



Perencanaan PLTS Atap di Gedung Administrasi PLN Timor-1

Dandy Anugrah Djukarsa ^{1*}, Songki Prasetya, S.T., M.Sc², Hasvienda
Mohammad Ridlwan, S.T., M.T.³

¹Program Studi Renewable Energy Skill Development, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

^{2,3}Program Studi Renewable Energy Skill Development, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author *E-mail address*: dandy.anugrah.djukarsa.tm23@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Gedung Administrasi PLN Timor-1 bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan melalui sistem PLTS atap. Dengan kapasitas maksimum sebesar 12.158 kWp dan rata-rata irradiansi matahari sebesar 6.09 kWh/hari, sistem ini dirancang untuk menghasilkan total energi listrik sebesar 21.772 kWh per tahun. Kebutuhan beban tahunan gedung adalah 16.699,68 kWh, sehingga energi yang dihasilkan dapat mencakup pemakaian sendiri sebesar 12.602,88 kWh per tahun dan memungkinkan ekspor energi sebesar 9.169,57 kWh per tahun. Namun, masih terdapat kebutuhan tambahan sebesar 4.097 kWh per tahun yang akan diimpor dari PLN. Hasil dari proyek ini menunjukkan bahwa sistem PLTS atap ini tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi gedung secara efisien tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, mendukung keberlanjutan dan efisiensi energi di lingkungan administrasi PLN Timor-1.

Kata-kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Kapasitas PLTS, beban listrik, energi terbarukan

Abstract

The Solar Power Plant (PLTS) Project at the PLN Timor-1 Administration Building aims to optimize the use of renewable energy through a rooftop PLTS system. With a maximum capacity of 12,158 kWp and average solar irradiation of 6.09 kWh/day, this system is designed to produce a total of 21,772 kWh of electrical energy per year. The building's annual load requirement is 16,699.68 kWh, so that the energy produced can cover its own consumption of 12,602.88 kWh per year and allows energy exports of 9,169.57 kWh per year. However, there is still an additional need of 4,097 kWh per year which will be imported from PLN. The results of this project show that this rooftop solar system can not only meet building energy needs efficiently but also make a significant contribution in reducing dependence on conventional energy sources, supporting sustainability and energy efficiency in the PLN Timor-1 administrative environment.

Keywords: Solar Power Plants, PLTS Capacity, electricity load, renewable energy

PENDAHULUAN

Sebagai negara yang terletak di wilayah khatulistiwa, Indonesia mendapatkan sinar matahari yang cukup sepanjang tahun, sehingga memiliki potensi energi surya yang potensial untuk dapat dimanfaatkan maupun dikembangkan baik untuk pembangkit listrik ataupun keperluan lainnya. Berdasarkan data dalam RUEN, Indonesia memiliki total potensi energi surya sebesar 207.898 MWp mencakup di 34 Provinsi (Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM, 2023). Termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Timur, potensi teoritis energi surya mencapai 66.000 MW dengan potensi teknis energi surya mencapai 9900 MW (Kementerian ESDM, 2021) Energi surya merupakan energi berupa panas dan cahaya yang dipancarkan matahari dan merupakan sumber energi terbarukan, energi ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya, energinya tersedia secara gratis, dengan tidak adanya komponen yang bergerak sehingga tidak menimbulkan suara atau kebisingan. Tenaga ini mampu bekerja secara otomatis, namun juga memiliki kendala yaitu energi yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya matahari yang tidak tersedia 24 jam sehari (Suripto & Jati, 2021).

Energi fosil seperti batu bara menyumbang jumlah emisi terbesar pada sektor industri pembangkit tenaga listrik, sebagai contoh PLTU nonmulut tambang dan PLTU mulut tambang dengan kapasitas terpasang lebih dari atau sama dengan 25 MW sampai dengan kurang dari 100 MW dengan nilai PTBAE sebesar 1,297 ton CO₂e/MWh (Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM, 2023). Emisi yang dihasilkan dari PLTU yaitu SO_x, NO_x dan Partikulat (PM) yang dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan. Sulfur dan Nitrogen pada batu bara bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur oksidan (SO_x) dan Nitrogen oksida (NO_x) yang dapat bereaksi dengan uap air dan senyawa lain dilapisan atas atmosfer dan dengan bantuan sinar matahari dapat membentuk asam sulfat dan asam nitrat dan timbul hujan asam (Astra, 2010), lalu senyawa ini juga SO_x dan NO_x berbahaya terhadap manusia yang dapat menimbulkan iritasi sistem pernapasan (Fitriyanti & Indra, 2020). Partikulat atau debu adalah zat padat yang terbentuk dari proses pemecahan batu bara atau proses pembakaran dengan ukuran lebih besar dari 10 µm – 45 µm (Bahri, 2018).

