

PERENCANAAN PLTS TERPUSAT 30 kWp DI KAMPUNG YABANDA

Ardi E.Panjaitan¹, Yosef Lefaan², Suparno³

^{1,2,3} Fakultas Teknik/Universitas Cenderawasih/Indonesia
Email: ardievendi19@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima 20 01, 2025
Direvisi 28 01, 2025
Disetujui 28 02, 2025

ABSTRACT

Solar Power Plants (PLTS) are one of the environmentally friendly solutions to meet electricity needs in remote areas. This study aims to plan a centralized solar power plant sistem with a capacity of 30 kWp in Yabanda Village, Yaffi District, Keerom Regency, which has not been reached by PLN's electricity network. The approach used includes analysis of electricity needs, optimal capacity planning of solar panels, batteries, and other supporting components, as well as simulations using PVsyst software to maximize the potential of solar radiation. The results of the study show that solar power plants with a capacity of 30 kWp can meet the electricity needs of households and public facilities in Yabanda Village. With a panel area of 147,856 m², this sistem uses 100 solar panels with a capacity of 300 Wp, 3 inverters with a total capacity of 30 kW, and 110 batteries with a capacity of 48V-100Ah. The analysis of investment feasibility using the Net Present Value (NPV) method showed a positive result of Rp. 6,404,169,432, with a Payback Period (DPP) of around 20 years. Thus, this investment is worth implementing.

Keywords: solar PV, net present value, solar radiation

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah terpencil. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem PLTS terpusat dengan kapasitas 30 kWp di Kampung Yabanda, Distrik Yaffi, Kabupaten Keerom, yang belum terjangkau jaringan listrik PLN. Pendekatan yang digunakan meliputi analisis kebutuhan listrik, perencanaan kapasitas optimal panel surya, baterai, dan komponen pendukung lainnya, serta simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk memaksimalkan potensi radiasi matahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTS dengan kapasitas 30 kWp dapat memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga dan fasilitas umum di Kampung Yabanda. Dengan luas area panel sebesar 147,856 m², sistem ini menggunakan 100 panel surya berkapasitas 300 Wp, 3 inverter dengan kapasitas total 30 kW, serta 110 baterai berkapasitas 48V-100Ah. Analisis kelayakan investasi dengan metode Net Present Value (NPV) menunjukkan hasil positif sebesar Rp. 6.404.169.432, dengan Payback Period (DPP) sekitar 20 tahun. Dengan demikian, investasi ini layak dilaksanakan.

Kata Kunci: PLTS, net present value, radiasi matahari

Penulis Korespondensi:

Ardi E.Panjaitan,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Cenderawasih,
Email: ardievendi19@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah terpencil

atau yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik PLN.

Kampung Yabanda, yang terletak di Distrik Yaffi, Kabupaten Keerom, telah ada dari tahun 1942 dengan jumlah penduduk 470 jiwa merupakan

salah satu daerah terpencil di Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

Sebagai salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan Listrik di kampung Yabanda. PLTS terpusat yang akan di bangun dari beberapa panel surya diharapkan dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga dan fasilitas umum yang ada di kampung tersebut seperti 73 rumah, SD inpres Yabanda,kantor desa,kantor pertemuan, kantor perbatasan, gereja, pustu, TK Yabanda dan 20 PJU.

Salah satu aplikasi yang dapat membantu perencanaan PLTS yaitu aplikasi *PVsys* yang dapat membantu pengguna merancang sistem PLTS sehingga pengguna dapat lebih mudah mengetahui radiasi matahari di daerah yang ingin di pasang PLTS dan dapat menentukan komponen apa saja yang digunakan serta PR (*performance ratio*) sebagai parameter apakah PLTS dapat bekerja dengan baik atau tidak .

