

PERENCANAAN SISTEM PLTS *OFF-GRID* UNTUK KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Peprizal^{1*}, Ade Putra Maulana², Sirlus Andreanto Jasman Duli³, Evvin Faristasari⁴, Enggar Hero Istoto⁵

^{1,2,3,4,5}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung; Kawasan Industri Airkantong Sungailiat-Bangka 33211; (0717) 93586

Keywords:

PLTS *Off-Grid*;
Perkebunan Kelapa Sawit;
Energi Surya;
Proteus.

Correspondent Email:

peprizal@polman-babel.ac.id



JITET is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstrak. Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor penting dalam pertumbuhan perekonomian di Indonesia. Salah satu lahan perkebunan kelapa sawit di daerah Kabupaten Pasaman Barat dikembangkan dengan perkiraan luas lahan mencapai 100 hektar. Namun dikarenakan lokasi lahan yang jauh dari pemukiman menyebabkan belum adanya aliran listrik yang bisa digunakan untuk kebutuhan operasional lahan. Penelitian ini memberikan solusi tentang perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem *Off-Grid*. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif dengan jenis penelitian kuantitatif. Berdasarkan perhitungan diperoleh jumlah panel PV sebanyak 14 unit dan menghasilkan total daya 2397,89 W, perhitungan kapasitas SCC diperoleh 35 A, memerlukan kapasitas baterai 12V/100Ah 2 unit, dan inverter 3 kW untuk menghasilkan tegangan AC. Perhitungan RAB untuk kebutuhan material yaitu sebesar Rp. 21.986.000. Hasil ini mengindikasikan perencanaan sistem PLTS layak direalisasikan untuk kebutuhan operasional perkebunan jangka panjang yang hanya memerlukan modal awal pembangunan.

Abstract. Palm oil plantations are one of the important sectors in the growth of the economy in Indonesia. One of the oil palm plantation areas in the Pasaman Barat Regency is being developed with an estimated land area of 100 hectares. However, due to the location of the land being far from settlements, there is currently no electricity supply that can be used for the operational needs of the land. This research provides a solution for the planning of an *Off-Grid* solar power plant (PLTS). The method used is a descriptive method with a quantitative research type. Berdasarkan perhitungan, jumlah panel PV yang diperoleh adalah 14 unit, menghasilkan total daya sebesar 2397,89 W, perhitungan kapasitas SCC adalah 35 A, memerlukan kapasitas baterai 12V/100Ah 2 unit, dan inverter 3 kW untuk menghasilkan tegangan AC. The calculation of the Bill of Quantities (BoQ) for material needs amounts to Rp. 21,986,000. This result indicates that the planning of the solar power system is feasible for the long-term operational needs of the plantation, which only requires initial construction capital.

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor penting dalam pertumbuhan perekonomian di Indonesia, namun pengelolaannya seringkali menghadapi tantangan besar dalam hal penyediaan energi

listrik. Salah satu permasalahan utama adalah letak geografis perkebunan kelapa sawit yang umumnya berada di daerah terpencil dan jauh dari permukiman penduduk. Kondisi ini membuat pasokan listrik dari jaringan PLN

menjadi tidak tersedia atau tidak ekonomis untuk dibangun pada area tersebut [1].

Salah satu lahan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat dikembangkan dengan perkiraan luas lahan mencapai 100 hektar dalam satu hamparan. Untuk operasional lahan seperti penerangan, pendistribusian air untuk air bersih dan penyiraman bibit, pemasak nasi dan alat elektronik lainnya membutuhkan supply energi listrik yang memadai dalam mendukung aktivitas perkebunan. Listrik pada sektor perkebunan sangatlah dibutuhkan guna memperlancar aktivitas lahan perkebunan [2].

