

## Perencanaan PLTS *Off-Grid* Gedung Kantor Kelurahan Amban Manokwari Papua Barat

Novendry Indrajaya Sijabat<sup>1\*</sup>, Yulianus Rombe Pasalli<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Papua; Jl. Gn. Salju, Amban, Kec. Manokwari Bar., Kabupaten Manokwari, Papua Barat 98314

Received: 02-08-2025

Accepted: 13-08-2025

**Keywords:**

PLTS *Off-Grid*;  
Komponen PLTS;  
Analisis Biaya.

**Correspondent Email:**

n.sijabat@unipa.ac.id

**Abstrak.** Listrik menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat modern saat ini. Sebanyak 88% sumber energi listrik berasal dari sumber energi tak terbarukan, sedangkan hanya 12% energi listrik berasal dari sumber energi baru terbarukan. Penggunaan sumber energi tak terbarukan memberikan dampak buruk yang besar terhadap lingkungan dan kesehatan. Untuk menekan dampak emisi karbon dioksida, penggunaan sumber daya tak terbarukan perlu diminimalkan, dan diganti dengan teknologi yang mampu mengubah sumber energi terbarukan menjadi energi listrik. Merujuk pada Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 dan RUPTL PT.PLN (Persero) tahun 2021–2030 tentang percepatan penggunaan energi terbarukan sebagai sumber daya penghasil energi listrik, peneliti membuat penelitian ini yang bertujuan merencanakan PLTS *Off-Grid* bagi Kantor Kelurahan Amban, Kabupaten Manokwari, Papua Barat. Gedung tersebut membutuhkan energi harian sebesar 20.160 Wh. Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan sistem PLTS dengan panel surya monocrystalline 300 Wp sebanyak 16 unit, inverter hybrid MPPT 48V 100A 5KW 6,25KVA sebanyak 1 buah dan baterai 48V 100Ah sebanyak 17 buah. Total biaya pembuatan PLTS *Off-Grid* (biaya investasi awal + biaya operasional + biaya pemeliharaan) adalah sebesar Rp. 673.000.965.

**Abstract.** Electricity has become a primary necessity in modern society today. Approximately 88% of electrical energy sources come from non-renewable energy sources, while only 12% of electrical energy originates from renewable energy sources. The use of non-renewable energy sources has significant negative impacts on the environment and human health. To reduce the impact of carbon dioxide emissions, the use of non-renewable resources needs to be minimized and replaced with technologies capable of converting renewable energy sources into electrical energy. Referring to Presidential Regulation No. 112 of 2022 and the RUPTL of PT PLN (Persero) for 2021–2030 regarding the acceleration of renewable energy utilization as a source of electricity generation, this study was conducted with the aim of designing an *Off-Grid* Solar Power Plant (PLTS) for the Amban Sub-district Office in Manokwari Regency, West Papua. The building requires a daily energy consumption of 20,160 Wh. Based on the calculations, the designed PLTS system consists of 16 units of 300 Wp monocrystalline solar panels, one hybrid MPPT inverter 48V 100A 5KW 6.25KVA, and 17 units of 48V 100Ah batteries. The total cost of building the *Off-Grid* PLTS (including initial investment, operational, and maintenance costs) amounts to IDR 673,000,965.

## 1. PENDAHULUAN

Dokumen Listrik menjadi kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat modern saat ini, dimanfaatkan di berbagai tempat seperti rumah tangga, sektor industri, institusi pendidikan, hingga perkantoran pemerintahan. Pertumbuhan infrastruktur dan sektor industri turut mendorong meningkatnya permintaan terhadap energi listrik. Peningkatan permintaan ini secara otomatis memerlukan pasokan dan sumber daya yang besar untuk dikelola dan dikonversi menjadi energi listrik. Sebanyak 88% sumber energi listrik berasal dari sumber energi tak terbarukan, 60% diantaranya berasal dari batu bara, 22% dari gas alam lain, dan 6% berasal dari minyak bumi. Sedangkan hanya 12% energi listrik berasal dari sumber energi baru terbarukan seperti sinar matahari, debit air dan lain sebagainya [1].

Penggunaan sumber energi tak terbarukan, seperti bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, dan gas alam), memberikan dampak buruk yang besar terhadap lingkungan dan kesehatan. Dampak utama yang ditimbulkan meliputi pencemaran udara dan air, perubahan iklim, serta degradasi lingkungan dan gangguan kesehatan manusia. Energi dari sumber tak terbarukan, seperti bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, dan gas alam), akan melepaskan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) serta gas rumah kaca lainnya ketika dibakar untuk menghasilkan energi [2]. Emisi karbon dioksida merupakan proses pelepasan gas CO<sub>2</sub> ke atmosfer, yang dapat terjadi secara alami maupun sebagai hasil dari kegiatan manusia. Emisi ini menjadi sorotan penting karena memiliki dampak besar terhadap perubahan iklim dan peningkatan suhu global.

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terlepas ke atmosfer membawa dampak besar bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu konsekuensi utamanya adalah perubahan iklim global, yang ditandai dengan naiknya suhu bumi, meningkatnya kejadian cuaca ekstrem, dan kenaikan permukaan laut. Selain itu, emisi CO<sub>2</sub> turut berkontribusi terhadap pencemaran udara dan air, serta menimbulkan gangguan pada keseimbangan ekosistem dan kondisi kesehatan manusia [3]. Untuk menekan dampak emisi karbon dioksida, penggunaan sumber daya tak terbarukan seperti bahan bakar fosil perlu diminimalkan. Salah satu langkah penting untuk mencapai hal tersebut adalah dengan

mengembangkan atau memanfaatkan teknologi yang mampu mengubah sumber energi terbarukan menjadi energi listrik [4].

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan sinar matahari. Sistem ini bekerja dengan menggunakan panel surya yang terdiri dari sel-sel fotovoltaik untuk mengonversi radiasi matahari menjadi listrik. Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan, mulai dari skala rumah tangga hingga sektor industri. pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, baik secara global maupun di Indonesia. Hal ini didorong oleh berbagai faktor, termasuk penurunan biaya teknologi, peningkatan kesadaran akan energi bersih, dan kebijakan pemerintah yang mendukung [5]. Salah satu kebijakan pemerintah yang mendukung pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk memenuhi pasokan kebutuhan energi listrik adalah Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022.

Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 merupakan regulasi yang mengatur percepatan pengembangan energi terbarukan dalam penyediaan tenaga listrik. Tujuan utama dari peraturan ini adalah mempercepat proses transisi energi di Indonesia dengan mendorong pembangunan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan [6]. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) banyak diminati karena Indonesia, sebagai negara tropis, menerima sinar matahari sepanjang tahun, menjadikannya sumber energi yang melimpah dan mudah dimanfaatkan. Penggunaan PLTS sebagai sumber energi juga sejalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) tahun 2021–2030. Inisiatif ini merupakan bagian dari strategi pemerintah untuk meningkatkan ketersediaan listrik melalui program 35 GW serta mendukung kebijakan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) [7]. Salah satu jenis PLTS skala kecil yang banyak digunakan adalah sistem *off-grid*, yaitu sistem yang beroperasi secara independen tanpa terhubung ke jaringan listrik umum (PLN).

Energi matahari ditangkap oleh panel surya, lalu diubah menjadi listrik dan disimpan di dalam baterai untuk digunakan sesuai kebutuhan [8].

Melihat komitmen pemerintah dan inisiatif PLN tersebut, diusulkanlah penelitian yang berbasis perencanaan ini tentang “Perencanaan PLTS *Off-Grid* Gedung Kantor Kelurahan Amban Manokwari Papua Barat” untuk merealisasikan komitmen untuk mengarah pada sumber energi terbarukan sebagai sumber energi listrik berawal dari gedung milik pemerintahan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Energi Baru Terbarukan

Energi baru terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber-sumber yang tidak akan habis dan dapat diperbarui secara alami, seperti tenaga air (hidro), sinar matahari, angin, serta sumber yang dapat diproduksi secara berkelanjutan seperti biomassa. Sumber utama dari energi terbarukan adalah tenaga surya, yang dapat dimanfaatkan secara langsung, seperti untuk pembangkit listrik dan pemanas, serta menjadi sumber utama bagi beberapa jenis energi baru terbarukan lainnya. Di sisi lain, energi air (hidro), angin, dan biomassa dikategorikan sebagai sumber energi matahari sekunder karena proses pembentukan energinya tetap bergantung pada sinar matahari [9].

### 2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang berfungsi mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui prinsip kerja efek fotovoltaiik. Efek fotovoltaiik adalah suatu proses fisika yang terjadi pada permukaan sel surya saat terpapar sinar matahari. Energi cahaya tersebut kemudian diubah menjadi listrik karena foton dalam cahaya mampu membebaskan elektron, sehingga elektron-elektron tersebut bergerak melalui sambungan semikonduktor tipe n dan p, dan menghasilkan aliran arus listrik [10].

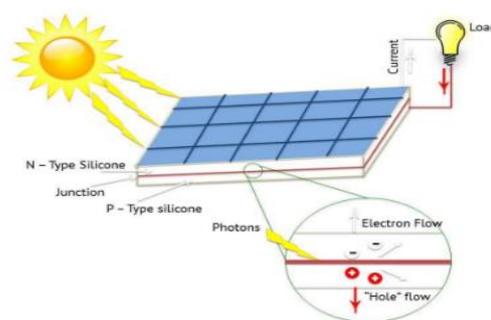
### 2.3. Kelebihan dan Kekurangan PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan solusi yang menjanjikan dan ramah lingkungan sebagai alternatif pengganti pembangkit listrik berbasis uap. Berikut adalah beberapa kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Surya [11] :

- Tenaga matahari/surya merupakan energi terbarukan yang ramah lingkungan, tidak akan pernah habis, dan gratis.
- PLTS mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.
- Umur panel surya adalah investasi untuk jangka panjang.
- Daerah tropis seperti Indonesia bisa menggunakannya.

Disamping itu, Pembangkit Listrik Tenaga Surya juga memiliki kekurangan sebagai berikut [11] :

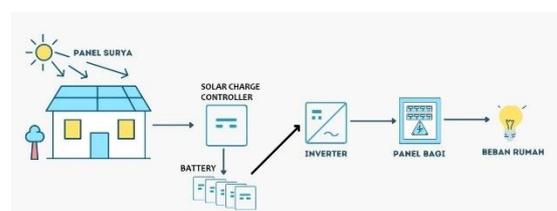
- Pemasangan dan produksi panel surya relatif mahal.
- Panel surya tidak berfungsi dengan baik di malam hari atau saat kurang sinar matahari.



Gambar 1. Skema PLTS

### 2.4. Sistem PLTS *Off-Grid*

PLTS sistem *Off-Grid*, yang juga dikenal sebagai 'PLTS Stand Alone', merujuk pada sistem yang sepenuhnya mengandalkan energi matahari yang diserap oleh panel surya tanpa dukungan dari sumber energi lain seperti generator. Umumnya, sistem ini digunakan untuk menyediakan listrik di wilayah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN [12].



Gambar 2. Skema PLTS *Off-Grid*

### 2.5. Photovoltaic (PV)

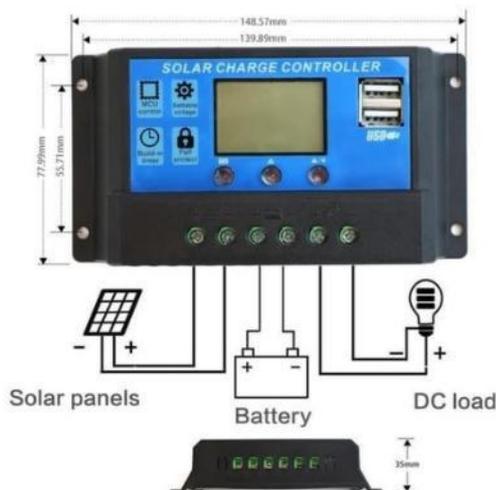
*Photovoltaic*, yang umumnya dikenal sebagai sel surya, merupakan komponen esensial dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang berfungsi mengonversi intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi melalui pemanfaatan energi foton dari cahaya matahari yang membebaskan elektron pada panel surya, khususnya pada sambungan semikonduktor tipe-n dan tipe-p, sehingga menghasilkan aliran listrik yang dikenal sebagai fenomena *photovoltaic* [13].



Gambar 3. *Photovoltaic* (PV)

### 2.6. Solar Charge Controller

*Solar charge controller* merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai pengatur besarnya arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya sebelum dialirkan ke sistem baterai atau aki pada PLTS. Komponen ini berperan untuk mencegah terjadinya *overcharge* maupun *overdischarge* sehingga baterai tidak mengalami kerusakan [14].



Gambar 4. *Solar Charge Controller*

### 2.7. Baterai

Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan sementara energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sekaligus sebagai sumber suplai dan cadangan energi bagi seluruh sistem kontrol pada rangkaian PLTS maupun untuk beban keluaran yang akan digunakan [15].



Gambar 5. Baterai

### 2.8. Inverter

Inverter adalah komponen pada sistem PLTS yang berfungsi mengonversi arus listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh *photovoltaic* atau panel surya menjadi arus listrik bolak-balik (AC), maupun sebaliknya, sehingga energi listrik dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan [14].



Gambar 6. Inverter

## 3. Metode Penelitian

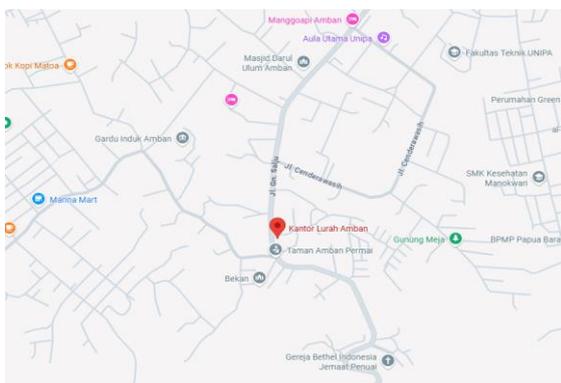
### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Gedung Kantor Kelurahan Amban, Manokwari, Papua Barat. Koordinat lokasi penelitian yaitu ( - 0.8418876264096766, 134.0647060243263 ). Gambar gedung Kantor Kelurahan Amban dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 7. Kantor Kelurahan Amban

Untuk titik koordinat lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah.



Gambar 8. Titik Koordinat Lokasi Penelitian

Data beban yang digunakan pada Kantor Kelurahan Amban selama satu hari yaitu sebesar 10,08 kWh atau setara dengan 10080 Watt/hour. Data beban didapatkan secara langsung dari *stake holder* yang ada pada gedung tersebut sebagai pemegang data. Selain itu, pada penelitian ini juga digunakan data intensitas cahaya matahari di lokasi Kantor Kelurahan Amban yang diperoleh dari Aplikasi Global Solar Atlas. Detail data beban dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Data Beban Kantor Kelurahan Amban

Nama Ruangan	Beban	Jumlah	Daya (W)	Lama Pemakaian (hour)	Jumlah Daya (Wh)
Teras Depan	Lampu LED	1	10	16	160
Lobby / Ruang Tunggu	Lampu LED	2	10	8	160
Ruang Aparat	Lampu LED	7	10	8	560
	PC	7	100	8	5600
Aula	Lampu LED	1	10	8	80
	Kipas Angin	4	50	8	1600
	Stop Kontak	2	50	8	800
Sekeliling Gedung	Lampu LED	7	10	16	1120
<b>Total</b>					10080

### 3.2. Proses Perhitungan Kapasitas Komponen PLTS

Setelah mengetahui data beban, selanjutnya dilakukan proses perhitungan kapasitas tiap komponen penyusun PLTS *Off-Grid*.

- a. Perhitungan PV Area  
Perhitungan PV Area menggunakan persamaan berikut : [8]

$$PV\ Area = \frac{E_b}{G_{sr} \times \eta^{PV} \times \eta_{ef}} \quad (1)$$

- b. Perhitungan *Wattpeak*  
Daya yang dihasilkan oleh PLTS dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut : [8]

$$P_{wp} = PV\ Area \times PSI \times \eta^{PV} \quad (2)$$

- c. Perhitungan Jumlah Panel Surya  
Perhitungan jumlah panel surya diperhitungkan melalui persamaan berikut : [8]

$$Jumlah\ panel\ surya = \frac{P_{wp}}{P_{mpp}} [unit] \quad (3)$$

- d. Perhitungan Kapasitas *Solar Charge Controller*  
Perhitungan kapasitas SCC dapat dihitung dengan persamaan berikut : [8]

$$C_{SCC} = \frac{D_w \times S_f}{V_{mpp}} \quad (4)$$

- e. Perhitungan Kapasitas Inverter  
Kapasitas inverter dapat dihitung menggunakan persamaan berikut : [8]

$$C_{Iv} = D_w \times S_f [watt] \quad (5)$$

- f. Perhitungan Kapasitas Baterai  
Kapasitas baterai ditentukan melalui persamaan berikut : [8]

$$C_{baterai} = \frac{D_N \times E_{day}}{V_s \times DOD \times \eta_{ef}} \quad (6)$$

### 3.3. Perhitungan Biaya PLTS

Perhitungan biaya PLTS akan dilakukan bertahap mulai dari menentukan biaya komponen (investasi awal), kemudian

perhitungan biaya operasional dan biaya pemeliharaan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Penentuan Kapasitas Komponen

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas semua komponen penyusun PLTS *Off-Grid*.

##### 4.1.1. Perhitungan PV Area

Perhitungan PV Area menggunakan persamaan 1 yaitu sebagai berikut :

Diketahui :

$$E_b = 2 \times 10,08 \text{ (} \times 2 \text{ mengantisipasi hari tanpa sinar matahari )} = 20,16 \text{ kWh/hari.}$$

$$G_{sr} = 4,887 \text{ kWh/m}^2\text{/hari (Global Solar Atlas).}$$

$$\eta_{PV} = 18,44 \% = 0,1844.$$

$$\eta_{ef} = 95\% = 0,95 \text{ (diambil dari rata-rata efisiensi komponen).}$$

$$PV \text{ Area} = \frac{E_b}{G_{sr} \times \eta_{PV} \times \eta_{ef}}$$

$$PV \text{ Area} = \frac{20,16}{4,887 \times 0,1844 \times 0,95}$$

$$PV \text{ Area} = 23,55 \text{ m}^2$$

Dengan pemakaian kantor sebesar 20,16 kWh/hari, didapatkan hasil PV Area sebesar 23,55 m<sup>2</sup>. Hasil perhitungan ini kemudian dipakai untuk menghitung *Wattpeak* pada bagian selanjutnya.

##### 4.1.2. Perhitungan Wattpeak

Perhitungan *wattpeak* menggunakan persamaan 2 sebagai berikut :

Diketahui :

$$PV \text{ Area} = 23,55 \text{ m}^2$$

$$PSI = \text{Peak Solar Insolation (1000 W/m}^2\text{)}$$

$$\eta_{PV} = 18,44 \% = 0,1844$$

$$P_{wp} = PV \text{ Area} \times PSI \times \eta_{PV}$$

$$P_{wp} = 23,55 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ W/m}^2 \times 0,1844$$

$$P_{wp} = 4342,35 \text{ Wattpeak}$$

Daya yang dibangkitkan oleh panel surya dengan kebutuhan harian sebesar 20,16 kWh/hari yaitu sebesar 4342,35 W atau dibulatkan menjadi 4500 W.

##### 4.1.3. Perhitungan Jumlah Panel Surya

Panel surya yang digunakan merupakan tipe monocrystalline berkapasitas 300 Wp, dengan total daya yang akan dihasilkan sebesar 4500 Watt, maka jumlah panel surya dihitung menggunakan persamaan 3 sebagai berikut :

Diketahui :

$$P_{wp} = 4500 \text{ W}$$

$$P_{mpp} = 300 \text{ W}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{P_{wp}}{P_{mpp}} \text{ [unit]}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{4500}{300} \text{ [unit]}$$

$$\text{Jumlah panel surya} = 15 \text{ unit}$$

Jumlah minimal panel surya untuk menghasilkan daya sebesar 4500 W yaitu sebanyak 15 unit. Konfigurasi panel surya yang digunakan yaitu sebanyak 2 unit dihubung seri dan disusun paralel sebanyak 8 string dengan total panel sebanyak 16 unit.

Diketahui spesifikasi panel surya :

$$V_{mpp} = 32,7 \text{ V}$$

$$I_{mpp} = 9,17 \text{ A}$$

$$V_{mpp} \text{ (rangkaiannya)} = 32,7 \text{ V} \times 2 = 65,4 \text{ V}$$

$$I_{mpp} \text{ (rangkaiannya)} = 9,17 \text{ A} \times 8 = 73,36 \text{ A}$$

$$P_{mpp} \text{ (rangkaiannya)} = 65,4 \times 73,36 = 4797,74 \text{ W}$$

Dengan konfigurasi rangkaian yang telah dibuat maka daya yang dibangkitkan oleh 16 unit panel surya yaitu sebesar 4797,74 W atau dapat dibulatkan menjadi 4800 W.

##### 4.1.4. Perhitungan Kapasitas Solar Charge Controller

Kapasitas *solar charge controller* untuk membangkitkan daya sebesar 4800 W menggunakan persamaan 4 adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$D_w = 4800 \text{ W}$$

$$S_f = 1,25$$

$$V_{mpp} = 65,4 \text{ V (Tegangan sistem)}$$

$$C_{scc} = \frac{D_w \times S_f}{V_{mpp}}$$

$$C_{scc} = \frac{4800 \times 1,25}{65,4}$$

$$C_{scc} = 91,74 A$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa kapasitas *solar charge controller* yang dipasang yaitu dengan nilai minimal 91,74 A atau lebih. Dengan hasil itu maka akan digunakan tipe MPPT dengan kapasitas lebih dari atau mendekati 91,74 A yaitu dengan kapasitas 100A yang beredar dipasaran.

#### 4.1.5. Perhitungan Kapasitas Inverter

Selanjutnya akan dihitung kapasitas inverter dengan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut :

Diketahui :

$$D_w = 4800 W$$

$$S_f = 1,25$$

$$C_{Iv} = D_w \times S_f [watt]$$

$$C_{Iv} = 4800 W \times 1,25$$

$$C_{Iv} = 6000$$

Dapat dilihat pada perhitungan diatas bahwa didapatkan kapasitas inverter harus diatas atau mendekati 6000. Sehingga setelah melihat pasaran di Indonesia, dipilih inverter dengan kapasitas 6250 VA 5000 W dengan input 48 V.

#### 4.1.6. Perhitungan Kapasitas Baterai

Perhitungan kapasitas baterai menggunakan persamaan 6 adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$D_N = \text{Jumlah hari otonomi ditentukan 3 hari [8]}$$

$$E_{day} = \text{Konsumsi energi harian} = 20160 Wh$$

$$V_s = \text{Tegangan baterai} = 48 V$$

$$DOD = \text{Maksimum pengosongan baterai} = 0,8$$

$$\eta_{ef} = \text{Efisiensi komponen} = 0,95$$

$$C_{baterai} = \frac{D_N \times E_{day}}{V_s \times DOD \times \eta_{ef}}$$

$$C_{baterai} = \frac{3 \times 20160}{48 \times 0,8 \times 0,95}$$

$$C_{baterai} = 1657,89 Ah$$

Kapasitas baterai yang digunakan untuk melayani sistem yaitu sebesar 1657,89 Ah atau dibulatkan menjadi 1700 Ah. Spesifikasi baterai yang digunakan dan banyak dijual dipasaran yaitu sebesar 48 V – 100 Ah sehingga baterai dapat dirangkai sebagai berikut :

$$Seri = \frac{48 V}{48 V} = 1 \text{ buah}$$

$$Paralel = \frac{1700 Ah}{100 Ah} = 17 \text{ buah}$$

Maka total jumlah baterai yang dibutuhkan untuk PLTS *Off-Grid* Kantor Kelurahan Amban Kabupaten Manokwari Papua Barat yaitu sebanyak 1 x 17 = 17 buah.

## 4.2. Analisis Biaya PLTS

### 4.2.1. Penentuan Biaya Komponen (Investasi Awal)

Biaya komponen didapat dari informasi yang berasal dari *marketplace* di Indonesia dan sebagian berasal dari PT. Wedosolar Indonesia [8]. Biaya komponen ini lah yang akan menjadi investasi awal dari PLTS, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Harga Komponen PLTS

No	Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
1	Panel Surya 300WP SOLANA Monocrystalline	16	Rp2,902,000	Rp46,432,000
2	6.25KVA 5KW 48V Off grid hybrid solar inverter 100A MPPT with WiFi monitoring	1	Rp5,502,000	Rp5,502,000
3	Battery Shoto Lifepo4 48V 100Ah - Shoto 2022-2023	17	Rp6,991,262	Rp118,851,454
4	Kabel PV 2x2,5 mm	100	Rp16,000	Rp1,600,000
5	Kabel NYAF 6 mm	3	Rp825,500	Rp2,476,500
6	Aksesoris (skun,mur,klem,skrup,kabel ties, mcb, dll)	1	Rp2,000,000	Rp2,000,000
7	Panel box	1	Rp1,650,000	Rp1,650,000
8	Rak Baterai	1	Rp750,000	Rp750,000
9	Socket Connector	20	Rp18,500	Rp370,000
<b>Total</b>				<b>Rp179,631,954</b>

Berdasarkan tabel di atas, maka biaya investasi awal PLTS *Off-Grid* untuk Kantor Kelurahan Amban, Kabupaten Manokwari, Papua Barat adalah sebesar Rp. 179.631.954.

#### 4.2.2. Perhitungan Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Pergantian baterai dilakukan sebanyak 4 kali dalam kurun waktu 25 tahun (setiap 5 tahun sekali). Perhitungan biaya operasional PLTS dilakukan dengan mempertimbangkan masa pakai baterai, sebagaimana ditunjukkan pada perhitungan berikut : [8]

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional} &= 4 \times \text{Rp } 118.851.454 \\ &= \text{Rp } 475.405.816 \end{aligned}$$

Sedangkan biaya pemeliharaan PLTS per tahun dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemeliharaan} &= 1\% \times \text{Rp. } 179.631.954 \\ &= \text{Rp. } 1.796.320 \end{aligned}$$

PLTS pada penelitian ini dirancang untuk beroperasi selama 25 tahun, sejalan dengan umur pakai panel surya. Tingkat diskonto yang digunakan adalah sebesar  $i = 10,02\%$ , yang dihitung berdasarkan persamaan berikut :

Diketahui :

$$A = 179.631.954$$

$$n = 25 \text{ (masa penggunaan)}$$

$$\begin{aligned} AW &= A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \\ &= 1.796.320 \left[ \frac{(1+0,1)^{25} - 1}{0,1(1+0,1)^{25}} \right] \\ &= 1.796.320 \times 10 \\ &= \text{Rp. } 17.963.200 \end{aligned}$$

Biaya tetap pemeliharaan selama periode 25 tahun sebesar Rp. 17.963.200, maka total biaya investasi selama 25 tahun adalah sebesar Rp. 179.631.954 + Rp 475.405.816 + Rp. 17.963.200 = Rp 673.000.965. Maka total biaya pembuatan PLTS adalah sebesar Rp. 673.000.965.

## 5. KESIMPULAN

- a. Berdasarkan pengumpulan data dan perhitungan, kebutuhan energi harian Kantor Kelurahan Amban, Kabupaten Manokwari, Papua Barat yaitu sebesar 20.160 Wh/hari dan daya yang dibangkitkan sebesar 4500 wattpeak. Berdasarkan data tersebut digunakan panel surya tipe *Monocrystalline* 300 Wp sebanyak 16 unit yang disusun seri sebanyak 2 unit dan disusun paralel sebanyak 8 string, inverter yang digunakan yaitu yang menjadi satu dengan Solar Charge Controller MPPT 48 V 100 A 5 KW 6,25 KVA sebanyak 1 buah, dan baterai 48 V 100 Ah sebanyak 17 buah.
- b. Total biaya pembuatan PLTS *Off-Grid* Kantor Kelurahan Amban, Kabupaten Manokwari, Papua Barat ( biaya investasi awal + biaya operasional + biaya pemeliharaan ) yaitu sebesar Rp. 673.000.965.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Q. Gani, A. Mustaqim, R. Maharsi and M. I. Damara, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Hibrid di Kelompok Ternak Sukamaju II," *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, pp. 186-195, 2025.
- [2] N. L. A. Anggasari, I. A. D. Giriantari and I. W. Sukerayasa, "Rancangan Plts Atap Di Gedung Rumah Jabatan Gubernur Provinsi Bali," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, pp. 113-120, 2023.
- [3] D. Labiba And W. Pradoto, "Sebaran Emisi Co2 Dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Area Industri Di Kendal," *Jurnal Pengembangan Kota*, Vol. 6, No. 2, Pp. 164-173, 2018.
- [4] D. Herliyanso and O. A. Rozak, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid Sebagai Suplai Daya Listrik Perpustakaan Universitas Pamulang," *ELECTRICES - Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 20-29, 2023.
- [5] L. M. Hayusman And N. Saputera, "Studi Perencanaan Panel Kendali Plts-Pln Berdasarkan Kapasitas Baterai Untuk Plts Off-Grid," *Jurnal Sains Terapan*, Vol. 8, No. 1, Pp. 35-44, 2022.
- [6] G. A. D. A. Pranitha and N. Lubis, "Studi Perencanaan Pusat Listrik Tenaga Surya Off

- Grid 50 kWp," *Sinusoida*, vol. XX, no. 3, pp. 14-20, 2018.
- [7] H. B. Nurjaman and T. Purnama, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi energi Terbarukan Rumah Tangga," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 06, no. 02, pp. 136-142, 2022.
- [8] R. Rahman, "Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal di Kota Banjarbaru," *EEICT*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- [9] J. S. Setyono, F. H. Mardiansjah and M. F. K. Astuti, "Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang," *Jurnal Riptek*, vol. 13, no. 2, pp. 177-186, 2019.
- [10] D. A. Pratama and I. H. Siregar, "Uji Kinerja Panel Surya Tipe Polycrystalline 100 Wp," *JPTM*, pp. 79-85, 2018.
- [11] F. Pijoh, B. Duta and L. P. Purba, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan," *Industrial & System Engineering Journals*, vol. 2, no. 2, pp. 201-207, 2024.
- [12] A. Setyawan and A. Ulinuha, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 24, no. 1, pp. 23-28, 2022.
- [13] J. D. F. Laksono, E. E. Prasetyo and G. Marausna, "Analisis Efektivitas Kinerja Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Dengan Photovoltaic 200 WP," *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 8, no. 1, pp. 17-28, 2022.
- [14] B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10-14, 2018.
- [15] C. I. Cahyadi, "Efektifitas Kinerja Solar Cell Pada PLTS Dengan Sumber 50WP," *Teknovasi*, vol. 7, no. 3, pp. 47-56, 2020.