2. METODE PENELITIAN

Uraikan metode yang digunakan, desain penelitian beserta teknik analisis data yang digunakan dalam naskah. atau jika sesuai dapat mengikuti klasifikasi berikut: metode teoritis, metode eksperimen, fenomena, obyek penelitian dan aplikasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan Penduduk Kampung Yabanda

Pada perancangan PLTS kampung Yabanda peneliti memperkirakan laju pertumbuhan penduduk dan juga perhitungan rumah tangga yang akan ada di tahun mendatang agar PLTS dapat menampung beban jikalau suatu saat ada

penambahan jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga dengan persamaan dibawah ini.

$$\begin{aligned} \text{laju Pertumbuhan 2019} &= \frac{521-507}{507} \times 100\% \\ &= 2.7\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2020 &= \frac{521-254}{254} \times 100 \\ &= 105\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2023 &= \frac{470-254}{254} \times 100 \\ &= 85\% \end{aligned}$$

Mencari nilai rata-rata laju pertumbuhan

$$\begin{aligned} &= \frac{2,7+105+85}{3} \\ &= 64.23\% \end{aligned}$$

Menghitung laju pertumbuhan penduduk 5 tahun ke depan.

$$\begin{aligned} &= 470(1 + (0,6423)) \\ &= 771 \end{aligned}$$

Diambil 1 rumah tangga dihuni oleh 4 jiwa

$$= \frac{771}{4} = 192 \text{ Rumah tangga}$$

Jadi jumlah rumah tangga sebanyak 192

3.2 Data Beban

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa jumlah rumah tangga yang dapat diperkirakan 5 tahun kedepan adalah 192 Sehingga data beban yang di perkirakan dapat dilihat pada tabel 1.

Pada tabel 1, estimasi kebutuhan energi listrik pada Kampung Yabanda sekitar 147.841 Wh/hariPerancangan PLTS.

Gambar 1. Data Beban Yabanda Tahun 2024

NO	DATA	JUMLAH	BEBAN	LAMPU	WATT_LAMPU	STOP KONTAK	WATT_STOP KONTAK	JAM	TOTAL
1	RUMAH	192	Lampu	3	10	-	-	12	69120
2	KANTOR DESA	1	alat kantor & lampu	5	20	1	200	6	1380
3	SD YABANDA	1	Lampu	5	20	1	200	6	1800
4	TK YABANDA	1	Lampu	5	20	1	200	6	1800
5	GEREJA	1	soundsystem & lampu	5	20	1	200	6	1800
6	BALAI PERTEMUAN	1	stopkontak & lampu	5	20	1	200	6	1800
7	KANTOR PERBATASAN	1	stopkontak & lampu	5	20	1	200	6	1800
8	PUSTU	1	stopkontak &	5	20	1	200	6	1800

			lampu						
9	PIU	20	Lampu	20	30	-	-	12	7200
TOTAL A									88500
Cadangan Energi (30% x Total A)									26550
TOTAL B (A + Cadangan)									115050
Rugi Sistem (30% x Total B)									34515
JUMLAH TOTAL									149565

3.3 Menghitung daya listrik yang ingin di bangkitkan

Menghitung area array

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur di sekitar panel surya mengalami kenaikan 2,3°C dari temperatur standarnya.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{saat } t \text{ naik } 2,3^{\circ}\text{C}} &= 0,5\% \times P_{mpp} \times \text{kenaikan } t (^{\circ}\text{C}) \\
 &= 0,5\% \times 300 \text{ W} \times 2,3^{\circ}\text{C} \\
 &= 3,45 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 27,3°C.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{saat } t \text{ naik } 29,2^{\circ}\text{C}} &= P_{mpp} - P_{\text{saat } t \text{ naik } (^{\circ}\text{C})} \\
 &= 300 \text{ W} - 3,45 \text{ W} \\
 &= 296,55 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari perhitungan daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 27,3°C, maka nilai TCF (*Temperature Correction Factor*) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{TCF} &= \frac{P_{mpp \text{ saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}}}{P_{mpp}} \\
 &= \frac{296,55}{300} \\
 &= 0,98
 \end{aligned}$$

Efisiensi keluaran η_{out} ditentukan berdasarkan efisiensi komponen-komponen yang melengkapi PLTS. Suatu PLTS yang dilengkapi dengan baterai, *charge controller*, dan inverter maka nilai untuk η_{out} diasumsikan sebesar 0,95.

