, diharapkan sistem yang dirancang bisa memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi konsumsi pemakaian sendiri (auxiliary power) di plant tersebut, sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi dan menekan biaya operasional. Selain itu, skripsi ini juga diharapkan mampu mendukung upaya konservasi energi dan penggunaan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar ke depan dapat menjadi bahan evaluasi dan perbaikan. Semoga masukan yang diberikan dapat memberikan manfaat dan meningkatkan kualitas karya ini maupun penelitian-penelitian selanjutnya.

Akhir kata, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi dukungan, baik secara moril maupun materiil, sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama di bidang energi terbarukan.

terbarukan.

Bukit Jimbaran, 2 September 2025

Muhammad Ilham Nazzahudin

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Potensi Energi Surya	6
2.2.2 Prinsip Dasar <i>Auxiliary Power</i>	6
2.2.3 Prinsip Dasar PLTS.....	7
2.2.4 Sistem Jaringan PLTS	8
2.2.5 Sistem PLTS <i>On Grid</i>	8
2.2.6 Sistem PLTS <i>Off Grid</i>	10
2.2.7 Prinsip Dasar PV Sel Surya.....	11
2.2.8 Material PV Sel Surya.....	14
2.2.9 <i>Inverter</i>	15
2.2.10 Persamaan Dasar Energi Listrik dari Modul Surya	16
2.2.11 Perhitungan Jumlah Modul dan Kapasitas Terpasang.....	16
2.2.12 <i>Performance Ratio (PR) dan Losses</i>	17

2.2.13	Kontribusi PLTS terhadap Auxiliary Power	17
2.2.14	Pembagian Beban Siang dan Malam untuk PLTS	17
2.2.15	Rugi-Rugi Energi Perencanaan PLTS.....	18
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2	Rancangan Penelitian	21
3.3	Diagram Alir Penelitian	22
3.4	Pengolahan Data Penelitian.....	22
3.5	Analisa Hasil Penelitian	23
3.6	Hasil Yang Diharapkan	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Gambaran Umum Gedung Logistik	25
4.2	Data Irradiasi Matahari.....	26
4.3	Data <i>Auxiliary Power</i> PLTU	27
4.4	Potensi Energi Surya Maksimal Atap Gedung Logistik untuk mengurangi <i>Auxiliary Power</i>	28
4.5	Perencanaan Teknis dan Desain PLTS Berdasarkan Beban Pemakaian Listrik Gedung Logistik dan Gedung Administrasi	29
4.5.1	Beban Pemakaian Listrik Gedung Logistik dan Gedung Administrasi.....	30
4.5.2	Desain PLTS dengan <i>software PVsyst</i>	31
4.5.3	Perbandingan PLTS dengan <i>Software PVsyst</i>	33
4.5.4	Perbandingan Hasil <i>Software PVsyst</i> dan Perhitungan Manual	36
4.6	Analisis Pemakaian Listrik Gedung vs Energi PLTS	37
4.7	Desain PLTS	39
4.8	Desain Pemasangan PLTS	42
4.9	Konfigurasi PLTS	43
BAB V PENUTUP		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja Konversi Energi Surya Menjadi Listrik	8
Gambar 2. 2 Skema Photovoltaic.....	11
Gambar 2. 3 Rangkaian sel surya.....	12
Gambar 2. 4 Rangkaian Seri 6×6	13
Gambar 2. 5 Rangkaian Series Paralel 6x6	13
Gambar 2. 6 Rangkaian Seri G-BPD (Series Group Bypass Diode).....	14
Gambar 2. 7 Material PV Sel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline	14
Gambar 2. 8 Klasifikasi <i>PV Inverter</i>	16
Gambar 3. 1 Letak PLTU Asam Asam	20
Gambar 3. 2 Letak Gedung Logistik.....	21
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 4. 1 Gedung Logistik PLTU Asam Asam	26
Gambar 4. 2 Luas Atap Gedung Logistik	26
Gambar 4. 3 Data Irradiasi per tahun	27
Gambar 4. 4 PV Array Characetiritic.....	32
Gambar 4. 5 Data Losses System.....	32
Gambar 4. 6 Grafik Pemakaian Listrik Gedung vs Energi LPLTS.....	38
Gambar 4. 7 Single Line Diagram PLTU Asam Asam.....	40
Gambar 4. 8 Rencana Instalasi PLTS	41
Gambar 4. 9 Desain Pemasangan PLTS	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pemakaian kWh Gedung Logistik dan Gedung Administrasi	30
Tabel 4. 2 Analisis Pemakaian Listrik Bulanan vs Energi PLTS.....	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang ditetapkan melalui Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2014. Pemerintah menargetkan peningkatan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional hingga mencapai 23% pada tahun 2025. Sebagai langkah implementasi, khususnya dalam pemanfaatan energi surya, pemerintah juga telah menetapkan sejumlah kebijakan teknis yang menjadi dasar pelaksanaan program tersebut. Diantaranya melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 tahun 2019, Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 tahun 2019, Peraturan Menteri ESDM Nomor 20 tahun 2020 dan Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 tahun 2024. Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah dan ramah lingkungan, serta penggunaan energi surya dapat menurunkan ketergantungan terhadap sumber energi fosil serta menjadi salah satu bentuk energi terbarukan dengan potensi pengembangan yang sangat besar. Hal ini didukung oleh letak geografis Indonesia yang berada di wilayah ekuator, sehingga menerima intensitas sinar matahari tinggi sepanjang tahun dengan rata-rata radiasi mencapai sekitar 4,8 kWh/m² per hari. Peningkatan kebutuhan energi yang signifikan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi, serta kesadaran global akan perlunya pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong eksplorasi dan penerapan teknologi energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Salah satu jenis PLTS yang sering digunakan adalah jenis PLTS *Rooftop*. Penerapan PLTS *Rooftop* adalah salah satu solusi yang praktis dan efisien untuk memanfaatkan energi surya di lingkungan perkotaan dan industri. Teknologi ini memungkinkan konversi langsung sinar matahari menjadi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan. PLTS *Rooftop* memanfaatkan ruang yang sudah ada di atap bangunan, baik itu rumah, gedung perkantoran, industri dan fasilitas lain sebagainya. Ini berarti tidak ada kebutuhan untuk mencari atau membeli lahan tambahan. Dengan menggunakan atap sebagai lokasi pemasangan, maka ruang lain yang tersedia di permukaan tanah dapat digunakan untuk keperluan lain seperti pertanian, pemukiman atau konservasi alam. Sehingga akan mengurangi biaya tambahan untuk pemasangan PLTS *Rooftop* tersebut.

