PERENCANAAN SISTEM PLTS OFF-GRID 3.300 WP DI KABUPATEN BERAU MENGGUNAKAN PVSYST: ANALISIS POTENSI DAN KEUNTUNGAN

Muhammad Munazar Rizki Arianto[1], Munaf Ismail[2]
[1,2]Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia
Email: munazar.arianto980@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Berau memiliki potensi penyinaran matahari yang tinggi, menjadikannya lokasi yang cocok untuk penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid*, mengingat sistem kelistrikan PLN UP3 Berau yang masih bergantung pada sistem *isolated*. Simulasi sistem PLTS berkapasitas 3,3 kWp dengan enam panel surya menunjukkan hasil sebesar 5.229,2 kWh/tahun, yang dapat memenuhi 35% dari kebutuhan energi Gudang AGO PLN UP3 Berau, serta mengurangi emisi karbon sebesar 4,44-ton CO2/tahun. Dengan *payback period* 8,58 tahun, sistem ini mengalami surplus energi tak terpakai sebesar 172,78 kWh dan defisit energi 230,25 kWh per tahun akibat keterbatasan kapasitas penyimpanan. Rasio kinerja sistem mencapai 82,3%, dengan kerugian utama disebabkan oleh faktor radiasi/suhu, inefisiensi inverter/baterai, dan kejenuhan kapasitas penyimpanan. Rekomendasi untuk pengoptimalan kapasitas PLTS dan peningkatan efisiensi penyimpanan energi dapat mendukung kemandirian energi dan pencapaian target *Net Zero Emission* (NZE) Indonesia 2060.

Kata Kunci: PLTS, Kabupaten Berau, PVsyst, Emisi Karbon, Net Zero Emission.

Abstract

Berau Regency has high solar radiation potential, making it an ideal location for implementing off-grid Solar Power Plants (PLTS), considering that the PLN UP3 Berau electrical system still relies on an isolated system. A simulation of a 3.3 kWp PLTS system with six solar panels shows an annual production of 5,229.2 kWh, covering 35% of the energy needs of the PLN UP3 Berau AGO Warehouse, while reducing carbon emissions by 4.44 tons of CO2 per year. With a payback period of 8.58 years, this system experiences unused energy surplus of 172.78 kWh and an energy deficit of 230.25 kWh per year due to storage capacity limitations. The system's performance ratio reaches 82.3%, with primary losses caused by radiation/temperature effects, inverter/battery inefficiency, and storage saturation. Recommendations include optimizing PLTS capacity and improving energy storage efficiency to support energy independence and the achievement of Indonesia's Net Zero Emission (NZE) target for 2060.

***Keywords**: PLTS, Berau Regency, PVsyst, Carbon Emissions, Net Zero Emissions*

A. PENDAHULUAN

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja atau usaha. Energi surya menciptakan angin, menguapkan air yang mendukung terjadinya hujan, gelombang laut dan kekuatan termal lautan keduanya adalah hasil dari energi surya (Iskandar, 2020). Sementara itu, energi listrik merupakan bentuk energi yang dihasilkan oleh muatan listrik dalam keadaan statis, yang kemudian menyebabkan pergerakan muatan listrik secara dinamis, sehingga memungkinkan terjadinya aliran listrik dalam suatu rangkaian (Hakimah, 2019). Dalam konkteks ini, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin menjadi pilihan