$$\begin{aligned}
 E_L &= 149,430 \text{ (kWh/hari)} \\
 G_{AV} &= 5,37 \text{ (kW/m}^2\text{/hari)} \\
 \text{TCF} &= 0,98 \\
 \eta_{PV} &= 0,20 \\
 \eta_{out} &= 0,95
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PV Area} &= \frac{E_L}{G_{AV} \times \text{TCF} \times \eta_{PV} \times \eta_{out}} \\
 &= \frac{149,430}{5,37 \times 0,98 \times 0,20 \times 0,95} \\
 &= 149,445 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dengan area *array* adalah 147,856 m², *Peak Sun Insolation* (PSI) adalah 1000W/m² dan efisiensi panel surya adalah 20 %, maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{wattpeak} &= \text{PV Area} \times \text{PSI} \times \eta_{PV} \text{ (watt)} \\
 &= 149.430 \times 1000 \times 0,20 \\
 &= 29.886 \text{ wattpeak}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, estimasi total kebutuhan harian Kampung Yabanda sebesar 149.430 Wh dengan daya yang dibangkitkan sebesar 29.886 wattpeak. Sehingga untuk dapat memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut diperlukan PLTS Terpusat (*Off-Grid*) dengan daya yang di bangkitkan sebesar 30 KWp.

Menghitung jumlah panel surya

Panel Surya yang digunakan memiliki spesifikasi P_{mpp} sebesar 300 Wp per panel, untuk menghitung jumlah panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Panel Surya} &= \frac{P_{wattpeak}}{P_{mpp}} \\
 &= \frac{30.000}{300} = 100 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Untuk melihat $P_{wattpeak}$ PLTS Yabanda dengan jumlah panel surya sebanyak 100 buah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

$$\begin{aligned}
 P_{wattpeak} &= P_{MPP} \times \text{Jumlah Panel surya} \\
 &= 300 \text{ Wp} \times 100 \text{ unit} \\
 &= 30.000 \text{ Wattpeak}
 \end{aligned}$$

Jumlah panel surya dirangkai menjadi 5 *Array* dengan 1 *Array* berisi 20 panel , pada pemasangan panel surya ini dihubungkan secara seri dan paralel..Sedangkan panel surya yang digunakan yaitu CSI Solar dengan spesifikasi :

$$\begin{aligned}
 V_{mpp} &= 32,5 \text{ V} \\
 I_{mpp} &= 9,24 \text{ Ampere} \\
 P_{mpp} &= 300 \text{ Wp per panel surya, sehingga :} \\
 V_{mpp \text{ Array}} &= 32,5 \text{ V} \times 4 = 130 \text{ V} \\
 I_{mpp \text{ Array}} &= 9,24 \text{ Ampere} \times 5 = 46,2 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$P_{mpp} \text{ Array} = 130 \text{ V} \times 46,2 \text{ A} = 6.006 \text{ Wp}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, susunan panel surya dapat dibuat menjadi 4 panel di paralel dan 5 panel di seri sehingga menghasilkan menghasilkan daya sebesar 6.006 Wattpeak. Pada PLTS Terpusat Kampung Yabanda direncanakan terdapat 5 (lima) rangkaian sehingga total panel surya berjumlah 100 unit, dan daya total yang di bangkitkan sebesar 30 kWp.

Menghitung Kapasitas Charge Controller

Kapasitas Charge Controller pada rangkaian array tersebut, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Capacity Of Charge Controller} &= \frac{\text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor}}{\text{System Voltage}} \\ &= \frac{6.006 \times 1,25}{130 \text{ v}} = 57,5 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas Charge Controller yang terpasang pada PLTS Terpusat di Kampung Yabanda $\pm 57,5$ Ampere.

Menghitung Kapasitas Inverter

PLTS Terpusat Kampung Yabanda terdiri dari 3 (tiga) unit inverter yang masing-masing kapasitas, menggunakan rumus perhitungan dengan persamaan 2.11 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverter} &= \text{Demand Watt} \times \text{Safety Factor} \\ &= 30000 \times 1,25 \\ &= 37.000 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Kapasitas inverter yang didapatkan mempunyai nilai yang cukup besar sehingga pada PLTS Terpusat Kampung Yabanda menggunakan kapasitas inverter yang terpasang adalah 3 x 12.000 Watt.

