

STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK UNTUK KAPAL PINISI

Muhammad Yusuf Mappeasse¹, Mustakim², Firdaus³

¹Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
muh.yusuf.mappeasse@unm.ac.id

²Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
Mtakim071@gmail.com

³Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
dauselektro@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1. Merencanakan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber listrik untuk kapal pinisi 2. Mengetahui kebutuhan biaya ekonomis dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber listrik untuk kapal pinisi di Pelabuhan Tuju-tuju Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data penelitian diperoleh dengan dokumentasi, observasi dan wawancara. teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif untuk dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di kapal pinisi yang berkapasitas 145 Ton dengan total kebutuhan energi listrik perharinya sebesar 4.598Wh memerlukan panel surya tipe polikristalin dengan daya 300 Wp sebanyak 5 buah. Adapun komponen pendukung PLTS yaitu *Solar Charge Controller* 60A, baterai 12V 150Ah sebanyak 11 buah dan Inverter 1500 Watt. Berdasarkan hasil perhitungan aspek biaya diperoleh investasi dari PLTS sebesar Rp.131.948.000 sedangkan biaya yang harus di keluarkan dalam kurun waktu 10 tahun dengan menggunakan generator belum termasuk biaya perawatan sebesar Rp. 252.000.000

Kata Kunci: Kapal Pinis, Energi suryai, PLTS, Panel Surya, Investasi.

STUDY OF PLANNING OF SOLAR CELL POWER PLANT AS ELECTRICAL SOURCE FOR PINISI SHIP

ABSTRACT

This study aims to: 1. Plan a solar power plant as a source of electricity for the pinisi ship 2. Determine the need for economic costs in planning a solar power plant as a power source for the pinisi ship at the Port of Tuju-tuju, Tarasu Village, Kajuara District, Bone Regency. This study uses a quantitative descriptive method. Research data obtained by documentation, observation, and interviews. The data analysis technique used is descriptive quantitative to describe or describe the planning of solar power plants. Based on the results of research that has been carried out on a pinisi ship with a capacity of 145 tons with a total daily electrical energy requirement of 4,598Wh, 5 polycrystalline solar panels with a power of 300 Wp are required. The supporting components of PLTS are Solar Charge Controller 60A, 12V 150Ah batteries as many as 11 pieces and 1500-Watt Inverter. Based on the results of the calculation of the cost aspect, the investment from PLTS is Rp. 131.948.000 while the costs that must be issued within a period of 10 years using a generator do not include maintenance costs of Rp. 252,000,000

Keywords: Pinisi Ship, Solar energy, PLTS, Solar Panels, Investment.

PENDAHULUAN

Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Sesuai PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050. Indonesia mempunyai potensi energi baru terbarukan yang cukup besar untuk mencapai target bauran energi primer tersebut [1].

Kebijakan energi nasional yang bertujuan untuk penghematan bahan bakar minyak bumi dan pengembangan sumber energi alternatif lainnya. Untuk mengatasi hal itu selanjutnya presiden menekankan penghematan bahan bakar minyak dalam negeri terutama untuk kebutuhan yang tidak dapat digantikan dengan bentuk energi yang lain seperti transportasi, *feedstock* industri dan lain-lain. Pemanfaatan seoptimal mungkin sumber energi alternative lain, seperti panas bumi, energi matahari dan sebagainya. Dengan mempertimbangkan permasalahan energi tersebut maka diperlukan langkah serta strategi untuk pengembangan energi lebih lanjut seperti tertuang dalam kebijakan energi nasional.

Saat ini, perkembangan teknologi perkapalan di Indonesia telah mencapai kemajuan tingkat internasional, perkembangan dibidang perkapalan tersebut merupakan bagian dari pengembangan teknologi pada umumnya di Indonesia. Usaha untuk mengembangkan, menerapkan dan menguasai teknologi perkapalan telah dilakukan secara terencana, tertib, dan terarah dengan memanfaatkan semua sumber daya yang dimiliki. Pengembangan teknologi perkapalan ini sudah cukup maju dan merupakan indikasi kemampuan penguasaan teknologi dalam bidang kelautan [2].

Perkembangan teknologi energi terbarukan untuk bidang industri maritim saat ini sangatlah maju, khususnya pemanfaatan energi matahari pada kapal. Namun, di Indonesia sendiri masih sangat sedikit pengaplikasiannya karena energi matahari membutuhkan luasan panel surya yang besar untuk mendapatkan daya besar pula [3].

Segala peralatan yang ada pada suatu kapal pinisi dan menunjang kerja dari kapal umumnya memerlukan daya kelistrikan untuk dapat bekerja sebagaimana fungsinya. Daya listrik menjadi hal yang sering menjadi masalah utama, karena daya listrik ini sangat dibutuhkan pada sebuah kapal

pinisi yang umumnya digunakan sebagai penerangan dan peralatan listrik lainnya.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan di Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone, mayoritas penduduk desa ini berprofesi sebagai pelaut. Dimana kapal pinisi masih menggunakan Generator diesel untuk memenuhi kebutuhan listrik. Setiap harinya bahan bakar terpakai untuk menghidupkan generator, sedangkan bahan bakar semakin tahun semakin menipis dan mahal harganya, sehingga pengeluaran bertambah.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada beberapa pelaut kapal pinisi rata-rata penggunaan bahan bakar minyak sekitar 7 sampai 10 liter perhari. terdapat beberapa permasalahan dalam penggunaan pembangkit listrik generator diesel di kapal pinisi diantaranya generator diesel dihidupkan pada malam hari saja untuk menghemat penggunaan bahan bakar, yang kedua harga bahan bakar yang semakin mahal sedangkan pendapatan tidak menentu.

