

**STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA (PLTS) TERPUSAT DI PULAU LIUKANG LOE DESA
BIRA KECAMATAN BONTOLAHARI KABUPATEN
BULUKUMBA**

Syahrial Yudistira, Syarifuddin Kasim, H. Syahrul
Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar
syahrial.yudistira@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perencanaan dan kelayakan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat di pulau liukang loe desa bira kecamatan Bontolahari kabupaten Bulukumba. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui teknik observasi dan dokumentasi. Pengolahan data yang diperoleh dengan menghitung dan menganalisis insolasi matahari harian dan temperatur serta kebutuhan energi listrik harian. Setelah pengolahan data, hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat, dengan kebutuhan energi listrik harian sebesar 150,8 kWh/hari dengan jumlah pelanggan yang tersambung sebanyak 266 pelanggan dengan insolasi matahari sebesar 4,63 kWh/m²/hari dan temperatur rata-rata harian 27,5°C energi listrik yang dibangkitkan sebesar 36,4 kWp. Komponen utama pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat yaitu: modul surya, batteray, MPPT dan inverter. Perkiraan biaya yang diperlukan untuk membangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat di kecamatan bontolahari kabupaten bulukumba sebesar Rp. 3.220.993.745 dengan suku Bunga 5% diperoleh biaya energi Rp. 2.637/kWh dengan *Net Present Value* (NPV) 1.873.787.534 dan *Profitability Index* (PI) 1,58.

Kata kunci : Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat.

PENDAHULUAN

Energi terbarukan berasal dari proses alami dan kemungkinan tidak akan pernah habis. Pengembangan energi terbarukan sedang digalakkan melalui kebijakan-kebijakan pemerintah untuk mendorong dan memfasilitasi pemanfaatan sumber energi terbarukan. Selain itu, diharapkan juga dapat mengatasi krisis sumber energi dan pemanasan global yang diakibatkan oleh penggunaan sumber energi fosil.

Kebutuhan energi dunia akhir-akhir ini sangat meningkat tajam, terutama dengan munculnya negara-negara industri raksasa. Peningkatan ini akan sangat terasa pada dekade-dekade awal abad ke-21. Sebagai contoh, pada tahun 2000 kebutuhan energi listrik dunia mencapai 7-8 triliyun KWH dan diprediksikan pada tahun 2020 kebutuhan akan mencapai 14,5 triliyun KWh. Untuk memenuhi kebutuhan yang semakin hari semakin tinggi, pemerintah mengeluarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 17/2013 Pasal 2 Ayat 1 yang menyatakan bahwa dalam rangka memenuhi kebutuhan tenaga listrik nasional melalui pemanfaatan energi surya yang ramah lingkungan, pemerintah menugaskan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) untuk membeli tenaga listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena seperti yang di ketahui bahwa PLTS akan sangat cocok di kembangkan di Indonesia dengan iklim tropis.

Secara geografis, Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah ekuator tepatnya berada pada 11° LS- 6° LU dan 95° BT- 141° BB. Indonesia memiliki iklim tropis yang hanya

mempunyai 2 musim sepanjang tahunnya yaitu musim kering (kemarau) dan musim basah (hujan). Letak geografis Indonesia yang berada di ekuator menyebabkan Indonesia adalah salah satu daerah yang memiliki nilai surplus sinar matahari karena mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Berbeda halnya dengan negara-negara di Benua Eropa yang mempunyai 4 musim. Hal ini disebabkan oleh perjalanan semu matahari yang seakan-akan bergerak ke utara dan selatan bumi membentuk lintasan *sinusoidal* (mempunyai puncak dan lembah) sehingga daerah ekuator mempunyai radiasi matahari rata-rata yang tinggi sepanjang tahun.

Dikarenakan Indonesia merupakan daerah surplus radiasi matahari, maka energi surya diyakini sangat potensial untuk dikembangkan. Dalam hal ini, energi surya merupakan alternatif energi terbarukan yang mampu menjadi salah satu solusi untuk menjadi pengganti energi fosil. Selain itu, energi surya juga adalah salah satu sumber energi bersih yang memberikan dampak negatif minimal bagi lingkungan. Diproyeksikan di masa yang akan datang, energi surya akan menjadi salah satu energi yang dapat mengakomodir kebutuhan manusia dan paling banyak digunakan di banyak negara termasuk Indonesia.

