

PERENCANAAN SISTEM KELISTRIKAN BERBASIS PLTS UNTUK MENINGKATKAN KETERSEDIAAN ENERGI DI DUSUN TAENO BAWAH

Yasril Ihza Gandhy Keliwawa¹, Lory Marcus Parera², Mey Chyntia Yesaya³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon

¹yasrilgandhy15@gmail.com, ²lorymarc8@gmail.com, ³meyyesaya@gmail.com

Abstract - It cannot be denied that the increase in population is the most influential factor in the rising energy demand in the world. Crude oil and coal are still the dominant sources of energy today, but it is undeniable that at some point the reserves of crude oil and coal will be depleted because these energy sources are non-renewable natural resources. Solar power generation technology (PLTS) is a suitable technology to address the availability of electricity supply in society and is widely used in human life, such as water pumps, dryers and fish catchers, street lighting, solar home systems, and others. The purpose of this research is to determine the capacity of the solar power plant (PLTS) needed to meet the electricity demand in Dusun Taeno Bawah. The research method used in this study is quantitative analysis, which is employed to analyze research with numerical data. From the results of the planning analysis, it can be concluded that. Based on the table of energy consumption calculations for electrical appliances in Dusun Taeno Bawah, the total overall energy consumption is 893,013 Wh. (893,01 kWh). With a solar power plant capacity of 241,029 kWp, a peak power of 265 kWp, and an effective area for the solar power plant placement of 1178 m², there are 530 PV modules.

Keywords : *planning, solar power plant, on grid*

Abstrak - Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa peningkatan jumlah penduduk merupakan faktor yang paling mempengaruhi semakin tingginya kebutuhan energi di dunia. Minyak bumi dan batubara saat ini masih menjadi sumber energi yang mendominasi, namun tidak terbantahkan lagi bahwa suatu saat cadangan minyak bumi dan batubara tersebut akan habis dikarenakan sumber energi tersebut adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan teknologi tepat guna untuk mengatasi ketersediaan pasokan listrik di masyarakat dan banyak digunakan didalam kehidupan manusia, seperti pompa air, alat pengering dan penangkap ikan, lampu penerangan jalan, solar home system dan lain-lain. Tujuan penelitian ini adalah Untuk menentukan kapasitas PLTS yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik di Dusun Taeno Bawah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif yang mana metode penelitian tersebut digunakan untuk menganalisa penelitian dengan data berupa angka-angka. Dari hasil analisis perencanaan dapat disimpulkan bahwa. Berdasarkan tabel perhitungan konsumsi energi peralatan listrik di Dusun Taeno Bawah total konsumsi energi keseluruhan 893013 Wh (893,01 kWh). Dengan kapasitas PLTS yaitu 241,029 kWp, Daya Puncak PLTS 265

kWp, Luas area efektif untuk penempatan PLTS-nya 1178 m². Dengan jumlah modul PV yaitu 530 Unit.

Kata kunci : *perencanaan, pembangkit listrik tenaga surya,on grid*

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa peningkatan jumlah penduduk merupakan faktor yang paling mempengaruhi semakin tingginya kebutuhan energi di dunia. Minyak bumi dan batubara saat ini masih menjadi sumber energi yang mendominasi, namun tidak terbantahkan lagi bahwa suatu saat cadangan minyak bumi dan batubara tersebut akan habis dikarenakan sumber energi tersebut adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan akan habisnya sumber energi yang tidak dapat diperbaharui tersebut, maka sangat diperlukan upaya melakukan transisi energi dengan menggunakan sumber energi yang dapat diperbaharui. Teknologi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan teknologi tepat guna untuk mengatasi ketersediaan pasokan listrik di masyarakat dan banyak digunakan didalam kehidupan manusia, seperti pompa air, alat pengering dan penangkap ikan, lampu penerangan jalan, solar home system dan lain-lain. Salah satu aplikasi yang sangat penting adalah dalam penyediaan tenaga listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga, kantor dan industri rumahan (home industry). Penggunaan pembangkit berbasis energi baru terbarukan (EBT) hanya sekitar 15% di Indonesia sedangkan pembangkit listrik berbasis fosil sekitar 84%. Dusun Taeno Bawah merupakan salah satu dusun yang berada di Negeri Rumahtiga, Kecamatan Teluk Ambon. Kebutuhan energi listrik di Dusun Taeno Bawah terbilang cukup, hanya saja mayoritas penduduk disana mata pencaharian utama mereka adalah petani jadi mereka pun pernah mengalami pembengkakan tagihan listrik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nabila Istiqamah Latupono, Jacob J. Rikumahu, Lory Marcus Parera November 2021 dengan judul “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* di Atap Gedung Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon”. Jurnal ini menyatakan. Perbedaan penelitian ini terdapat pada objek yang diteliti.