Unit Bisnis Pembangkitan (UBP) Asam Asam merupakan salah satu unit PT. PLN Indonesia Power yang mengelola unit Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU) tipe *Pulverizer Coal* berlokasi di Asam Asam, Kalimantan Selatan dengan kapasitas daya terpasang 4 x 65 MW. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTU disalurkan terlebih dahulu ke Gardu Induk PT. PLN (Persero) untuk kemudian dijual kepada pelanggan. Namun, tidak seluruh daya listrik yang diproduksi oleh generator dialirkan ke pelanggan, karena sebagian digunakan untuk memenuhi kebutuhan internal operasional PLTU itu sendiri yaitu energi listrik yang dipakai untuk mengoperasikan peralatan penunjang seperti motor, pompa, *fans*, *conveyor*, sistem pendingin, penerangan, peralatan kontrol dan instrumen atau tempat-tempat lain yang memerlukan listrik yang ada di dalam area pembangkit tersebut seperti gedung administrasi, gedung logistik dan gedung workshop. Pemakaian sendiri tersebut dinamakan *Auxiliary Power*. *Auxiliary Power* membutuhkan sekitar 6–10% dari *output* total atau sekitar 4,5–6,5 MW. Perhitungan energi listrik yang terjual adalah produksi listrik *gross* dikurangi *auxiliary power*. Semakin tinggi penggunaan *auxiliary power* maka energi listrik yang terjual akan semakin sedikit.

PLTU Asam Asam memiliki sebuah gedung logistik menggunakan atap seng dengan luas atap 888,44 m². Gedung logistik berperan penting sebagai pusat penyimpanan, distribusi serta manajemen peralatan dan material yang dibutuhkan dalam kegiatan operasional maupun pemeliharaan unit pembangkit. Sebagai bagian dari sistem *auxiliary power*. Konsumsi listrik pada gedung logistik mencakup penggunaan untuk penerangan, sistem pendingin ruangan, peralatan kantor, forklift elektrik, sistem inventaris dan perangkat elektronik lainnya. Panel listrik gedung logistik tergabung dengan panel listrik gedung administrasi, sehingga beban listrik dari kedua gedung terakumulasi dalam satu sistem distribusi. Hal ini menyebabkan lonjakan konsumsi daya dari sumber utama PLTU, yang pada akhirnya meningkatkan nilai *auxiliary power* dan beban operasional. Salah satu cara untuk mengurangi *auxiliary power* pembangkit direncanakan menggunakan listrik hasil dari pemasangan PLTS *Rooftop On Grid* pada gedung logistik.

Untuk merancang sistem PLTS yang optimal, dibutuhkan pendekatan teknis dan simulasi mendalam guna memastikan bahwa sistem yang dirancang efisien, handal dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Salah satu alat bantu utama dalam proses perencanaan ini adalah *software PVsyst*.

