

PEMBANGUNAN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* KAPASITAS 6 KWP DI YAYASAN AZ-ZAWIYAH TANJUNG BATU, OGAN ILIR, SUMATERA SELATAN

Imas Ning Zhafarina¹

Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Sriwijaya¹

imas.ning.zhafarina@polsri.ac.id¹

ABSTRAK

Pembangunan instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) off-grid telah dilakukan di Yayasan Az-Zawiyah Tanjung Batu, Ogan Ilir, Sumatera Selatan. PLTS dengan kapasitas 6 kilowatt-peak (kWp) ini bertujuan untuk menyediakan sumber energi yang dapat diandalkan dan berkelanjutan bagi yayasan tersebut. Penelitian ini mencakup proses perencanaan, pengadaan peralatan, instalasi, dan pengujian PLTS. Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan, analisis kebutuhan energi, pemilihan lokasi, serta pemilihan dan pengadaan peralatan yang sesuai. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa PLTS *Off-Grid* mampu memenuhi kebutuhan energi yayasan dengan baik, mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, pembangunan PLTS ini juga memberikan manfaat sosial ekonomi bagi masyarakat sekitar, dengan meningkatkan aksesibilitas terhadap energi listrik yang terjangkau dan dapat meningkatkan kualitas hidup mereka. Penelitian ini memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan di daerah pedesaan, serta memperkuat kesadaran akan pentingnya penggunaan energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya, *Off-Grid*, Energi Terbarukan

ABSTRACT

The construction of an off-grid solar power plant installation has been carried out at the Az-Zawiyah Tanjung Batu Foundation, Ogan Ilir, South Sumatra. This solar power plant with a capacity of 6 kilowatt-peak (kWp) aims to provide a reliable and sustainable energy source for the foundation. This research includes the planning process, equipment procurement, installation and testing of solar power plant. The research methods used include field surveys, energy needs analysis, location selection, and selection and procurement of appropriate equipment. The results of this research show that off-grid solar power plant is able to meet the foundation's energy needs well, reduce dependence on conventional energy sources, and reduce negative impacts on the environment. Apart from that, the construction of solar power plant also provides socio-economic benefits for the surrounding community, by increasing accessibility to affordable electrical energy and improving their quality of life. This research makes a positive contribution to the development of renewable energy technology in rural areas, as well as strengthening awareness of the importance of using renewable energy for sustainable development.

Key words : Solar Power Plants, *Off-Grid*, Renewable Energy

1. PENDAHULUAN

Salah satu kebutuhan masyarakat modern adalah energi. Salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan, yaitu energi bersih dan terjangkau, menjamin akses energi yang murah, terjangkau, berkelanjutan, dan terkini untuk seluruh masyarakat[1]. Energi surya menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan. Dengan lokasinya di garis khatulistiwa, Indonesia menerima sinar matahari yang cukup

sepanjang tahun. Oleh karena itu, penggunaan energi surya sebagai pembangkit listrik tenaga surya sangat diminati dan mulai dikembangkan di seluruh negeri melalui banyak penelitian dan pengujian[2].

Panel surya mengubah radiasi matahari menjadi sistem listrik untuk mendapatkan energi surya. Didasarkan pada konfigurasi komponennya, sistem PLTS dapat diklasifikasikan menjadi sistem *On-Grid* yang terhubung langsung ke jaringan listrik PLN,

sistem *Off-Grid* yang tidak terhubung ke jaringan PLN, dan sistem *Hybrid* yang menggabungkan kedua sistem tersebut[3].

Penggunaan teknologi fotovoltaik memiliki beberapa keuntungan dengan tersedianya sumber daya yang melimpah dan gratis, biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS relatif cukup kecil, dan ramah terhadap lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas dan limbah cair atau padat yang berbahaya bagi sekitar [4]. Yayasan Az-Zawiyah, yang berlokasi di Desa Tanjung Batu di Kabupaten Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Yayasan Az-Zawiyah bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa dengan tidak membebankan biaya pendidikan kepada murid yang bersekolah di yayasan tersebut. Dengan adanya sekolah gratis yang tidak memungut biaya pendidikan tersebut membuat minat anak-anak yang dapat dikatakan kurang mampu dalam sisi ekonomi keluarga dapat menimba ilmu dengan bersemangat dan antusias. Meskipun Yayasan telah mendapatkan suplai listrik dari PT. PLN, pemadaman sering terjadi. Sementara desa ini memiliki potensi energi surya yang besar karena hampir sepanjang tahun terkena sinar matahari kurang lebih 12 jam setiap hari [5].