Dengan mempertimbangkan dampak yang dihasilkan, maka perlu dilakukan transisi energi dari energi fosil menjadi energi terbarukan, namun dalam penerapannya terkendala finansial karena batu bara sendiri masih menjadi bahan bakar dengan biaya operasional yang murah yaitu Rp. 1.237,38/kWh (Rafika et al., 2023) dengan kapasitas 100 MW dibandingkan energi surya dengan biaya investasi awal sebesar Rp. 1.586.269.500 dengan kapasitas 100 kWp/h dan dapat dikatakan layak untuk dibangun jika penjualan listriknya sebesar 1.932,8 kWh/h dengan BEP sekitar 25 tahun (F. Hidayat et al., 2019), meskipun dalam hal ini biaya pembangunan PLTU belum menjadi dasar perbandingan, namun potensi PLTS dengan lingkungan yang cocok dapat menjadi pertimbangan, seperti pada kondisi iradiasi yang cukup tinggi, seperti pada penelitian Hero Gunawan dan Budi Sudiarto dengan memvariasikan sudut kemiringan panel pada sejumlah wilayah di Indonesia dengan hanya melihat nilai energi yang dihasilkan oleh array dengan memasukan nilai kapasitas terpasang PLTS rooftop pada pemodelan yang terdapat di aplikasi GSA didapatkan potensi surya terbesar pada provinsi NTT dengan nilai 16.5673 kWh (Gunawan & Sudiarto, 2021). Potensi seperti ini merupakan hal yang sangat layak dimanfaatkan dan merupakan langkah awal transisi energi Indonesia sesuai RUEN 2025 (Giwangkara, 2021).

Perencanaan ini menimbang dari permasalahan client terkait operasional listrik Gedung Administrasi, karena menggunakan listrik dari PLTU sehingga menaikkan nilai *cost* operasional, jika operasional listrik gedung dapat digantikan dengan PLTS dapat menjadi potensi penghematan dan keuntungan karena energi yang digunakan gratis dan cukup potensial di NTT. Berdasarkan kondisi tersebut maka tujuan proyek ini adalah untuk menghitung Potensi Daya PLTS Atap di Gedung Administrasi PLN Timor-1