Lokasi lahan tersebut di atas memiliki jarak tempuh 2 jam perjalanan, dengan kondisi jalan yang berlumpur dan lunak mengharuskan perjalanan menggunakan kendaraan khusus. Oleh karena itu sumber listrik belum pernah tersedia sampai kepada lahan tersebut. Hal ini tentunya berdampak terhadap sulitnya operasional lahan. Tanpa akses listrik yang andal, berbagai aktivitas penting di perkebunan seperti pemompaan air, pengolahan hasil panen, penerangan, serta operasional mesin dan peralatan mengalami keterbatasan [3].

Dari permasalahan yang ada, maka penelitian ini akan memberikan solusi yaitu perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang nantinya dapat mensupply energi listrik untuk keperluan operasional lahan perkebunan. PLTS merupakan pemanen energi listrik dengan cara mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik yang menggunakan prinsip efek photovoltaic dari cahaya matahari menjadi listrik [4]. Pembangkit ini termasuk kategori energi baru terbarukan karena tidak memiliki limbah dan bahan bakar fosil dalam prosesnya. Sistem ini cocok digunakan pada lahan perkebunan yang termasuk daerah terpencil dengan memanfaatkan sinar matahari yang melimpah dan tidak membutuhkan bahan bakar [5].

Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, pemerintah Indonesia mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT), termasuk energi surya yang memiliki potensi besar, yaitu sebesar 207,8 GWp dari total 442 GW potensi EBT nasional [6].

Pada sistem pembangkit ini, peneliti akan mengkaji terkait perencanaan PLTS dengan sistem *Off-Grid*. Pemilihan model *Off-Grid* merujuk pada kondisi lahan yang tidak memiliki pembangkit listrik sama sekali,

sehingga perencanaan pembangkitan akan disupply oleh pemanfaatan radiasi matahari secara mandiri. PLTS *Off-Grid* (terpusat) merupakan sistem pembangkitan yang hanya mengandalkan tenaga matahari menjadi energi listrik [7].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem PLTS

Pemanfaatan radiasi surya dari sel surya sebagai pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik sering disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya [8]. Terdapat 3 macam sistem PLTS. Pertama PLTS *On-Grid*, jenis ini merupakan penggabungan dua sumber energi listrik yang biasanya combine jaringan listrik PLN dan panel surya yang dijadikan satu pembangkit. Penggabungan PLTS dan PLN menghasilkan output energi yang langsung digunakan untuk memenuhi kebutuhan beban maupun diekspor ke jaringan ketika terjadi kelebihan produksi daya [9].

Kedua yaitu PLTS *Off-Grid* yang sering disebut sistem berdiri sendiri (*stand-alone*). Jenis ini bekerja secara mandiri dalam memanen energi listrik, sehingga penggunaan di area terpencil dianjurkan. Sistem *Off-Grid* mengalirkan energi yang dihasilkan dan digunakan langsung pada beban atau disimpan dalam baterai untuk digunakan panel PV tidak disinari matahari [1]. Ketiga yaitu Sistem PLTS *hybrid*, jenis ini adalah penggabungan dari kedua sistem sebelumnya di mana pada sistem ini terhubung pada baterai dan juga terhubung pada *Grid* PLN. Sistem ini cocok digunakan pada area perkotaan baik pada Gedung kantor, mall dan juga rumah-rumah. Sistem PLTS *hybrid* adalah sistem pembangkitan listrik yang menggabungkan sumber energi surya dengan sumber energi lain, seperti generator diesel atau biogas, serta sistem penyimpanan energi (baterai), untuk menjamin ketersediaan pasokan listrik yang stabil dan berkelanjutan, terutama di daerah terpencil yang tidak terjangkau jaringan PLN [10].

Pada penelitian ini akan digunakan sistem PLTS *Off-Grid*, hal ini mengingat lokasi lahan perkebunan yang mempunyai satupun sumber energi listrik. Sehingga ketersediaan pasokan listrik secara independen dan berkelanjutan

dapat memenuhi kebutuhan beban tertentu dengan mempertimbangkan waktu penyinaran matahari yang efektif, kapasitas daya beban, serta kapasitas penyimpanan baterai yang memadai untuk menjaga kontinuitas layanan listrik sepanjang hari [11].