Yayasan Az-Zawiyah telah menerapkan digitalisasi dalam proses pendidikan. Banyak proses pembelajaran yang menggunakan teknologi perangkat elektronik yang kuat seperti komputer *server*, *PC*, dan jaringan internet. Semua teknologi ini membutuhkan listrik terus menerus. Suplai daya listrik tidak boleh terputus karena otomatis akan menghentikan proses belajar mengajar. Oleh karena itu, ketersediaan sumber daya cadangan melalui energi surya harus menjadi komponen yang disiapkan untuk memastikan bahwa aktivitas yang memanfaatkan peralatan elektronik ini akan terus beroperasi [6].

Pembangunan instalasi (PLTS) telah menjadi salah satu solusi utama dalam memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan, terutama di daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik konvensional. Sumatera Selatan, dengan lanskap geografisnya yang beragam memiliki beberapa tantangan dalam menyediakan akses

listrik yang stabil dan terjangkau bagi seluruh masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Sistem PLTS *Off-Grid* dapat memenuhi kebutuhan listrik di daerah terpencil atau sulit dijangkau dengan jaringan PLN karena sistem ini hanya didukung oleh energi matahari yang ditangkap oleh panel surya tanpa bantuan generator jenis lain [7]. Hal itu juga yang melatarbelakangi studi ini dilakukan guna untuk melakukan pembangunan instalasi PLTS *Off-Grid* kapasitas 6 kWp yang dapat menyuplai energi listrik dan memberikan kontribusi terhadap pembangunan maupun kemajuan penggunaan energi terbarukan bagi Yayasan Az-Zawiyah Tanjung Batu, Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

PLTS menghasilkan energi terbarukan yang terus berlanjut dan ramah lingkungan. Instalasi PLTS terbagi menjadi dua kategori, sistem PLTS terhubung ke jaringan (*On-grid PV plant*), juga dikenal sebagai PLTS *stand alone*, dan sistem PLTS yang tidak terhubung ke jaringan (*Off-grid PV plant*), lalu sistem *hybrid* yang digunakan bersama dengan jenis pembangkit listrik lain [8].

Jenis sel surya pada umumnya terdiri dari [9]:

- a. Sel surya monokristalin: Terbuat dari kristal silikon tunggal, sel surya monokristalin biasanya memiliki efisiensi yang tinggi dan tampilan yang lebih seragam. Mereka bagus dalam ruang terbatas dan kondisi cahaya rendah, tetapi biasanya lebih mahal untuk dibuat.
- b. Sel surya polikristalin: Sel surya polikristalin dibuat dari bahan silikon polikristalin yang terdiri dari beberapa kristal. Meskipun efisiensinya sedikit lebih rendah, polikristalin biasanya lebih murah untuk dibuat dan dapat digunakan dalam skala besar.
- c. Sel surya *thin-film*: juga dikenal sebagai film tipis: Ini terbuat dari lapisan tipis bahan semikonduktor seperti kadmiyum telurida atau silikon amorfus, atau sel surya tipe CIGS (tembaga, indium, galium, dan selenida). Sel surya *thin-film* biasanya lebih ringan, fleksibel, dan mudah dimasukkan ke dalam bangunan atau

perangkat elektronik.

3. METODOLOGI

Dalam proyek pemasangan PLTS di Yayasan Az-Zawiyah Kecamatan Tanjung Batu pekerjaan terbagi menjadi beberapa macam, pekerjaan tersebut meliputi pekerjaan sipil, pekerjaan mekanik dan pekerjaan elektrik.