utama dalam transisi menuju penggunaan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan di Indonesia mengingat sumber-sumber energi fosil tersebut mempunyai ketersediaan yang terbatas dan naturnya tidak dapat diperbaharui (Tarigan, 2020) (Ariadita et al., 2022). Dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia, energi surya memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang berisiko merusak lingkungan. Berdasarkan data yang tersedia, penggunaan energi surya di Indonesia terus berkembang, baik pada sistem PLTS *on-grid* maupun *off-grid*(Ridho et al., 2019).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat dan sektor industri terhadap manfaat energi terbarukan, pemerintah Indonesia menargetkan peningkatan kontribusi energi baru terbarukan (EBT) dalam bauran energi nasional sebesar 23% pada tahun 2025 (Agus Cahyono Adi, 2024b). Salah satu bentuk implementasi yang sedang didorong adalah penggunaan PLTS atap yang dapat mengurangi beban konsumsi listrik nasional dan memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam secara efisien. Teranyar, pada 2023 realisasi konsumsi listrik rata-rata setiap orang di Indonesia mencapai 1.285 kWh/kapita. Angka ini meningkat dari 1.173 kWh/kapita pada 2022 atau 6,15% pertumbuhan (Agus Cahyono Adi, 2024a). Peningkatan konsumsi listrik yang pesat ini menunjukkan adanya kebutuhan yang semakin tinggi terhadap pasokan energi yang bersih dan berkelanjutan. Hal ini juga mendorong semakin banyaknya upaya untuk mengalihkan konsumsi energi dari sumber fosil menuju sumber energi terbarukan, salah satunya adalah pemanfaatan energi surya. Meskipun demikian, biaya investasi awal yang tinggi dan ketergantungan terhadap kondisi cuaca menjadi tantangan utama dalam adopsi teknologi ini (Suratno & Cahyono, 2023).

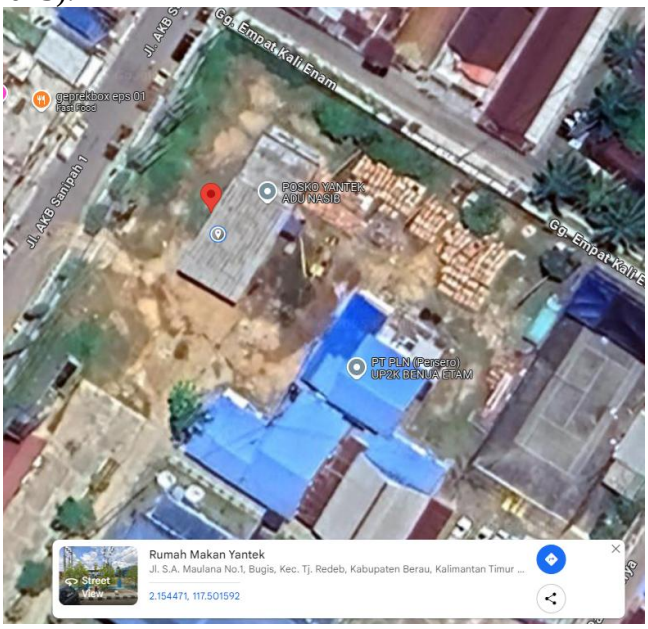
Karakteristik geografis Indonesia yang terdiri dari lebih dari 17.000 pulau juga memberikan tantangan dan peluang dalam pengembangan PLTS. Di wilayah – wilayah terpencil yang belum terhubung ke jaringan listrik utama, PLTS dapat menjadi solusi praktis untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. PLTS dapat dibangun dalam berbagai skala tanpa memerlukan infrastruktur transmisi yang rumit salah satunya PLTS Ibu Kota Negara (IKN) 50 MW yang dibangun di lahan seluas 80 hektar dengan 21.600 panel surya menjadi pionir pembangkit EBT di kawasan Ibu Kota Negara (IKN), mendukung transisi energi berbasis teknologi mutakhir dan konsep forest city ramah lingkungan (Trianto, 2024).

Di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur, penerapan PLTS *off-grid* diharapkan dapat menjadi solusi bagi daerah yang belum terhubung dengan jaringan listrik utama menjadikannya sangat cocok untuk sistem *isolated*. Dengan kapasitas sistem yang dapat disesuaikan, PLTS off-grid berpotensi meningkatkan keandalan pasokan listrik lokal sekaligus mengurangi ketergantungan pada pembangkit berbahan bakar fosil yang mahal dan berpolusi. Hal ini sangat relevan mengingat faktor emisi listrik yang ditopang oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Indonesia rata-rata mencapai 0,85 kg CO_2/kWh untuk sistem ketenagalistrikan nasional, yang berkontribusi terhadap dampak negatif perubahan iklim. Oleh karena itu, pemanfaatan PLTS dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien, mengurangi emisi karbon dan mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan (Trianto, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi dan kelayakan ekonomi dari pengembangan sistem PLTS di Berau, menggunakan simulasi perangkat lunak *PVsyst* untuk memprediksi kinerja dan penghematan biaya (Kristyadi & Afianto, 2021).