PVsyst adalah *software* simulasi sistem fotovoltaik yang dirancang untuk perhitungan potensi energi surya berdasarkan data lokasi geografis, desain orientasi atap,

jenis modul dan inverter. Serta mempertimbangkan aspek *shading* (bayangan), suhu lingkungan dan kerugian sistem lainnya. Dalam konteks studi ini, *PVsyst* digunakan untuk memodelkan sistem PLTS *Rooftop* sesuai orientasi atap gedung logistik PLTU Asam Asam, mengestimasi produksi energi tahunan dari sistem PLTS dan menentukan konfigurasi modul dan inverter yang optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diuraikan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah besar potensi energi surya di lokasi gedung logistik PLTU Asam Asam untuk mengurangi *Auxiliary Power* PLTU?
2. Bagaimanakah perencanaan teknis sistem PLTS *on grid* yang sesuai dengan area dan energi yang dibutuhkan untuk mengurangi kebutuhan *Auxiliary Power* di gedung logistik dan gedung administrasi PLTU Asam Asam?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas untuk menghindari meluasnya masalah maka diberikan batasan masalah sehingga penelitian ini nantinya bisa lebih terfokuskan untuk dilakukan.

1. Pada penelitian ini hanya membahas perencanaan pemasangan PLTS *Rooftop* dengan sistem *on grid* tanpa mempertimbangkan *system off grid* atau *hybrid*
2. Pada penelitian ini hanya melakukan perencanaan di gedung logistik PLTU Asam Asam
3. Penelitian ini khusus mengkaji pemenuhan kebutuhan *auxiliary power* pada gedung logistik dan gedung administrasi PLTU Asam Asam. Analisis tidak mencakup kebutuhan energi utama atau operasional lainnya di PLTU Asam Asam.
4. Analisis kebutuhan *auxiliary power* hanya berfokus pada PLTU Asam Asam Unit 1
5. Simulasi teknis sistem PLTS dilakukan menggunakan *software PVsyst*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis potensi energi surya dan mengevaluasi potensi energi surya di lokasi gedung logistik PLTU Asam asam untuk menentukan sejauh mana energi matahari dapat dimanfaatkan secara optimal.
2. Merencanakan sistem PLTS *on grid* yang sesuai dengan area dan energi yang dibutuhkan untuk memenuhi sebagian kebutuhan *auxiliary power* gedung logistik dan gedung logistic PLTU Asam Asam. Termasuk pemilihan teknologi dan komponen yang tepat serta desain tata letak panel surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah peneliti dapat menyampaikan informasi mengenai rekomendasi dalam merencanakan PLTS *Rooftop On Grid* kepada khalayak yang ingin menggunakan PLTS *Rooftop* untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada bangunan miliknya. Manfaat lain dari penelitian ini untuk menambah pengetahuan dan pembelajaran khususnya di bidang energi terbarukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan untuk perencanaan pemasangan PLTS pada gedung logistik PLTU Asam Asam maka dapat di tarik kesimpulan :

1. Perencanaan PLTS *rooftop* di gedung logistik PLTU Asam Asam dengan berdasarkan luas efektif yang dapat digunakan untuk pemasangan modul fotovoltaik sebesar 884 m². Modul fotovoltaik yang digunakan adalah modul dengan luas efektif sebesar 2,585 m² dengan kapasitas 550 Wp. Perencanaan kapasitas terpasang sebesar 188 kWp berpotensi mengurangi *auxiliary power* Unit 1 sebesar 3,59%, meskipun relatif kecil, implementasi ini menjadi langkah awal yang signifikan dalam mendukung efisiensi energi dan pemanfaatan energi terbarukan di lingkungan PLTU Asam Asam.
2. Perencanaan PLTS *rooftop* berkapasitas 178 kWp di gedung logistik dan administrasi PLTU Asam Asam mampu menghasilkan energi rata-rata 19.849,32 kWh per bulan (661,64 kWh/hari), yang jika dibandingkan dengan rata-rata konsumsi listrik gedung sebesar 26.119,17 kWh per bulan (870,64 kWh/hari), dapat memenuhi sekitar 59%–91% kebutuhan energi siang hari dengan rata-rata kontribusi 77% sepanjang tahun. Hal ini membuktikan bahwa meskipun belum mampu menutupi seluruh kebutuhan pada bulan-bulan dengan konsumsi tinggi (Mei dan Oktober), sistem PLTS telah memberikan pengurangan signifikan terhadap beban *auxiliary power* PLTU.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah di uraikan terdapat beberapa saran untuk penelitian yang lebih lanjut:

1. Optimalisasi Desain PLTS perlu dilakukan secara menyeluruh, antara lain dengan memilih panel surya berteknologi terbaru dan berdaya guna tinggi, seperti panel surya bifacial, yang mampu meningkatkan produksi energi meskipun pada area atap yang terbatas.
2. Selain analisis teknis, disarankan dilakukan studi kelayakan yang lebih komprehensif, mencakup analisis biaya-manfaat dari sisi ekonomi, lingkungan,

maupun sosial. Hal ini penting agar proyek tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga memberikan manfaat yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. F. Nainggolan, J. Windarta, dan N. Sinaga, “Perancangan PLTS Rooftop untuk Pemakaian Sendiri (PS) di PLTU Berau 2×7 MW,” *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, vol. 3, no. 3, pp. 187–200, Okt. 2022
- [2] A. Mansur, “Analisa Kinerja PLTS On Grid 50 kWp Akibat Efek Bayangan Menggunakan Software PVSyst,” *TRANSMISI*, vol. 23, no. 1, pp. 28–33, Jan. 2021
- [3] A. Burhandono, J. Windarta, dan 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 & Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 61–79, Jul. 2022
- [4] ESDM, “Potensi Energi Surya di Indonesia”, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, 2021. [Online]. Tersedia: <https://ebtke.esdm.go.id/> [Accessed: Jun. 12, 2025].
- [5] P. Kundur, *Power System Stability and Control*. New York, NY: McGraw-Hill, 1994.
- [6] J. Horlock, *Power Plant Performance*. London, UK: Butterworth-Heinemann, 1992.
- [7] R. K. Rajput, *Power Plant Engineering*, 4th ed. New Delhi, India: Laxmi Publications, 2007.
- [8] M. Wolf, “Historical Development of the Photovoltaic Effect,” *IEEE Transactions on Electron Devices*, vol. 31, no. 4, pp. 571–576, Apr. 1984.
- [9] R. K. Rajput, *Solar Photovoltaics: Fundamentals, Technologies and Applications*, 2nd ed. New Delhi, India: McGraw-Hill Education, 2017.
- [10] Institut Teknologi PLN, *Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, Jakarta: Institut Teknologi PLN, 2021. [Online]. Available: <https://repo.itpln.ac.id/125/1/Buku%20PLTS.pdf>
- [11] N. Gupta, G. F. Alapatt, R. Podila, R. Singh, and K. F. Poole, “Prospects of nanostructure-based solar cells for manufacturing future generations of photovoltaic modules,” *Int. J. Photoenergy*, vol. 2009, Article ID 154059, 2009, doi: 10.1155/2009/154059.
- [12] *Single Diode Equivalent Circuit Models – PV Performance Modeling Collaborative*, NIST/Sandia. Menyajikan model ekuivalen sel surya dengan komponen fotocurrent, arus dioda berdasarkan Shockley, dan resistansi seri/shunt
- [13] M. S. B. Ishak, R. H. Salimin, I. Musirin, and Z. Hamid, “Development of PV array configuration under different partial shading condition,” Sep. 2019.
- [14] Sun Energy, *Mengenal Inverter pada Panel Surya dan Cara Kerjanya*. [Online]. Available: <https://sunenergy.id/inverter-panel-surya> [Accessed: Jun. 12, 2025].
- [15] M. A. Green et al., “Solar cell efficiency tables (Version 61),” *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 30, no. 1, pp. 3–12, 2023
- [16] J. Merten and A. Hein, “Inverter sizing considerations for grid-connected PV systems,” *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 21, no. 3, pp. 734–741, Sep. 2006
- [17] Sandia National Laboratories, “Performance Parameters for Grid-Connected PV Inverters,” Sandia Report, SAND2007-5036, Aug. 2007.

- [18]D. Meneses, F. Blaabjerg, O. García, and J. A. Cobos, “Review and Comparison of Step-Up Transformerless Topologies for Photovoltaic AC-Module Application,” IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 28, no. 6, pp. 2649–2663, June 2013
- [19]C. Rodríguez and G. A. J. Amaratunga, “Long-lifetime power inverter for photovoltaic AC modules,” IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 55, no. 7, pp. 2593–2601, July 2008
- [20]J. A. Duffie and W. A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal Processes*, 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2013.
- [21]G. M. Masters, Renewable and Efficient Electric Power Systems, 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2013
- [22]International Electrotechnical Commission (IEC), “IEC 61724-1: Photovoltaic system performance monitoring—Guidelines for measurement, data exchange and analysis,” Geneva, Switzerland, 2017.
- [23]M. A. Green, Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.
- [24]M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E. D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 57)," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 29, no. 1, pp. 3–15, Jan. 2021.
- [25]J. A. Duffie and W. A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, 4th ed., Wiley, 2013.