II.TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

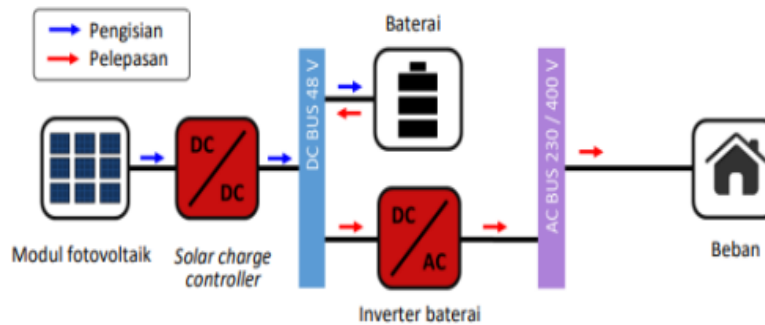
PLTS adalah suatu pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) untuk mengkonversikan radiasi sinar foton matahari menjadi energi listrik. Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperatur PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari.

2.2 PLTS *On-Grid*

Sistem PLTS On Grid adalah sistem PLTS solusi energi hijau untuk penduduk perkotaan baik perumahan, perkantoran atau fasilitas publik. Sistem ini menggunakan modul surya (Photovoltaic Module) sebagai penghasil listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik PLN dan sekaligus turut andil dalam penyelamatan lingkungan dengan pengurangan penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkitan energi listrik. Sistem PLTS On Grid ini juga berfungsi sebagai backup energi listrik untuk menjaga kontinuitas operasional peralatan-peralatan elektronik.

2.3 Sistem *DC-coupling*

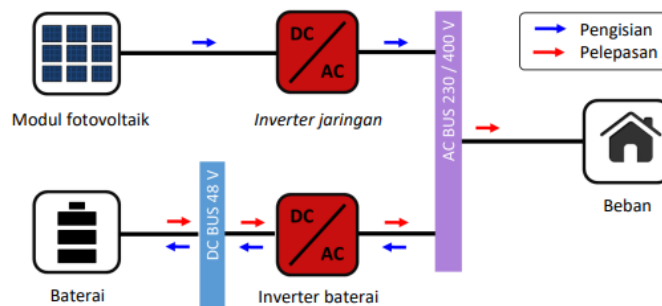
Sistem dianggap memiliki konfigurasi penyambungan sistem DC (*DC-coupling*) jika komponen utamanya terhubung di bus DC. Daya listrik dibangkitkan oleh modul fotovoltaik dan digunakan untuk mengisi baterai melalui *solar charge controller*. SCC adalah pengonversi DC-DC untuk menurunkan tegangan modul fotovoltaik ke level tegangan baterai yang juga dilengkapi dengan maximum power point tracker (MPPT) untuk mengoptimalkan penangkapan energi.



Gambar 1. Konfigurasi sistem *DC-coupling*
(Sumber : Bagus Ramadhani, 2018)

2.4 Sistem *AC-coupling*

Komponen utama yang membedakan sistem *AC-coupling* dengan *DC-coupling* adalah inverter jaringan. Dalam konfigurasi *AC-coupling*, modul fotovoltaik dan baterai dihubungkan di bus AC melalui inverter jaringan dan inverter baterai. Modul fotovoltaik terhubung ke inverter jaringan dimana tegangan diubah dari DC ke AC. Serupa dengan *charge controller*, inverter jaringan juga dilengkapi dengan perangkat MPPT untuk mengoptimalkan penangkapan energi. Daya dari rangkaian modul fotovoltaik dapat langsung digunakan oleh beban di siang hari dan kelebihanannya digunakan untuk mengisi baterai melalui inverter baterai pada saat yang sama. Berbeda dengan sistem *DC-coupling*, inverter baterai dalam sistem *AC-coupling* bekerja secara dua arah (*bidirectional*). Alat ini berfungsi sebagai pengatur pengisian baterai (*charger*) ketika radiasi sinar matahari cukup, beban terpenuhi, dan baterai belum terisi penuh (SoC rendah).