2.2. Komponen PLTS

Dalam perencanaan sistem PLTS memerlukan komponen yang sesuai guna memastikan sistem dari sumber sampai ke output dapat tercapai dengan baik, pada sistem PLTS *Off-Grid*, maka komponen yang dibutuhkan yaitu panel PV, inverter, baterai, dan *solar charg control*. *Solar Charge Controller* merupakan perangkat pengatur aliran daya listrik dari panel surya ke baterai, memastikan baterai terisi dengan aman dan tidak mengalami *overcharge*.

Terdapat beberapa macam jenis panel surya yaitu monokristal, polikristal dan thin film. Pada perencanaan ini panel PV digunakan jenis tipe monokristal. Panel surya monokristal dikenal memiliki efisiensi konversi energi yang lebih tinggi dibandingkan tipe lainnya karena materialnya berupa kristal silikon tunggal, yang memungkinkan konduktivitas listrik lebih optimal serta performa yang lebih baik dalam kondisi penyinaran tinggi maupun suhu lingkungan yang bervariasi [12].

2.3. Software Proteus

Proteus terdiri dari gabungan program *Intelligent Schematic Input System* dan ARES, yang memungkinkan pengguna untuk merancang, mensimulasikan, dan membuat layout PCB. Selain itu, Proteus juga menyediakan hampir 800 variasi mikrokontroler untuk simulasi [13].

3. METODE PENELITIAN

Adapun jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, dimana penelitian akan menggunakan data-data yang dikumpulkan berupa angka. Pendekatan penelitian kuantitatif merupakan proses pengumpulan data-data yang akhirnya bersifat objektif serta data tersebut memperoleh nilai yang dapat di ukur [14]. Jenis penelitian ini relevan dengan rancangan hasil dari penelitian tentang perencanaan PLTS *Off-Grid* yang memungkinkan menggunakan perhitungan dalam setiap prosesnya untuk memperoleh data yang efisien. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif. Teknik ini

digunakan karena peneliti akan memberikan gambaran tentang pemabngkit listrik tenaga surya yang bisa digunakan untuk supply energi sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik pada lahan pertanian kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat.

Penelitian ini berfokus pada perencanaan dan desain sistem pembangkit listrik tenaga surya sistem *Off-Grid* di lahan perkebunan kelapa sawit daerah Kabupaten Pasaman Barat. Kajian ini akan menganalisis daya listrik berdasarkan data iradiasi, suhu rata-rata dan mengevaluasi kelayakan ekonomis dari sistem yang dirancang. Untuk melihat hasil konfigurasi sistem PLTS digunakan simulasi software proteus.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk implementasi sistem PLTS *Off-Grid* terletak di area lahan perkebunan kelapa sawit daerah Kabupaten Pasaman Barat. Berikut bentuk lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Area lahan perkebunan kelapa sawit

3.2. Data Radiasi Matahari

Berdasarkan hasil pengukuran radiasi matahari menggunakan aplikasi *Global Solar Atlas*, maka diperoleh data radiasi di lahan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Pasaman Barat dengan kategori radiasi matahari yang cukup baik, besar nilai radiasi yaitu 1740,1 kW/m² per hari. Radiasi matahari yang mencapai atmosfer bumi bervariasi sesuai dengan jarak antara matahari dan bumi, berkisar antara $1,47 \times 10^8$ km hingga $1,52 \times 10^8$ km sepanjang tahun, radiasi matahari bervariasi antara 1325 w/m² dan 1412 w/m². Intensitas radiasi matahari rata-rata ditetapkan sebesar 1367 w/m² [15].

