
Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Pada Gedung Perkuliahan

Design of Off-Grid Solar Power Plant System (PLTS) in Lecture Building

Achmad Yamani Fauzsan¹, Putty Yunesti², Wulan Kusuma Wardani³, FX Nugroho Soelami⁴, Koko Friansa⁵, Guna Bangun Persada⁶, Setiadi Wira Buana⁷

¹²³⁴⁵⁶⁷Teknik Sistem Energi, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

* putty.yunesti@tse.itera.ac.id

Article history

Submitted: 202501/15; Revised: 2025/02/16; Accepted: 2025/02/25

Abstract

Off-Grid Solar Power Plant (PLTS) system planning at Building F of the Sumatra Institute of Technology, South Lampung Regency, Lampung Province is one of the efforts or strategies in reducing the use of conventional electrical energy from the main supplier, namely the State Electricity Company (PLN), and helping to succeed the government's efforts to increase the consumption of new and renewable energy. In PLTS system planning, the aspects that will be analyzed in this research are technical aspects with the help of PVsyst software to collect data regarding technical indicators such as performance ratios and energy production generated by *Off-Grid* PLTS. In this research, the required land area is 52 m² from a total of 930 m² of available land. The simulation results show that the planned rooftop solar system has a capacity of 10.8 kWp using 24 units of AE SOLAR MC144 430-450 W type solar modules, with the capacity of each module being 450 Wp. The PLTS system uses 1 inverter with the type Victron Quattro 48/15000 (15 kW) with a capacity of 15,000 W and uses a battery with the type LUNA2000-15- S0 which has a capacity of 15 kW in each unit. In this study, the solar module received solar irradiation of 4,616 kWh/m² per day and 1,684 kWh/m² per year. The production obtained in this study amounted to 14,475 kWh per year. The percentage of the Performance Ratio (PR) value produced by the designed OffGrid PLTS system is 73.01%.

Keywords

Off-Grid; PVsyst, Performance Ratio (PR); PLTS



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik di Indonesia mencapai 1285 kWh perkapita pada tahun 2023 dimana total ini meningkat 9,55% dari tahun 2022 yang sebesar 4,45% (Maisarah, Andiny, & Safuridar, 2024). Data tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan akan terus meningkat setiap tahunnya. Salah satu solusi yang dapat diberikan dalam prihal ini adalah memanfaatkan energi terbarukan dari proses alam yang berkelanjutan dan dapat diperbaharui untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan pada bahan bakar fosil. Indonesia memiliki potensi besar dalam memanfaatkan energi terbarukan tersebut terutama pada potensi energi surya karena terletak di garis khatulistiwa sehingga mendapatkan paparan sinar matahari sepanjang tahun yang mencapai 112.000 GWp atau setara dengan 89.600.000 MW (Octavia, Utama, Tampoy, & Rohmana, 2023). Adapun teknologi dan infrastruktur yang dapat mendukung penggunaan energi surya adalah dengan mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) (Yuwono, Diharto, & Pratama, 2021).

Penggunaan PLTS sebagai transisi energi terbarukan dapat dilakukan sebagai bagian dari pergeseran energi ke arah yang lebih ramah lingkungan. Proses mengonversi sinar matahari secara langsung menjadi panas atau listrik untuk memenuhi permintaan energi manusia disebut pemanfaatan energi surya. Hal ini dapat diterapkan dalam skala besar maupun skala rumah tangga dengan memasang panel surya (Faizal, Rumbayan, & Silimang, 2021).

Menurut Dewan Energi Nasional (DEN), untuk mendukung pengembangan PLTS atap, pemerintah membuat Permen ESDM No. 26 Tahun 2021, yang menggantikan Permen ESDM Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem PLTS Atap oleh Konsumen PT PLN (Persero) (Bayu & Windarta, 2021). Ketentuan Ekspor kilowatt-jam listrik ditingkatkan dari 65% menjadi 100% (Ardiansyah, Yandri, Khwee, 2023). Berdasarkan data yang tercantum dalam rancangan RUEN, Provinsi Lampung memiliki potensi energi surya mencapai 2.238 megawatt (MW) (Indonesia, 2017).

Menurut data dalam Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Lampung, kebutuhan energi terus mengalami peningkatan setiap tahun seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Pemerintah Provinsi Lampung telah merancang Rencana Umum Energi Daerah (RUED) yang meliputi strategi pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi surya. Dokumen ini bertujuan untuk memaksimalkan potensi energi daerah guna mencapai target bauran energi terbarukan sebesar 23% pada 2025 dan meningkat menjadi 31% pada 2050 (Lampung, 2023).