Kombinasi antara sistem PLTS dengan baterai penyimpanan dan inverter yang efisien, serta perencanaan yang tepat, dapat mengoptimalkan pemanfaatan energi surya meskipun dengan intensitas radiasi yang bervariasi sepanjang hari. Selain itu, analisis ekonomi, seperti *payback periode* dan *return on investment* (RoI), menjadi penting dalam menilai kelayakan investasi untuk proyek ini (Nugraha, 2023). Pemerintah Indonesia juga mendorong pengembangan sistem PLTS dengan regulasi yang lebih mendukung dan penyederhanaan prosedur teknis, untuk mencapai target penggunaan energi terbarukan yang lebih besar pada tahun-tahun mendatang (Fernanda et al., 2021).

B. METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan yang sistematis, mengikuti diagram alir yang mencakup serangkaian langkah untuk mengamati, menganalisis, dan mengumpulkan data yang relevan berdasarkan literatur yang ada. Tahap pertama adalah identifikasi masalah untuk memahami isu yang akan diteliti, diikuti dengan kajian pustaka guna mengumpulkan referensi dan informasi terkait topik melalui berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, artikel, dan laporan yang relevan. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data primer melalui survei lapangan untuk mendapatkan informasi tentang pola konsumsi listrik harian dan kondisi sistem kelistrikan di lokasi penelitian. Sumber data sekunder juga diperoleh dari sumber yang terpercaya, seperti data klimatologi dan radiasi matahari yang tersedia di Sumber Atlas, Meteronorm, serta laporan terkait penggunaan energi di Gudang AGO PT PLN UP3 Berau. Sebagai bagian dari perencanaan sistem, perhitungan daya panel surya dilakukan dengan bantuan alat perhitungan energi terbarukan yang tersedia secara online, seperti NREL, untuk menentukan kapasitas panel surya yang dibutuhkan dalam mendukung sistem *off-grid* yang efisien (Ismail et al., 2025).

