

STUDI KELAYAKAN PENGGUNAAN ENERGI MATAHARI SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK LISTRIK DI DUSUN PORO DESA BULUE KECAMATAN MARIORIAWA KABUPATEN SOPPENG

Firdaus, Alimuddin Sa'ban Miru, dan Ariansyah*

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar

**Correspondent Author : dauselektro@unm.ac.id*

Abstract - This research is a quantitative descriptive study which aims to determine potential locations as a place to build a solar power plant (PLTS), planning results, and the feasibility of building a solar power plant (PLTS) proposed in Poro Hamlet, Bulue Village, Marioriawa District, Soppeng Regency. The level of utility of PLTS is to review by rotating the power that triggers PLTS to load, calculating the capacity of installed PLTS components, as well as the feasibility of analyzing PLTS investment to meet the requirements in Poro Hamlet, Bulue Village, Marioriawa District, Soppeng Regency, which is determined by the Net Present Value and Profitability Index. After data processing, the research results show that the calculation of the feasibility of a solar power plant (PLTS), with a daily electrical energy requirement of 65 kWh/day with solar insolation of 3.12 kWh/m²/day and an average daily temperature of 25°C, the electrical energy produced is 52 kWp. The main components of a solar power plant (PLTS) are: solar panels, batteries, MPPT and inverter. The estimated cost required to build a solar power plant (PLTS) in Poro Hamlet, Bulue Village, Marioriawa District, Soppeng Regency is IDR. 1,556,848,195 with an interest rate of 3.50% obtained energy costs (cost of energy) Rp. 3,975.00/kWh with investment feasibility: Net Present Value (NPV) Rp. 517,843,766 and Profitability Index (PI) 1.33.

Keyword — Centralized solar power plants (PLTS), solar insolation, cost of energi

Abstrak — Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui lokasi yang berpotensi sebagai tempat pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), hasil perencanaan, dan kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat di Dusun Poro Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupate Soppeng. Tingkat kegunaan PLTS terpusat ditinjau dengan mengevaluasi daya yang dibangkitkan PLTS terpusat, menghitung kapasitas komponen PLTS yang terpasang, serta analisis kelayakan investasi PLTS terpusat di Dusun Poro Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng yang ditentukan dengan Net Present Value dan Profitability Index. Setelah pengolahan data, hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dengan kebutuhan energi listrik harian 65 kWh/hari dengan insolasi matahari sebesar 3,12 kWh/m²/hari dan temperatur rata rata harian 25°C energi listrik yang dibangkitkan sebesar 52 kWp. Komponen utama pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat yaitu: panel surya, battery, MPPT dan inverter. Perkiraan biaya yang diperlukan untuk membangun pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS) terpusat di Dusun Poro Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng sebesar Rp.

1.556.848.195 dengan suku bunga 3,50% diperoleh biaya energi (cost of energy) Rp. 3.975,00/kWh dengan kelayakan investasi: Net Present Value (NPV) Rp. 517.843.766 dan Profitability Index (PI) 1,33..

Kata kunci — Pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS) terpusat, insolasi matahari, cost of energy

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi yang umumnya ditransmisikan dari satu tempat ke tempat lain. Masyarakat umum menggunakan energi listrik sebagai sumber tenaga untuk berbagai perangkat guna menunjang kehidupan sehari-hari. Mengingat pentingnya bagi masyarakat, energi listrik merupakan salah satu indikator kesejahteraan masyarakat. Indikator tersebut terkait dengan akses masyarakat terhadap energi listrik.

Indonesia memiliki peluang besar untuk memanfaatkan sumber energi alternatif terbarukan yang dikonversi menjadi energi listrik. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar. Berdasarkan data radiasi matahari yang dikumpulkan dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi matahari Indonesia dapat diklasifikasikan sebagai berikut; di wilayah Indonesia bagian barat dan timur, sebaran radiasi matahari di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari, fluktuasi bulanan sekitar 9%. Oleh karena itu, potensi energi surya rata-rata Indonesia adalah sekitar 4,8 kWh/m²/hari dengan variabilitas bulanan sekitar 9% [1].

Sulawesi Selatan untuk tingkat elektrifikasinya sendiri sudah mencapai 99,7%. Tingkat elektrifikasi tersebut diukur dari jumlah rumah tangga yang memiliki akses listrik dibagi dengan jumlah rumah tangga di suatu wilayah. Adapun kondisi kelistrikan di sistem Sulawesi Bagian Selatan, dengan kapasitas 1.525 MW, beban puncak 884 MW dan cadangan seluruh sistem sebesar 641 MW. Dari rasio elektrifikasi tersebut, di Sulawesi Selatan masih ada beberapa daerah yang belum sepenuhnya teraliri listrik negara karena jalur akses pendistribusian yang sulit [2].

Kabupaten Soppeng, tepatnya di Dusun Poro, Desa Bulue, Kecamatan Marioriawa merupakan daerah yang belum teraliri listrik dikarenakan topografi wilayahnya yang sulit

untuk dilakukan pendistribusian energi listrik negara. Di Dusun Poro terdapat 50 Kepala Keluarga (KK) dengan total penduduk 120 jiwa.

Hasil wawancara dengan warga setempat menunjukkan bahwa belum ada satupun rumah di dusun tersebut yang teraliri listrik, maka dibutuhkan pembangkit energi listrik yang dapat digunakan oleh masyarakat di Dusun Poro untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dalam kegiatan sehari-hari. Guna pemanfaatan energi ini, maka diperlukan PLTS yang memadai. Pengadaan PLTS tersebut sebagai pembangkit energi untuk elektrifikasi di Dusun Poro. Pengadaan PLTS ini memerlukan perencanaan yang baik dalam proses pembangunannya agar mampu bekerja secara maksimal dan sesuai apa yang diharapkan. Perluasan elektrifikasi di daerah yang dianggap terpencil seperti di Dusun Poro, Desa Bulue Kecamatan Mariorawa dapat meningkatkan perekonomian daerah, sejalan dengan kualitas hidup yang didukung oleh pemerataan listrik

Keberadaan listrik di Dusun Poro, Desa Bulue Kecamatan Mariorawa dapat mendorong tumbuhnya kegiatan ekonomi masyarakat dan memperluas akses pendidikan, kesehatan, dan tentu saja akses informasi yang selama ini terabaikan karena keterbatasan pasokan listrik. Berkaitan dengan hal tersebut dan potensi pengembangan PLTS yang prospektif, Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian yang berjudul Studi Kelayakan Penggunaan Energi Matahari sebagai Pembangkit Listrik di Desa Bulue Kecamatan Mariorawa Kabupaten Soppeng

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Energi Terbarukan

Sumber energi terbarukan seperti energi matahari, energi angin, air, energi panas bumi dan lain-lain menarik banyak perhatian sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil karena racun dan polutan tidak dihasilkan oleh sumber ini. Oleh karena itu, sumber energi ini disebut energi bersih. Saat ini, penggunaan energi bersih lebih rendah dari konservasi energi dari segi biaya. Meskipun teknologi energi bersih masih terus dikembangkan, namun diharapkan dapat memainkan peran penting dalam mencapai ketahanan energi global dan mewujudkan masyarakat yang berkelanjutan [3].

Keuntungan dari pemanfaatan EBT antara lain: biaya pembangkitan yang rendah dan kompetitif dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil, biaya pembangkit listrik tenaga terbarukan tidak berubah selama masa pakai fasilitas, sumber energi baru terbarukan tidak berubah sepanjang waktu berselang seperti tenaga surya karena berasal dari inti bumi dan fluidanya disirkulasikan kembali ke bumi, pembangkit listrik energi terbarukan tidak menghasilkan polusi dan emisi gas rumah kaca, dan energi terbarukan dihasilkan secara domestik dan mengurangi ketergantungan terhadap impor minyak bumi [4].

Dewasa ini membuat manusia harus berpikir untuk menggunakan energi alternatif yang terbarukan, seperti tenaga surya, angin, biomassa, dan panas bumi. Sejak beberapa dekade terakhir, energi surya telah dimanfaatkan di berbagai negara. Jika dieksploitasi dengan tepat, energi surya diprediksi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia. Energi surya memiliki kelebihan, yakni dapat digunakan secara gratis dari alam, serta bebas CO₂ sehingga ramah lingkungan [5].

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Matahari merupakan sumber energi utama yang memancarkan energi yang sangat besar ke permukaan bumi. Pada hari yang cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 Watt energi matahari per meter persegi. Kurang dari 30% energi dipantulkan kembali ke ruang angkasa, 47% diubah menjadi panas, 23% digunakan untuk semua siklus kerja yang ada di permukaan bumi, sebagian kecil 0,25% diserap oleh angin, gelombang dan masih ada sebagian kecil 0,025% disimpan melalui proses fotosintesis pada tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam pembentukan batu bara dan minyak bumi yang saat ini digunakan secara luas tidak hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk membuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya. Jadi kita dapat mengatakan bahwa sumber dari semua energi adalah energi matahari [6]. Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Produksi listrik dari energi matahari dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan panel surya atau secara tidak langsung dengan memusatkan energi matahari. Panel surya adalah modul yang terdiri dari banyak sel surya yang dihubungkan secara seri dan paralel tergantung pada ukuran dan kapasitas yang dibutuhkan. Karena matahari bergerak, dengan posisi panel surya yang statis, tidak akan diperoleh daya listrik yang optimal. Untuk penyerapan yang optimal, sinar matahari harus selalu bersinar tegak lurus dengan permukaan panel surya. Pada siang hari, panel surya menerima sinar matahari yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh sel kristal melalui proses fotovoltaik. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat disuplai langsung ke beban atau disimpan di baterai ACCU [7].

PLTS merupakan teknologi ramah lingkungan yang menggunakan bahan bakar terbarukan (energi matahari) dan semakin diminati karena dapat digunakan untuk tujuan apapun dan dimana saja: gedung besar, pabrik, rumah, daerah terpencil dan tempat lainnya. Terlepas dari pasokan tak terbatas, energi matahari hampir tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Indonesia sendiri selain faktor yang disebutkan di atas, ada faktor lain yang membuat PLTS diminati di Indonesia, seperti yang kita ketahui bersama bahwa Indonesia adalah negara kepulauan yang luas, pembangunan setiap daerah dan sumber daya alam tidak merata sehingga PLTS menjadi salah satu alternatif yang menarik. Adanya faktor-faktor di atas mengakibatkan terciptanya wilayah yang belum teraliri listrik dan sulit

diakses oleh PLN, sehingga tingkat elektrifikasi di Indonesia masih tergolong rendah [8].

C. *Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya PLTS*

Sistem PLTS biasanya memiliki komponen utama yaitu modul surya, inverter dan baterai. Penentuan komponen tergantung pada microgrid PV yang akan digunakan. Jika sistem PLTS off-grid sebagian besar menggunakan modul surya, inverter, solar charge controller dan baterai. Kemudian sistem PLTS grid-connected biasanya hanya menggunakan komponen modul surya, inverter dan komponen pendukung lainnya, seperti papan distribusi DC, papan distribusi AC, dan lain-lain. Untuk sistem PLTS hybrid, komponen utamanya hampir sama dengan sistem PLTS off-grid, hanya kombinasi pembangkit lainnya yang berbeda.

a. *Panel Surya*

Bagian terkecil dari modul surya adalah sel surya yang terbentuk pada fotodiode yang besar dan dapat menghasilkan energi listrik. Photovoltaic terdiri dari dua jenis bahan semikonduktor berbeda yang dihubungkan oleh melalui sebuah junction, kemudian ketika sinar matahari mengenai permukaannya, maka akan diubah menjadi energi listrik. Untuk mendapatkan daya yang efisien dan melimpah, sel surya disusun dalam panel yang disebut modul surya [9].

Komponen utama sistem surya photovoltaic adalah modul yang merupakan unit rakitan beberapa sel surya photovoltaic. Untuk membuat modul photovoltaic secara pabrikasi bisa menggunakan teknologi kristal dan thin film. Modul photovoltaic kristal dapat dibuat dengan teknologi yang relatif sederhana, sedangkan untuk membuat sel photovoltaic diperlukan teknologi tinggi. Modul photovoltaic tersusun dari beberapa sel photovoltaic yang dihubungkan secara seri dan paralel [10].

b. *Solar Charge Controller*

Solar Charge Controller adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah, yang dibebankan ke baterai dan dibawa dari baterai ke beban. SCC mengontrol over charging dan tegangan berlebih dari panel surya. Tegangan berlebih dan pengisian daya akan mempersingkat masa pakai baterai. Pengontrol surya menggunakan teknologi modulasi lebar pulsa (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan melepaskan arus dari baterai ke beban. Beberapa fungsi pengontrol surya (SCC) yaitu: Mengatur arus untuk pengisian baterai dari panel surya, Menghindari overcharging, Menghindari overvoltage dan Monitoring kondisi baterai

Jenis SCC yang digunakan saat ini ada dua, yaitu jenis pulse width modulation (PWM) dan jenis maximum power point tracking (MPPT). Kedua jenis SCC tersebut menggunakan teknologi yang berbeda. Oleh karena itu, kedua jenis tersebut memiliki keunggulannya masing-masing [11].

c. *Baterai (Battery)*

Baterai merupakan salah satu komponen utama PLTS dan fungsinya untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya sehingga dapat digunakan untuk mensuplai beban pada saat dibutuhkan. Setiap baterai memiliki anoda dan katoda serta elektrolit yang berfungsi sebagai konduktor. Keluaran yang dihasilkan baterai berupa arus searah (DC). Secara umum, ada dua jenis baterai, yaitu baterai yang dapat digunakan sekali (single use) dan baterai sekunder (rechargeable battery) dapat digunakan berkali-kali. Baterai yang digunakan pada PLTS merupakan baterai sekunder (baterai isi ulang) karena dapat diisi ulang jika terjadi gangguan listrik [11].

d. *Inverter*

Inverter adalah perangkat listrik yang terhubung ke sistem PLTS untuk mengubah arus searah dari modul surya menjadi arus bolak-balik yang dapat dimasukkan ke dalam jaringan. Banyak inverter menyertakan konverter DC-DC untuk mengubah tegangan variabel array PV menjadi tegangan konstan, yang merupakan masukan dari inverter sebenarnya. Inverter yang digunakan adalah inverter khusus dari sistem PLTS yang biasa disebut dengan smart inverter. Untuk sistem microgrid fotovoltaiac yang berdiri sendiri, mereka memiliki inverter yang terhubung ke baterai atau biasa disebut sebagai inverter baterai. Desain inverter ini sangat berbeda dengan desain sistem koneksi jaringan [11].

III. METODE PENELITIAN

A. *Penentuan Titik Lokasi*

Penentuan titik lokasi pembangunan PLTS menggunakan teknik skoring dan pembobotan. Perhitungan teknik skoring menggunakan persamaan:

$$TS = B \times S \tag{1}$$

Dimana TS adalah Teknik skoring, B adalah bobot (%) dan S adalah Skor nilai.

Pembobotan merupakan pemberian bobot pada tiap titik lokasi terhadap masing-masing parameter yang telah ditentukan dalam pembangunan PLTS.

TABEL I
PEMBOBOTAN TIAP PARAMETER

No	Parameter	Bobot
1	Suhu/Temperatur	50%
2	Penggunaan lahan	50%

B. *Perhitungan Jumlah komponen PLTS*

1. Menghitung Data Beban dan Jam Operasi Beban

Kebutuhan energi listrik ditentukan dengan pendekatan konsumsi listrik wilayah sekitar. Jika di sekitar daerah sasaran terdapat wilayah yang telah mendapatkan akses listrik, kebutuhan listrik di daerah sasaran dapat diestimasi berdasarkan konsumsi listrik per-rumah tangga di wilayah yang sudah berlistrik tersebut. Perlu diperhatikan bahwa kebutuhan listrik di wilayah sasaran ini harus mengantisipasi pertumbuhan penduduk selama 3-5 tahun mendatang, sehingga data jumlah penduduk atau jumlah KK yang digunakan adalah jumlah proyeksi penduduk di tahun tersebut. Data ini diperoleh dari survey lapangan atau wawancara, kemudian dilakukan perhitungan besarnya kapasitas PLTS dengan melakukan perhitungan beban [12].

2. Menghitung Daya Puncak dan Modul Surya

Data yang dibutuhkan adalah iradiasi rata-rata harian setempat. Dari total kebutuhan energi harian (kWh) maka untuk menghitung daya puncak dapat dirumuskan sebagai berikut [12].

$$kW(\text{peak}) = kWh/\text{iradiasi rata-rata harian setempat.} \quad (2)$$

Dimana, $kW(\text{peak})$ PLTS adalah Daya puncak PLTS, kWh adalah Total kebutuhan energi harian. Dari hasil perhitungan perlu ditambahkan 15-25% sebagai rugi-rugi sistem

3. Memilih Modul Surya dan Menghitung Luas Area Efektif yang Dibutuhkan

Yang dimaksud luas area efektif disini adalah area khusus untuk penempatan modul surya, belum termasuk area untuk memudahkan instalasi dan perawatan, serta belum juga termasuk lahan untuk rumah daya, jarak dengan pagar dan lain-lain. Dalam [12] perhitungan luas area efektif menggunakan persamaan:

$$\text{Area (m}^2\text{)} = \frac{kWP}{\text{Efisiensi Modul Surya}} \quad (3)$$

Dimana Area (m^2) adalah luas area efektif kWp adalah daya puncak seluruh panel PLTS. Area ini merupakan luas area modul surya atau area efektif tanpa memperhitungkan jarak antar rangkaian modul surya.

4. Menghitung Jumlah Modul

Jumlah modul dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Jumlah modul} = \frac{\text{Daya Puncak Modul Surya (total Wp)}}{Wp/\text{Modul}} \quad (4)$$

5. Menghitung Kebutuhan Energi

Keluaran dari energi ini adalah besaran yang akan diambil dari baterai. Data yang dibutuhkan adalah jumlah hari otonomi yang ditentukan berdasarkan kondisi awan setempat. Jika daerah tersebut sering tertutup awan, maka disarankan untuk menggunakan 3 hari otonomi dalam perhitungan. Jika daerah tersebut relatif cerah sepanjang tahun, maka jumlah hari otonomi cukup 2 hari.

$$\text{Kebutuhan energi dari baterai} = kWh \times AD \quad (5)$$

Dimana : kWh adalah Kebutuhan energi harian total dan AD adalah Hari otonomi

6. Menghitung Kapasitas Daya Beban Maksimum (W_{maks})

Dari tabel kebutuhan energi, kapasitas daya beban total maksimum dapat ditentukan apakah terjadi di siang hari atau malam hari dan jumlah bebannya [12].

7. Memilih Inverter Sesuai Daya

Pertimbangan memilih inverter supaya sesuai dengan daya yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus [12]:

$$\text{Watt (VA)} = W_{maks} + (25\% \cdot W_{maks}) \quad (6)$$

Dimana :

Watt (VA) adalah Daya yang dibutuhkan, W_{maks} adalah Kapasitas daya beban maksimum dan daya cadangan untuk memenuhi kebutuhan starting alat adalah sebesar 25%

8. Menentukan Tegangan Kerja dan Menghitung Ampere Hour (AH) Baterai

Dalam (Bayuaji Kencana et al., 2018) untuk menentukan tegangan kerja dan menghitung AH baterai data yang diperlukan adalah terkait dengan spesifikasi baterai dan inverter, serta kebutuhan energi yang telah dihitung sebelumnya.

9. Menghitung Kapasitas Daya dan Arus Solar Charge Regulator (SCR)

Input daya dan arus SCR ditentukan oleh Daya Puncak Modul Surya (W_p), sedangkan output daya dan arus SCR ditentukan oleh Tegangan Kerja Sistem Baterai [13].

C. Aspek Biaya

1. Biaya investasi PLTS

Biaya investasi PLTS di Dusun Poro, Desa Bulue, Kecamatan Marioriawa, Kabupaten Soppeng mencakup biaya: biaya umum, biaya pekerjaan mekanikal dan elektrikal dan biaya pekerjaan sipil.

2. Biaya Operasional dan Maintenance

Menurut [14] biaya pemeliharaan dan operasional pertahun untuk PLTS yang akan dibangun adalah sebagai berikut.

$$M = 1\% \times \text{total investasi} \quad (7)$$

3. Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost)

Biaya siklus hidup merupakan rincian biaya yang dikeluarkan oleh sistem pembangkit sesuai masa umur yang ditentukan. Siklus hidup dapat ditentukan dengan persamaan [15]:

$$LCC = C + MPW \quad (8)$$

Dimana LCC adalah Life Cycle Cost, C adalah Nilai investasi awal dan MPW adalah Biaya total untuk pemeliharaan dan operasional selama umur tahun.

4. Biaya Energy (Cost of Energy)

Perhitungan biaya energi suatu PLTS ditentukan oleh biaya siklus hidup, faktor pemulihan modal dan KWH produksi tahunan PLTS
 1. Faktor pemulihan modal diperhitungkan dengan rumus [16] :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (9)$$

Menurut Wengqiang dkk,(2004), perumusan biaya energi adalah sebagai berikut.

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{AKWH} \quad (10)$$

5. Net Present Value

Net Present Value (NPV) menyatakan bahwa seluruh aliran kas bersih dinilai sekarang atas dasar faktor diskonto Secara matematik nilai NPV dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t(1+i)^t}{II} \quad (11)$$

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan layak diterima atau tidak adalah sebagai berikut:

- a) Investasi dinilai layak, apabila NPV bernilai positif (>0).
- b) Investasi dinilai tidak layak, apabila NPV bernilai negatif (<0).

f. Benefit Cost Ratio

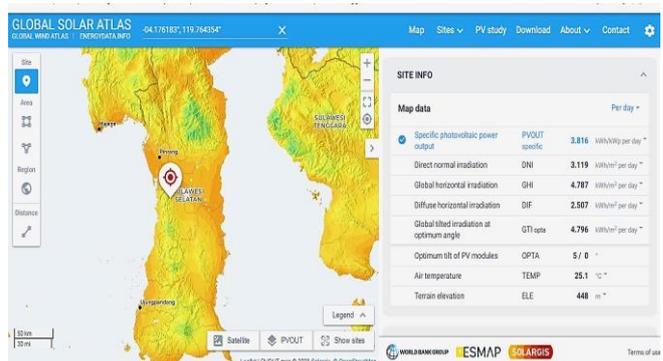
Benefit Cost Ratio adalah suatu ukuran perbandingan antara pendapatan dengan total biaya produksi. Secara matematik BCR atau sering juga disebut Profitability Index (PI) dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut [14].

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t(1+i)^t}{II} \quad (12)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Insolasi Matahari dan Temperatur Maksimum di Dusun Poro Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng

Insolasi matahari dan temperatur maksimum pada wilayah Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng -04.15194°, 119.778442° diperoleh dari data satelit solar atlas [17].



Gambar 1. Insolasi matahari dan temperatur maksimum solar atlas Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan (Sumber: <https://globalsolaratlas.info/>)

Berdasarkan Gambar 1 Insolasi matahari atau Direct Normal Irradiation (DNI) 3,119 kWh/m²/hari. Sedangkan

temperatur atau suhu rata-rata harian sebesar 25,1°C. Untuk perancangan sistem PLTS menggunakan Insolasi matahari harian minimum dengan tujuan agar pada saat insolasi matahari harian berada pada nilai yang paling rendah, maka PLTS yang akan dikembangkan tetap dapat memenuhi besar kapasitas yang dibangkitkan.

B. Kebutuhan Energi Listrik Dusun Poro Desa Bulue

Pada penelitian ini, untuk Poro kebutuhan listrik diestimasi berdasarkan daerah proyeksi Dusun Kajuara dimana konsumsi listrik di Dusun Kajuara yang terdapat 143 KK dengan 85 unit rumah. Total pemakaian energi pada dusun tersebut setiap bulan rata-rata 4.578,94 kWh atau 152,63 kWh setiap hari.

C. Parameter dan Penentuan Titik Lokasi

1. Parameter Suhu

Pada parameter suhu, setiap kenaikan temperatur 1°C (dari temperature standarnya) pada panel surya maka hal tersebut mengakibatkan daya yang dibangkitkan berkurang sekitar 0,5%. Suhu standar yang diperlukan oleh panel surya adalah 25°C [18]. Hasil penelitian menunjukkan kondisi rata-rata suhu di Dusun poro menggunakan Hygro-thermometer adalah 24,97°C.

2. Parameter Penggunaan Lahan

Pada prinsipnya, seluruh wilayah di Indonesia memiliki potensi untuk dibangun PLTS. Namun, untuk memastikan masa operasi PLTS tersebut berkelanjutan dalam jangka panjang, sebaiknya penetapan pembangunan PLTS juga mempertimbangkan dari segi penggunaan lahan untuk melihat kawasan lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya dari area penggunaan lahan terhadap kawasan hutan. Jenis penggunaan lahan yang paling baik adalah Areal Penggunaan Lain (APL).

3. Penentuan Titik Lokasi

Pada penentuan titik lokasi PLTS Terpusat di Dusun Poro Desa Bulue menggunakan dua parameter yaitu parameter suhu dan parameter penggunaan lahan. Setelah melakukan pengamatan secara khusus pada setiap analisis potensi parameter maka dapat ditarik kesimpulan pada hasil penjumlahan dari jumlah total skoring tiap parameter yang ada, dimana nantinya lokasi dengan total nilai tertinggi dari total tiap skoring menjadikan daerah tersebut menjadi lokasi terbaik untuk pembangunan PLTS. Dari hasil pengamatan, secara khusus dapat ditarik kesimpulan bahwa potensi untuk lokasi terbaik pembangunan PLTS berada pada Dusun Poro

D. Perencanaan Teknis PLTS Terpusat di Dusun Poro Desa Bulue

a. Spesifikasi dan Komponen Utama PLTS

Berdasarkan hasil analisis data, komponen utama PLTS yang dibutuhkan terdiri dari Panel surya 139 unit, SCC 4 unit, inverter 5 unit dan baterai 120 unit. Hasil perencanaan diperoleh data teknis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

TABEL 2
HASIL PERENCANAAN TEKNIS PLTS TERPUSAT DI DUSUN POLO DESA BULUE

No	Perencanaan	Hasil Perencanaan
1	PV Area	614,12 m ²
2	Rangkaian Array	10 rangkaian
3	Daya (Watt Peak)	28 kWp
4	Kapasitas Charge Controller	1.024 A
5	Kapasitas Baterai	15,357 Ah

E. Kelayakan Investasi Pembangunan PLTS Terpusat di Dusun Poro Desa Bulue.

PLTS Terpusat diasumsikan dapat beroperasi selama 25 Tahun. Penetapan umur proyek ini mengacu pada jaminan garansi yang dikeluarkan oleh produsen panel surya Kelayakan investasi Pembangunan PLTS Terpusat di Dusun Poro Desa Bulue secara detail dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

TABEL 3
ANALISIS KELAYAKAN PEMBANGUNAN PLTS TERPUSAT

Biaya Investasi PLTS	Rp. 1.336.544.000
Biaya Operaional dan Pemeliharaan PLTS	Rp. 13.365.440
Umur Proyek (tahun)	25 Tahun
Suku Bunga (%)	3,50%
Biaya Pemeliharaan & Operasional (present Value)	Rp 220.340.196
Total LCC 25 tahun	Rp. 1.556.848.195
COE	Rp. 3.975
Net Present Value (NPV)	Rp. 517.843.766
Profability Index (PI)	1,33262316

Estimasi kebutuhan energi listrik di Dusun Poro sebesar 153 kWh/hari, sehingga pemakaian energi tahunan PLTS Dusun Poro, Desa Bulue, Kecamatan Marioriawa, Kabupaten Soppeng 23.725 kWh sehingga biaya energi adalah Rp. 3.975

Analisis ekonomi kelayakan investasi PLTS Terpusat berdasarkan hasil perhitungan Net Present Value yang ditunjukkan pada Tabel 3 dimana untuk Net Present Value

dinilai layak apabila Net Present Value (NPV) bernilai positif (>0). Besarnya tingkat diskonto yang digunakan adalah 3,50% dengan Net Present Value bernilai Rp 517.843.766,00 sehingga nilai investasi PLTS Terpusat Dusun Poro Desa Bulu Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng termasuk layak untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Profitability Indeks yang ditunjukkan pada Tabel 3 dimana untuk Profitability Indeks dinilai layak apabila lebih besar dari satu (>1). Pada Tabel 3 Profitability Indeks bernilai 1,3362316 sehingga nilai investasi PLTS Terpusat di Dusun Poro, Desa Bulue, Kecamatan Marioriawa, Kabupaten Soppeng termasuk layak untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

V. KESIMPULAN

Hasil analisis kelayakan investasi yaitu: Net Present Value (NPV) yang bernilai positif sebesar Rp. 517.843.766,00 dan Profitability Index (PI) > 1 yang bernilai 1,33. Dengan kedua teknik analisis tersebut menunjukkan nilai investasi PLTS Terpusat di Dusun Poro, Desa Bulue, Kecamatan Marioriawa, Kabupaten Soppeng termasuk layak untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga surya.

DAFTAR ACUAN

- [1] Dewan Energi Nasional. Dewan Energi Nasional Newsletter, Vol.1, Januari-Maret 2020.
- [2] Statistik ketenagalistrikan tahun 2022. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/72f25-web-publish-statistik-2022.pdf
- [3] G. K. Suman, J. M. Guerrero, and O. P. Roy, "Optimisation of solar/wind/bio-generator/diesel/battery based microgrids for rural areas: A PSO-GWO approach," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 67, April 2021
- [4] Firdaus, Umar, Rony Seto Wibowo and Ontoseno Penangsang, Optimal Placement Of Intermittent Dg Renewable Energy And Capacitor Bank For Power Losses Reduction And Voltage Profile Improvement In Microgrids Systems', *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 17 No 5. October 2022
- [5] Rahayuningtyas, A. Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan. *Prosiding ANaPP Sains, Teknologi, Dan Kesehatan*, 223–230. 2014.
- [6] Hafid, A., Abidin, Z., Husain, S., & Umar, R. Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo. *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 14(1), 10-17. 2017.
- [7] Masarrang, M. Studi Kelayakan Dan DED PLTS Komunal Di Kabupaten Sigi. *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan*, 13(1), 108–117. 2016.
- [8] Alfiansyah, F.. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Aplikasi Geographic Information System (GIS) Studi Kasus: Kabupaten Bone (*Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin*). 2021.
- [9] Masters, G. M. *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. Second Edition, Canada: John Wiley & Sons, Inc, 2013.
- [10] Diantari Aita Retno, Erlina, W. C. Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Energi & Kelistrikan*, 9(2), 120–125. 2018.
- [11] Gautama, P. W., Suyanto, H., & Erlina, E. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Dengan Kapasitas 2 Kwp Pada Instalasi Menara Suar Bulukumba *Skripsi*, 11–13. <http://156.67.221.169/id/eprint/3153>. 2021
- [12] Bayuaji Kencana, Budi Prasetyo, Hanny Berchmans, Imas Agustina, Puteri Myrasandri, Raymond Bona, Richard Randy Panjaitan, & Winne. Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Indonesia Clean Energy Development II (ICED II)*, Tetra Tech ES, Inc USAID. November, 2019.
- [13] Mazum, F. A. Al, & Naim, M. M.. An Economic Analysis of Solar PV System in. June 2014.
- [14] Kasmir dan Jakfar. *Studi Kelayakan Bisnis*. Edisi revisi. Jakarta: Kencana Prenada Media Group 2016
- [15] Lazou, and Papatsois. The Economics of Photovoltaic Stand Alone Residential Household: A Case Study for Various European and Mediterranean Location. *Solar Energy Material & Solar Cells* 62: 411-427 . 2000
- [16] Renaldy Rahman, Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru, *Jurnal EEICT*. Vol 4 No 1, April 2021.
- [17] Global Solar Atlas. Available: <https://globalsolaratlas.info/>
- [18] Yanolanda, Muhamad, H. J. , Adhadi K., Bambang Istijono, Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat OFF-GRID System Pada Gedung LAB Terpadu II Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. *Jurnal Amplifier* Vol 14 No 1. pp 102 – 111, Mei 2024