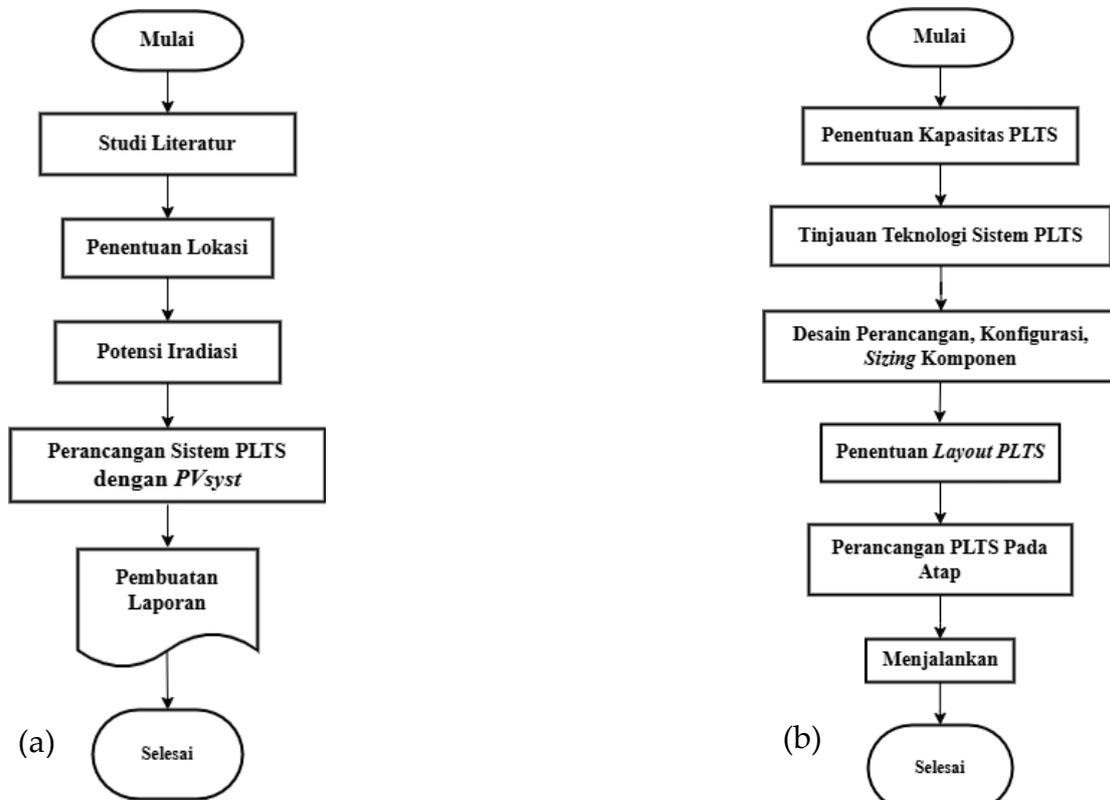
Salah satu bentuk pemanfaatan energi surya di Provinsi Lampung adalah melalui pembangunan PLTS Atap *Off-Grid*, yang dapat digunakan pada gedung perkantoran, fasilitas pendidikan, maupun kebutuhan rumah tangga secara mandiri. PLTS *Off-Grid* adalah jaringan pembangkit listrik tenaga matahari yang beroperasi secara mandiri tanpa terhubung ke jaringan listrik utama (PLN) (Anwar, Yuniarto, & Purnomo, 2023). Jaringan tersebut bekerja dengan mengonversi energi matahari menjadi listrik dengan panel surya, namun listrik yang dihasilkan tidak disalurkan ke jaringan PLN. Sebaliknya, energi listrik tersebut digunakan secara langsung untuk memenuhi permintaan pribadi dengan tidak mengandalkan sumber listrik lain. Selain itu, sistem *Off-Grid* juga sering dimanfaatkan sebagai alternatif di wilayah yang belum teraliri oleh jaringan listrik utama. Manfaat pembangunan PLTS *Off-Grid* terletak pada penggunaan sumber daya terbarukan, yaitu sinar matahari, untuk menghasilkan energi listrik tanpa menimbulkan emisi gas rumah kaca atau polusi, sehingga lebih ramah lingkungan.

Dalam penelitian ini, peneliti memilih Gedung F di Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Provinsi Lampung, sebagai lokasi penerapan sistem PLTS *Off-Grid*. Gedung F dipilih karena belum terintegrasi dengan PLTS yang telah tersedia di Institut Teknologi Sumatera dan masih bergantung pada sumber energi konvensional. Oleh karena itu, diperlukan pasokan listrik tambahan yang dihasilkan oleh PLTS. Energi listrik yang dihasilkan akan dimanfaatkan untuk area publik dan fasilitas pendukung dengan perkiraan penggunaan selama 24 jam. Pemilihan sistem PLTS *Off-Grid* pada Gedung F dipilih sebagai solusi alternatif guna memenuhi kebutuhan listrik di kawasan gedung perkuliahan. Berdasarkan data dari Global Solar Atlas, lokasi Gedung F Institut Teknologi Sumatera memiliki tingkat iradiasi sebesar 4.616 kWh/m² per hari.