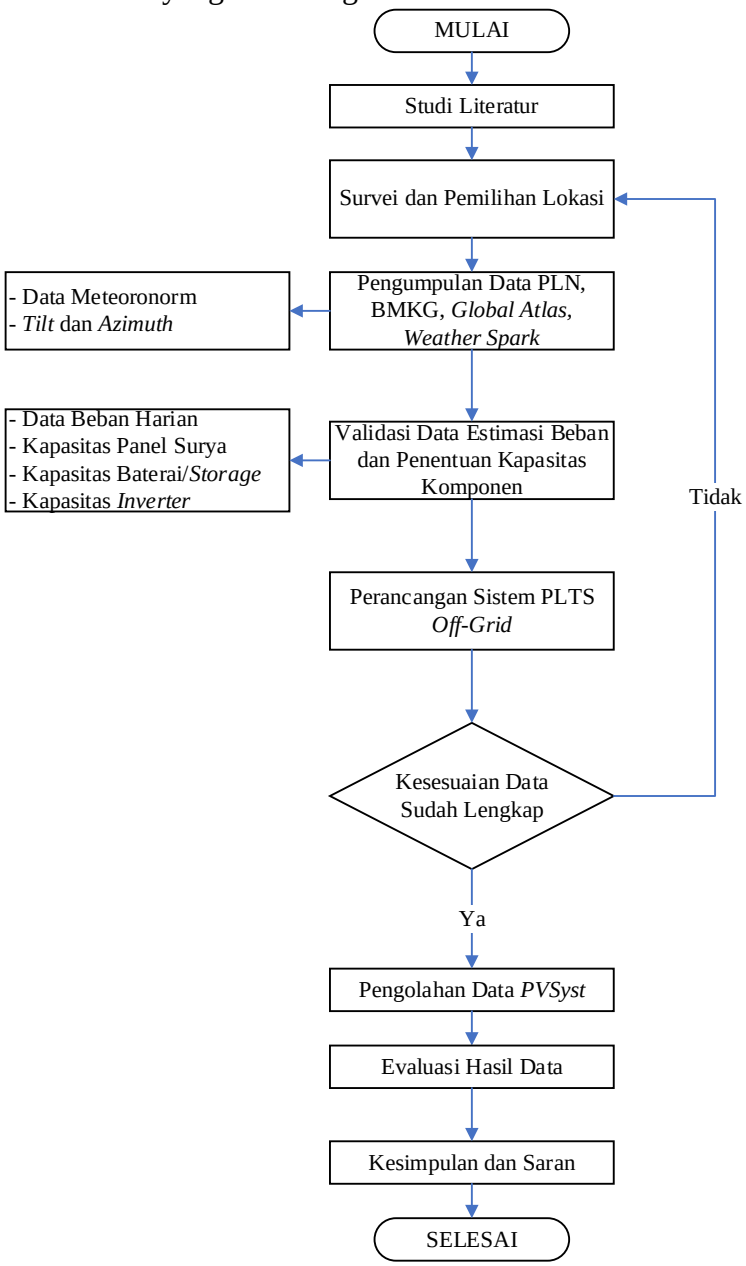


Gambar 1. Lokasi Penelitian

Selanjutnya, data yang telah terkumpul diolah untuk mendapatkan informasi yang berguna dalam perancangan sistem PLTS. Data radiasi matahari yang diperoleh dari BMKG dan *Global Atlas* dianalisis untuk menentukan potensi energi surya yang dapat dimanfaatkan. Selain itu, data kebutuhan listrik yang diperoleh melalui survei lapangan digunakan untuk menghitung kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi pada lokasi penelitian. Semua data yang terkumpul diproses dengan menggunakan perangkat lunak *PVsyst* untuk menghasilkan simulasi dan estimasi produksi energi dari sistem PLTS yang dirancang.

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *PVsyst* untuk merancang sistem, menghitung kapasitas dan tata letak panel surya, serta menganalisis efisiensi dan performa sistem secara keseluruhan. Komponen utama yang digunakan dalam sistem PLTS yang dirancang adalah panel surya dengan kapasitas 550 Wp per panel, *inverter*, *solar charge controller* (SCC), dan baterai. Teknik analisis data dilakukan dengan mengolah data yang terkumpul menggunakan perangkat lunak *PVsyst* untuk melakukan simulasi sistem PLTS, serta evaluasi kinerja teknis, ekonomis, dan lingkungan. Analisis statistik diterapkan untuk mengevaluasi kelayakan sistem, termasuk perhitungan *payback periode*, *Levelized Cost of Energy* (LCOE), dan *Return on Investment* (RoI), yang digunakan untuk menilai efisiensi

finansial. Di sisi lingkungan, estimasi pengurangan emisi karbon dihitung untuk mengukur dampak lingkungan dari sistem yang dirancang.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Keterbatasan penelitian ini mencakup ketergantungan pada data radiasi matahari yang bersifat variabel dan dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca serta variabilitas iklim jangka panjang. Selain itu, model yang digunakan mengasumsikan bahwa efisiensi sistem tetap konstan selama operasi, meskipun dalam kenyataannya, efisiensi dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti suhu, debu, dan usia panel surya. Assumsi lain yang dibuat adalah penggunaan teknologi PLTS yang optimal di lokasi penelitian, serta ketersediaan infrastruktur yang memadai untuk mendukung sistem PLTS.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Potensi Radiasi Matahari

Data radiasi matahari di Kabupaten Berau menunjukkan intensitas radiasi yang cukup tinggi, dengan *Global Horizontal Irradiation* (GHI) tercatat sebesar 4,641 kWh/m² per hari, sedangkan *Direct Normal Irradiation* (DNI) mencapai 3,039 kWh/m² per hari. *Global Tilted*

Irradiation (GTI) pada sudut optimal menunjukkan nilai 4,643 kWh/m² per hari, yang menunjukkan bahwa penyesuaian sudut kemiringan modul fotovoltaik dapat meningkatkan efisiensi penyerapan radiasi matahari. Rata-rata temperatur udara yang tercatat adalah 25,9°C, yang berada dalam kisaran optimal untuk operasi modul surya tanpa menyebabkan *overheating* yang signifikan.