Gambar 2. Konfigurasi sistem *AC-coupling*
(Sumber : Bagus Ramadhani, 2018)

2.5 Komponen-komponen Sistem PLTS *On Grid*

1. Panel Surya (*photovoltaic*)

Komponen utama dalam sistem PLTS adalah panel surya yang merupakan rakitan dari beberapa sel surya. Sel surya tersusun dari dua lapisan semi konduktor dengan muatan berbeda. Lapisan atas sel surya itu bermuatan negatif sedangkan lapisan bawahnya bermuatan positif. Sel-sel itu dipasang dengan posisi sejajar dan seri dalam sebuah panel yang terbuat dari alumunium ataupun baja anti karat yang dilindungi oleh kaca atau plastik. Kemudian pada tiap-tiap sel diberi sambungan listrik untuk dapat disambungkan dengan sel lain.



Gambar 3. Panel Surya (*photovoltaic*)
(Sumber : Bagus Ramadhani, 2018)

2. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah alat yang digunakan untuk mengontrol proses pengisian muatan listrik dari panel surya ke aki dan inverter. Terdapat setidaknya dua jenis solar *controller* yaitu yang menggunakan teknologi PWM (*pulse width modulation*) dan MPPT (*maximum power point tracking*). Solar controller PWM akan melakukan pengisian muatan listrik ke aki dengan arus yang besar ketika aki kosong, dan kemudian arus pengisian diturunkan secara bertahap ketika aki semakin penuh. Teknologi ini memungkinkan aki akan terisi dalam kondisi yang benar-benar penuh tanpa menimbulkan '*stress*' pada aki. Ketika aki penuh solar controller ini akan menjaga aki tetap penuh dengan tegangan *float* tertentu

3. Inverter

Inverter adalah peralatan elektronik yang berfungsi mengubah arus DC menjadi arus AC. Arus yang dihasilkan panel surya adalah DC. Oleh karena itu, pada sistem PLTS dibutuhkan inverter untuk mengubah energi agar dapat menyuplai kebutuhan perangkat AC. Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu, tergantung pada kebutuhan beban dan juga apakah inverter akan menjadi bagian dari sistem yang terhubung ke jaringan listrik atau sistem yang berdiri sendiri (Alfan, 2015).

2.6 Beban Harian

Beban harian mengacu pada total kebutuhan energi Listrik yang di konsumsi oleh suatu lokasi dalam satu hari ini mencakup semua peralatan yang digunakan. Beban harian penting untuk merancang suatu sistem PLTS untuk memastikan kapasitas pembangkit Listrik memadai untuk memenuhi kebutuhan energi harian tersebut.

Kapasitas sistem PLTS dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$KWp = \frac{Wh}{PV\ Out \left(\frac{KWp}{Kw} \right)}$$

Dimana:

KWp = Kapasitas PLTS

Wh = Konsumsi listrik harian pada siang hari

PV Out = Daya keluaran PV per KWp Yang diperoleh berdasarkan besaran iradiasi matahari

Daya puncak sistem PLTS dihitung dengan rumus berikut :

$$KWp = Wp + (Wp \times \text{Rugi-rugi Sistem}(\%))$$

Dimana:

KWp = Daya puncak PLTS

Wp = Kapasitas optimal PLTS

Luas area efektif PLTS dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Luas Area (m}^2\text{)} = \frac{Wp}{\text{Efisiensi Modul PV}}$$

Dimana:

m² = Luas area PLTS

Wp = Daya puncak PLTS

Jumlah panel surya dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Jumlah Modul PV} = \frac{\text{daya puncak (Wp)}}{\text{Daya Keluaran Modul PV} \left(\frac{WP}{Unit} \right)}$$

III.METODE

3.1 Jenis Penelitian

Jenis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Survey Research (penelitian survei), dimana tidak dilakukan perubahan atau tidak ada perlakuan khusus terhadap variabel yang diteliti.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini di laksanakan di Dusun Taeno Bawah.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian Perencanaan Sistem Kelistrikan Berbasis PLTS Untuk Meningkatkan Ketersediaan Energi Di Dusun Taeno Bawah dilaksanakan selama 2 bulan.