Berdasarkan letak geografis yang strategis, hampir seluruh daerah di Indonesia berpotensi untuk dikembangkan PLTS dengan daya rata-rata mencapai 4kWh/m^2 . Kawasan barat Indonesia memiliki distribusi penyinaran sekitar $4,5\text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan variasi bulanan 10% sementara kawasan timur Indonesia berpotensi penyinaran sekitar $5,1$

kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Hal ini perlu dimanfaatkan dengan baik dengan percepatan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di berbagai daerah yang berpotensi di seluruh kawasan Indonesia.

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia No.4 tahun 2016 menyatakan bahwa dalam rangka peningkatan pemenuhan kebutuhan tenaga listrik rakyat secara adil dan merata serta mendorong pertumbuhan ekonomi, perlu dilakukan percepatan pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan termasuk pembangunan pembangkit 35.000 MW dengan mengutamakan energi baru dan terbarukan dalam rangka mendukung upaya penurunan emisi gas rumah kaca.

Penyediaan tenaga listrik di Indonesia mencapai sekitar 120 GW pada tahun 2025. Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik ini sesuai Kebijakan Energi Nasional (Kepres No. 5 Tahun 2006) harus dikembangkan berbagai energi alternatif termasuk energi terbarukan, antara lain panas bumi, mikrohidro, surya, angin, samudera, biomasa dan nuklir, yang ditargetkan mencapai lebih dari 17% dari pangsa energi primer nasional.

Pemerintah Kabupaten Bulukumba dalam Peraturan Daerah (Perda) -nya Nomer 21 tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bulukumba tahun 2012 – 2023 pasal 19 ayat 2 huruf b angka 2 berencana membangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Kapasitas 125 kWp di Kecamatan Bontobahari (Perda Bulukumba No.21 tahun 2012).

Kabupaten Bulukumba terletak diantara 05°20' - 05°40' LS dan 9°58' -

120°28' Kabupaten Bulukumba mempunyai suhu rata-rata berkisar antara 23,82°C - 27,68°C. morfologi pedataran bergelombang dengan intensitas sinar matahari yang stabil sepanjang tahun dan curah hujan yang rendah di sebagian wilayah bagian Selatan dan Timur kabupaten Bulukumba, merupakan daerah dengan potensi tenaga matahari/surya yang cukup besar dan dapat dibangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dibandingkan dengan pembangkit konvensional seperti genset-diesel.

Tenaga surya yang telah dimanfaatkan saat ini adalah salah satu sumber energi yang paling menjanjikan untuk abad ke-21 (Adel El Gammal, 2010), mengingat:

- a. Bersih; sistem tenaga surya menghasilkan listrik dengan nol emisi gas CO₂ atau polutan lainnya yang berhubungan dengan pemanasan global dan hujan asam.
- b. Terbarukan; sistem tenaga surya dapat mengkonversi cahaya matahari alami ke dalam penyediaan energi yang tidak terbatas.
- c. Berlimpah; jumlah sinar matahari dalam setiap jam mengandung energi cahaya setara dengan konsumsi energi total dunia selama satu tahun.

Berkaitan dengan potensi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang prospektif dan rencana dari Pemerintah Daerah Kab. Bulukumba tentang pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, maka dari itu peneliti tertarik untuk mengadakan

penelitian yang berjudul “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terpusat di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba”.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif yaitu penelitian yang menggambarkan dan melukiskan keadaan objek penelitian pada saat sekarang sebagaimana adanya berdasarkan fakta–fakta. Penelitian ini merupakan usaha untuk mengungkapkan masalah atau keadaan atau peristiwa sebagaimana adanya sehingga hanya bersifat sebagai pengungkap fakta. Hasil penelitian ditekankan untuk memberikan gambaran secara obyektif tentang keadaan yang sebenarnya dari objek yang diteliti.

Tujuan dari penelitian deskriptif kuantitatif ini adalah untuk memberikan gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai potensi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan yakni bulan Agustus 2019 - September 2019 di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau

mengambarkan Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terpusat di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

Adapun beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan potensi kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sebagai Berikut (Kementrian ESDM, 2014) :

1. Aspek Legal

- a. Status tanah (milik pemerintah/adat/pribadi)

Bila menggunakan dana APBN tinjauan aspek legal lebih ditekankan pada kejelasan status lahan yang akan digunakan sebagai lokasi PLTS agar tidak terjadi masalah atau sengketa setelah PLTS dibangun.