2. METODE

Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis, dan menjelaskan aspek teknis dan implementasi PLTS *Off-Grid* pada Gedung F. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi eksisting, kebutuhan energi, desain an kinerja sistem PLTS secara sistematis (Putri, Kartini, Joko, & Tjahyaningtjas, 2025). Adapun aspek yang akan dipastikan pada sistem antara lain mencakup potensi sumber energi, analisis kebutuhan energi pada gedung F, menentukan kapasitas sistem PLTS *Off-Grid* yang sesuai, serta evaluasi potensi dan efisiensi sistem dalam memenuhi kebutuhan listrik gedung. Selain itu, berdasarkan analisis teknis, perancangan dan pemilihan komponen PLTS seperti panel surya, baterai, inverter dan

juga sudut kemiringan serta orientasi arah panel yang optimal (Manab, H, Rabiula, & Matalata, 2022). Berikut ini **Gambar 2.1** diagram alir yang menggambarkan alur penelitian yang adakan dilaksanakan.



Gambar 2.1 a. Diagram Alir Penelitian; b. Diagram Alir Perancangan PVsyst

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Estimasi Kebutuhan Listrik Operasional

Pada penelitian ini, telah diperoleh data berupa estimasi kebutuhan listrik untuk mendukung operasional Gedung F ITERA. Data yang telah didapatkan tersebut akan digunakan untuk membuat perkiraan analisis teknis pada pembangunan PLTS *Off-Grid*. Rata-rata kebutuhan daya sebuah gedung kampus termasuk dalam golongan B-2/TR atau B-3/TR, dengan kapasitas daya berkisar antara 6.600 VA – 200 kVA atau di atas 200 kVA. Adapun tarif listrik yang berlaku untuk golongan ini adalah sekitar Rp 1.444,70 hingga Rp 1.444,74 per kWh. Berdasarkan data estimasi kebutuhan listrik pada Gedung F ITERA, diketahui bahwa beban listrik yang diperlukan untuk setiap ruangan adalah 4.235 watt, dengan total kapasitas beban seluruh ruangan di gedung mencapai 321.860 watt. Perhitungan yang disajikan pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2** menunjukkan estimasi kebutuhan listrik untuk setiap ruangan di Gedung F ITERA.

Tabel 3.1 Estimasi Kebutuhan Listrik Operasional Ruangan Gedung
Ruangan pada Gedung F ITERA (76 Ruangan)

No	Jenis Kebutuhan	Jumlah	Daya (Watt)	Total (Watt)
1	AC 2 PK	2	1800	3600
2	Lampu Daya Rendah	4	20	80
3	LED Troffer	6	70	420
4	Kipas Angin	2	55	110
5	CCTV (<i>Closed-Circuit Television</i>)	1	25	25
Total				4.235
Total Kebutuhan (76 Ruangan)				321.860

Pada Gedung F ITERA memiliki area pendukung publik parkir kendaraan bermotor. Beban listrik yang didapatkan pada area publik dan pendukung Gedung F ITERA adalah sebesar 18.580 *watt*, yang dapat dilihat pada **Tabel 3.2**. Beban puncak listrik pada Gedung F ITERA tercatat sebesar 340.440 W atau sekitar 340,4 kW. Data ini sangat penting karena digunakan sebagai dasar dalam penyusunan profil beban listrik (*Load Profile*), yang menggambarkan pola konsumsi energi listrik di gedung tersebut. Profil ini mencakup jenis perangkat yang digunakan, daya masing-masing perangkat, serta durasi operasionalnya setiap hari. Dengan mengetahui total kebutuhan energi harian, perancang sistem dapat menentukan jumlah panel surya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan listrik secara optimal.

Tabel 3.2 Estimasi Kebutuhan Area Publik dan Pendukung

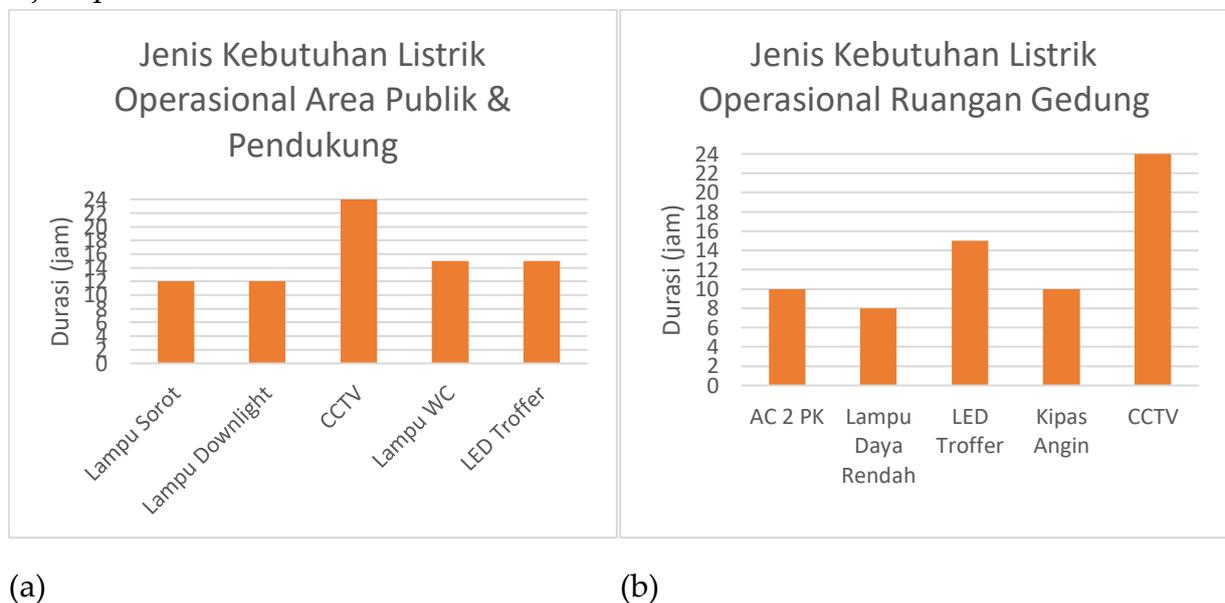
Area Publik dan Pendukung				
No	Jenis Kebutuhan	Jumlah	Daya (Watt)	Total (Watt)
1	Lampu Sorot Parkiran	8	85	680
2	Lampu Daya Rendah	10	20	200
3	CCTV (<i>Closed Circuit Television</i>)	20	25	500
4	Lampu WC (<i>Water Closet</i>)	80	12	960
5	LED Troffer	232	70	16.240
Total Area Publik & Pendukung				18.580