Menentukan jumlah baterai

Dalam perencanaan PLTS Yabanda disini peneliti menggunakan Baterai Lithium (LiFePO4) dengan tegangan 48 Volt kapasitas 100 Ah dan DOD 80%, pemilihan baterai Lithium dikarenakan lebih baik dibanding dengan jenis baterai yang umumnya digunakan dalam PLTS, selain itu jenis baterai ini lebih mudah dalam pemasangan dan secara estetika lebih bagus karena bisa disusun dalam sebuah kompartemen atau baterai rack. Tegangan kerja sistem baterai ditentukan sesuai spesifikasi inverter yang telah ditentukan yaitu 10 kW dengan tegangan kerjanya sebesar 48 Vdc. Sehingga jumlah baterai adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Seri} &= \frac{\text{Tegangan Kerja Sistem (Vdc)}}{\text{Tegangan Kerja Unit Baterai (Vdc)}} \\ &= \frac{48}{48} = 1 \text{ Seri} \end{aligned}$$

Kapasitas baterai PLTS terpusat adalah

$$\begin{aligned} C &= \frac{N \times E_d}{V_S \times \text{DOD} \times n} \\ C &= \frac{3 \times 147,841}{48 \times 0,8 \times 0,97} \\ C &= 11.907 \text{ Ah} \\ \text{jumlah baterai} &= \frac{11.907}{100} = 119 \text{ unit} \end{aligned}$$

Banyak baterai yang digunakan pada PLTS Kampung Yabanda berjumlah 110 unit ini agar menghemat biaya, yang disusun seri sebanyak 1 unit dan paralel sebanyak 109 unit dan untuk kapasitas baterai yang dapat ditampung sebesar 11.000 ah dengan tegangan baterai 48 volt.

Untuk energi (watt) yang dapat ditampung oleh baterai ini sendiri dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} E_{\text{bat}} &= I_{\text{bat}} \times V_{\text{sistem}} \\ &= 11.000 \text{ ah} \times 48 \text{ V} \\ &= 528.000 \text{ Wh} \\ &= 528 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Dengan DOD 80% maka besar energi listrik yang dapat digunakan hanya sebesar :

$$\begin{aligned} E &= 528.000 \times 80\% \\ E &= 422.400 \text{ Wh} \\ E &= 422,4 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Hal ini berarti hanya sebesar 422 kWh energi listrik yang bebas digunakan didalam baterai. Dan ketika pemakaian energi listrik sama atau melebihi 422 kWh maka baterai akan masuk pada state of charge (SOC) dan SCC akan memutus suplai energi listrik terhadap beban dan hanya melakukan proses pengisian baterai hingga baterai melebihi kapasitas 20% pada baterai atau sebesar 105,6 kWh. Sedangkan jika baterai telah terisi penuh namun panel masih pada saat pensuplai energy maka SCC akan memutuskan suplai energi dari panel ke baterai.

Energi Yang Dihasilkan

Komponen PLTS tidak dapat beroperasi secara total 100% karena adanya rugi rugi. asumsi rugi-rugi pada komponen sebanyak 20 %, maka besar energi yang dibangkitkan oleh panel surya bisa dihitung menggunakan rumus

sebagai berikut: 100 panel surya x 300 Wp = 30.000 Watt = 30 kW Dengan rugi-rugi 20 % yang dapat dilihat pada spesifikasi panel surya monocrystalline maka daya keluaran dari PLTS Dapat dihitung dengan persamaan 2.16 yakni:

$$\begin{aligned} P_i &= \text{daya yang digunakan} \times (100\% - 20\%) \\ &= 30.000 \text{ Watt} \times 0,80 \\ &= 24.000 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Apabila menggunakan data radiasi matahari terendah sebesar 2,45 maka energi yang dihasilkan panel surya dapat dihitung menggunakan persamaan 2.17 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{radiasi matahari terendah} \\ &= 24.000 \text{ W} \times 4,97 \text{ kWh/m}^2 \\ &= 119.280 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi energi terendah yang dihasilkan adalah 119.280 kWh

Apabila menggunakan data radiasi matahari tertinggi sebesar 5,43 maka energi yang dihasilkan panel surya dapat dihitung menggunakan rumus 2.18 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{radiasi matahari tertinggi} \\ &= 24.000 \text{ W} \times 5,76 \text{ kWh/m}^2 \\ &= 138.240 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi energi tertinggi yang dihasilkan adalah 138.240 kWh