Tabel 1. Intensitas Radiasi Matahari di Kabupaten Berau

Parameter	Nilai
Global Horizontal Irradiation (GHI)	4,641 kWh/m²/day
Direct Normal Irradiation (DNI)	3,039 kWh/m²/day
Global Tilted Irradiation (GTI)	4,643 kWh/m²/day
Rata-rata Temperatur Udara	25,9°C

2. Data Pemakaian Energi Gudang AGO PT PLN UP3 Berau

Gedung Kampus AKOM Sumbawa memiliki kapasitas daya listrik sebesar 3500VA, sehingga dapat dikategorikan dalam golongan tarif listrik Rumah Tangga 2 (R2) dengan tarif listrik sebesar Rp 1.699,53 per kilowatt per jam (kWh). Berdasarkan data yang diperoleh, total konsumsi listrik tahunan untuk Gudang AGO adalah 14.527 kWh dengan estimasi pemakain beban harian sebesar 14.100 Wh.

Tabel 2. Estimasi Pemakaian Beban

No	Beban	Daya	Jumlah	Daya Beban (Watt)	Penggunaan Harian (Jam)	Total Daya Beban (Wh)
1	Lampu Rumah	20	7	140	12	1.680
2	Laptop / PC / HP	350	1	350	6	2.100
3	Kulkas	100	1	100	24	2.400
4	AC 1/2 PK	350	1	350	12	4.200
5	Rice Cooker	300	1	300	4	1.200
6	Dll	130	1	130	24	2.520
Jumlah Daya Yang Dibutuhkan				**1.345**		**14.100**

Tabel 3. Pemakaian kWh dan Tagihan Bulanan

No	Bulan	Pemakaian kWh	Tagihan (Rp)
1	Februari 2024	1.017	Rp 1.728.422
2	Maret 2024	1.008	Rp 1.713.126
3	April 2024	989	Rp 1.680.835
4	Mei 2024	1.203	Rp 2.044.535
5	Juni 2024	1.474	Rp 2.505.107
6	Juli 2024	1.175	Rp 1.996.948
7	Agustus 2024	1.033	Rp 1.755.614
8	September 2024	1.147	Rp 1.949.361
9	Oktober 2024	1.196	Rp 2.032.638
10	November 2024	1.042	Rp 1.770.910
11	Desember 2024	1.641	Rp 2.788.929
12	Januari 2025	1.602	Rp 2.722.647
TOTAL		**14.527**	**Rp 24.689.072**

3. Perancangan dan Simulasi Sistem PLTS

Sistem PLTS yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi Gudang AGO PT PLN UP3 Berau adalah sistem *off-grid* dengan kapasitas 3,3 kWp. Perancangan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *PVsyst*, yang menghasilkan simulasi produksi energi sistem PLTS berdasarkan data radiasi matahari dan kebutuhan listrik, efisiensi inverter 85% dan Depth of Discharge (DoD) optimal pada baterai berperan penting dalam menjaga stabilitas daya (Suprianto, 2021). Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghasilkan 5.229,2 kWh per tahun, yang mencakup sekitar 36% dari total kebutuhan listrik tahunan di lokasi penelitian.

Tabel 4. Hasil Simulasi Sistem PLTS Menggunakan *PVsyst*

Parameter	Nilai
Kapasitas Sistem PLTS	3,3 kWp
Jumlah Panel Surya	6 panel x 550 Wp (2 seri x 3 paralel)
Kapasitas Inverter	4,1 kW
Kapasitas Baterai	8 baterai x 48 Volt x 100 Ah (1 seri x 8 paralel)
Total Produksi Energi	5.229,2 kWh/tahun
Kebutuhan Listrik Tahunan	14.527 kWh/tahun
Persentase Pemenuhan Kebutuhan	36%

4. Analisis Ekonomi

Hasil analisis ekonomi sistem PLTS menunjukkan bahwa sistem ini memiliki payback period sekitar 8,58 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam sistem PLTS ini akan terbayar dalam waktu kurang dari 9 tahun, dengan *Levelized Cost of Energy* (LCOE) yang dihitung untuk mengetahui biaya per kWh yang dihasilkan. Berdasarkan hasil perhitungan, sistem ini memberikan *Return on Investment* (RoI) yang baik, yang menunjukkan efisiensi finansial dalam jangka panjang.