Total estimasi kebutuhan listrik Gedung F ITERA, yang mencakup ruangan, area publik, dan fasilitas pendukung, adalah 340.440 *watt*.

3.2 Load Profile

Load profile atau profil beban adalah pola atau karakteristik penggunaan energi listrik yang menggambarkan seberapa besar daya atau energi yang digunakan oleh sistem beban dalam periode waktu tertentu, misalnya per jam, per hari, atau per bulan (Guna & Umar, 2021). Dalam perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid*, memahami *load profile* sangat penting karena akan menjadi dasar untuk menentukan kapasitas komponen utama seperti panel surya, baterai, dan inverter (Aryanto, Jaya, & Darmawan, 2022). Pada penelitian kali ini *load profile* digunakan untuk mendapatkan kebutuhan energi listrik yang akan digunakan selama aktifitas di Gedung F ITERA berlangsung. Pada *load profile*, diperlukan data durasi pemakaian energi listrik untuk setiap jenis kebutuhan di Gedung F ITERA, yang diperoleh melalui survei langsung di lapangan.

Durasi pemakaian listrik dapat dilihat pada **Gambar 3.1.a**. Berdasarkan dari data survei langsung yang dilakukan pada lokasi penelitian. Pada hasil survei ditunjukkan durasi pemakaian listrik paling lama terdapat pada CCTV (*Closed-Circuit Television*) dengan durasi penggunaan sekitar 24 jam pemakaian dan durasi penggunaan dengan durasi terendah terdapat pada lampu daya rendah dengan waktu pemakaian sekitar 8 jam pemakaian.



Gambar 3.1. a) Durasi Kebutuhan Listrik Operasional Gedung F ITERA; b) Durasi Kebutuhan Listrik Operasional Area Publik & Pendukung

Selanjutnya pada area publik dan pendukung pada Gedung F ITERA dengan pemakaian listrik tertinggi terdapat pada CCTV (*Closed-Circuit Television*) dengan durasi pemakaian selama 24 jam, sedangkan durasi konsumsi energi listrik terendah terjadi

pada lampu sorot parkir dan lampu daya rendah dengan waktu penggunaan selama 12 jam dalam satu hari. Data hasil survei tersebut tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.1.b**.

Untuk menentukan nilai *load profile*, diperlukan analisis terhadap durasi pemakaian energi listrik dalam operasional Gedung F ITERA, yang mencakup berbagai perangkat elektronik serta kebutuhan listrik di setiap ruangan dan area pendukung. Proses ini dilakukan guna memperoleh data yang akurat mengenai total konsumsi listrik harian serta pola penggunaan energi di gedung tersebut. Selain itu, agar pengolahan dan penyajian data lebih efisien, akurat, dan mudah dianalisis, digunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel dalam melakukan perhitungan serta penentuan lama waktu penggunaan setiap alat elektronik. Melalui pendekatan ini, perhitungan kebutuhan energi listrik dapat dilakukan secara lebih sistematis, sehingga dapat menjadi dasar yang kuat dalam perancangan sistem PLTS *Off-Grid* yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan Gedung F ITERA. Data yang ditampilkan berasal dari perhitungan estimasi kebutuhan harian dan beban kerja perangkat. Hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 3.3**, dimana tabel tersebut menyajikan data *electric load* yang telah dihasilkan sesuai dengan waktu penggunaan setiap fasilitas. Setiap ruangan yang terdapat pada Gedung F ITERA memiliki kebutuhan energi listrik sebesar 44,64 kWh dengan jumlah keseluruhan ruangan yang ada adalah 76 ruangan. Adapun perhitungan pada **Tabel 3.3 & Tabel 3.4** menggunakan persamaan 1 berikut (Duffie & Beckman, 2013).