- b. tidak berada dalam wilayah HPT/Konservasi

2. Aspek Sosial Ekonomi

Aspek ini bertujuan menilai kemampuan masyarakat dalam membiayai pengoprasian dan pemeliharaan PLTS.

Menggambarkan berapa jumlah penduduk, bagaimana mata pencaharian, sumber perekonomian, pola konsumsi energi untuk penerangan selama ini, berapa rata-rata pendapatan warga.

3. Aspek Teknis

Aspek teknis merupakan perhitungan besarnya kapasitas PLTS yang akan dipasang dengan melakukan perhitungan beban dilanjutkan dengan perhitungan baterai dan modul yang diperlukan.

- a. **Menghitung Jumlah Energi Beban**

Tabel 3.2 Jumlah energi beban dan energi yang dibutuhkan per-hari

No.	Jenis Beban	Jumlah	Kuota Energi (watt-hour)	Total Energi (Watt-hour)
1.	Rumah Tangga			M_{PW}
2.	Fasilitas umum			
3	PJU			
Total A				
Cadangan Energi = 30% × Total A				
Total B = Total A + cadangan Energi				
Rugi-rugi system + JTR = 30% × Total B				
Jumlah Total = Total B + rugi-rugi sistem				

Sumber : Kementerian ESDM (2014)

5. Biaya investasi PLTS

Biaya investasi awal PLTS Pulau Liukang Loe Desa Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba mencakup biaya-biaya seperti : biaya umum, biaya pekerjaan mekanikal dan elektrik dan biaya pekerjaan sipil.

6. Biaya Pemeliharaan dan Oprasional PLTS Dusun Liukang Loe

Menurut Kasmir dan Jakfar (2016) adapun besar biaya pemeliharaan dan operasional pertahun untuk PLTS yang akan dibangun adalah :

$$M = 1\% \times \text{total biaya investasi}$$

Biaya siklus hidup (LCC) diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$LCC = C + M_{PW}$$

Keterangan :

LCC = Biaya siklus hidup (*Lyife Cycle Cost*)

C = Biaya investasi awal

= Biaya nilai sekarang (total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek

Nilai sekarang biaya tahunan yang akan dikeluarkan beberapa tahun mendatang (selama umur proyek), dengan jumlah pengularan yang tetap, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$M_{PW} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

Keterangan :

A = Biaya tahunan

I = Tingkat diskonto

n = Umur proyek

7. Menghitung Biaya Energi PLTS (*Cost of Energy*)

Menurut Kasmir dan Jakfar (2016) perhitungan biaya enertgi suatu PLTS ditentukan oleh biaya siklus hidup (LCC), faktor pemulihan modal (CRF) dan kWh produksi tahunan.

a. Faktor Pemulihan Modal (CRF)

Fakto pemulihan modal diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

i = faktor diskonto

n = umur proyek

menurut Wengqiang dkk, (2004), perumusan biaya energi adalah sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{AKWH}$$

Keterangan :

COE = *Cost of Energy* / biaya energi (Rp/kWh)

LCC = biaya siklus hidup

CRF = Faktor pemulihan modal
 AKWH= Energi yang dibangkitkan tahunan (kWh/tahun)

8. Analisis Kelayakan Investasi

Menurut Kasmir dan Jakfar (2016), kelayakan investasi adalah suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu usaha yang akan dijalankan, dalam rangka menentukan layak atau tidak usaha tersebut dijalankan.

A. Net Present Value (NPV)

Net present value menyatakan bahwa seluruh aliran kas bersih dinilai sekarang atas dasar faktor diskon. Untuk menghitung Net Present Value digunakan rumus sebagai berikut :

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

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau ditolak adalah sebagai berikut

- 1) Investasi dinilai layak, apabila NPV bernilai positif (>0)
- 2) Investasi dinilai tidak layak, apabila NPV bernilai negative (<0)

B. Profitability Index (PI)

Profitability Index (PI) merupakan perbandingan antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal. Teknik ini juga sering disebut dengan model rasio manfaat biaya (benefitcost ratio). Teknik profitability index dihitung dengan sebagai berikut:

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

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

- 1) Investasi dinilai layak, apabila Profitability Index (PI) bernilai lebih besar dari satu (>1).

- 2) Investasi dinilai tidak layak, apabila Profitability Index (PI) bernilai kecil dari satu (<1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran umum Pulau Liukang Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba

Pulau Liukang loe terletak di wilayah perairan sebelah selatan pulau Sulawesi tepatnya pada posisi - 05°38'46" LS, 120°26'33" BT. Pulau Liukang Loe merupakan wilayah administrasi dusun Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.



Gambar 4.1

Pulau Liukang Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.
 (Sumber: Google Earth)

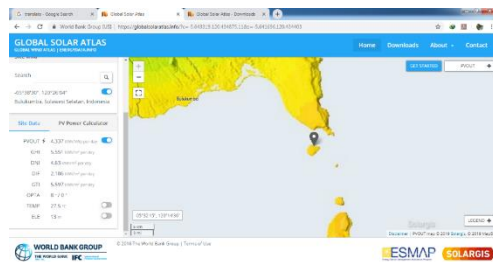
Pulau Liukang Loe memiliki luas wilayah sekitar 5,67 km² dengan panjang pantai 6km. Sebagian besar daratan pulau Liukang Loe tersusun dari batu karang dan daratan perbukitan.

Pemukiman warga tesebar secara berkelompok di sepanjang tepi garis pantai. Hal in dikarenakan penduduk Pulau Liukang Loe sebagian besar bekerja sebagai nelayan. Di Pulau

Liukung Loe terdapat dua kampung yaitu Ta'buntuleng dan Passilohe dengan Jumlah Kepala Keluarga (KK) sebanyak 187 KK (kemendagri,2018).

2. Potensi insolasi matahari dan temperatur maksimum di pulau Liukung Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

Insolasi matahari dan temperatur maksimum pada wilayah pulau Liukung Loe (-05°38'46", 120°26'33") Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba diperoleh dari data satellite solar atlas (<http://globalsolaratlas.info/>) dan (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).



Gambar 4.2

Insolasi matahari dan temperature maksimum Solar Atlas Pulau Liukung Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

(Sumber: <http://globalsolaratlas.info/>)

Berdasarkan gambar 4.2 insolasi matahari atau *Direct Normal Irradiation* (DNI) di pulau Liukung Loe kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba sebesar 4,63 kWh/m²/hari. Sedangkan untuk temperatur atau suhu rata-rata harian sebesar 27,5°C (solar atlas).

Data keseluruhan dari insolasi matahari dan temperature matahari harian di pulau Liukung Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba berdasarkan hasil dari Solar Atlas dan Power Nasa dapat dilihat dari Tabel 4.1.

Table 4.1 Data Insolasi Matahari dan Temperatur Pulau Liukung Loe Desa Bira Kec. Bontobahari Kab. Bulukumba

No.	Jenis Data	Besaran Dalam Satuan
1.	Photovoltaic Electricity Output	4,337 kWh/kWp/hari
2.	Global Horizontal Irradiation	5,551 kWh/m ² /hari
3.	Direct Normal Irradiation	4,63 kWh/m ² /hari
4.	Maximum Direct Normal Irradiation	6,12 kWh/m ² /hari
5.	Minimum Direct Normal Irradiation	3,34 kWh/m ² /hari
6.	Diffuse Horizontal Irradiation	2,186 kWh/m ² /hari
7.	Global Titled Irradiation	5,597 kWh/m ² /hari
8.	Optimum Angle of PV Modules	8°/0°

9.	Air Temperature	27,5°C
10.	Maximum Temperature	26,2°C
11.	Minimum Temperature	28,05°C
12.	Elevation	13m

Sumber : Global Solar Atlas dan Power Nasa

Untuk perencanaan system PLTS biasanya 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.

Data temperatur harian maksimum untuk wilayah pulau Liukang Loe sepanjang tahun 2018 sebesar 28,05°C. untuk perencanaan system PLTS biasanya menggunakan nilai temperatur maksimum, dengan tujuan agar pada temperatur berada pada nilai yang paling tinggi, maka dapat diperoleh besarnya faktor koreksi temperatur (*Temperature Corection Factor*) pada PLTS yang akan dikembangkan.

3. Kebutuhan Energi Listrik Pulau Liukang Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

Pada penelitian ini perhitungan kebutuhan energi Listrik untuk rumah tangga ditentukan sebesar 450Wh/hari/unit, fasilitas umum sebesar 900Wh/hari/fasum, untuk penerangan jalan umum sebesar 20 Wh/hari/unit.

Untuk mengantisipasi penambahan penduduk dan penurunan kinerja komponen PLTS, energi dicadangkan sebesar 30% dari total energi yang dibangkitkan. Demikian pula untuk mengantisipasi rugi-rugi system dan jaringan distribusi, rugi-rugi system dan JTR diasumsikan sebesar 30% dari energi total dan energi cadangan. Sehingga total estimasi kebutuhan energi Pulau Liukang Loe sebesar 150.833 Wh/hari yang di tunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Estimasi Kebutuhan Energi Listrik Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba.

No.	Jenis Beban	Jumlah	Kuota Energi (watt-hour)	Total Energi (Watt-hour)
1.	Rumah Tangga	187	450	84.150
2.	Fasilitas umum	4	900	3.600
3.	PJU	75	20	1.500
Total A				89.250
Cadangan Energi = 30% × Total A				26.775
Total B = Total A + cadangan Energi				116.025
Rugi-rugi system + JTR = 30% × Total B				34.808
Jumlah Total = Total B + rugi-rugi sistem				150.833

B. Pembahasan

1. Aspek Legal

Pemerintah Kabupaten Bulukumba dalam Peraturan Daerah (Perda) -nya Nomer 21 tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bulukumba tahun 2012 – 2023 pasal 19 ayat 2 huruf b angka 2 berencana membangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Kapasitas 125 kWp di Kecamatan Bontobahari.

Berdasarkan keterangan dari dusun Liukang Loe, dusun Liukang Loe dan masyarakat telah menyediakan lahan yang diperuntukkan pembangunan PLTS karna sebelumnya dari pihak Pemerintah Daerah Bulukumba berjanji untuk melakukan pembangunan PLTS.

2. Aspek Sosial Ekonomi

Penduduk Pulau Liukang Loe sebagian besar bekerja sebagai nelayan dan sebagian lagi bekerja sebagai pelaku usaha ekonomi kreatif untuk memfasilitasi para wisatawan seperti menyewakan kapal, penginapan dan souvenir kerajinan tangan. Di Pulau Liukang Loe terdapat dua kampung yaitu Ta'buntuleng dan Passilohe dengan Jumlah Kepala Keluarga (KK) sebanyak 187 KK dengan pendapatan rata-rata sebesar > Rp. 2.000.000.

3. Aspek Teknis

a. Menghitung PV area dan Daya PLTS Terpusat (*Off-Grid*)

1) Menghitung Area Array (PV Area)

Seperti diketahui bahwa setiap kenaikan temperature 1°C (dari temperature standarnya) pada panel surya, maka hal tersebut akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya berkurang sekitar 0,5% (Foster dkk, 2010). Data temperature maksimum untuk pulau Liukang Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba sebesar 28,05°C, dapat dilihat pada **table 4.1**. Data temperatur ini memperlihatkan ada suhu sebesar 3,05°C dari suhu standar 25°C yang diperlukan oleh panel surya.

Besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur disekitar panel surya mengalami kenaikan 3,05°C dari temperatur standarnya, diperhitungkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{MPP \text{ saat } t \text{ naik } 3,05^{\circ}\text{C}} &= 0,5\% \times P_{MPP} \times \\ &\text{kenaikan temperature } (^{\circ}\text{C}) \\ &= 3,05\text{W} \end{aligned}$$

Untuk daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 28,05°C, diperhitungkan menjadi :

$$P_{MPP \text{ saat } t \text{ naik } 3,05^{\circ}\text{C}} = P_{MPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^{\circ}\text{C}}$$

$$= 196,95\text{W}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran maksimum panel surya pada saat temperaturnya naik menjadi 28,05°C, maka nilai TCF (*Temperature Corection Factor*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCF} &= \frac{P_{\text{MPP saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}}}{P_{\text{MPP}}} \\ &= 0,98 \end{aligned}$$

Efisiensi keluaran (η_{out}) ditentukan berdasarkan efisiensi komponen – komponen yang melengkapi PLTS. Suatu PLTS yang dilengkapi dengan baterai, *charge controller*, dan inverter dengan efisiensi (η_{out}) sebesar 95%.

$$\begin{aligned} \text{PV Area} &= \frac{E_L}{G_{AV} \times \text{TCF} \times \eta_{PV} \times \eta_{out}} \\ &= 218,69 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk mengakomodir semua semua komponen yang diperlukan untuk pembangunan PLTS terpusat maka luas area yang diperlukan adalah $2 \times \text{PV Area}$ yaitu sebesar 437,38 m².

2) Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (*Watt Peak*)

Dengan area array sebesar 218,69m², peak sun insulation (PSI) sebesar 1000W/m² dengan efisiensi panel surya sebesar 16%, maka besar daya yang dibangkitkan (*Wattpeak*) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{wattpeak}} &= \text{PV Area} \times \text{PSI} \times \eta_{PV} \\ &= 34.990 \text{ Wp} \end{aligned}$$

3) Menghitung Jumlah Panel Surya

Panel surya yang dipergunaka sebagai acuan adalah panel surya yang terpasang pada PLTS terpusat. Panel Surya ini memiliki spesifikasi sebesar P_{MPP} sebesar 200Wp per panel..

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Panel Surya} &= \frac{P_{\text{wattpeak}}}{P_{\text{MPP}}} \\ &= 175 \text{ unit} \end{aligned}$$

Konfigurasi rangkaian array panel surya sangat tergantung pada MPPPT/ solar charge controller yang digunakan. MPPT yang digunakan pada penelitian ini adalah SOLARCON SCB-48120 dengan tegangan input sebesar 64-116 Vdc dan arus maksimum sebesar 120 Ampere. Sedangkan panel surya yang digunakan yaitu ICA Solar dengan spesifikasi $V_{\text{MPP}} = 35,4 \text{ V}$, $I_{\text{MPP}} = 5,65 \text{ A}$ dan $P_{\text{MPP}} = 200 \text{ Wp}$ perpanel surya.

$V_{\text{MPP array}} = 35,4 \text{ V} \times 2 = 70,80 \text{ V}$

$I_{\text{MPP array}} = 5,65 \text{ A} \times 13 = 73,45 \text{ A}$

$P_{\text{MPP array}} = 70,84 \times 73,45 = 5.200,26 \text{ W}$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, susnan panel surya pada rangkaian array PLTS terpusat di Pulau Liukang Loe Kec. Bonto Baharai Kab. Bulukumba masing-masing array PLTS terpusat terdapat 182 unit panel surya dengan konfigurasi 2 seri dan 13 paralel yang menghasilkan daya sebesar wattpeak. Pada PLTS terpusat Liukang Loe Kec. Bonto Bahari Kab. Bulukumba direncanakan terpadat 7 rangkaian array, sehingga total panel surya

berjumlah unit 182 dan daya total yang di bangkitkan sebesar 36,4 kWp.

4) Menghitung Kapasitas Charge controller

Kapasitas Charge Controller pada masing masing array adalah 729 A.

Charge controller yang digunakan adalah type MPPT dengan charging current sebesar 120A, jadi charge controller yang dibutuhkan adalah sebanyak : 6 unit

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas Charge Controller yang terpasang pada PLTS Terpusat di Pulau Liukang Loe minimum 729 Amper atau lebih atau sekitar 6 unit MPPT.

5) Menghitung Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai PLTS terpusat adalah 8.269 Ah

Baterai yang digunakan 2 V-1000 Ah maka jumlah baterai yang dibutuhkan adalah :

- Jumlah baterai yang dihubung seri = $48 \div 2 = 24$
- Jumlah baterai yang dihubungkan parallel = $8.269 \div 1000 = 8,269$ (dibulatkan menjadi 8 buah)

Sehingga jumlah total baterai yang dibutuhkan adalah 192 buah

6) Menghitung kapasitas Inverter

Perhitungan kapasitas inverter dapat di hitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$0,9 P_{MPPP} PV \text{ Array} \leq P_{AC} \text{ inverter jaringan} \leq 1,25 P_{MPPP} PV \text{ Array}$$

$$0,9 \times 34.990 \leq P_{AV} \text{ inverter jaringan} \leq 1,25 \times 34.900$$

$$31.491 \leq P_{AV} \text{ inverter jaringan} \leq 43.737$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa, masukan atau input maksimum inverter jaringan yang akan digunakan harus lebih besar dari 31.491 dan lebih kecil dari 43.737. Dala penelitian ini diasumsikan inverter yang digunakan memiliki kapasitas maksimum daya dc dan maksimum keluaran dengan masukan dari PV array sebesar. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi inefisiensi atau pemborosan kapasitas daya inverter yang cukup besar dari daya masukan inverter.

Berdasarkan perhitungan diatas, rekapitulasi spesifikasi dan kapaistas komponen PLTS Tepusat di Pulau Liukang Loe Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba ditunjukan pada table 4.3

Table 4.3 Jenis dan spesifikasi komponen utama yang akan digunakan.pada PLTS Pulau Liukang Loe Desa Bira Kec. Bontobahari Kab. bulukumba.

No	Nama material	Spesifikasi	Jumlah
1	Panel surya (Solar Panel)	Type : Monocrystalline Pmax : 200watt Vpm : 35,4 V Ipm : 5,65 A Voc : 44,6 V Isc : 5,98 A	182

		Power Tolerance ±5% Efficiency: >16% Maximum System Voltage : 1.000 V Modul Dimension : 1320×992×35 mm	
2	Solar MPPT Controller	Type : MPPT Max Charging Current : 120A MPPT Volt : 64-116 Vdc Baterai Voltage 48V Efeciency : > 98% Operating temperature : -40 °C +60 °C	6
3	Inverter	Type : Inverter/Charger Output Power : 6.000 Watt Output Voltage : 230VAC 50Hz Output Voltage Regulation : ± 2%	7

		Nominal DC input : 48V Efeciency : >95% Temperature Range: -25 °C +60 °C	
4	Baterai	Type : Opz Tubular Capacity : 1.000Ah Voltage : 2V Battery life : 2200 cycles at 80% DOD & 20°C Temperature : -20°C to 50°C	192

Table 4.4 Hasil Perencanaan Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba

No.	Perencanaan	Hasil Perencanaan
1.	PV Area	437,38 m ²
2.	Daya (Watt Peak)	36,4 kWp
3.	Kapasitas Charge Contoller	729 A
4.	Kapasitas Baterai	8.269 Ah

4. Rencana Anggaran Biaya Pembangunan PLTS Terpusat

Tabel 4.4 Total Rancangan Anggaran Biaya PLTS

Rencana Anggaran	Harga
Total 1 : Anggaran Umum	Rp. 351.970.000
Total 2 : Anggaran Pekerjaan Mekanikal Elektrikal	Rp. 2.699.379.132
Total 3 : Anggaran Pekerjaan Sipil	Rp. 193.600.000
Total	Rp. 2.928.176.132
PPN 10%	Rp. 292.817.613
Nilai Total	Rp. 3.220.993.745

5. Biaya Pemeliharaan dan Oprasional PLTS Pulau Liukang Loe

Biaya pemeliharaan dan oprasional PLTS pulau Liukang Loe :

$$M = 1\% \times \text{total biaya investasi} \\ = \text{Rp. } 32.209.937$$

6. Biaya Siklus Hidup

PLTS terpusat Pulau Liukang Loe, diasumsikan dapat beroperasi selama 20 tahun. Besarnya tingkat diskonto yang dipergunakan untuk menghitung nilai sekarang pada penelitian ini adalah sebesar 5%. Penetapan suku bunga ini berdasarakan tingkat suku bunga kredit Bank Indonesia per 19 desember 2019. Besar nilai sekarang untuk biaya pemeliharaan dan oprasional (Mpw) PLTS Pulau Liukang Loe selama umur proyek 20 tahun dengan tingkat diskonto 5% adalah

$$M_{PW} = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$= \text{Rp. } 408.818.431$$

Biaya siklus hidup (LCC) untuk proyek PLTS Terpusat Pulau Liukang Loe Desa Bira Kec. Bontobahari Kab. Bulukumba selama umur proyek 20 tahun adalah sebagai berikut :

$$\text{LCC} = C + \text{MPW} \\ = \text{Rp. } 3.629.812.176$$

7. Biaya Energi PLTS (*Cost of Energy*)

Faktor pemulihan modal untuk mengkonversikan semua arus kas biaya siklus hidup (LCC) menjadi serangkaian biaya tahunan diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{CRF} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ = 0,04$$

Estimasi kebutuhan energi listrik Pulau Liukang Loe sebesar kWh per hari, sehingga pemakaian energi tahunan PLTS Pulau Liukang Loe diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{AKWH} = \text{kWh harian} \times 365 \text{ [kWh]} \\ = 55.054 \text{ kWh}$$

Besar biaya energi (COE) untuk PLTS Pulau Liukang Loe sebagai berikut :

$$\text{COE} = \frac{\text{LCC} \times \text{CRF}}{\text{AKWH}} \\ = \text{Rp. } 2.637/\text{kWh}$$

8. Analisis Kelayakan Investasi PLTS Pulau Liukang Loe Kec. Bontobahari Kab. Bulukumba

Untuk mempertimbangkan kelayakan investasi PLTS Pulau Liukang Loe sebagai sumber tenaga listrik di Pulau Liukang Loe, perlu dilakukannya suatu analisis ekonomu kelayakan investasi PLTS ditentukan berdasarkan hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV) dan *Profitability*

Index (PI) ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Table 4.5 Analisis Kelayakan Pembangunan PLTS Pulau Liukang Loe Desa Bira Kec. Bontobahari Kab. Bulukumba.

Biaya investasi PLTS (Rp)	Rp. 3.220.993.745
Biaya oprasional PLTS dan pemeliharaan PLTS (Rp)	Rp. 32.209.937
Biaya Siklus Hidup (LCC)	
Umur Proyek	20 tahun
Suku Bunga	5%
Biaya oprasional PLTS dan Pemeliharaan PLTS (<i>Present Value</i>)	Rp. 408.818.431
Total biaya siklus Hidup selama 20 tahun	Rp. 3.629.812.176
Biaya Energi (<i>Cost of Energy</i>) (Rp/kWh)	Rp. 2.637/kWh
Anlisis Kelayakan Investasi PLTS	
<i>Net Present Value</i> (NPV)	1.873.787.534
<i>fibility Index</i> (PI)	1,58

PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, adapun yang menjadi kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Adapun Hasil perencanaan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba adalah :
 - a. Kebutuhan energi listrik harian listrik Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba sebesar 150.833 Wh
 - b. Dengan area array sebesar 218,69m², peak sun insulation (PSI) sebesar 1000W/m² dengan efesiensi panel surya sebesar 16%, maka besar daya yang dibangkitkan 34.990 Wp
 - c. Total biaya yang diperlukan dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terpusat di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukmba.
2. Hasil analisis kelayakan investasi yaitu : Net Present Value (NPV) yang bernilai positif sebesar Rp. 1.873.787.534, Profibality index (PI) > 1 yang bernilai 1,58. Dengan kedua teknik analisis tersebut menunjukkan nilai investasi PLTS terpusat di Pulau Liukang Loe Kec. Bonto bahari Kab. Bulukumba termasuk layak untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Djamin Martin (2010). *Penelitian Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan*.
- Firdaus, M. F. (2007, Juni 22). *Kajian Potensi Energi Surya di Indonesia*. Retrieved September 4, 2020, from icare indonesia: <https://icare-indonesia.org/kajian-potensi-energi-surya-di-indonesia-2/>
- Global Solar Atlas. (2019, Oktober 20). Retrieved from Global Solar Atlas :<https://globalsolaratlas.info/detail?c=4.320251,119.793892,15&m=s&s=-4.321>
- Gregory Anne (1996). *Planning and Managing Public Relations Campaigns*
- Hafid Abdul (2017) *Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lombo*, Jurnal Universitas Muhammadiyah Makassar
- Hamid Darmadi. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Haslizen Hoezin (2010). *Energi Radiasi Matahari Pada Pemanfaatan Pada Pertanian, Perikanan, Bangunan dan Listrik*.
- Husnan, s., & Suwarsono,. (1994). *Studi Kelayakan Proyek*. Yogyakarta: Unit Penertbit dan Pecetak (UPP), AMP YKPN.
- Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2014). *Panduan Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*. Jakarta: Kementrian Energi Dan Sumber Daya Mineral
- Lesmana Tantan, Rismawan (2016). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Politeknik Engineering Indorama,
- Power NASA. (2019, Oktober 20). Retrieved from Power NASA : <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>