3.3. Data Rata-rata Suhu

Data suhu didapatkan menggunakan aplikasi AccuWeather, sehingga diperoleh rata-rata suhu minimum sebesar 27,33 °C dan rata-rata suhu maksimum adalah 37,00 °C. Dari data tersebut diperoleh selisih kenaikan suhu sebesar 9,67 °C.

3.3.1. Menentukan Area Panel PV

Untuk menghitung PV Area diperlukan nilai daya saat temperatur naik. Secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan (1) [16].

$$P_{>9,67^{\circ}\text{C}} = 0,5\% \times P_{\text{MPP}} \times > \text{temp} \quad (1)$$

P_{MPP} merupakan daya maksimum panel PV, $> \text{temp}$ adalah data kenaikan suhu. Berikutnya perlu mengetahui daya keluaran maksimum panel PV pada saat temperatur naik menjadi 37,00°C dengan menggunakan persamaan (2).

$$P_{\text{MPP} > ^{\circ}\text{C}} = P_{\text{MPP}} - P_{\text{C}} \quad (2)$$

Selanjutnya menentukan nilai *Temperature Correction Factor* (TCF) dengan menggunakan persamaan (3).

$$\text{TCF} = \frac{P_{\text{MPP} > ^{\circ}\text{C}}}{P_{\text{MPP}}} \quad (3)$$

Dari beberapa formula sebelumnya maka dapat dihitung berapa area panel PV dengan menggunakan persamaan (4).

$$PV_{\text{Area}} = \frac{E_L}{G_{\text{HI}} \times \text{TCF} \times \eta_{\text{PV}} \times \eta_{\text{ef}}} \quad (4)$$

3.3.2. Perhitungan Daya PV

Untuk mengetahui tingkat daya yang bisa dihasilkan satu panel PV dapat menggunakan persamaan (5).

$$P_{\text{WP}} = P_{\text{Area}} \times \text{PSI} \times \eta_{\text{PV}} \quad (5)$$

3.3.3. Perhitungan Jumlah Panel PV

Mengacu pada kebutuhan energi dan kapasitas pembangkitan dari panel PV, maka perlu dilakukan penggabungan beberapa panel PV untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam pembangkitan. Banyaknya jumlah panel dengan spesifikasi panel PV yang akan digunakan adalah 100 Wp/panel dapat ditentukan menggunakan persamaan (6).

$$P_{\text{TOT}} = \frac{P_{\text{WP}}}{P_{\text{MPP}}} \quad (6)$$

3.3.4. Perhitungan Kapasitas Solar Charge Control

Kapasitas SCC dapat ditentukan menggunakan persamaan (7).

$$C_{\text{SCC}} = \frac{D_W \times \text{sf}}{V_{\text{MPP}}} \quad (7)$$

D_W merupakan daya yang dibangkitkan panel PV, sedangkan sf adalah Safty Factor yang ditentukan sebesar 1,25 watt.

3.3.5. Perhitungan Kapasitas Baterai

Sistem PLTS pada penelitian ini menggunakan kapasitas dan jenis baterai yang memiliki tegangan kerja sebesar 12 V/100 Ah, dengan pengosongan baterai maksimal sebesar 80% (DOD), dan nilai efisiensi baterai 95%. Untuk menghitung kapasitas baterai dapat menggunakan persamaan (8).

$$C_B = \frac{D_N \times D_W}{V_S \times \text{DOD} \times \eta_{\text{ef}}} \quad (8)$$

D_N merupakan jumlah hari otonomi [hari] yang di tentukan dengan 1 Hari.