$$E_{total} = \sum_{i=1}^n (P_i \times t_i) \quad (1)$$

Keterangan:

E_{total} = Total konsumsi energi listrik harian (kWh)

P_i = Daya listrik perangkat ke- i (W)

t_i = Waktu penggunaan perangkat ke- i dalam sehari (jam)

n = Jumlah perangkat listrik yang digunakan

Jumlah secara menyeluruh untuk satu gedung membutuhkan energi listrik sebesar 3.392,64 kWh berdasarkan data lama pemakaian yang telah ditentukan. Pada area publik dan pendukung didapatkan *electric load* sebesar 284,6 kWh, dapat dilihat pada **Tabel 3.4**. Pada jumlah *load profile* dari 2 area bangunan tersebut dapat dijumlahkan *electric load* total pada kawasan Gedung F ITERA berjumlah 3.677,24 kWh

dalam sehari. Kebutuhan listrik yang akan dihasilkan sistem PLTS *Off-Grid* sebesar 100% untuk satu jenis kebutuhan dengan penggunaan yang rutin pada Gedung F, yaitu lampu daya rendah pada 76 ruangan yang ada.

Tabel 3.3 *Load Profile* Ruangan pada Gedung F ITERA

Ruangan pada Gedung F ITERA (76 Ruangan)					
No	Jenis Kebutuhan	Jumlah	Daya (Watt)	Durasi (Jam)	<i>Electric Load</i> (kWh)
1	AC 2 PK	2	1800	10	36
2	Lampu Daya Rendah	4	20	8	0,64
3	LED Troffer	6	70	15	6,3
4	Kipas Angin	2	55	10	1,1
5	CCTV (<i>Closed Circuit Television</i>)	1	25	24	0,6
Total					44,64
Total Kebutuhan (76 Ruangan)					3.392,64

Tabel 3.4 *Load Profile* Area Publik dan Pendukung
Area Publik dan Pendukung

No	Jenis Kebutuhan	Jumlah	Daya (Watt)	Durasi (Jam)	<i>Electric Load</i> (kWh)
1	Lampu Sorot	8	85	12	8,16
2	Lampu Daya Rendah	10	20	12	2,4
3	CCTV (<i>Closed-Circuit Television</i>)	20	25	24	12
4	Lampu WC (<i>Water Closet</i>)	80	12	15	14,4
5	LED Troffer	232	70	15	243,6
Total					284,6

Adapun nilai total estimasi untuk profil beban pada Gedung F ITERA yang terdiri dari ruangan dan area publik dan pendukung sebesar 3.677,24 kWh.

3.3 Analisis Teknis

Merujuk pada hasil perhitungan pada *load profile* pada yang dipaparkan pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**, permintaan energi listrik yang dibutuhkan pada kawasan Gedung F ITERA adalah sebesar 3.677,24 kWh dalam satu hari. Analisis teknis ini

digunakan dalam merancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) antara lain untuk dapat menentukan PV area, kapasitas PLTS, kapasitas inverter, kapasitas baterai. Berdasarkan analisis teknis dari aspek kebutuhan lahan yang di butuhkan untuk membangun PLTS *Off-Grid* di Gedung F ITERA, luas lahan yang dibutuhkan ada sekitar 1,7 hektare. Berdasarkan fakta dilapangan yang mana ketersediaan lahan yang tidak terlalu memadai dan terbilang terlalu memakan banyak area untuk kebutuhan 1 gedung saja. Oleh karena itu kebutuhan listrik yang akan dihasilkan oleh sistem PLTS *Off-Grid* adalah sebesar 100% hanya untuk salah satu jenis kebutuhan saja yaitu lampu daya rendah pada ruangan yang ada di Gedung F ITERA. Adapun perhitungan analisis teknis PLTS *Off-Grid* adalah sebagai berikut:

A. PV Area

Dalam perkiraan untuk menentukan luas area modul surya, didapatkan bahwa area yang diperlukan untuk membangun PLTS *Off-Grid* seluas sekitar 52 m² dengan luas area yang tersedia adalah 930 m². Jenis modul surya (panel surya) yang digunakan adalah modul dengan besaran kapasitas 450 Wp tiap modulnya. Pada perhitungan kali ini, nilai *global horizontal irradiation* yang diserap dalam rata-rata per hari yaitu sebesar 4,616 kWh/m². Perhitungan untuk mencari nilai PV area menggunakan persamaan (2) (Duffie & Beckman, 2013).

$$PV\ Area = \frac{Eb}{GSR \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{ef}} \quad (2)$$

B. Kapasitas PLTS

Pada analisis perhitungan kapasitas PLTS *Off-Grid*, didapatkan luas area modul surya yang digunakan adalah seluas 52 m². nilai efisiensi dari modul surya yang dipilih sebesar 20,7%. Adapun nilai *Peak Sun Intensity* (PSI) yang dapat diterima oleh modul adalah 1000 W/m². Dari data tersebut jumlah kapasitas total yang dihasilkan adalah 10.764 Wp, dikonversi menjadi 10.8 kWp berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (6). Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan bagus dalam berbagai keadaan. Dalam penerapannya, jumlah modul surya yang digunakan adalah sebanyak 24 modul dengan masing-masing kapasitas tiap modul adalah 450 Wp yang didapatkan menggunakan persamaan (3) dan persamaan (4) (Duffie & Beckman, 2013).

$$E_{day} = n \times \frac{watt}{kebutuhan} \quad (3)$$

$$PWP = PV\ area \times PSI \times \eta_{PV} \quad (4)$$

C. Kapasitas Inverter

Dalam pertimbangan inverter yang akan digunakan untuk sistem PLTS *Off-Grid* pada Gedung F ITERA, didapatkan total kapasitas inverter yang digunakan sebesar 13.455 Wp atau dikonversi menjadi 13,5 kWp yang didapatkan

berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (5). Pada perancangan sistem ini dibutuhkan inverter dengan jumlah 1 unit dengan kapasitas 15 kW (Duffie & Beckman, 2013).

$$Clv = Dw \times Sf \quad (5)$$

D. Kapasitas Baterai

Dalam analisis kapasitas baterai untuk sistem PLTS *Off-Grid* di Gedung F ITERA, ditetapkan yaitu hari otonomi (*autonomy days*) yang diinginkan adalah 2 hari kerja dengan *Depth of Discharge* (DoD) baterai sebesar 90% dan nilai *Net Efficiency Factor* (nef) sebesar lebih dari 97%. Dengan kebutuhan beban listrik yang dibutuhkan sejumlah 50 kWp, maka kapasitas baterai yang dibutuhkan sebesar 1.477,4 Ah berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan (6) (Duffie & Beckman, 2013).

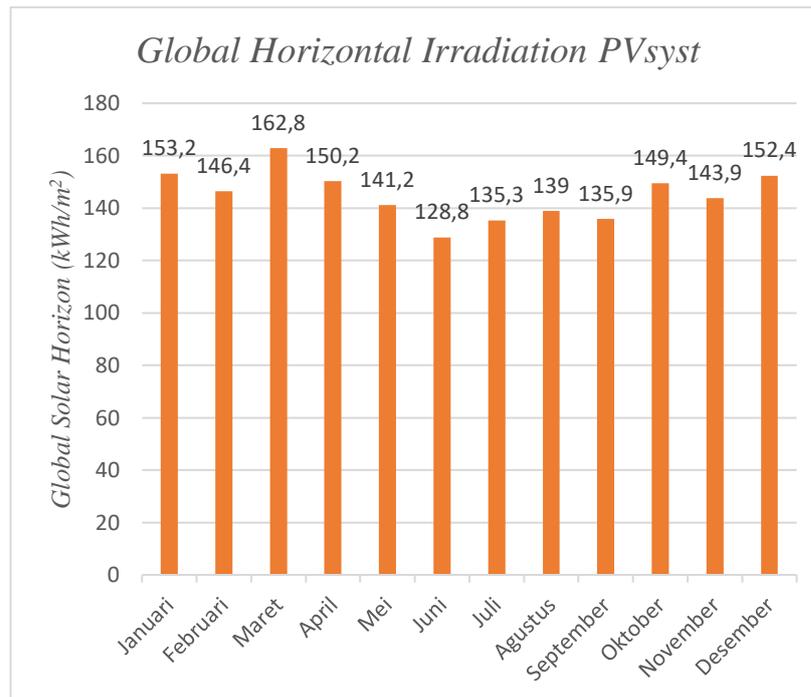
$$C = \frac{D_N \times E_{day}}{V_s \times DOD \times nef} \quad (6)$$

3.4 Hasil Simulasi Software

Pada penelitian kali ini didapatkan hasil simulasi sistem PLTS *Off-Grid* ini memiliki tujuan untuk menganalisa kelayakan dari teknis yang telah dirancang. Dalam pemodelan PLTS *Off-Grid* di Gedung F Institut Teknologi Sumatera, terdapat beberapa faktor yang dianalisis dan dievaluasi mencakup *Performance Ratio* (rasio kerja), *Shading* (efek bayangan), produksi energi dan nilai *Losses* (kerugian) dari skema yang dirancang.

A. Global Solar Horizon

Nilai *Global Solar Horizon* (GHI) yang dijadikan acuan dalam simulasi diperoleh dari *software Pvsyst* disajikan pada **Gambar 4.12**. Pada simulasi dengan *software Pvsyst*, *datasheet* cuaca yang digunakan adalah Metronom 8.2 dari tahun 2000-2021.

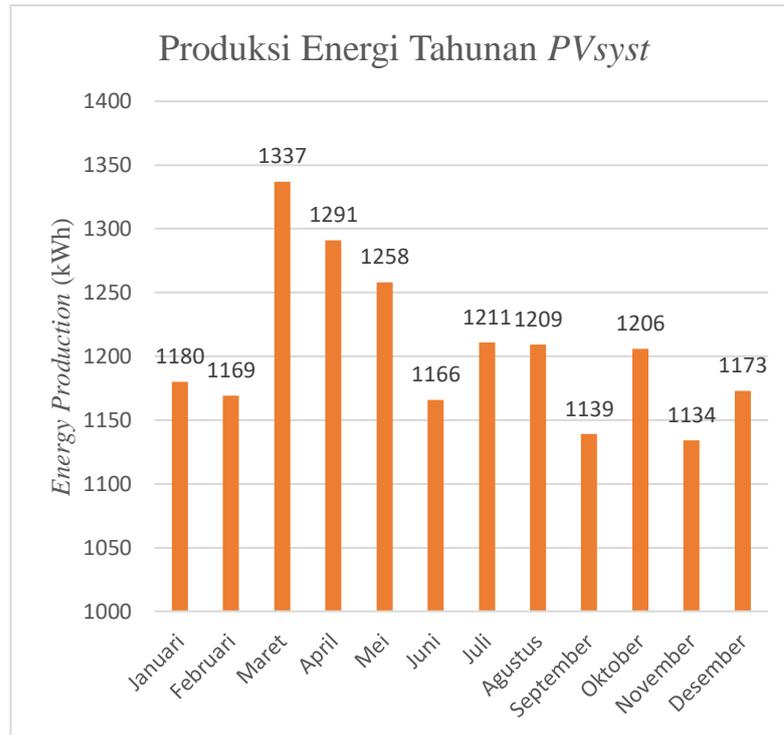


Gambar 4.11 Global Horizontal Irradiation PVsyst

Hasil *Global Horizontal Irradiation* yang didapatkan dari simulasi *software PVsyst* terdapat variasi yang mana nilai tertinggi dihasilkan pada bulan maret dimana jumlah total energi radiasi matahari yang diterima oleh permukaan panel dengan nilai sebesar 162,8 kWh/m² dengan total produksi selama satu periode dalam 1 tahun dalah sebesar 1.738,5 kWh/m². Hasil ini dipengaruhi oleh orientasi matahari pada bulan Maret karena memiliki sudut ketinggian tertinggi.

B. Produksi Energi

Berdasarkan hasil simulasi permodelan PLTS yang dirancang menggunakan bantuan *software PVsyst*, didapatkan nilai produksi energi (*Energy Production*) tiap bulan selama periode satu tahun dari *software* tersebut. Berikut pada **Gambar 4.13** dapat dilihat hasil *Energy Production*. Hasil *Energy Production* (Produksi Energi) yang didapatkan pada simulasi *software PVsyst* terdapat variasi yang mana nilai tertinggi dihasilkan pada bulan maret dengan nilai sebesar 1.337 kWh dengan total produksi selama satu periode dalam 1 tahun dalah sebesar 14.475 kWh. Hasil ini dipengaruhi oleh orientasi matahari pada bulan Maret karena memiliki sudut ketinggian tertinggi.



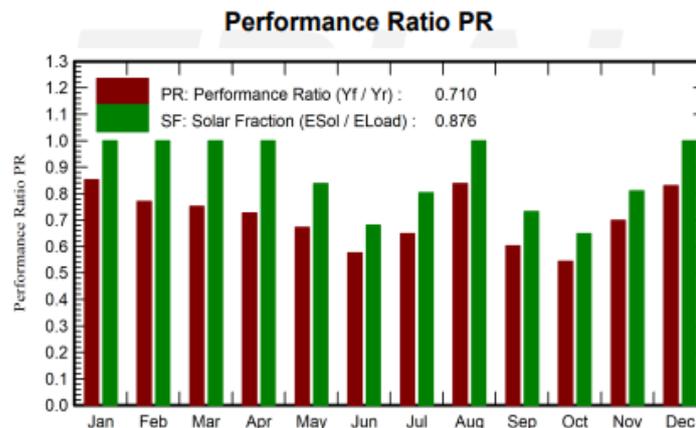
Gambar 4.12 Produksi Energi Tahunan

C. Performance Ratio (PR)

Pada hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *software PVsyst*, dihasilkan nilai *performance ratio* sebesar 73,01%. Beberapa faktor dapat mempengaruhi tingkat *performance ratio* (PR) seperti cahaya, lokasi pembangunan, kondisi cuaca, ukuran kapasitas PLTS dan kualitas yang dipilih untuk sistem PLTS tersebut. Pada perhitungan berikut menggunakan persamaan (7) yang digunakan untuk mencari nilai *performance ratio* (Duffie & Beckman, 2013).

$$PR = \frac{E_{AC}}{E_G} \quad (7)$$

Dilihat pada **Gambar 4.14** dari nilai *performance ratio* yang dihasilkan oleh *software PVsyst*, kinerja sistem PLTS atap *Off-Grid* yang direncanakan termasuk dalam kategori diatas standar kelayakan dan layak untuk diimplementasikan untuk dibangun. Nilai minimal *performance ratio* untuk sistem PLTS agar dinyatakan layak untuk direalisasikan adalah sebesar 70% (DEVELOPMENT, SOLAR ENERGY;, 2024). berdasarkan *performance ratio* pada sistem PLTS, dapat dikatakan layak dikarenakan sistem dianggap cukup efisien dalam mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang akan digunakan.