3.4 Jenis Data Penelitian

Jenis data yang diperlukan untuk melakukan analisis perhitungan, sebagai berikut:

1. Data Primer

Data beban harian di Dusun Taeno Bawah

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari studi literatur, wawancara, dan observasi.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam menganalisis hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Analisis Hasil Penelitian

No	Variabel	Simbol	Satuan
1	Beban Harian	Wh	$Watt$
2	Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya	Wp	$Watt$

3.6 Metode Analisis

Analisis perhitungan data pada penelitian ini, difokuskan pada:

1. Data konsumsi energi saat ini di Dusun Taeno Bawah
2. Menganalisis kebutuhan energy berdasarkan data penggunaan listrik oleh penduduk.
3. Menilai potensi energy surya di lokasi berdasarkan data radiasi matahari.
4. Merancang system PLTS yang optimal (panel surya, inverter, baterai, dsb)

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

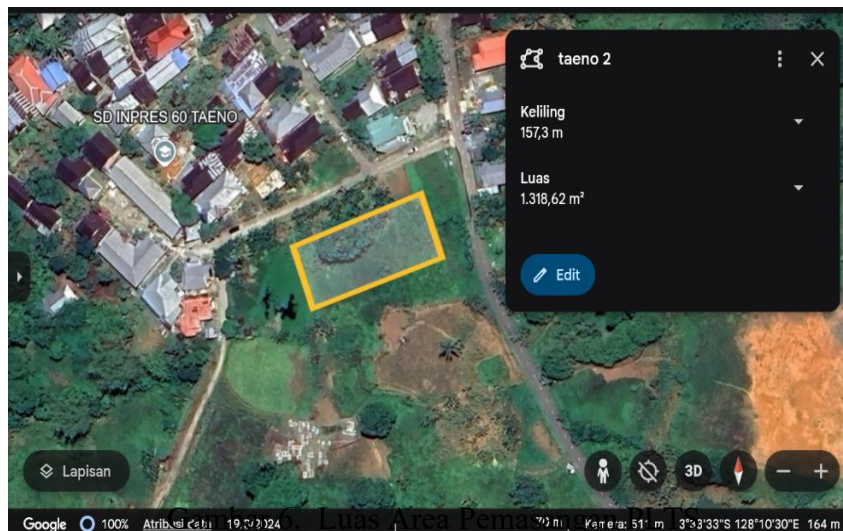
4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian, diperoleh dari sumber data hasil wawancara dengan penduduk Dusun Taeno Bawah. Untuk mengetahui berapa kapasitas sistem PLTS yang akan dipakai di Dusun Taeno Bawah, langkah pertama yaitu adalah menghitung total beban harian yang dipakai.

Tabel 2. Perhitungan Beban Harian Untuk PLTS *On-Grid*

Perhitungan Beban Harian untuk PLTS <i>On-Grid</i>				
No	Jenis Beban	Jumlah	Kuota Energi (Wh)	Total Energi (Wh/hari)
1	Rumah	54	15722	848988
2	Sekolah Dasar	1	6960	6960
3	Kantor Agama	1	18340	18340
4	Masjid	1	4705	4705
5	PJU	8	220	1760
6	Puskesmas	1	12260	12260
Total				893013

Luas Area Pemasang PLTS di Dusun Taeno Bawah

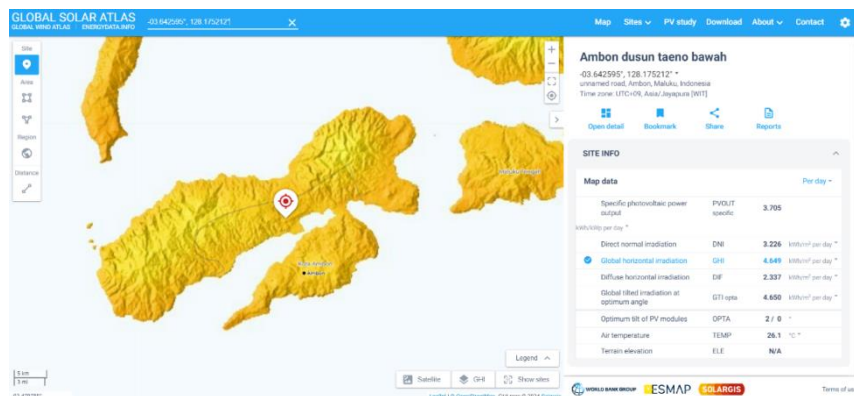


(Sumber : Google Earth)

PV Out Iradiasi Matahari Pada Dusun Taeno Bawah Specific Photovoltaic Power Output (PVout): Menunjukkan output tenaga listrik per hari yang dapat dihasilkan per meter persegi panel surya, dengan nilai 3.705 kWh/kWp.

Lokasi :

- Koordinat:** Lokasi Dusun Taeno Bawah ditandai dengan koordinat -03.642595° (Lintang Selatan) dan 128.175212° (Bujur Timur).
- Zona Waktu:** UTC+9:00 (Waktu Indonesia Timur).



Gambar 7. Global Solar Atlas
(Sumber : Globalsolaratlas)

Spesifikasi komponen PLTS atap

Spesifikasi Modul PV yang digunakan dalam perencanaan sistem PLTS On-Grid sebagai berikut:

Tabel 3. Spesifikasi Modul PV

Technology	Si-mono
Since	2024
Model	TSM-500-NEG18R-28-20 Vertex
Maximum power	500.5 W
Open circuit voltage (Voc)	40.1 V
Max power point voltage (Vmpp)	33.3 V
Short circuit current (Isc)	15.86 A
Max power point current (Impp)	15.03 A
Efficiency module area	22.5 %
Reference irradiance	1000 W/m ²
Module size (W x L)	1134 x 1961 mm ²
Number of cell	2 x 54
Cell temperatur	25°C

Spesifikasi Inverter yang digunakan dalam perencanaan sistem PLTS On-Grid sebagai berikut:

Tabel 4. Spesifikasi Inverter

Model	SUN2000-50KTL-ZHM3-480V
Since	2022
Operating mode	MPPT
Min MPP voltage (Vmin)	200 V
Max MPP voltage (Vmax)	1000 V
Nominal PV power (Pnom DC)	N/A
Max PV power Dc (Pmax DC)	N/A
Grid frequency	50/60 Hz
Nominal AC power (Pnom AC)	50.0 kWac
Max AC power (Pmax AC)	55.0 kWac
Nominal AC current (Inom AC)	60 A
Max AC current (Imax AC)	67 A

Efficiency	98.61 %
Sizes	Widht 640mm Height 530 mm Depth 270 mm
Weight	48 kg

4.2 Pembahasan Hasil

Berikut ini merupakan perhitungan perencanaan sistem PLTS *ON-GRID* Di Dusun Taeno Bawah dan kajian teknis simulasi penempatan PLTS menggunakan aplikasi PVSyst Photovoltaic Software 8.0

4.2.1 Perhitungan perancangan sistem PLTS ON-GRID

A. Menentukan Kapasitas Sistem PLTS

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas PLTS} &= \frac{kWh}{\text{Specific PV Out } (\frac{kWp}{kw})} \\ &= \frac{893,013}{3,705 (\frac{kWp}{Kw})} = 241,029 \text{ kWp (241029 Wp)}\end{aligned}$$

B. Perhitungan Daya puncak sistem PLTS

$$\begin{aligned}\text{Daya Puncak} &= Wp + (Wp \times \text{Rugi-rugi Sistem}(\%)) \\ &= 241029 + (241029 \times 10\%) \\ &= 265131 \text{ Wp (265 kWp)}\end{aligned}$$

C. Luas area efektif PLTS dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}\text{Luas Area (m}^2\text{)} &= \frac{\text{Daya Puncak}}{\text{Efisiensi Modul PV}} \\ &= \frac{265131}{22,5\%} = 1178 \text{ m}^2\end{aligned}$$