Jika ingin menghitung energi yang dibangkitkan per tahun, maka data yang digunakan adalah nilai radiasi rata-rata atau PSH sebesar 5,37 kWh dapat dihitung dengan persamaan 2.19 berikut:

$$\begin{aligned} P_{out} &= P_i \times \text{PSH} \\ &= 24.000 \text{ W} \times 5,37 \text{ kWh/m}^2 \\ &= 128.880 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Untuk energi per tahun (*Energi yield*) menggunakan rumus berikut yaitu:

$$\begin{aligned} E_y &= 128.880 \text{ kWh} \times 365 \text{ hari} \\ &= 47.041.200 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Energi yang dihasilkan PLTS dalam setahun adalah 47.041 mWh

$$\begin{aligned} E_{ideal} &= P_{PV} \times \text{jumlah modul} \times H_{tilt} \\ H_{tilt} &= \text{PSH} \times 365 \text{ hari} \\ &= 5,37 \times 1000 \text{ W/m}^2 \times 365 \text{ hari} \\ &= 1.960.050 \text{ kWh/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{ideal} &= 300 \text{ Wp} \times 100 \text{ modul} \times 1.960.050 \text{ kWh} \\ &= 58.801.500 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh PR, sebesar:

$$PR = \frac{E_{yield}}{E_{ideal}} = \frac{47.041.200 \text{ kWh/tahun}}{58.801.500 \text{ kWh/tahun}} = 0,80 \approx 80\%$$

Jadi, dari hasil perhitungan performa ratio diatas didapat ratio sebesar 80%.

Perhitungan Ekonomi PLTS

Perhitungan ekonomi ini merupakan rencana biaya investasi yang akan dikeluarkan untuk pembangunan PLTS off-grid di Kampung Yabanda Dsitrik Yaffi Kabupaten Keerom , Biaya komponen yang dibutuhkan pada perancangan ini

Harga Energi PLTS

Pada penelitian ini kemungkinan PLTS akan berfungsi selama 20 tahun dengan masa ekonomi dari komponen. Besar diskonto pada penelitian adalah sebesar 6,25% yang sesuai dengan suku bunga bank BI tahun 2024. Untuk menghitung energi PLTS per kWh

-Komponen A

$$\begin{aligned} \text{Biaya pokok} &= \frac{\text{Total biaya}}{20 \text{ tahun}} = \frac{3.671.187.360}{20} \\ &= \text{Rp.183.559.368} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bunga kredit} &= \text{Biaya pokok} + \text{Bunga Kredit} \\ &= \text{Rp } 183.559.368 \times 6,25\% \\ &= \text{Rp. 8.659.960,5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Komponen A} &= \frac{\text{Biaya pokok} + \text{Biaya Bunga Kredit}}{\text{Produksi eneregi PLTS}} \\ &= \frac{\text{Rp. 183.559.368} + \text{Rp. 8.559.960,5}}{46.992} \\ &= \text{Rp. 3.130,73/kWh} \end{aligned}$$

-Komponen B

Biaya pergantian dan pemeliharaan komponen

$$\begin{aligned} \text{Biaya O\&M} &= 1\% \times 3.671.187.360 \\ &= 36.711.873 \end{aligned}$$

Biaya perkiraan pergantian baterai selama 20 tahun sebanyak 3 kali

$$\begin{aligned} \text{Biaya Baterai} &= \frac{\text{harga baterai} \times 3}{20} \\ &= \frac{2.200.000.000 \times 3}{20} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 330.000.000 \text{ per tahun} \\
\text{Komponen B} &= \frac{\text{Biaya O\&M} + \text{Biaya baterai}}{\text{Produksi energi PLTS}} \\
&= \frac{\text{Rp. } 36.771.873 + \text{Rp. } 330.000.000}{46.992} \\
&= \text{Rp. } 7.804,9 \text{ per kWh} \\
\text{Harga per kWh} &= \text{Komponen A} + \text{Komponen B} \\
&= \text{Rp. } 3.130,73 + \text{Rp. } 7.804,9 \\
&= \text{Rp. } 10.935,63
\end{aligned}$$

Analisa Kelayakan Investasi PLTS

Pada perencanaan PLTS off-grid ini Analisa kelayakan dilakukan dengan menghitung periode pengembalian modal.