1. Pekerjaan Sipil

Pekerjaan sipil terbagi menjadi beberapa bagian, diantaranya yaitu:

- Pembersihan lahan
- Perataan tanah
- Pengecoran tiang pondasi untuk support PV

- Pemasangan pagar pembatas PV
- Pembuatan papan nama CSR

2. Pekerjaan Mekanik

Pekerjaan mekanik terbagi menjadi beberapa bagian, diantaranya yaitu:

- Pembuatan *support* PV dari rangka baja ringan
- Pembuatan *support battery*
- Pembuatan tiang penyangga kabel output PV modul

3. Pekerjaan Elektrik

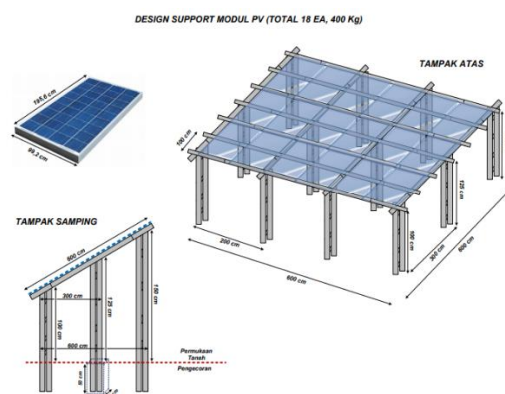
Pekerjaan elektrik terbagi menjadi beberapa bagian, diantaranya yaitu:

- Pemasangan PV modul
- Pemasangan inverter
- Pemasangan *battery*
- Koneksi penarikan kabel output pembebanan
- Pemasangan *Change Over Switch (COS)*
- Pemasangan lampu, fitting dan sakelar
- Perbaikan instalasi pada gedung yayasan
- Pemasangan panel *power* dan *control*.

Sebelum melakukan pemasangan PLTS di Yayasan Az-Zawiyah Kecamatan Tanjung Batu dilakukan survei terlebih dahulu dan telah dilakukan perhitungan atau kalkulasi terhadap pembebanan di beberapa ruangan di yayasan tersebut. Pemasangan PLTS tersebut dapat membantu suplai kebutuhan daya di beberapa ruangan, seperti ruang pengurus yayasan dan kantor Az-Zawiyah, ruang kelas SMP (sebanyak 9 ruang), ruang kelas SMK (sebanyak 10 ruang), ruang Kepala Sekolah, ruang Guru, ruang Tata Usaha, ruang

perpustakaan dan OSIS.

Dalam proyek pemasangan PLTS di Yayasan Az-Zawiyah Kecamatan Tanjung Batu, ada beberapa peralatan yang dibutuhkan dalam pemasangan PLTS ini. Peralatan tersebut merupakan komponen penting yang harus ada dalam setiap PLTS dan peratan pendukung lainnya.



Gambar 1. Desain Modul Fotovoltaik
(Sumber: Dokumentasi, 2023)

Desain dari PLTS dibuat dengan dimensi ukuran 600 cm x 600 cm dengan jumlah 21 modul fotovoltaik (Lihat Gambar 1). Modul fotovoltaik yang digunakan adalah jenis *polycrystalline*. Jenis ini memiliki dimensi yang besar dan menghasilkan efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis *monocrystalline*. Kelebihan dari jenis *polycrystalline* ialah mampu mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dalam keadaan cuaca yang berawan dan harganya sendiri tergolong lebih murah di pasaran [10].

Perancangan sistem PLTS *off-grid* dengan kapasitas 6 kWp dibuat berdasarkan analisis kebutuhan energi dan karakteristik lokasi. Desain meliputi pemilihan komponen PLTS, seperti panel surya, baterai penyimpan energi, pengontrol muatan, dan inverter.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pemasangan PLTS *off-grid*, diperlukan perhitungan beban harian termasuk mengetahui berapa banyak energi yang dikonsumsi oleh masing-masing peralatan setiap hari yang ada pada Yayasan Az-Zawiyah, menghitung daya dan waktu yang digunakan oleh masing-masing

peralatan, menjumlahkan semua kebutuhan energi peralatan untuk menghasilkan beban harian total, menghitung kapasitas sistem PLTS yang diperlukan berdasarkan beban harian total, dan memastikan bahwa ada cadangan energi yang cukup.

Langkah pertama dalam menentukan beban harian pada yayasan Az-Zawiyah adalah mengidentifikasi peralatan yang digunakan setiap hari seperti lampu penerangan, AC, komputer, printer, dan peralatan elektronik lainnya. Melakukan pencatatan daya listrik dari masing-masing peralatan. Daya listrik biasanya tertera pada label peralatan. Langkah selanjutnya dengan menentukan estimasi waktu penggunaan setiap peralatan dalam sehari. Sebagai contoh adalah lampu penerangan indoor 5 Watt pada ruang kelas SMP yang dinyalakan selama 2 jam perhari. Untuk menghitung energi beban harian dengan cara kalikan daya listrik dengan waktu penggunaan untuk setiap peralatan. Dengan rumus sebagai berikut [11]:

$$W = P \times t \dots\dots (4.1)$$

Keterangan:

- W = Energi Beban Harian (W/Hari)
- P = Total Daya (Watt)
- t = Waktu Pakai (Jam/Hari)

Contoh Perhitungan Energi Beban Harian

- a. lampu penerangan 5 Watt *Indoor* (3 Buah) pada ruang kelas SMP

$$W = 15 W \times 2$$

$$= 30 W/hari$$
- b. Air Conditioner 1 PK (1 Buah) pada Kantor Yayasan & Gudang

$$W = 600 W \times 7$$

$$= 4,200 W/hari$$
- c. lampu penerangan 5 Watt *Outdoor* (1 Buah) pada ruang kelas SMK

$$W = 5 W \times 10$$

$$= 50 W/hari$$

Tabel 1. Perhitungan Beban Harian

Fasilitas (Jumlah)	Daya Beban (W)	Total Daya (W)	Waktu Pakai (Jam/Hari)	Energi Beban Harian (W/Hari)
Ruang SMP (9 Kelas)				
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Indoor</i> (3 Buah)	5	15	2	30
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Outdoor</i> (1 Buah)	5	5	10	50
Stop Kontak (Beban Kipas Angin, Proyektor dll) (2 Buah)	60	120	5	600
Ruang SMK (10 Kelas)				
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Indoor</i> (3 Buah)	5	15	2	30
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Outdoor</i> (1 Buah)	5	5	10	50
Stop Kontak (beban Kipas Angin, Proyektor dll) (2 Buah)	60	120	5	600
Ruang UKS, Perpustakaan, OSIS, Ruang KepSek, Ruang Guru, Ruang Tata Usaha dan Toilet				
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Indoor</i> (22 Buah)	5	110	2	220
Stop kontak (beban Kipas Angin, Proyektor, <i>Speaker</i> , Laptop, <i>printer</i> , komputer dll) (17 Buah)	60	1,020	8	8,160
<i>Air Conditioner</i> 1 PK (1 Buah)	600	600	7	4,200
Kantor Yayasan & Gudang				
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Indoor</i> (7 Buah)	5	35	4	140
Lampu Penerangan 5 Watt <i>Outdoor</i> (3 Buah)	5	15	10	150
stop kontak (Beban Kipas Angin, Proyektor, <i>Speaker</i> , Laptop, <i>printer</i> , komputer dll) (8 Buah)	60	480	8	3,840
<i>Air Conditioner</i> 1 PK (1 Buah)	600	600	7	4,200
Total	71	3,140		22,270

Setelah mengidentifikasi peralatan dan kebutuhan listriknya, berikutnya adalah menentukan jumlah energi yang dibutuhkan oleh masing-masing peralatan serta jumlah waktu yang digunakannya setiap hari. Adapun total daya yang diperlukan untuk setiap fasilitas elektronik pada yayasan Az-Zawiyah sebesar 3,140 W dengan total energi beban harian sebesar 22,270 W.

4.1. Perhitungan Jumlah Baterai

Jumlah baterai yang diperlukan untuk PLTS *Off-Grid* bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti konsumsi energi harian, kebutuhan energi *backup*, dan kapasitas baterai yang tersedia. Untuk menghitung jumlah baterai yang digunakan diperlukan data berupa *depth of discharge*, tegangan kerja sistem, kebutuhan energi baterai, dan *Ampere Hour* baterai[11].

Jumlah baterai yang diperlukan dapat dihitung dengan mengalikan konsumsi energi harian dengan jumlah hari cadangan. Jumlah baterai yang diperlukan juga bergantung pada kapasitas baterai yang tersedia di pasaran dan penggabungan baterai rangkaian paralel atau seri untuk mencapai kapasitas yang dibutuhkan yang dihitung dari total kapasitas baterai dibagi dengan efisiensi baterai.

- Jumlah hari tanpa matahari = 0.15 hari
- *DOD (Depth of Discharge)* batas pengambilan energi = 80%
- Efisiensi Baterai = 90%
- Tegangan sistem baterai = 12 VDC
- Total jumlah kebutuhan AH beban perhari = $3,140/12 = 1855.833$ AH/hari
- Total Kapasitas Baterai yang dibutuhkan = 347.969 AH
- Jika kapasitas baterai yang dipilih 100 AH, maka jumlah baterai yang dibutuhkan = 4 Ea

Dari perhitungan jumlah baterai yang dibutuhkan pada PLTS *Off-Grid* dengan kapasitas 6 kWp sebanyak 4 unit. Perhitungan

jumlah baterai dalam PLTS *Off-Grid* dengan menggunakan 4 baterai dilakukan untuk memastikan bahwa sistem memiliki kapasitas penyimpanan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik selama periode ketika panel surya tidak menghasilkan energi, misalnya pada malam hari atau saat cuaca mendung.

4.2. Perhitungan Jumlah PV

Perhitungan jumlah panel surya (PV) pada PLTS *Off-Grid* bergantung pada konsumsi energi harian dari setiap perangkat yang akan dipasang ke sistem. Setelah mengetahui konsumsi energi harian, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah total energi yang dihasilkan oleh satu panel surya dalam satu hari. Ini mencakup menghitung berapa banyak panel surya yang diperlukan setiap hari untuk menghasilkan jumlah energi yang cukup, mengambil faktor seperti efisiensi panel surya, jumlah radiasi matahari yang diterima dan kehilangan energi selama proses konversi. Kemudian, dengan membagi total konsumsi energi harian dengan energi yang dihasilkan oleh satu panel surya, jumlah panel surya yang diperlukan dapat dihitung. Selain itu, untuk memastikan bahwa jumlah panel surya yang direncanakan cukup untuk memenuhi kebutuhan energi harian, efisiensi sistem secara keseluruhan, seperti efisiensi inverter dan baterai, harus dipertimbangkan dalam perhitungan ini.

- *Peak Sun hour (PSH)* = 5 jam
- *PR(Performance Ratio)/FF(Fill Factor)* dari PV = 0.8
- *DF (Dissipation Factor)* PV bekerja = 0.8
- Pm PV (Daya maksimum) = 370
- Energi output PV yang dibutuhkan = 22,270
- Tegangan PV maksimum saat STC ($V_{mpp}=17,8V$) = 15.13 V
- Total Output Energi 1 Ea PV per hari = 1535.5 WH

- Total Output Energi 1 Ea PV per hari pada temperature operasi = 1228.4 WH
- Kapasitas PV array aktual dibutuhkan = 5366.265 Watt Peak
- Jumlah PV minimal = 18 Ea
- Kapasitas Pembangkit PLTS = 6707.831 WP

4.3. Perhitungan Kapasitas *Controller* (SCC/NCR)

Perhitungan kapasitas *controller* (*Solar Charge Controller* atau SCC) atau disebut juga NCR (*Nominal Current Rating*) dalam PLTS *Off-Grid* berguna untuk menentukan ukuran yang tepat dari *controller* yang diperlukan untuk mengatur aliran energi dari panel surya ke baterai, serta mengontrol pengisian dan pengosongan baterai untuk memastikan keseimbangan yang tepat dan memperpanjang umur baterai. Langkah pertama adalah menemukan arus maksimum yang akan dialirkan melalui *controller*. Arus maksimum dari semua panel surya yang akan dihubungkan ke *controller* dapat dijumlahkan. Tentukan kemudian tegangan sistem PLTS *Off-Grid* yang akan Anda gunakan. Tegangan ini biasanya bergantung pada jumlah panel surya yang dihubungkan secara paralel dan seri. Untuk memastikan kinerja yang optimal dan untuk mengakomodasi perubahan yang mungkin terjadi dalam produksi energi panel surya, pastikan *controller* memiliki kapasitas daya yang lebih besar dari arus maksimum dan tegangan sistem. Perhitungan kapasitas *controller* sangat penting untuk memastikan sistem PLTS *Off-Grid* beroperasi secara optimal dan dapat mengatur aliran energi dengan efisien sesuai dengan kebutuhan sistem dan beban konsumen.

- I_{sc} PV (Arus Short Circuit) = 3.17 A
- Safety Factor = 1.5
- I_{sc} array PV = 86.205 A
- Batas arus *controller* PV = 80 A
- Arus maksimum beban DC (arus baterai)

= 460 A

- Batas arus *controller* beban (baterai) = 120A
- Lama *charging* baterai = 0.76 jam

4.4. Perhitungan Kapasitas Inverter

Perhitungan kapasitas inverter pada PLTS *Off-Grid* sangat penting untuk memastikan bahwa inverter yang dipilih mampu menangani semua beban listrik yang akan terhubung ke sistem, serta menyediakan daya yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi harian. Fungsi dari inverter yaitu untuk mengubah arus searah menjadi bolak balik harus ditentukan kapasitas sesuai dengan kebutuhan listrik [12]. Dengan mengetahui jumlah beban total, kita dapat memilih inverter dengan kapasitas yang cukup untuk menangani beban tersebut secara efisien. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan aspek lain seperti efisiensi dan kemampuan inverter untuk menangani puncak daya.