Gambar 4.13 Grafik *Performance Ratio* (PR)

4. KESIMPULAN

Pada penelitian kali ini yang telah dilaksanakan dan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perencanaan kali ini, didapatkan potensi energi di lokasi Gedung F Institut Teknologi Sumatera yang telah dianalisis menggunakan data sekunder dari *website Global Solar Atlas*. Lokasi penelitian berada di wilayah Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung Selatan, memperlihatkan nilai iradiasi global senilai 1.684,9 kWh/m²/tahun. Berdasarkan analisis dari *website Global Solar Atlas*, bahwa kawasan Gedung F ITERA memiliki *Global Horizontal Irradiation* sebesar 4.616 kWh/m²/hari dan didapatkan sudut optimal pemasangan panel surya (Modul PV) di Gedung F ITERA adalah 8°. Proses iradiasi matahari yang paling optimal terjadi pada pukul 09.00 WIB hingga pukul 15.00 WIB, dengan puncak penghasilan energi terbesar terdapat pada pukul 11.00 WIB hingga pukul 13.00 WIB, mencapai 513,903 kWh pada sudut kemiringan modul surya 8°.
2. Pada hasil penelitian kali ini menunjukkan perancangan sistem PLTS *Off-Grid* pada Gedung F ITERA layak untuk direalisasikan berdasarkan aspek-aspek secara teknis yang telah terpenuhi. Luas area untuk pembangunan panel surya ini membutuhkan area sebesar 52 m² dengan menggunakan 24 buah modul PV tipe AESOLAR MC-144 450 Wp, dengan total kapasitas PLTS terpasang sebesar 10,8 kWp. Sistem ini juga dilengkapi oleh 1 unit inverter *Off-Grid* dengan tipe *Victron Quattro 48/15000* (15 kW), dengan baterai untuk penyimpanan energi jenis Huawei LUNA2000-15-S0 yang direncanakan untuk menopang operasi mandiri (*Autonomy Days*) selama 2 hari. Baterai ini disusun secara paralel dengan total unit sebanyak 114 buah yang mempunyai kapasitas 15 kW pada masing-masing baterai. Pada hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *software PVsyst*,

dihasilkan nilai *performance ratio* sebesar 73,01%. Nilai minimal *performance ratio* untuk sistem PLTS agar dinyatakan layak untuk direalisasikan adalah sebesar 70%. Beberapa faktor dapat mempengaruhi tingkat *performance ratio* (PR) seperti cahaya, lokasi pembangunan, kondisi cuaca, ukuran kapasitas PLTS dan kualitas yang dipilih untuk sistem PLTS tersebut.

REFERENCES

- Anwar, F., Yuniyanto, M., & Purnomo, F. A. (2023). *Implementasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (Off-Grid) untuk Sumber Energi Mandiri Budidaya Perikanan*. 188: Jurnal SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat).
- Aryanto, N., Jaya, A., & Darmawan, I. (2022). Feasibility Study dan Detail Engineering Design Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) komunal di Universitas Teknologi Sumbawa. *Dielektrika – Department of Electrical Engineering University of Mataram*, 106-117.
- Bayu, H., & Windarta, J. (2021). Tinjauan Kebijakan dan Regulasi Pengembangan PLTS di Indonesia. *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 123-132.
- DEVELOPMENT, SOLAR ENERGY;. (2024). Manfaat Panel Surya. *BUMI ENERGI SURYA*.
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes (4th ed.)*. Hoboken: Wiley.
- Guna, E. N., & Umar. (2021). Analisis Pemakaian Listrik Pelanggan Menggunakan Sistem Automatic Meter Reading (Amr) Di Pt. Pln (Persero) Ulp Klaten Kota. *Simposium Nasional RAPI XX – 2021 FT UMS*, 144-151.
- Indonesia, K. E. (2017). *Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Lampung, B. P. (2023). *Rencana Umum Energi Daerah (RUED)*. Lampung: Bappeda Lampung.
- Maisarah, U., Andiny, P., & Safuridar, S. (2024). Pengaruh Tingkat Penggunaan Energi Listrik terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 59-68.
- Manab, A., H, I. T., Rabiula, A., & Matalata, H. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 61-66.
- Octavia, D., Hutama, A., Tampoy, D., & Rohmana, R. C. (2023). Studi Potensi Plts Atap Di Makassar Untuk Meningkatkan Penggunaan Energi Terbarukan Dan Mengurangi Emisi Karbon. *PETRO: JURNAL ILMIAH TEKNIK PERMINYAKAN*, 233-246.
- Putri, T. M., Kartini, U. T., Joko, & Tjahyaningtjas, R. R. (2025). Pemodelan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid untuk Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Elektro*, 16-22.

Yuwono, S., Diharto, D., & Pratama, N. W. (2021). Manfaat Pengadaan Panel Surya dengan Menggunakan Metode On Grid. *Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah*, 161-171.