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Biaya Investasi Awal}/_{\text{20 Tahun}} + (100\% + \text{Diskonto BI})}{\text{Total Produksi Energi PLTS}} \qquad (1)$$

$$\text{LCOE} = \frac{\text{Rp } 113.491.760/_{\text{20 Tahun}} + (100\% + 5{,}75\%)}{5.229{,}2 \text{ kWh/Tahun}}$$

$$\text{LCOE} = \text{Rp } 1.147{,}6$$

LCOE adalah biaya per unit energi (kWh) yang mencakup seluruh biaya investasi dan biaya operasional sistem pembangkit. Biaya operasional dan pemeliharaan merujuk pada pengeluaran yang dibutuhkan untuk memastikan sistem PLTS tetap berfungsi dengan baik dan optimal sepanjang masa operasionalnya.

$$\text{Biaya O\&M/kWh} = \frac{\text{Biaya Pergantian Baterai} + \text{Biaya O\&M}}{\text{Produksi Energi PLTS}} \qquad (2)$$

$$\text{Biaya O\&M/kWh} = \frac{(\text{Rp } 6.090.000 + \text{Rp } 1.134{,}918)/\text{tahun}}{5.229{,}2 \text{ kWh}}$$

$$\text{Biaya O\&M/kWh} = \text{Rp } 1.381{,}65/\text{kWh}$$

Pendapatan yang diperoleh dari sistem PLTS dihitung dengan mengalikan produksi energi PLTS dengan jumlah biaya O&M per kWh dan LCOE.

$$\text{Pendapatan} = \text{Produksi Energi PLTS} \times (\text{Biaya O\&M/kWh} + \text{LCOE}) \qquad (3)$$

$$\text{Pendapatan} = 5.229{,}2 \text{ kWh} \times \text{Rp } 2.529{,}22/\text{kWh}$$

$$\text{Pendapatan} = \text{Rp } 13.225.794$$

Payback Period adalah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan biaya investasi awal dari pendapatan yang dihasilkan oleh sistem PLTS.

$$Payback\ Periode = \frac{\text{Biaya Investasi Awal}}{\text{Pendapatan}} \quad (4)$$

$$Payback\ Periode = \frac{\text{Rp } 113.491.760}{\text{Rp } 13.225.794}$$

$$Payback\ Periode = 8{,}58 \text{ Tahun}$$

Return on Investment (RoI) adalah perbandingan antara pendapatan kumulatif yang dihasilkan dengan biaya investasi awal.

$$Return\ on\ Investment\ (\text{RoI}) = \frac{\text{Pendapatan Kumulatif}}{\text{Biaya Investasi Awal}} \times 100\% \quad (5)$$

$$Return\ on\ Investment\ (\text{RoI}) = \frac{\text{Rp } 151.024.128}{\text{Rp } 113.491.760} \times 100\%$$

$$Return\ on\ Investment\ (\text{RoI}) = 133\%$$

5. Analisis Lingkungan

Dari segi lingkungan, penggunaan sistem PLTS ini diperkirakan dapat mengurangi emisi karbon sebesar 4,44 ton CO_2 per tahun. Perhitungan ini dilakukan dengan mengasumsikan bahwa energi yang dihasilkan oleh PLTS menggantikan energi yang biasanya dihasilkan oleh pembangkit berbahan bakar fosil, yang memiliki emisi gas rumah kaca yang lebih tinggi.