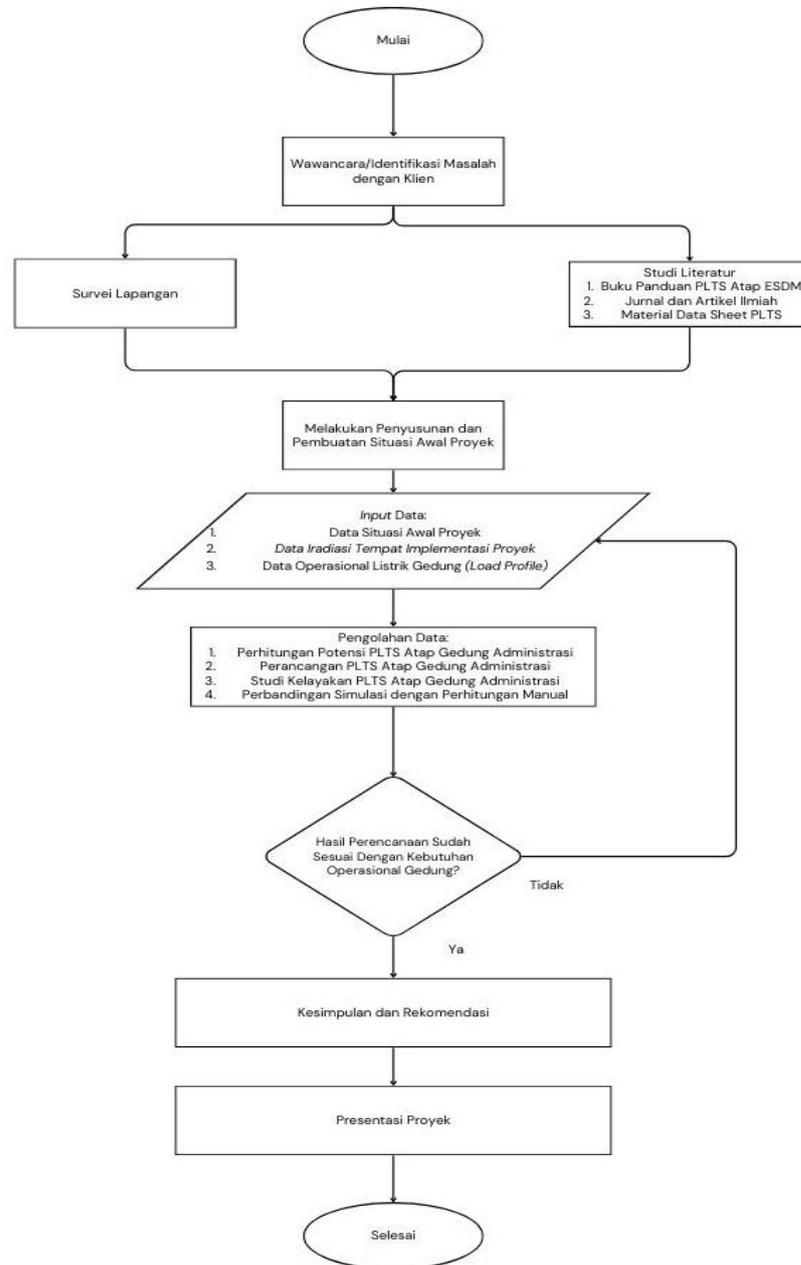
METODE PENELITIAN

Diagram Alir

Pada Capstone Project berjudul "Perencanaan PLTS Atap pada Gedung Administrasi PLN Timor-1" ditinjau dari pendekatannya digolongkan sebagai metode kuantitatif karena merupakan penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang dapat dicapai dengan menggunakan prosedur statistik atau cara kuantifikasi (pengukuran)(Ali et al., 2022). Parameter yang diukur berupa data irradiasi matahari pada area penempatan panel yaitu atap gedung administrasi dan rencana transaksi daya listrik import dan export pada

pembangkitan PLTS dan PLTU. Hasil dari pengukuran tersebut menjadi data awal dalam perencanaan perhitungan yang dibandingkan dengan software Pvsyst.

Berikut merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1 Diagram Alir Proyek



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Lokasi Gedung Administrasi PLN Timor-1



Gambar 2. Lokasi Gedung Administrasi PLN Timor-1

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Timor-1 ditujukan oleh Gambar 2 berlokasi di Desa Panaf, Kecamatan Lifuleo Kabupaten Kupang Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur Indonesia merupakan pembangkit listrik terbesar se-Pulau Timor dengan kapasitas terpasang 2 x 50 MW nett. Lokasi koordinat PLTU Timor-1 ditujukan oleh Gambar 2.2 menggunakan Web Site Global Solar Atlas dengan latitude -10.3507o, longitude 123.4586o Timur dan Altitude 16 m diatas permukaan laut.

Profile Beban Harian

Data Kebutuhan Beban Admin Building PLTU Timor-1					
No	Peralatan	Daya (Watt)	Jumlah (pcs)	Durasi Kerja (Jam)	Total Beban (Watt)
1	Lampu Siang	36	132	12	59544
2	Lampu Malam	36	6	24	2592
3	AC	735	11	10	80850
4	Komputer	250	3	10	7500
5	Proyektor	330	1	6	1980
6	Microwave	900	2	1	1800
7	Kulkas tanpa Kompressor	50	2	20	2000
8	Kuikas Dengan Kompressor	80	2	4	640
9	Dispenser	160	4	10	6400
10	Pompa Air	125	1	10	1250
				Total	164124