- Tegangan *output inverter* = 220 VAC
- Arus DC kontinu maksimum = 460 A
- Estimasi *Surge* arus *starting* beban induktif = 8,640 W
- Kapasitas inverter = 33,405 W
- Pembatas beban dari kapasitas inverter = 1,200

Dari perhitungan kapasitas inverter yang didapatkan sebesar 33,405 W. Perhitungan kapasitas inverter pada PLTS *Off-Grid* dilakukan untuk memastikan bahwa inverter yang dipilih mampu mengubah energi yang dihasilkan oleh panel surya dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga. Langkah pertama dalam perhitungan ini adalah menentukan daya maksimum panel surya dan menentukan tegangan sistem PLTS *Off-Grid* yang akan digunungkan. Pertimbangan dari efisiensi inverter dilakukan perhitungan daya maksimum AC yang akan dihasilkan oleh inverter dari daya maksimum

DC yang didapat dari panel surya. Berdasarkan hasil perhitungan ini, inverter dengan kapasitas yang sesuai dipilih untuk memastikan kinerja terbaik. Faktor keamanan dan kinerja tambahan yang dipertimbangkan saat memilih inverter termasuk perlindungan terhadap tegangan berlebih dan efisiensi konversi yang optimal.

4.5. Perhitungan Total Biaya Pembangunan

Total biaya pembangunan PLTS *Off-Grid* 6 kWp mencakup biaya peralatan seperti panel surya, baterai penyimpanan energi, kontroler pengisian baterai, dan inverter, bersama dengan biaya instalasi, pemeliharaan, pengiriman, dan pajak. Perhitungan ini memperhitungkan semua faktor yang relevan untuk memastikan estimasi biaya yang akurat sebelum memulai proyek pembangunan.

Tabel 2. Perhitungan Total Biaya Pembangunan

<i>Equipment</i>	Jumlah (Unit)	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
Modul surya <i>polycrystalline</i> 320 Wp 72 cells, <i>efficiency</i> 16.51 %	21 EA	4,135,000	86,677,758
<i>Inverter Off grid- Solar inverter pure sine</i> , 6.000 W	1 EA	30,500,000	30,500,000
Kabel <i>Power & Aksesoris PLTS Off-Grid</i>	7 kWp	1,800,000	12,600,000
Panel Listrik <i>Combiner Box</i> 1000 VDC, <i>input 5 string</i> , include DC fuse, proteksi surya petir AC <i>Arrester</i> , DC MCB 1000 VDC (tipe <i>outdoor</i>)	1 Unit	4,200,000	4,200,000
Panel Listrik DC <i>Connection Box</i> , <i>input 4-6 string</i> , include DC <i>isolating</i>	1 Unit	7,350,000	7,350,000

<i>switch size</i> NT01 6P250 A			
Panel Listrik AC <i>Connection Box</i> , 25 kVA, 3 phases, untuk PLTS <i>Off-Grid</i> , <i>metering digital</i>	1 Unit	13,355,000	13,355,000
Mekanikal <i>Battery Support</i> , untuk baterai 500 Ah 1 bank	1 Set	2,540,000	2,540,000
<i>Support Module-Ground Mounted</i> , 6 kWp, <i>Metal Galvanized Ground Mounted</i> , kemiringan 5-10 derajat	1 Set	27,650,000	27,650,000
Jasa Ekspedisi <i>Door to Door</i>	1 Lot	5,800,000	5,800,000
Kebutuhan Material Pengistallan PLTS dan Pembebanan	1 Unit	46,060,000	46,060,000
Jasa Pemasangan ME, Sipil dan Instalasi Gedung	1 Unit	32,400,000	32,400,000
Total			269,132,758
PPN 10%			26,913,276
Grand Total (Total + PPN 10%)			296,046,034

Dari perhitungan total biaya pembangunan PLTS *Off-Grid* dengan kapasitas 6 kWp sebesar Rp. 296,046,034. Total ini mencakup harga panel surya yang tergantung pada merek dan jenis panel, serta efisiensi dan garansi. Biaya Instalasi mencakup biaya tenaga kerja dan material yang diperlukan untuk memasang semua komponen PLTS *Off-Grid*, seperti panel surya, baterai, kontroler pengisian baterai, dan inverter. Biaya ini bervariasi berdasarkan seberapa kompleks instalasi dan di mana pemasangan dilakukan. Dalam menghitung biaya total untuk pembangunan PLTS *Off-Grid*, biaya pengiriman dan pajak juga harus

dipertimbangkan.

5. KESIMPULAN

Pembangunan instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *Off-Grid* dengan kapasitas 6 kWp di Yayasan Az-Zawiyah Tanjung Batu, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, telah memberikan dampak yang positif secara signifikan bagi yayasan dan masyarakat setempat. Melalui implementasi PLTS, berhasil terpenuhi kebutuhan energi yayasan, memberikan akses listrik yang andal dan berkelanjutan bagi aktivitas sehari-hari. Dengan asumsi nilai kapasitas inverter tersebut adalah kapasitas kontinu, maka kapasitas inverter 33.405 W dengan efisiensi 90% dapat membackup total energi beban harian sebesar 30.064,5 W. Nilai tersebut melebihi jumlah total energi beban harian yang diperlukan pada Yayasan Az-Zawiyah sebesar 22,270 W. Penggunaan PLTS ini juga berhasil mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional seperti pembangkit listrik berbahan bakar fosil, yang pada gilirannya membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Secara sosial ekonomi, pembangunan PLTS memberikan manfaat yang signifikan dengan meningkatkan aksesibilitas terhadap energi listrik yang terjangkau bagi masyarakat sekitar. Proses pembangunan PLTS juga memberikan pengalaman berharga dan pembelajaran tentang implementasi teknologi energi terbarukan di daerah pedesaan, yang dapat menjadi model untuk proyek serupa di daerah lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Tonce, Winarni, U. Sholikhah, dan A. Djafar. (2023). Implementasi Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Masyarakat Di Wilayah Km 20 Balikpapan Utara. *J. Pengabd. Kpd. Masy. ITK*, 4, 10–14.
- [2] H. Hardianto. (2019). Utilization of Solar Power Plant in Indonesia: A Review. *Int. J. Environ. Eng. Educ.*, 1, 1–8.
- [3] U. A. Pringsewu. (2021). Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5, 67–75.
- [4] Darmakusumah, Agung, dan A. B., Insani. (2023). Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop Pada Gedung Water Intake PT Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Karang. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 5, 182–190.
- [5] R. Sipahutar. (2022). Pemanfaatan Solar Charge Controller Pada Pembangkit Tenaga Surya Untuk System Charging Battery Di Desa Binaan Unsri. *Semin. Nas. AVoER 14*, 14, 1–5.
- [6] Y. Apriani, W. A. Oktaviani, dan T. Barlian. (2022). Pemanfaatan Sistem Pembangkit Listrik Panel Surya Sebagai Energi Cadangan Di Kelurahan Plaju Darat Palembang. *Jurnal um-tapsel*, 5, 3654–3659.
- [7] A. Manab, I. T. H, A. Rabiula, dan H. Matalata. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi. *J. Electr. Power Control Autom.*, 5, 61.
- [8] R. Putri, S. Meliala, dan Z. Zuraida. (2020). Penerapan Instalasi Panel Surya Off-Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *JET*, 5, 117–120.
- [9] L. Halim. (2022). Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia. *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, 5, 131.
- [10] Hakim, M. Fahmi. (2017). Perancangan Rooftop Off Grid Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *E-jurnal Stimata*, 8, 1–11.

- [11] J. Oliver Ken, I. N. Setiawan, dan I. W. Sukerayasa. (2023). Desain PLTS Off-Grid Berdasarkan Analisis Otonomi Baterai Lead Acid Opzv Di Adidaya Workshop, Jakarta Barat. *J. SPEKTRUM*, 10, 12.
- [12] M. Y. Hi. Abbas dan A. P. A. Sardju. (2022). Perencanaan PLTS Off Grid Di Desa Tolonuo Selatan Kecamatan Tobelo Utara Kabupaten Halmahera Utara. *J. Sci. Eng.*, 5, 33.