3.3.6. Perhitungan Kapasitas Inverter

Setelah mendapatkan total hasil perhitungan daya yang dibangkitkan panel PV, maka dapat ditentukan berapa kapasitas inverter yang bisa digunakan, adapun perhitungannya dapat menggunakan persamaan (9).

$$C_{\text{INV}} = D_W \times \text{sf} \quad (9)$$

3.3.7. Perhitungan Losis Daya PV

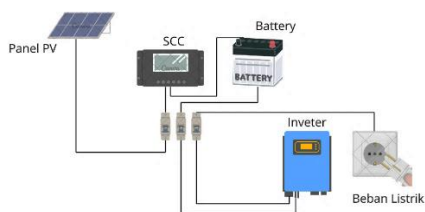
Losis daya yang hilang selama proses konversi energi matahari dari panel PV mencapai 40% [17]. Untuk perhitungan total kebutuhan energi setelah mengurangi daya yang terbuang dari panel PV dapat menggunakan persamaan (10).

$$E_{\text{load}} = \frac{E_r}{60\%} \quad (10)$$

E_r merupakan perhitungan beban listrik pada lahan perkebunan.

3.4. Desain Panel PV

Perencanaan desain panel PV disjaikan pada Gamabar 2.



Gambar 2. Desain Skema PLTS Off-Grid

Proses konversi energi matahari menjadi energi listrik yang dimulai dari radiasi matahari mengenai panel PV. Energi listrik yang dihasilkan diproses menggunakan modul SCC/MPPT untuk dilakukan pengontrolan arus dari panel PV yang akan disalurkan ke baterai Tabel 1. Total Kebutuhan Beban

Beban	(W)	(Jam)	(Unit)	Jumlah Energi (Wh)
Lampu	10	12	4	480
Rice cooker	120	3	1	360
Pompa air	120	3	1	360
Charging Hp	18	2	3	108
Total beban				1308

Hasil estimasi di atas adalah data aktual yang akan digunakan, sementara daya yang dihasilkan PLTS mempunyai losis. Dengan demikian estimasi tersebut dilakukan perhitungan losis dengan menggunakan persamaan (10).

$$E_{\text{load}} = \frac{1.308}{60\%} \approx 2.180 \text{ Wh}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh energi beban per hari sebesar 2.180 Wh. Dengan demikian beban aktual diestimasi menjadi lebih besar dari sebelumnya, hal ini bertujuan untuk memaksimalkan perencanaan sistem PLTS.

4.1. Perhitungan PV Area

Untuk mengetahui nilai dari perhitungan PV area peneliti digunakan persamaan (1), (2), (3), (4).

$$P_{>9,67^{\circ}\text{C}} = 0,5\% \times 100 \times 9,67 \approx 4,84 \text{ W}$$

$$P_{\text{MPP} > ^{\circ}\text{C}} = 100 - 4,84 \approx 95,17 \text{ W}$$

$$\text{TCF} = \frac{95,17}{100} \approx 0,95$$

untuk dilakukan penyimpanan energi. Selanjutnya dari baterai, energi diasalurkan ke inverter. Modul inverter ini digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi AC [18]. Hasil konversi dari inverter dapat digunakan secara langsung untuk kebutuhan beban listrik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban listrik yang akan digunakan pada lahan perkebunan kelapa sawit menjadi dasar perhitungan dalam perencanaan sistem PLTS ini. Adapun total estimasi kebutuhan energi sebesar 1.398 Wh yang ditunjukkan pada Tabel 1.

$$PV_{\text{Area}} = \frac{2.180}{1,7401 \times 0,95 \times 0,16 \times 0,95} \approx 8,50 \text{ m}^2$$

4.2. Daya PV

Dari perhitungan PV Area dengan sebesar 8,50 m², dengan nilai PSI sebesar 1000 W/m², maka untuk menentukan besar daya yang dibangkitkan PLTS (WattPeak) maka digunakan persamaan (5).

$$P_{\text{WP}} = 8,50 \times 1000 \times 0,16 \approx 1.359,52 \text{ Wp}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh hasil energi dari panel PV sebesar 1.359,52 Wp.

4.3. Perhitungan Banyak Panel PV

Dengan penggunaan panel surya yang memiliki spesifikasi PMPP sebesar 100 Wp per panel, maka untuk menghitung jumlah panel surya digunakan persamaan (6).

$$P_{\text{TOT}} = \frac{1.359,52}{100} \approx 13,6 \text{ Unit}$$

Hasil perhitungan jumlah panel surya yaitu 13,6 unit, Banyak unit tersebut dijadikan 14 unit karena ketersediaan unit di pasaran terhitung jumlah utuh per unit. Panel PV yang digunakan yaitu jenis monocrystalline dengan spesifikasi

VMP = 18,1 V, IMP = 5,52 A, dan PMP = 100 Wp.

Konfigurasi panel PV juga berfungsi untuk menentukan hasil pembangkitan energi listrik, panel PV yang dirangkai seri menghasilkan output tegangan yang semakin bertambah, sementara arus nya sama. Sedangkan rangkaian parallel diperoleh output tegangan yang sama, arus semakin bertambah. Berdasarkan simulasi proteus, panel PV dirangkai secara seri 11 unit dan parallel 3 unit, sehingga didapatkan tegangan total (Vtot) sebesar 217,20 VDC, sedangkan arus total (Itot) sebesar 11,04 A dan Daya (Ptot) adalah hasil perkalian Vtot dan Itot sebesar 2397,89 Watt.

4.4. Perhitungan Kapasitas Solar Charge Control

Menghitung kapasitas SCC digunakan persamaan (7).

$$C_{SCC} = \frac{2397,89 \times 1,25}{217,20} \approx 13,80 \text{ A}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai SCC sebesar 13,80 A. Karena ketersediaan unit dipasaran maka nilai SCC dibulatkan menjadi 35 A.

4.5. Perhitungan Kapasitas Baterai

Pada penelitian ini menggunakan kapasitas dan jenis baterai yang memiliki tegangan kerja sebesar 12 V / 100 Ah, maksimum pengosongan baterai yang digunakan sebesar 80%, dan nilai Tabel 2. Spesifikasi Komponen PLTS

No	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	PV-Module monocrystalline	Pmpp : 100 Wp Vmp : 18.1 V Imp : 5.52 A Voc : 22.1 V Isc : 5.86 A	14
2	Solar Panel Control MPPT	Voltage : 12V/24 V Current : 35 A	1
3	Battery VRLA	V : 12V C : 100 AH	2
4	Inverter Pure Sine Wave	Vin : 24 VDC Vout : 220 VAC Frequency : 50 Hz	1

efisiensi baterai 95%. Untuk melakukan perhitungan dalam menentukan kapasitas Baterai dapat menggunakan persamaan (8).

$$C_B = \frac{1 \times 2397,89}{24 \times 0,8 \times 0,95} \approx 75,93 \text{ Ah}$$

Maka jumlah baterai yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan konfigurasi seri yaitu nilai tegangan sumber sistem dibagi tegangan spesifikasi sebesar $24/12 = 2$ unit. Sedangkan untuk konfigurasi parallel yaitu pembagian kapasitas baterai dengan kapasitas arus sebesar $82,80/100 = 0,69$ unit dan dibulatkan menjadi 1 unit. Sehingga jumlah total baterai yang dibutuhkan = jumlah seri dikali jumlah parallel = 2 unit.

4.6. Perhitungan Kapasitas Inverter

Setelah mendapatkan total hasil perhitungan daya yang dibangkitkan panel PV, maka dapat ditentukan berapa kapasitas inverter yang bisa digunakan yaitu dengan menggunakan persamaan (9).

$$C_{INV} = 2397,89 \times 1,25 \approx 2.997,36 \text{ W}$$

Dari hasil perhitungan di atas kapasitas inverter dibulatkan menjadi 3 kW. Setelah melakukan beberapa perhitung komponen PLTS yang meliputi panel surya, SCC, inverter, dan baterai. Maka didapatkan beberapa komponen PLTS dengan spesifikasi seperti terlihat pada tabel 2.

4.7. Perhitungan Anggaran Biaya

Setelah melakukan perhitungan kebutuhan komponen yang akan digunakan dalam pembangunan PLTS baik komponen utama

seperti Panel Surya, Controller, Inverter, Baterai maupun komponen penunjang seperti baut, box panel dan lainnya, maka selanjutnya yaitu melakukan perhitungan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) untuk menunjang Tabel 3. Rancangan Anggaran Biaya PLTS

No	Komponen	Jumlah	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	PV Module monocrystalline C : 100 Wp	14	773.000	10.822.000
2	Solar Panel Control MPPT, 12 / 24 Volt, 35 A	1	700.000	700.000
3	Junction box dim. 17 x 17 cm	14	25.000	350.000
4	Box Panel dim.30x40x25 cm (Outdoor) + Pilot Lamp, green, red	1	715.000	715.000
5	Kabel NYYHY 2x4 mm	14	51.000	714.000
6	Kabel NYYHY 2 x 6 mm	14	56.000	784.000
7	Kabel NYYHY 2 x 10 mm	6	86.000	516.000
8	RCBO 10 A, 30 mA, 1P+N	1	150.000	150.000
9	MCB DC 2P, 63 A	2	165.000	330.000
10	Inverter 3 kW Pure Sine Wave system 24 VDC	1	3.050.000	3.050.000
11	Battery 12 Volt, 100 Ah, VRLA	2	1.500.000	3000.000
12	Aksesoris Skun, ties, isolasi, mur+baut	1	750.000	750.000
13	Terminal Block 2 Pin, 25 Ampere	3	35.000	105.000
Total Harga				21.986.000

dalam proses pembangunan PLTS. Data lengkap dari komponen yang akan digunakan pada pembangunan PLTS dapat dilihat pada Tabel 3.

5. KESIMPULAN

- Penelitian ini berhasil melakukan perencanaan sistem PLTS *Off-Grid* untuk kebutuhan energi listrik pada lahan perkebunan kelapa sawit di daerah Kabupaten Pasaman Barat dengan prediksi perhitungan kebutuhan beban sebesar 2.180 Wh.
- Rancangan sistem dengan mengkombinasikan panel PV sebanyak 14 unit dengan kapasitas 100 Wp diperoleh kapasitas pembangkitan sebesar 2397,89 W, Kapasitas SCC 35 A, apasitas baterai 12V/100Ah 2 unit, dan inverter 3 kW.
- Nilai ekonomis dari segi komponen dengan spesifikasi yang telah ditentukan diperoleh dari data Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp. 21.986.000.
- Perencanaan PLTS *Off-Grid* layak direalisasikan untuk kebutuhan operasional perkebunan jangka panjang yang hanya memerlukan modal awal pembangunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. M. Kwee, H. Hashim, H. P. Ying, H. W. Shin, N. A. Yunus, and L. J. Shiun, "Biogas generated from palm oil mille ffluent for rural electrification and environmental sustainability," *Chemical Engineering Transactions*, vol. 61, pp. 1537–1542, Oct. 2017, doi: 10.3303/cet1761254.
- [2] J. O. Ken, I. N. Setiawan, and I. W. Sukerayasa, "Desain Plts Off-Grid Berdasarkan Analisis Otonomi Baterai Lead Acid Opzv di Adidaya Workshop, Jakarta Barat," *Jurnal Spektrum*, vol. 10, no. 3, p. 12, Sep. 2023, doi: 10.24843/spectrum.2023.v10.i03.p2.
- [3] A. H. Pandyaswargo, A. D. Wibowo, and H. Onoda, "Socio-techno-economic assessment to design an appropriate renewable energy system for remote agricultural communities in developing countries," *Sustainable Production and Consumption*, vol. 31, pp. 492–511, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.spc.2022.03.009.
- [4] H. B. Nurjaman and T. Purnama, "Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi energi