D. Jumlah Modul PV dihitung dengan rumus:

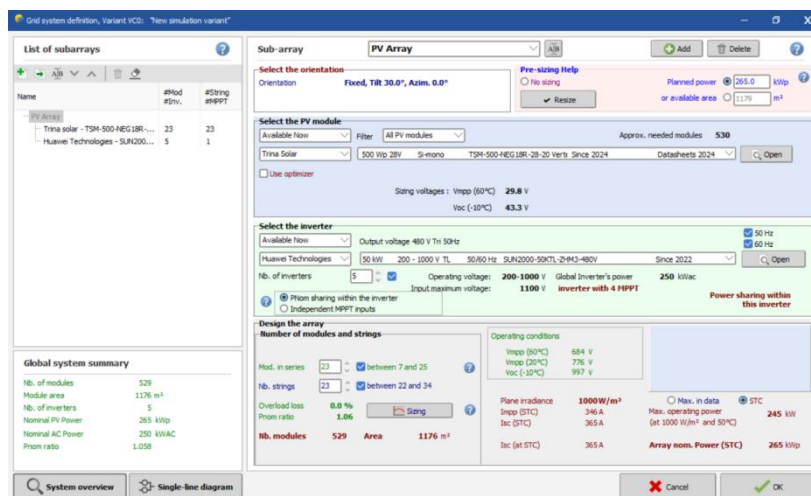
$$\begin{aligned}\text{Jumlah Modul PV} &= \frac{\text{Daya Puncak (Wp)}}{\text{Daya Keluaran Modul PV } (\frac{WP}{Unit})} \\ &= \frac{265131}{500 (\frac{WP}{Unit})} = 530 \text{ unit}\end{aligned}$$

4.2.2 Kajian Teknis Penempatan PLTS Menggunakan Aplikasi PVSyst

Penelitian ini dimulai dengan menggunakan simulasi PVSyst Photovoltaic Software versi 7.4. Yang mana pada saat melakukan simulasi akan muncul tampilan awal seperti pada gambar berikut:

A. Hasil Data *Sub-Array*

Berikut ini merupakan hasil data *Sub-Array* menggunakan aplikasi PVsyst Photovoltaic Software versi 7.4



Gambar 9. Sub Array Sistem PLTS Dusun Taeno Bawah
(Sumber : PVsyst Photovoltaic Software 7.4, 2024)

Berdasarkan data kapasitas PLTS yang diinput ke PVsyst Photovoltaic Software dengan kapasitas **265 kWp**, hasil luas area modul yang didapatkan yaitu 1176 m² dari luas 1178 m² yang dihitung menggunakan rumus. Dan jumlah panel surya yang di dapatkan yaitu sebanyak 529 PV Module jenis Generic model TSM-500-NEG18R-28-20 Vertex, since 2024, dan 5 Inverter Jenis SUN2000-50KTL-ZH43-480V, 50kW since 2022, serta terdapat 23 string yang mana masing-masing string berjumlah 23 Modul.

B. Running Simulation Sistem PLTS

Berikut ini merupakan hasil *Running Simulation* menggunakan aplikasi PVsyst Photovoltaic Software 8.0

Project summary				
Geographical Site Taeno Bawah Indonesia	Situation	Project settings		
	Latitude	-3.64 °S	Albedo	0.20
	Longitude	128.18 °E		
	Altitude	170 m		
	Time zone	UTC+9		
Weather data Taeno Bawah Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic				

System summary			
Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
Orientation #1		Near Shadings	User's needs
Fixed plane		no Shadings	Unlimited load (grid)
Tilt/Azimuth	30 / 0 °		
System information			
PV Array			
Nb. of modules	529 units	Inverters	
Pnom total	265 kWp	Nb. of units	5 units
		Pnom total	250 kWac
		Pnom ratio	1.058

Results summary					
Produced Energy	425841 kWh/year	Specific production	1610 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	86.43 %

Gambar 10. Ringkasan Hasil Simulasi

(Sumber : PVsyst Photovoltaic Software 8.0, 2024)

PV Array yang didapatkan pada saat input kapasitas PLTS sebesar 265 kWp ke PVsyst software jumlah keluaran kapasitas yang didapatkan yaitu sebesar 265 kWp, PV Modul sebanyak 529 unit, dan 5 buah inverter 50 kW dengan total sebesar 250 kWac dengan Daya Maksimal 275 kW yang disimulasikan pada Dusun Taeno Bawah yang memiliki sudut azimuth 0° (selatan) dengan kemiringan 30°.