Gambar 3. Profil Beban

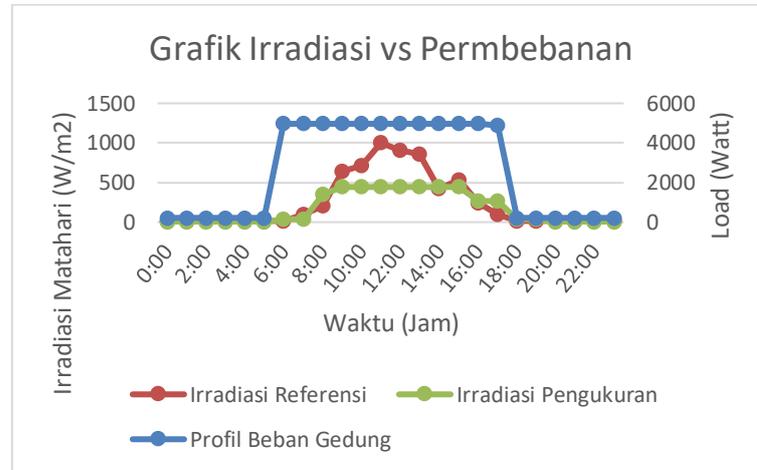
Karena Gedung Administrasi masih dalam tahap proyek, saat ini penulis memaparkan rencana Profil Beban Gedung Administrasi berdasarkan dokumen dari kontraktor sehingga didapatkan load profil Gedung Administrasi PLN Timor-1 selama 1 hari yang dijelaskan pada Gambar 3.

STUDI LITERATUR

1. Buku Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap di Indonesia dari Kementerian ESDM.
2. Jurnal dan Artikel ilmiah yang peneliti gunakan sebagai pembandingan dan referensi untuk melakukan perencanaan proyek PLTS.
3. Pengukuran hasil irradiasi matahari yang didapat dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas II Nusa Tenggara Timur dengan nomor surat 2463/PL3/PK.01.09/2024 dengan judul “Data Alat ASRS BULANAN DI STASIUN KLIMATOLOGI KELAS II NTT”.
4. Data Teknis lapangan didapat dari dokumen proyek.
5. Data sheet komponen PLTS didapat dari *online shop* dan web manufaktur pembuat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Situasi Awal



Gambar 1 Grafik Irradiasi dan Pembebanan

Gambar 1 merupakan grafik perbandingan antara shunsine duration daerah kupang dengan profil beban Gedung Administrasi PLN Timor-1. Gedung Administrasi PLN Timor 1 memiliki kapasitas konsumsi energi sebesar 62,136 kWh per hari. Data kebutuhan beban dihitung secara harian, mingguan, bulanan, dan tahunan pada hari kerja yang dimana hari kerja dalam seminggu 5 hari kerja, dalam 1 bulan 22 hari kerja dan dalam 1 tahun 260 hari kerja. data iradiasi matahari daerah Kupang, NTT selama satu tahun yang bersumber dari BMKG. Berikut dijelaskan secara singkat pada tabel 1 profil beban dari gedung Administrasi PLN Timor-1 selama 1 hari penuh dan data rata-rata data iradiasi matahari daerah Kupang, NTT.

Tabel 1. Profil beban Gedung Administrasi PLN Timor-1 dan data rata-rata iradiasi Kupang, NTT

Data Iradiasi matahari rata-rata	: 6,09 kWh/day
	: 62,136 kWh/day
Data Kebutuhan Beban	: 310,68 kWh/week
	: 1366,99 kWh/month
	: 16155,36 kWh/year

Perhitungan Daya Puncak Sistem

Diketahui untuk nilai kebutuhan beban dalam sehari pada Tabel 1 sebesar 62.136kWh/day dan untuk nilai rata rata iradiasi matahari sebesar 6,09 kWh/day, perhitungan daya puncak pembangkitan PLTS sebagai berikut:

$$kW \text{ (peak) PLTS} = \frac{62.136}{6,09} = 10,203 \text{ kWp}$$

Hasil yang didapatkan adalah 10,203 kWp, nilai tersebut harus ditambahkan dengan nilai rugi-rugi dari sistem, yang dimana nilai rugi sistem yang diambil sebesar 20%. Maka didapatkan hasil sebagai berikut.

$$kW \text{ (peak) PLTS} = 10,203 + (20\% \times 10,203) = 12,244 \text{ kWp}$$

Nilai daya puncak sebesar 12,244 kWp kemudian dimasukkan pada aplikasi PVSyst yang dibulatkan menjadi 12,2 kWp untuk menentukan spesifikasi yang akan digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dibawah