$$\begin{aligned}
\text{Profit} &= \text{Produksi Energi PLTS} \times \text{Harga kWh} \\
&= 46.992 \times \text{Rp. } 10.935,63 \\
&= \text{Rp. } 513.887.124,96
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Balik Modal (Payback Period)} &= \frac{\text{Modal Awal}}{\text{Profit}} \\
&= \frac{\text{Rp. } 3.671.187.360}{\text{Rp. } 513.887.124,96} \\
&= 7,2 \text{ tahun} \\
\text{Probability Index (PI)} &= \frac{\text{total profit komulatif}}{\text{investasi awal}} \\
&= \frac{\text{Rp. } 6.404.169.432}{3.671.187.360} \\
&= 1.74
\end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian dan analisis data perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat dengan sistem Off-Grid di Kampung Yabanda, Distrik Yaffi, dapat disimpulkan bahwa pembangunan sistem ini merupakan solusi yang layak dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat setempat. Estimasi kebutuhan energi harian kampung ini mencapai 147,860 kWh, dengan daya yang dibutuhkan sebesar 29,9 kWp, sehingga direncanakan pembangunan PLTS berkapasitas 30 kWp.

Sistem PLTS yang direncanakan terdiri atas lima array, masing-masing berisi 20 panel surya tipe monocrystalline berkapasitas 300 Wp, dengan total 100 unit panel. Tiga unit inverter masing-masing berkapasitas 30 kWp disiapkan

untuk menunjang kinerja sistem ini. Total daya yang dibangkitkan mencapai 30.000 Wp atau 30 kWp, dengan kinerja sistem yang memperhitungkan kehilangan daya (losses) sebesar 20% dan performance ratio sebesar 80%.

Investasi awal yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTS ini mencapai Rp3.671.360.000, mencakup pekerjaan umum, mekanikal-elektrikal, dan sipil. Selain itu, biaya operasional dan pemeliharaan tahunan diperkirakan sebesar Rp36.771.873, serta biaya penggantian baterai sebesar Rp330.000.000 selama periode 20 tahun.

Analisis kelayakan finansial menunjukkan hasil yang positif dengan nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp6.404.169.432, Profitability Index (PI) sebesar 1,74, dan Discounted Payback Period (DPP) selama 20 tahun. Ketiga indikator ini menunjukkan bahwa investasi pembangunan PLTS Yabanda secara ekonomi layak dilaksanakan.

Dengan kemampuan menghasilkan energi sebesar 128,880 kWh per hari dan 47.041 kWh per tahun, PLTS Terpusat Kampung Yabanda dinilai mampu memenuhi kebutuhan energi masyarakat secara mandiri dan berkelanjutan, sekaligus mendorong kemandirian energi di wilayah perbatasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdillah, M. P. R. (2023). *EVALUASI KINERJA PLTS 1200WP DI DESA BUNGKU DUSUN KUNANGAN JAYA II RT. 28* (Doctoral dissertation, Teknik Elektro).
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Keerom. (26 September 2023). *Distrik Yaffi Dalam Angka 2023*.
- [3] Bambang Winardi, Agung Nugroho 2018. Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro.
- [4] Ferdyson, F., & Windarta, J. (2023). Overview Pemanfaatan dan Perkembangan Sumber Daya Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 4(1), 1-6.
- [5] Hutajulu, A. G., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23-33.

- [6] I K. Agus Setiawan, dkk. 2014. Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinter koneksi Jaringan di Kayubih, Bangli. *Teknologi Elektro*. Vol. 13 No. 1 Januari - Juni 2014.
- [7] Kariongan, Y. (2022). KAJIAN KINERJA PLTS KOMUNAL SISTEM *OFF GRID* DI KAMPUNG KALIFAM DISTRIK WARIS KABUPATEN KEEROM. *Journal of Syntax Literate*, 7(4).
- [8] Kariongan, Y., & Joni, J. (2022). Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat 20 kWp di Kampung Ampas Distrik Waris Kabupaten Keerom. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3591-3598.
- [9] Karuniawan, E. A. (2021). Analisis perangkat lunak *PVsyst*, *pvsol* dan *helioscope* dalam simulasi fixed tilt photovoltaic. *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercubuana*, 12(3), 100-105
- [10] "Pengertian PLTS: Manfaat, Cara Kerja, Komponen, Jenis-jenis." 13 Oct. 2022, <https://pasangpanelsurya.com/pengertian-plts/>
- [11] Suwarti, W., & Prasetyo, B. (2018). Analisis pengaruh intensitas matahari, suhu permukaan & sudut pengarah terhadap kinerja panel surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78-85.
- [12] Usman, M. K. (2020). Analisis intensitas cahaya terhadap energi listrik yang dihasilkan panel surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52-57.
- [13] Vember Restu Kossi, Teknik Elektro 2010, Perencanaan Plts (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah