

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) *OFF-GRID* MENGGUNAKAN BATERAI *LITHIUM-ION* UNTUK PERKEBUNAN DI DESA BLANG PIE

Nurul Maula¹, Zamzami², Yassir³

^{1,2,3} Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: nurulmaula71@gmail.com¹, zamzami@pnl.ac.id², yassir@pnl.ac.id³.

Abstrak –Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* adalah sistem pembangkit listrik yang telah terhubung dengan jaringan listrik umum dan mengandalkan panel surya untuk menghasilkan listrik. Hasil penelitian ini menggambarkan desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk perkebunan di Desa Blang Pie. Dengan penggunaan teknologi panel surya yang efisien, sistem diharapkan dapat memberi solusi yang handal dan ramah lingkungan bagi masyarakat. Perencanaan ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi harian terutama untuk penerangan pada perkebunan di Desa Blang Pie. Untuk mendapatkan energi yang maksimal pada pembangkit listrik tenaga surya sistem *Off-Grid* harus direncanakan sebaik mungkin dengan mempertimbangkan pemilihan komponen-komponen seperti panel surya, *solar charge controller*, baterai dan inverter. Adapun hasil dari penelitian diperoleh kesimpulan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada perkebunan di Desa Blang Pie, diperlukan sistem PLTS yang dapat menyediakan daya efektif sebesar 330 Watt dan total pemakaian energi per hari adalah 1.960 Wh atau setara dengan 1,960 kWh. Menggunakan 4 panel surya *monocrystalline* dengan kapasitas 175 Wp per panel, dengan mempertimbangkan efisiensi sistem yang dapat digunakan sebanyak 80% dan menghasilkan daya sebesar 2.240 Wh per hari. 1 unit *Solar Charge Controller* (SCC) dengan kapasitas 30A dan tegangan 24 V sudah cukup untuk mengelola total beban sistem PLTS. Dari 6 unit baterai *Lithium-Ion* dengan kapasitas 12 V dan 100 Ah per unit, 2 dirangkai seri dan 3 diparalelkan. Dan 1 inverter *sine wave* dengan kapasitas 2.400 Watt.

Kata kunci: PLTS *Off-Grid*, Baterai *Lithium-Ion*, Panel Surya

I. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. *Photovoltaic* sendiri merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya (solar cell) ketika menerima cahaya matahari. Selanjutnya, cahaya yang diterima diubah menjadi energi listrik.[1] Desa blang pie yang terletak di kecamatan tanah luas, aceh utara, sebagian besar penduduk dikawasan tersebut bermata pencarian dengan berkebun. Listrik sendiri banyak digunakan dalam sektor perkebunan contohnya yaitu sebagai penerangan untuk mendukung aktivitas kerja para pekebun. Listrik pada sektor perkebunan sangatlah dibutuhkan guna memperlancar aktivitas waktu malam hari terutama untuk penerangan [2]. Dengan mengembangkan potensi alam yang ada untuk dijadikan sumber listrik, maka bisa membuat pembangkit listrik yang ramah lingkungan serta nantinya bisa menyuplai kebutuhan listrik sehari-hari pada perkebunan. Oleh sebab itu, penulis bertujuan untuk dapat mendesain penerangan untuk perkebunan di Desa Blang Pie yang praktis, ekonomis, serta efisien dengan menggunakan energi terbarukan atau PLTS. Pada penelitian ini sistem pembangkit tenaga surya yang digunakan adalah sistem *Off-Grid*. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* adalah sistem yang tidak terhubung dengan jaringan listrik umum dan mengandalkan panel surya untuk

menghasilkan listrik. Dengan demikian penggunaan teknologi PLTS untuk memanfaatkan potensi energi surya yang tersedia merupakan solusi yang tepat untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik untuk perkebunan di Desa Blang Pie. PLTS *Off-Grid* dikenal juga dengan sistem *stand alone* yang ramah lingkungan. Energi yang diperlukan dapat dihasilkan langsung dari baterai tanpa sumber listrik dari PLN, dibutuhkan baterai yang mampu menyimpan energi dalam jumlah besar dan memiliki siklus hidup yang panjang membuat penulis memilih *lithium-ion* sebagai baterai pada PLTS *Off-Grid*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem *fotovoltaik* atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengubah energi elektro magnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil dimana sinar mataharinya melimpah dan bahan bakar sulit didapat relatif mahal.

Sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proseskonversi energi dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari, terlebih di negeri tropis semacam indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.

Stand alone PV system atau sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terpusat (PLTS *Off-Grid*)

merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh PLN. Sistem PLTS terpusat disebut juga *stand alone PV system* yaitu sistem pembangkit yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian *photovoltaic module* untuk menghasilkan energi listrik sesuai kebutuhan [3].

A. Prinsip Kerja PLTS *Off-Grid*

Prinsip kerja sistem PLTS *Off-Grid* dapat diuraikan secara berikut:

1. Sumber energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya (PV) pada saat siang hari akan disimpan dalam baterai. Proses pengisian energi listrik dari PV ke baterai diatur oleh *Solar Charge Controller* agar tidak terjadi *over charge*. Besar energi yang dihasilkan oleh PV sangat tergantung pada intensitas penyinaran matahari yang diterima oleh PV dan efisiensi cell. Intensitas matahari maksimal mencapai 1000 W/m^2 , dengan efisiensi cell 14% maka daya yang dapat dihasilkan oleh PV adalah sebesar 140 W/m^2 .
2. Selanjutnya energi energi yang tersimpan dalam baterai digunakan untuk mensuplai beban melalui inverter saat dibutuhkan. Inverter mengubah tegangan DC pada sisi baterai menjadi tegangan AC pada sisi beban.

B. Komponen-komponen PLTS

1. Panel Surya

Nama lain dari panel surya adalah *photovoltaic*. *Photovoltaic* merupakan elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek *photovoltaic* untuk mengubah energi surya menjadi listrik tanpa penggunaan dari bagian-bagian mekanis yang bergerak dan tanpa penggunaan bahan bakar.

Jumlah panel surya yang akan digunakan pada perencanaan pembangkit listrik tenaga surya pada perkebunan di Desa Blang Pie perlu diketahui terlebih dahulu total daya pemakaian yang akan digunakan serta mengetahui kapasitas panel surya. Setelah didapatkan nilai pemakaian daya dalam satu hari dan kapasitas panel surya yang akan digunakan, jadi dapat menghitung jumlah panel surya yang diperlukan dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya ini menggunakan persamaan berikut ini:

$$TP = \frac{TBH}{(Wp \times H) \times \eta} \quad (1)$$

Keterangan:

- TP = Total panel surya
- H = Waktu pengisian daya maksimum dalam satu hari (jam)
- Wp = Watt peak/kapasitas panel surya
- η = efisiensi panel surya

Untuk mengetahui kapasitas panel surya yang telah ditentukan apakah cukup untuk memenuhi

beban pada perkebunan di Desa Blang Pie, dengan menghitung total daya yang dihasilkan panel surya per hari pada perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk perkebunan di desa Blang Pie, menggunakan persamaan berikut:

Total daya = jumlah panel x daya panel surya per hari

2. *Solar Charge Controller* (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) adalah perangkat elektronik yang mengatur arus searah yang ditarik dari baterai ke beban dan dibebankan ke baterai. Baterai akan dilindungi dari pengisian daya yang berlebihan oleh pengontrol, sehingga memperpanjang umurnya. Selain itu kapasitas baterai dapat di deteksi dengan alat ini. Melalui penggunaan monitor level voltase tertentu dan kemudian mengisi ulang saat mencapai titik terendah [4]. Hal ini memungkinkan pengguna PLTS untuk mengontrol berapa banyak listrik yang digunakan untuk baterai. Untuk mengetahui jumlah *Solar charge controller* (SCC) yang dibutuhkan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya dapat menggunakan persamaan berikut:

$$SCC = \frac{TB}{V \times K} \quad (2)$$

Keterangan:

- SCC = Jumlah SCC
- TB = Daya listrik dalam satuan Watt (W)
- V = Tegangan *Solar charge Controller* (SCC)
- K = kapasitas *Solar charge Controller* (SCC)

3. Baterai *Lithium-Ion*

Baterai *Lithium-ion* atau *Li-ion* baterai adalah jenis baterai isi ulang. Baterai *Lithium-Ion* biasanya digunakan untuk elektronik portabel dan kendaraan listrik dan banyak digunakan juga untuk penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya [5]. Komponen ini adalah salah satu bagian dari komponen penting dalam sistem pembangkit tenaga surya *Off-Grid*. Baterai didalam sistem PLTS digunakan sebagai komponen penyimpanan energi listrik arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya pada siang hari, lalu mengalirkan beban listrik tanpa jaringan listrik PLN pada saat malam hari atau pada saat cuaca berawan.

Menentukan *Depth of Discharge* (DoD) untuk sistem baterai pada perencanaan PLTS *Off-Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk perkebunan di Desa Blang Pie dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$DoD = \frac{\text{Total daya dihasilkan panel surya}}{DoD} \quad (3)$$

Keterangan:

DoD = *Depth of Discharge* adalah banyaknya kapasitas baterai yang digunakan sampai baterai diisi kembali.

Days of Autonomy (DoA) adalah kemampuan sistem PLTS *photovoltaic* untuk tetap bekerja melayani beban listrik tanpa penyinaran sinar matahari. Umumnya *Days of Autonomy* pada PLTS

photovoltaic adalah 2-3 hari. Untuk menentukan lamanya *Days of Autonomy* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$DoA = \text{Total daya panel setelah DoD} \times H \quad (4)$$

Keterangan:

$$H = \text{Hari otonomi}$$

Untuk menentukan jumlah baterai yang akan digunakan pada perencanaan PLTS *Off-Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk perkebunan di Desa Blang Pie dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$\text{Total baterai} = \frac{\text{Total daya panel}}{\text{Tegangan baterai} \times \text{Kapasitas baterai}} \quad (5)$$

Selanjutnya untuk menentukan sistem baterai yang akan digunakan pada perencanaan PLTS *Off-Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk perkebunan di Desa Blang Pie. Tegangannya, konfigurasi (paralel atau seri) dapat menggunakan persamaan berikut:

$$B_{\text{paralel}} = \frac{N \text{ baterai}}{B_{\text{seri}}}$$

Keterangan: B_{paralel} = Jumlah pasangan baterai yang dirangkai paralel N baterai = Jumlah kebutuhan baterai B_{seri} = Jumlah yang dirangkai seri untuk mencapai tegangan sistem yang disyaratkan.

Setelah itu, untuk dapat menentukan kapasitas total baterai yang akan digunakan pada perencanaan PLTS *Off-Grid* menggunakan baterai *Lithium-Ion* untuk perkebunan di Desa Blang Pie menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Total kapasitas baterai} = B_{\text{paralel}} \times \text{kapasitas baterai}$$

4. Inverter

Bagian elektronik yang disebut inverter membantu panel PV mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC), yang merupakan kebutuhan sebagian besar peralatan listrik. Inverter memiliki toleransi lonjakan arus untuk perlindungan, yang menyatakan bahwa inverter dapat memberikan sejumlah daya dalam jangka waktu yang telah ditentukan sebelum gangguan ditentukan. Untuk menghitung jumlah inverter yang akan digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Inv = \frac{TBh}{Ki}$$

Keterangan:

$$Inv = \text{Total Inverter}$$

$$TBh = \text{Daya listrik dalam pemakaian satu hari}$$

$$Ki = \text{Kapasitas inverter}$$

III. METODOLOGI

A. Konsep dasar

Hal utama yang harus ditentukan adalah konsep dasar dari perencanaan yang akan dibuat. Konsep dasar ini akan mewakili pikiran utama kearah mana perencanaan ini akan dibuat, sebagai berikut :

1. Penggunaan PLTS *Off-Grid*

Konsep desain ini bertujuan untuk menghasilkan listrik secara mandiri tanpa tergantung pada jaringan listrik umum.

2. Pemilihan baterai *Lithium-Ion*

Baterai *Lithium-Ion* dipilih karena memiliki kapasitas penyimpanan energi yang tinggi dan ukurannya kecil. Baterai ini memiliki umur pakai yang panjang dan dapat diisi ulang berulang kali.

3. Sistem manajemen baterai

Konsep desain ini bertugas mengatur dan memantau pengisian dan pengeluaran energi dari baterai *Lithium-Ion*. Hal ini penting agar baterai dapat digunakan dengan optimal dan mencegah terjadinya kinerja yang buruk atau kerusakan pada baterai.

4. Efisiensi Energi

Desain ini menggunakan komponen dan pangkat yang hemat energi, sehingga dapat menghasilkan listrik dengan efisien dan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia.

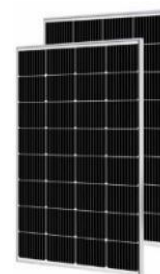
5. Keandalan dan Keamanan

Konsep desain ini juga memperhatikan aspek keamanan dalam penggunaan baterai *Lithium-Ion*, seperti perlindungan terhadap *overcharging* dan *overdischarging*.

B. Fungsional dan Struktur Alat

1. Panel Surya

Alat ini berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Jadi panel surya yang digunakan harus memiliki efisiensi yang tinggi agar mendapatkan energi yang maksimal.



Gbr. 1 Panel Surya

2. Solar charge controller

Mengatur proses pengisian baterai dari panel surya. Jadi, jika baterai penuh, kontroler ini akan menghentikan arus listrik yang masuk ke baterai agar tidak *overcharge*.



Gbr.2 Solar Charge Controller

3. Baterai *Lithium-Ion*

Sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Baterai ini nantinya bakal jadi sumber listrik saat matahari tidak ada atau kurang terang, jadi baterai yang digunakan adalah baterai yang tahan lama dan memiliki kapasitas besar sehingga bisa menyimpan banyak energi.



Gbr.3 Baterai *Lithium-Ion*

4. Inverter

Inverter berfungsi untuk mengubah energi listrik DC (*Direct Current*) dari panel surya dan baterai menjadi energi listrik AC (*Alternating current*) yang bisa digunakan di rumah, sehingga alat elektronik dan lampu dapat menyala tanpa kendala.



Gbr.4 Inverter DC-AC

C. Perhitungan Dimensi dan Spesifikasi

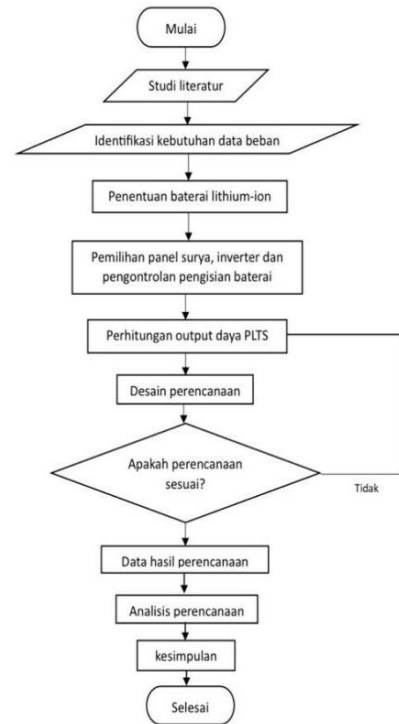
Berikut perhitungan dimensi dan spesifikasi yang akan dilakukan dalam perencanaan PLTS sebagai berikut:

TABEL I
Spesifikasi Komponen PLTS

No	Nama komponen	Spesifikasi
1	Panel surya	Type : Monocrystalline Model : BlueSolar Pmax : 175 Wp Vmpp : 19.4 V Impp : 9.03 A Voc : 23.7 V Isc : 9.89 A Cell Efficiency : 80% Max system voltage : 1000 V
2	Solar Charge Controller	Type: SCC-30A-PWM-LCD Max charger current : 30 A Mppt volt : 12/24 V Output baterai = 24 V
3	Baterai	Type : Lithium-Ion Capacity :100 Ah Voltage : 12 volt Efficiency : 98%
4	Inverter	Type: inverter pure sinewave Input voltage : 45.5-57 Vdc Output voltage : 220 Vac Capacity : 2.400 Watt Frequency : 50-60 Hz Efficiency : 85%

D. Metode

Metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian PLTS ini dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gbr.5 Flowchart

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek dalam penelitian ini adalah perkebunan Desa Blang Pie. Pada perkebunan ini daya yang diperoleh adalah daya yang digunakan pada perkebunan Desa Blang Pie. Hasil dari penelitian ini adalah diantaranya sebagai berikut:

A. Menghitung Total Pemakaian Beban

Beban daya yang digunakan untuk perencanaan PLTS adalah 4 lampu AC 30 Watt, dan 1 lampu DC 10 Watt dengan masing-masing digunakan 12 jam per hari, listrik menyala dari pukul 18.00 dan listrik dimatikan pada pukul 06.00 pagi, dan pompa air 200 Watt digunakan dua kali sehari selama 1 jam. Berdasarkan perhitungan beban maka diperoleh hasil sebesar 1.960 Wh setara dengan 1,960 kWh. Perhitungan energi yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 2

Perhitungan Energi Yang Dibutuhkan

Jenis beban	Jumlah	Daya (Watt)	Waktu (jam)	Energi (Wh)
Lampu AC 30 W	4	120	12	1440
Lampu DC 10 W	1	10	12	120
Pompa air 200 W	1	200	2	400
Total beban		330 Watt		1.960 Wh

Jadi, total beban pada perkebunan desa blang pie yaitu 330 Watt untuk memenuhi kebutuhan listrik di perkebunan tersebut.

B. Menentukan Jumlah dan Kapasitas Panel Surya

Tegangan listrik yang dihasilkan oleh panel surya berdasarkan produksi tegangan pada tingkat penyinaran radiasi matahari. Ketika dalam waktu ideal panel surya dapat bekerja dalam pengisian daya 4 jam per hari (10.00-14.00 WIB), suhu udara, serta langit yang bersih (tanpa awan mendung), maka kinerja panel surya akan maksimal. Sistem PLTS ini menggunakan panel surya monocrystalline 175 Wp dimana nilai efisiensinya 80%. Daya yang dihasilkan dari sistem PLTS ini tidak berkeseluruhan dapat digunakan untuk daya karena selama masa perpindahan dari PV menuju beban (alat elektronik) terdapat hingga 20% energi listrik yang hilang sehingga daya yang dapat dihasilkan secara murni adalah 80%. Untuk menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Panel Surya} &= \frac{\text{Total Beban Per Hari}}{(\text{Kapasitas PV} \times \text{H}) \times 80\%} \\ &= \frac{1.960 \text{ Wh}}{(175 \text{ Wp} \times 4) \times 80\%} \\ &= \frac{1.960 \text{ Wh}}{560 \text{ Wh}} = 3,5 \approx 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui apakah 4 panel surya dengan kapasitas 175 Wp per panel dan daya panel per hari yaitu 560 Wh cukup untuk memenuhi beban 1.960 Wh pada perkebunan di desa blang pie. Untuk menghitung total daya yang dihasilkan oleh 4 panel surya per hari menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total daya} &= \text{jumlah panel} \times \text{daya per panel per hari} \\ &= 4 \times 560 \text{ Wh} = 2.240 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Jadi, 4 panel surya dengan kapasitas 175 Wp per panel dapat menghasilkan daya sebesar 2.240 Wh per hari.

C. Menentukan Jumlah dan Kapasitas Solar Charge Controller (SCC)

Sistem PLTS ini menggunakan PWM Solar Charge Controller dengan tegangan 12 V dan kapasitas 30 A. Untuk menentukan jumlah SCC yang dibutuhkan dalam perencanaan ini dapat menggunakan persamaan (2.3) berikut:

$$\begin{aligned} \text{SCC} &= \frac{\text{Total Beban}}{\text{Tegangan SCC} \times \text{kapasitas SCC}} \\ &= \frac{330 \text{ W}}{12 \text{ V} \times 30 \text{ A}} \\ &= \frac{330 \text{ W}}{360 \text{ W}} = 0,91 = 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi, Solar Charge Controller (SCC) yang dibutuhkan pada perencanaan ini yaitu 1 buah Solar Charge Controller (SCC) dengan kapasitas 30 A.

D. Menentukan Jumlah dan Kapasitas Baterai

Energi listrik pada baterai sistem PLTS ini menggunakan baterai Lithium-Ion dengan tegangan 12 V, kapasitas 100 Ah dan DoD 100%. Baterai ini memiliki kepadatan yang lebih tinggi, memungkinkan penyimpanan lebih banyak energi dalam ukuran yang

lebih kecil, dan mendukung pengisian cepat yang sangat berguna. Untuk menghitung baterai yang diperlukan dalam perencanaan ini dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas daya panel DoD} &= \frac{\text{Total daya panel surya}}{\text{DoD}} \\ &= \frac{2.240 \text{ Wh}}{100\%} = 2.240 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Selanjutnya menentukan lamanya Day of Autonomy. Umumnya Day of Autonomy (DoA) pada PLTS Photovoltaic adalah 2-3 hari. Untuk menghitung kapasitas daya panel setelah DoD ditambah optimalisasi 3 hari tanpa penyinaran matahari dapat digunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas daya panel untuk DoA} &= \text{Total daya panel setelah DoD} \times \text{H} \\ &= 2.240 \text{ Wh} \times 3 = 6.720 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah baterai yang akan digunakan pada perencanaan PLTS Off-Grid menggunakan baterai Lithium-Ion untuk perkebunan di Desa Blang Pie menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total baterai} &= \frac{\text{Total daya panel}}{\text{Tegangan baterai} \times \text{Kapasitas baterai}} \\ &= \frac{6.720 \text{ Wh}}{12 \text{ V} \times 100 \text{ Ah}} \\ &= 5,6 \approx 6 \text{ unit} \end{aligned}$$

Tegangan keluaran dari SCC menuju baterai adalah 24 Volt. Maka dibutuhkan baterai dengan level tegangan yang sama. Oleh sebab itu baterai 12V dirangkai seri sebanyak 2 unit agar mendapatkan tegangan 24V. Selanjutnya menghitung baterai diparalelkan dan kapasitas baterai menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} B_{\text{paralel}} &= \frac{\text{Jumlah baterai}}{B_{\text{seri}}} \\ &= \frac{6}{2} = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kapasitas baterai} &= B_{\text{paralel}} \times \text{kapasitas baterai} \\ &= 3 \times 100 \text{ Ah} = 300 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Jadi, total baterai Lithium-Ion yang dibutuhkan yaitu 6 unit, 2 unit dirangkai seri dan 3 diparalelkan dengan kapasitas baterai 12 V 100 Ah per unit.

E. Menentukan Jumlah Dan Kapasitas Inverter

Pada perencanaan PLTS ini penulis menggunakan inverter Pure Sine Wave dengan kapasitas 2.400 Watt. Untuk menentukan jumlah kebutuhan inverter menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Inverter} &= \frac{\text{Total Beban Per Hari}}{\text{Kapasitas Inverter}} \\ &= \frac{1.960 \text{ Wh}}{2.400 \text{ W}} = 0,81 = 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Jadi inverter yang dibutuhkan dalam perencanaan ini yaitu 1 buah dengan kapasitas 2.400 Watt.

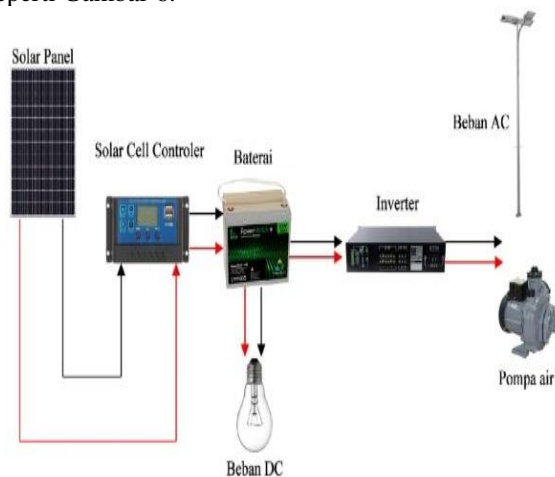
Setelah melakukan beberapa perhitungan komponen PLTS yang meliputi panel surya, Solar Charger Controller, baterai, dan inverter, maka didapatkan beberapa komponen PLTS dengan spesifikasi seperti tabel untuk perencanaan rangkaian PLTS dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL III
Jumlah dan Spesifikasi Komponen PLTS di Perkebunan

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Panel surya	Type :monocrystalline Model : BlueSolar Pmax : 175 Wp Vmpp : 19.4 V Impp : 9.03 A Voc : 23.7 V Isc : 9.89 A Cell Efficiency : 80% Max system voltage : 1000 V	4
2	Solar charger controller	Type : SCC-30A-PWM-LCD Max charger current : 30 A Mppt volt : 12/24 V Output for charging the baterai = 24 V	1
3	Baterai	Type : Lithium-Ion Capacity :100 Ah Voltage : 12 volt Efficiency : 98%	6
4	Inverter	Type : inverter pure sinewave Input voltage : 45.5-57 Vdc Output voltage : 220 Vac Capacity : 2.400 Watt Frequency : 50-60 Hz Efficiency : 85%	1

F. Perencanaan Tata Letak Sistem PLTS *Off-Grid*

Dalam perencanaan ini tata letak sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada perkebunan di Desa Blang Pie di desain dengan model seperti Gambar 6.



Gbr. 6 Tata Letak Sistem PLTS *Off-Grid*

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan komponen, panel surya yang akan digunakan sebanyak 4 panel 175 Watt Peak. Panel surya yang digunakan adalah tipe *monocrystalline* karena jenis panel surya tersebut memiliki efisiensi yang tinggi. Dalam kondisi pencahayaan matahari yang cukup, *monocrystalline*

mampu menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya. Selain itu, *monocrystalline* juga memiliki umur pakai yang panjang dan daya tahan yang baik terhadap kondisi lingkungan. Panel surya ini menyerap cahaya matahari dan mengubah energi matahari menjadi energi listrik searah (DC), kemudian akan masuk melalui *Solar Charge Controller* (SCC) sebelum masuk ke baterai. SCC berfungsi sebagai alat yang mengatur proses pengisian baterai jika sudah penuh SCC akan membatasi pengisian. Kemudian dari SCC akan masuk ke baterai *Lithium-Ion*, Baterai ini memiliki kepadatan yang lebih tinggi, memungkinkan penyimpanan lebih banyak energi dalam ukuran yang lebih kecil, dan mendukung pengisian cepat yang sangat berguna pada saat cuaca buruk atau matahari tertutup awan. Baterai ini berfungsi sebagai penyimpan energi supaya dapat digunakan saat malam hari dan untuk memastikan ketersediaan listrik saat dibutuhkan. Kemudian akan masuk pada inverter untuk mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC). Selanjutnya inverter dihubungkan ke lampu AC dan pompa air pada perkebunan di Desa Blang Pie.

V. KESIMPULAN

1. Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada perkebunan di desa Blang Pie, diperlukan sistem PLTS yang dapat menyediakan daya efektif sebesar 330 Watt dan total pemakaian energi per hari adalah 1.960 Wh atau setara dengan 1,960 Kwh. Untuk memenuhi kebutuhan energi harian sebesar 1.960 Wh, diperlukan 4 panel surya dengan kapasitas 175 Wp dengan mempertimbangkan efisiensi sistem yang dapat digunakan sebanyak 80% dan menghasilkan daya sebesar 2.240 Wh per hari.
2. Dalam perencanaan ini, menggunakan satu unit Solar Charge Controller (SCC) dengan kapasitas 30 A dan tegangan 24 V sudah cukup untuk mengelola total beban sistem PLTS. Untuk memenuhi kebutuhan energi harian sebesar 1.960 Wh, diperlukan 6 unit baterai, 2 unit dirangkai seri dan 3 diparalelkan dengan kapasitas baterai 12 V 100 Ah per unit.
3. Keseluruhan dari perencanaan sistem PLTS di Desa Blang Pie adalah sistem PLTS dirancang untuk memenuhi kebutuhan energi di perkebunan dengan menggunakan panel surya, baterai Lithium-Ion, Solar Charge Controller (SCC), dan inverter.
4. Jumlah komponen yang diperlukan meliputi 4 panel surya, 1 SCC, 2 baterai, dan 1 inverter.

REFERENSI

- [1] Nurjaman, Hendi Bagja, And Purnama, Trisna. **pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai solusi energi terbarukan rumah tangga.** Jurnal Edukasi Elektro (2022): Vol. 06, No. 02; Hal 136-145
- [2] Pujiantoro, Noval Yoga., & Supardi, A. (2023). **Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Perkebunan Daerah Bengkulu Utara.** Surakarta: Universitas Muhamadiyah Surakarta
- [3] Dianto, Rudiyanto. (2023). **Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya.** Malang: Unisma Press
- [4] Ha, Iang Torang. (2022). **Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid di Desa Bengku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batang Hari Jambi.** Jambi: Universitas Jambi
- [5] Noer, Zikri., & Dayana, Indri. (2021). **Baterai Lithium:** Guepedia