- terbarukan rumah tangga,” *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 136–142, Nov. 2022, doi: 10.21831/jee.v6i2.51617.
- [5] N. Maulana, Zamzami, Yassir, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid Menggunakan Baterai Lithium-Ion Untuk Perkebunan di Desa Blang Pie," *Jurnal Tektro*, Vol.8, No.2, September 2024.
- [6] H. Gusmedi, R. P. Putra, and A. S. Samosir, "DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 60 KWP," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5537.
- [7] M. Aksa, Radhiah, N. Safitri, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Lahan Pertanian Sebagai Alternatif Sumber Energi," *Jurnal Tektro*, Vol.8, No.2, September 2024.
- [8] B. E. Kodo, F. J. Likadja, Likadja, E. R. Mauboy, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid pada Area Perkebunan Desa Bismarak," *JTekEL: Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 1, No. 1, 2024.
- [9] B. Budiyanto and M. R. S. H. Prakoso, "Grid Parity pada Stasiun Pengisian Listrik Umum Menggunakan Sel Surya," *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI Tenaga liSTrik kOMputeR)*, vol. 5, no. 1, p. 21, May 2022, doi: 10.24853/resistor.5.1.21-24.
- [10] R. R. E. Putra, S. Afriani, N. P. Miefthawati, and M. Jelita, "Analisis Teknis-Ekonomi Pembangkit listrik tenaga hybrid Solar PV/Biogas Off Grid System," *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri*, vol. 18, no. 1, p. 17, Dec. 2020, doi: 10.24014/sitekin.v18i1.11695.
- [11] S. Suprianto, "Analisa Perhitungan untuk Pemasangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Solar Home System," *Rekayasa Elektrikal Dan Energi*, vol. 4, no. 1, pp. 60–67, Jul. 2021, doi: 10.30596/rele.v4i1.7827.
- [12] A. P. Nugroho and D. Kurniawan, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Gedung Mohammad Hatta, Universitas Proklamasi 45," *Jurnal Offshore Oil Production Facilities and Renewable Energy*, vol. 5, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.30588/jo.v5i1.935.
- [13] T. Pangaribowo, Y. Gunardi, M. H. I. Hajar, J. Andika, A. W. Dani, and F. Sirait, "Pelatihan Perancangan Rangkaian Elektronika dengan Menggunakan Software Proteus untuk Siswa PKBM Wiyata Utama Jakarta Barat," *Jurnal Abdidas*, vol. 3, no. 1, pp. 191–197, Feb. 2022, doi: 10.31004/abdidas.v3i1.557.
- [14] H. Syahrizal and M. S. Jailani, "Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif," *Jurnal QOSIM Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, May 2023, doi: 10.61104/jq.v1i1.49.
- [15] R. I. R. Anwar, U. T. Kartini, L. Anifah, T. Wrahatnolo, "Analisis Albedo Terhadap Radiasi Matahari pada Plts Bifacial Menggunakan Decision Making Di PTIndonesia Power UBP GRATI," *Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi*, vol. 3, No. 3: 808-815, Januari 2025.
- [16] A. Manab, I. T. H, A. Rabiula, and H. Matalata, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, vol. 5, no. 2, p. 61, Dec. 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i2.78.
- [17] A. A. Anggorowati, R. Sitepu, and A. Joewono, "Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid-Ongrid di Lahan Tandus Desa Curah Cottok," *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 4, no. 1, pp. 13–17, Mar. 2021, doi: 10.20527/bpi.v4i1.93.
- [18] I. Irawati, S. Sunardi, and A. Nurwanto, "Rancang Bangun Alat Pakan Ikan Otomatis Berbasis Catuan Panel Surya," *JEIS Jurnal Elektro Dan Informatika Swadharma*, vol. 3, no. 1, pp. 22–30, Jan. 2023, doi: 10.56486/jeis.vol3no1.288.