Sehingga untuk Result *summary*-nya, Energi yang di Produksi yaitu sebesar 425841 kWh/year, spesifik produksi sebesar 1610 kWh/kWp/year, dan performa Rasio PR yaitu 86,43%.

Pada Hasil simulasi dari titik lokasi sistem PLTS pada Dusun Taeno Bawah didapatkan data Potensi energi matahari sebesar 2031 kWh/m². Dengan efisiensi Panel surya pada keadaan STC adalah 22,51% dan rugi-rugi listrik terbesar untuk sistem panel ini adalah dari rugi-rugi temperatur PV sebesar -7,53%. Untuk rugi-rugi lainnya dapat dilihat pada gambar 11.

c. *Single Line PLTS On-Grid*



Gambar 12. Single line PLTS On-Grid
(Sumber : Yasril Ihza Gandhy Keliwawa, 2024)

Pada gambar 4.10 jumlah Modul PV yang akan di pasang di Dusun Taeno Bawah ialah 529 unit. Setiap string terdapat 23 unit Modul PV 500 Wp yang terhubung Seri dan Paralel, dan dilengkapi dengan 5 buah Inverter 50 kW. Sistem PLTS akan terhubung ke semua beban listrik di Dusun Taeno Bawah.

V.PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisis perencanaan dapat disimpulkan bahwa. Berdasarkan tabel perhitungan konsumsi energi peralatan listrik di Dusun Taeno Bawah total konsumsi energi keseluruhan 893013 Wh (893,01 kWh). Dengan kapasitas PLTS yaitu 241,029 kWp, Daya Puncak

PLTS 265 kWp, Luas area efektif untuk penempatan PLTS-nya 1178 m². Dengan jumlah modul PV yaitu 530 Unit.

2. Perencanaan menggunakan PVsyst Photovoltaic Software mendapatkan mendapatkan Daya PLTS sebesar 265 kWp dengan luas Area 1.176 m². Jumlah Panel Surya yang dihasilkan yaitu sebanyak 529 PV Module jenis Generic Model Si-Mono 500 Wp TSM-500-NEG18R-28-20 Vertex, since 2024 , dan 5 Inverter Jenis SUN2000-50KTL-ZHM3-480V 50 kW since 2022, serta terdapat 23 string yang mana masing-masing string berjumlah 23 Modul PV. Energi yang di Produksi yaitu sebesar 425.841 kWh/year, spesifik produksi sebesar 1610 kWh/kWp/year, dan performa Rasio PR yaitu 86,43%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Latupono, J. J. Rikumahu, and L. M. Parera, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya on-Grid Di Atap Gedung Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon,” *J. ELKO (Elektrikal dan Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 165–174, 2023, doi: 10.54463/je.v2i2.51.
- [2] H. R. Iskr, *Praktis Belajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish, 2020.[Online].Available:<https://books.google.co.id/books?id=S5TwDwAAQBAJ>
- [3] D. A. Rachbini, R., & Hernawan, K, *Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terhubung Jaringan Di Laboratorium Energi Terbarukan Menggunakan Pvsyst*. Jurnal Teknik Energi, 11(1), 1-6.
- [4] Handayani, Y. S., & Surapati, A *Implementasi Small PLTS Pada Rumah Charging Sebagai Upaya Pengembangan Wisata di Desa Rindu Hati*. (2022). Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS, 20(2), 352-364.
- [5] ing. Bagus Ramadhani, M.Sc. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya : 5-7*. Penyunting Proyek Energising Development (EnDev) Indonesia. Jakarta
- [6] Mahendra, L. S., Sudiharto, I., Prasetyono, E., Yanaratri, D. S., Eviningsih, R. P., Jaya, A., & Agusalm, I. D. (2023). *Sistem Penyimpanan Energi Listrik Panel Surya untuk PJU dan Edukasi Masyarakat Desa Kembangbelor*. Budimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 5(2).
- [7] Naim, M. (2020). *Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti*. Vertex Elektro, 12(1), 17-25.
- [8] Bagus Rahmadani. 2021. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Do's & Dont's*.