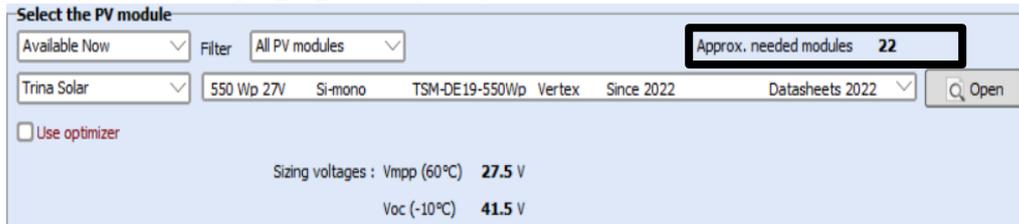
Gambar 1 Daya Puncak Pada Pvsyst

Perhitungan Kebutuhan Jumlah Modul Surya

Dalam Proyek ini modul surya yang dipilih adalah merk Trina Solar TSM-DE19-550Wp Vertex dengan daya sebesar 550 Wp. Perhitungan jumlah modul yang digunakan pada proyek ini didapatkan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah modul} = \frac{12,244}{(550/1000)} = 22,261 \sim 22 \text{ unit modul}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil bahwa dengan daya puncak senilai 12,244 kWp dengan menggunakan modul dengan daya sebesar 550 Wp dibutuhkan sekitar 22,261 unit modul atau dibulatkan menjadi 22 unit modul. Data panel yang digunakan dapat dimasukkan kedalam aplikasi PVSyst untuk mendapatkan jumlah modul yang digunakan pada aplikasi.



Gambar 2 Jumlah Modul Pada Pvsyst

Pada Gambar 3 diatas, aplikasi PVSyst menyarankan jumlah panel yang digunakan adalah 22 unit. Untuk spesifikasi modul surya dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah:

Tabel 2 Spesifikasi Modul Trina Solar TSM-DE19-550Wp Vertex

Electrical data	STC	NOCT
Pmax (WP)	550	417
Vmpp (V)	31.6	29.3
Impp (I)	17.4	14.19
Voc (V)	37.9	35.7
Isc (I)	18.52	14.92
Module efficiency	21	

Pemilihan Inverter

Dalam pemilihan inverter data yang dibutuhkan adalah daya maksimal dari penggunaan gedung Administrasi PLN Timor-1 atau daya yang tersambung dari PLN. Daya yang tersambung dari PLN adalah 63.97 kW. Daya maksimal tersebut adalah 12,244 kW. Dalam pemilihan kapasitas total inverter pada sistem PLTS dibatasi paling tinggi 100% dari daya tersambung oleh PLN. Maka dari itu, kapasitas inverter yang digunakan untuk daya 63.97 kW, inverter yang digunakan harus lebih kecil atau sama dengan 63.97 kW. Karena daya maksimal dari sistem PLTS ini 12,244 kW maka inverter yang digunakan adalah 15 kW. Dengan data tersebut inverter yang digunakan adalah SUN2000-15KTL-M0 dari *Huawei Technologies* dan data tersebut dapat dimasukkan kedalam aplikasi PVSyst seperti Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Inverter Pada Pvsyst

Untuk spesifikasi dari inverter SUN2000-12KTL-M0 dari Huawei Technologies dijelaskan dengan Tabel 3 dibawah:

Tabel 3 spesifikasi Inverter SUN2000-12KTL-M0 dari Huawei Technologies

Teknikal Data	SUN2000-15KTL-M0
Input	
<i>Max. efficiency</i>	98.65%
<i>European weighted efficiency</i>	98.30%
<i>Max. input voltage 1</i>	1,080 V
<i>Operating voltage range 2</i>	160 V ~ 950 V
<i>Start voltage</i>	200 V
<i>Rated input voltage</i>	600 V
<i>Max. input current per MPPT</i>	22 A
<i>Max. short-circuit current</i>	30 A
<i>Number of MPP trackers</i>	2
<i>Max. number of inputs</i>	4
Output	
<i>Grid connection</i>	Three-phase
<i>Rated output power</i>	15,000 W
<i>Max. apparent power</i>	16,500 VA
<i>Rated output voltage</i>	220 Vac/ 380 Vac, 230 Vac/ 400 Vac
<i>Rated AC grid frequency</i>	50 Hz/60 Hz
<i>Max. output current</i>	25,2 A

Perhitungan Luas Efektif

Dalam menentukan luas efektif yang dibutuhkan dalam pembuatan PLTS ini, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 3.3, maka perhitungan yang didapatkan sebagai berikut:

$$\text{Area (m}^2\text{)} = \frac{12,244}{21} = 58,303 \text{ m}^2$$

Pada aplikasi PVSyst didapatkan juga area efektif yang dibutuhkan untuk pembuatan PLTS ini terlihat pada Gambar 4.6 berikut:

Global system summary

Nb. of modules 22
Module area 57 m²

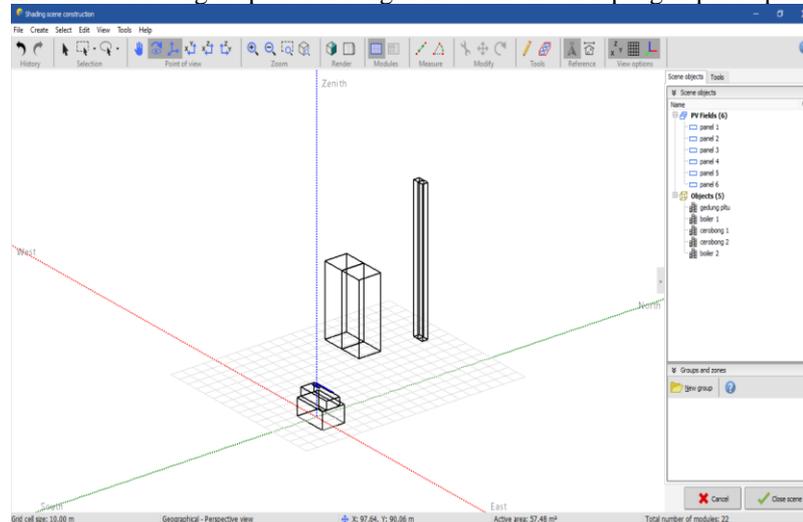
Gambar 4 Luas Area Efektif Pada Aplikasi Pvsyst

Analisa Bayangan



Gambar 7 Letak Gedung Administrasi Terhadap Shading

Analisis bayangan dalam hal ini dilakukan untuk memahami bagaimana bayangan dari objek tertentu yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya. Gambar 5 merupakan letak dari gedung Administrasi PLTU Timor-1. Dari pengamatan secara langsung didapatkan 2 boiler dengan panjang 20 meter, lebar 20 meter dan tinggi 50 meter dan 2 cerobong dengan panjang 5 meter, lebar 5 meter dan tinggi 100 meter yang berada pada arah barat laut gedung Administrasi PLTU Timor-1 ini yang diperkirakan akan menghasilkan bayangan sehingga dapat mempengaruhi potensi energi yang dihasilkan oleh PLTS. Dengan pengamatan tersebut maka dilakukan penggambaran pada aplikasi PVSyst. Gambar 8 berikut merupakan penggambaran letak gedung Administrasi PLN Timor-1, boiler serta cerobong asap sesuai dengan keadaan aktual lapangan pada aplikasi PVSyst.



Gambar 5 Penggambaran Letak Gedung Administrasi Terhadap Boiler dan Cerobong

Perhitungan Pembangkitan Energi PLTS

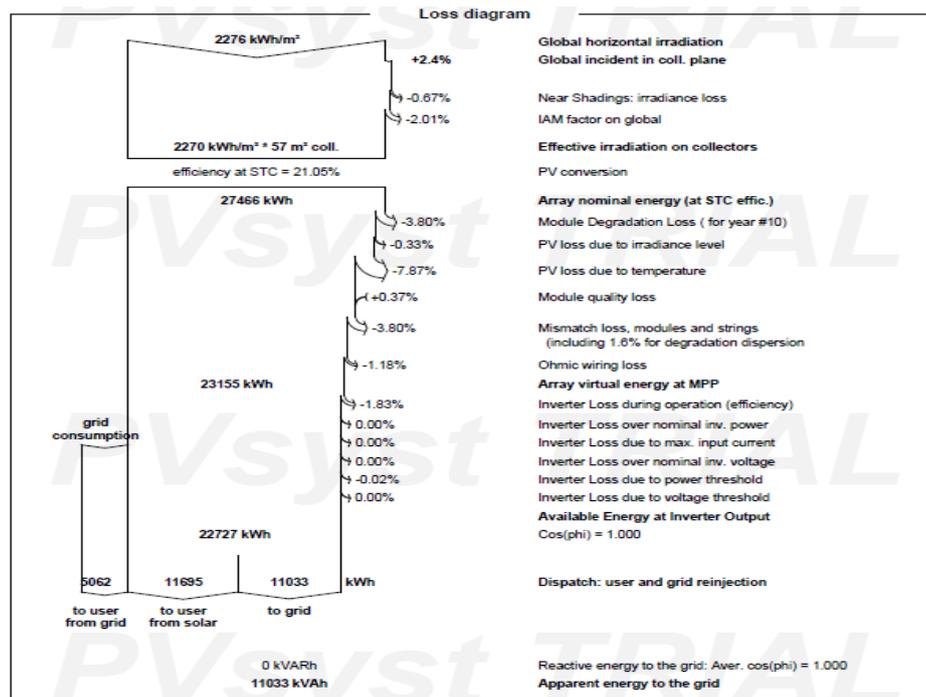
Perhitungan estimasi produksi energi PLTS pada penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Estimasi produksi ini didapatkan berdasarkan kapasitas daya puncak terpasang sebesar 12,244 kWh/day, dan iradiasi di daerah Kupang NTT sebesar 6.09 kWh/m²/day maka didapatkan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Estimasi Energi} = \frac{12,244}{1000} \times 6.09 \times 365 = 27.215,57 \text{ kWh}$$

Pembangkitan PLTS Selama satu tahun didapatkan hasil sebesar 27.215,57 kWh atau dibulatkan menjadi 27,22 MWh. Perhitungan tersebut belum dikurangkan dengan kerugian sistem sebesar 20%, maka hasil setelah dikurangkan dengan rugi sistem didapatkan sebesar 21,77 mWh pertahun. Setelah mendapatkan perhitungan produksi energi selama satu tahun kemudian melakukan perhitungan kebutuhan yang dipakai sendiri selama satu tahun secara manual yang dijelaskan pada Tabel 2 dan data yang didapatkan pada PVSyst pada Gambar 9 berikut:

Tabel 2 Total Import dan Export PLTS

Kebutuhan Siang Hari selama 1 Tahun	15.753,6 kWh
Kebutuhan Malam Hari Selama 1 Tahun	272,16 kWh
Total Kebutuhan 1 Tahun	16.699,68 kWh
Pembangkitan PLTS	27.215,57 kWh
Rugi Sistem	20%
Pembangkitan PLTS Dengan Rugi Sistem 20%	21.772,45 kWh
Penggunaan Dari PLTS	12.602,88 kWh
Penggunaan Dari PLN	4096,8 kWh
Pembangkitan ke PLN	9169,57 kWh



Gambar 4. 6 Export dan Import PLTS pada Pvsyst

Perbandingan Perhitungan Manual dan PVSyst

Tabel 3 merupakan penjabaran perbandingan antara perhitungan secara manual dengan perhitungan menggunakan aplikasi *PVSyst*.

Tabel 3 Perbandingan Perhitungan Manual dan PVSyst

Perbandingan Data	Manual	PVSyst
Total Kebutuhan 1 Tahun	16.699,68 kWh	16.757 kWh
Pembangkitan PLTS	27.215,57 kWh	27.466 kWh
Rugi Sistem	20%	18,74%
Pembangkitan PLTS Dengan Rugi Sistem	21.772,45 kWh	22.727 kWh
Penggunaan Dari PLTS	12.602,88 kWh	11.695 kWh
Penggunaan Dari PLN	4.096,8 kWh	5.062 kWh
Pembangkitan ke PLN	9.169,57 kWh	11.033 kWh

KESIMPULAN

Kesimpulan dari proyek PLTS pada Gedung Administrasi PLN Timor-1 adalah bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya atap ini memiliki kapasitas maksimum 12.158 kWp dengan rata-rata irradiansi matahari sebesar 6.09 kWh/hari. Sistem ini dapat menghasilkan total energi listrik sebesar 21.772 kWh per tahun. Dengan kebutuhan beban tahunan sebesar 16.699,68 kWh, energi yang dihasilkan akan mencakup pemakaian sendiri sebesar 12.602,88 kWh per tahun, serta memungkinkan ekspor energi sebesar 9.169,57 kWh per tahun. Sisa energi yang diperlukan sebesar 4.097 kWh per tahun akan diimpor dari PLN. Proyek ini tidak hanya memenuhi kebutuhan energi gedung secara efisien tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan konsumsi energi dari sumber konvensional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Kepada bapak Kosasih atas dukungannya dalam kegiatan penelitian ini, Aghniya Fikri Muntaha atas peran penting sebagai media perantara dan sarana penunjang penelitian. Kerja sama dan fasilitasi yang diberikan telah mempermudah proses penelitian dan memperkaya hasil yang kami capai. Panji AdiPutra untuk dukungan dan kontribusi yang sangat berperan dalam kesuksesan proyek ini.

REFERENSI

1. Ali, M. M., Hariyati, T., Pratiwi, M. Y., & Afifah, S. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian. *Education Journal*.2022, 2(2), 1–6.
2. Amboro, S. (2019). *Analisis kinerja PLTS On grid 52, 5 KWP pada atap Gedung Administrasi PT. Cikarang Listrindo*.
3. Astra, I. M. (2010). Energi Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 11(2), 131–139. <https://doi.org/10.31172/jmg.v11i2.72>
4. Bahri, S. (2018). Dampak Kesehatan dan Lingkungan Emisi Debu dari Aktivitas PLTU Karangandri Cilacap. *Jurnal Rekayasa Teknologi Industri Hijau (RATIH)*, 3(1), 1–9.
5. BINUS. (2023). *Capital Budgeting*. <https://accounting.binus.ac.id/2023/10/23/capital-budgeting/>
6. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM. (2018). *Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca*. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/56959-buku-pedoman-igrk-pembangkit-2018.pdf
7. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM. (2023). *Infogatrik Buletin Ditjen Ketenagalistrikan ESDM*.
8. Fitriyanti, F., & Indra, A. (2020). Dampak PLTU Tidore Terhadap Lingkungan Udara, Kesejahteraan dan Kesehatan Masyarakat Tidore Utara. *Dintek*, 13(2), 38–49.
9. Giwangkara, J. (2021). The Urgency of Renewable Energy Transition in Indonesia. *Problema Transisi Energi Di Indonesia*, 1–24.
10. Grabenwater, Ulrich and Weidig, Tom. (2005). *Exposed to The J-Curve : Understanding and Managing Private Equity Fund Investment*. Euromoney Institutional Investor Plc, London.
11. Gunawan, H., & Sudiarto, B. (2021). Simulasi Perbandingan Perubahan Tilt Terhadap Energi Array pada 34 Unit PLTS Rooftop 100 KWp di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(1), 46–55. <https://doi.org/10.53866/jimi.v2i1.27>
12. Hidayat, A. (2019). *PLN Teken Kontrak Pembangunan PLTU Sulut 1, PLTU Timor 1, dan PLTU Palu 3 dan GI Muara Karang*. <https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2019/09/pln-teken-kontrak-pembangunan-pltu-sulut-1-pltu-timor-1-dan-pltu-palu-3-dan-gi-muara-karang/>
13. Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *TRANSIENT*, 7(4), 875. <https://doi.org/10.14710/transient.7.4.875-882>
14. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Rencana Strategis (Renstra) Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi*.
15. Kusyanto. (2014). *Analisis Kelayakan Ekonomi dan Finansial Pendirian Perusahaan Daerah Jasa Pelaksana Konstruksi Di Kabupaten Pemalang*. 9(2). <https://doi.org/10.20884/1.erjpe.2014.9.1.487>
16. Rafika, Sujatmiko, & Samad, A. (2023). Analisis Biaya Produksi Listrik Per Kilo Watt Hour pada PLTU Barru. *Jurnal Business Technology and Science*, 1, 1–9. <https://ojs.nitromks.ac.id/index.php/jurnal-bugis>
17. S.G, R., & Ch, R. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan*.
18. Suropto, H., & Jati, U. S. (2021). Analisis Perancangan dan Pengujian Alat Cuci Tangan Otomatis Berbasis Energi Surya 100 WP. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 2(1), 14–21. <https://doi.org/10.35970/accurate.v2i1.580>
19. Vidhia Kumara, K., Satya Kumara, I. N., & Ariastina, W. G. (2018). Tinjauan Terhadap PLTS 24 Kw Atap Gedung PT Indonesia Power Pesanggaran Bali. *Jurnal SPEKTRUM*, 5(2), 26. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2018.v05.i02.p04>
20. Wahyudi, R. (2022). *Analisis Over Supply Energi Listrik PLTS Rechall (Recreation Hall) 234 kWP Sistem On Grid POH 1 PT POMI*.