Tabel 5. Estimasi Pengurangan Emisi Karbon dari Sistem PLTS

Parameter	Nilai
Pengurangan Emisi Karbon (CO_2)	4,44 ton CO_2/tahun

D. KESIMPULAN

Sistem PLTS *off-grid* yang dirancang menggunakan perangkat lunak *PVsyst* dapat menghasilkan energi yang mencakup sebagian besar kebutuhan energi tahunan Gudang AGO PT PLN UP3 Berau. Meskipun tidak sepenuhnya memenuhi kebutuhan energi, sistem ini berhasil mengurangi ketergantungan pada PLN dengan efisiensi yang baik dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi cuaca. Dengan biaya investasi awal yang terjangkau dan periode pengembalian investasi yang relatif singkat, sistem ini terbukti menguntungkan secara ekonomi dengan indikator kelayakan yang baik. Selain itu, penerapan sistem ini berkontribusi pada pengurangan emisi karbon secara signifikan, memberikan manfaat lingkungan tanpa mengganggu ekosistem atau menyebabkan alih fungsi lahan.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Cahyono Adi. (2024a, January 15). *Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita

Agus Cahyono Adi. (2024b, January 18). *Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-kejar-tingkatkan-bauran-ebt

Ariadita, D. S., Nugroho, A., & Winardi, B. (2022). Analisis Potensi dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Blok D3 dan F Perumahan Grand Tembalang Regency Menggunakan Software PVsyst. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *8*(3), 232–237.

Fernanda, M. F., Nainggolan, B., & Silanegara, I. (2021). Penentuan Komponen Sistem PLTS 100 Wp pada Floating Photovoltaic sebagai Sumber Energi Lampu Penerangan 20 W

Pada Kolam Politeknik Negeri Jakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta*.

Hakimah, Y. (2019). Analisis Kebutuhan Energi Listrik dan prediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, *7*(2).

Iskandar, H. R. (2020). Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Deepublish*, 31. https://repository.deepublish.com/publications/590352/praktis-belajar-pembangkit-listrik-tenaga-surya

Ismail, M., Utom, S. B., & Rosyidah, H. (2025). Photovoltaic untuk Mesin Pengasap Ikan Berbasis Kearifan Pakan Lokal dalam Pencegahan Stunting di Desa Karangrejo Bonang Demak. *Abdimas Universal*, *7*(1), 203–208.

Kristyadi, T., & Afianto, T. (2021). Optimasi Perencanaan PLTS Terpusat Di Wilayah Pulau Terluar. *Jurnal Infotekmesin*, *12*(2), 167–174.

Nugraha, R. B. D. P. (2023). *Desain Stand Alone Solar Photovoltaic System di Gedung Museum Provinsialat (Pastoran Gereja) Argopuro Semarang Dengan Daya 7700 VA*. Universitas Semarang.

Ridho, M. A., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Potensi Dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 6.43. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *7*(4), 883–890.

Suprianto, S. (2021). Analisa Perhitungan untuk Pemasangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Solar Home System. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, *4*(1), 60–67.

Suratno, & Cahyono, B. D. (2023). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Catu Daya Pompa Air Submersible. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, *7*(2), 309–319.

Tarigan, E. (2020). Simulasi optimasi kapasitas PLTS atap untuk rumah tangga di Surabaya. *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, *14*(1), 13–22.

Trianto, G. A. (2022, October 13). *Kendaraan Listrik Mampu Kurangi Emisi Karbon Hingga Separuh, PLN Terus Dorong dan Kembangkan Ekosistemnya*. Press Release No. 775.PR/STH.00.01/X/2022. https://web.pln.co.id/media/2022/10/kendaraan-listrik-mampu-kurangi-emisi-karbon-hingga-separuh-pln-terus-dorong-dan-kembangkan-ekosistemnya

Trianto, G. A. (2024, March 2). *PLTS Tahap 1 Kapasitas 10 MW Sukses Dioperasikan, PLN Tunjukkan IKN Dilayani Energi Bersih*. Press Release No. 073.PR/STH.00.01/III/2024. https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2024/03/plts-tahap-1-kapasitas-10-mw-sukses-dioperasikan-pln-tunjukkan-ikn-dilayani-energi-bersih