METODE PENELITIAN

A. Jenis 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.

B. Teknik Analisis Data

Teknik analisis Teknik analisis data adalah suatu cara yang digunakan untuk mengolah data hasil penelitian untuk memperoleh suatu kesimpulan. Dalam penelitian ini teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan kelayakan potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk kapal pinisi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan Energi Listrik yang dibutuhkan kapal pinisi di Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone



Gambar 1 Kapal Pinisi Mahkota Pertiwi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kapal pinisi Mahkota Pertiwi di peroleh data sebagai berikut:

TABEL 1 TOTAL BEBAN

| No | Jenis Beban | Jumlah | Operasi /hari (jam) | Energi/hari |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------|---------------------|-------------|
| 1 | Lampu Ruang mesin 30 watt | 1 | 12 | 360 |
| 2 | Lampu jalan 10 watt | 2 | 12 | 240 |
| 3 | Pompa solar 100 watt | 1 | 1 | 100 |
| 4 | Pompa Air 100 watt | 1 | 2 | 200 |
| 5 | Lampu tiang 30 watt | 2 | 12 | 720 |
| 6 | Lampu dapur 15 watt | 1 | 5 | 75 |
| 7 | Lampu wc 15 watt | 1 | 5 | 75 |
| 8 | Lampu teras kemudi 15 watt | 2 | 5 | 150 |
| 9 | Lampu kamar kemudi 15 watt | 1 | 5 | 75 |
| 10 | Lampu kamar 15 watt | 1 | 5 | 75 |
| 11 | Lampu belakang 30 watt | 1 | 12 | 360 |
| 12 | Lampu lambung kapal 30 watt | 1 | 2 | 60 |
| 13 | Kipas angin 50 watt | 2 | 8 | 800 |
| 14 | Mesin jahit 90 watt | 1 | 1 | 90 |
| 15 | Mesin gerinda 600 watt | 1 | 1 | 600 |
| 16 | Peralatan elektronik 100 watt | 1 | 2 | 200 |
| Total A | | | | 4180 |
| Cadangan Energi = 10% × Total A | | | | 418 |
| Total B = Total A + cadangan Energi | | | | 4598 |

Potensi insolasi matahari dan temperature maksimum di Pelabuhan Tuju-tuju Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone

Data keseluruhan dari insolasi matahari dan temperature matahari harian di Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone berdasarkan hasil dari Solar Atlas dan Power Nasa dapat dilihat dari Tabel 2.

TABEL 2 INSOLASI MATAHARI DAN TEMPERATUR GLOBAL SOLAR ATLAS DAN NASA

| No | Jenis Data | Besaran Dalam Satuan |
|----|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. | Photovoltaic Electricity Output | 4,286 kWh/kWp/hari |
| 2. | Global Horizontal Irradiation | 5,401 kWh/m ² /hari |
| 3. | Direct Normal Irradiation | 4,321 kWh/m ² /hari |
| 4. | Diffuse Horizontal Irradiation | 2,232 kWh/m ² /hari |
| 5. | Global Titled Irradiation | 5,429 kWh/m ² /hari |
| 6. | Optimum Angle of PV Modules | 7°/0° |

| No | Jenis Data | Besaran Dalam Satuan |
|----|-----------------|----------------------|
| 7. | Air Temperature | 26,5°C |
| 8. | Elevation | 14m |

B. Pembahasan

1. Aspek Teknis

Menghitung Jumlah Panel Surya

Dalam menentukan kapasitas panel surya, jam efektif sinar matahari mengenai panel surya dalam satu hari rata-rata selama 4 jam. Digunakan rumus [4] dengan energi beban sebesar 4598 Wh dan memperhatikan faktor-faktor lain seperti *Coloumbic Efficiency*, *oversize factor*, dan *module efficiency* maka kapasitas panel surya yang di butuhkan:

$$P_{pv} = 125\% \times \frac{4598}{4} = 1.436,8 \text{ Wp} \quad (1)$$

Dengan memperhatikan hasil perhitungan tersebut maka di pilih kapasitas 1500Wp atau 300 Wp x 5 Panel, Panel surya atau photovoltaik yang dipilih terbuat dari sel surya silicon *policrytalline* yang memiliki efisiensi cukup tinggi serta lifetime rata-rata 25 tahun, dimana saat mencapai umur tersebut tingkat daya panel surya turun hingga 20%.

TABEL 3 SPESIFIKASI PANEL SURYA

| Keterangan | Spesifikasi |
|----------------------------|---------------------|
| Daya modul | 300 Wp (Watt peaks) |
| Tegangan maks (Vm) | 34,2 V |
| Arus maks (Im) | 8,77 A |
| Tegangan tanpa beban (Voc) | 41,04 V |
| Arus hubung singkat (Isc) | 9,38 A |
| Dimensi | 1290×1134× 35 mm |
| Suhu ketika beroperasi | -40 |
| Lifetime (umur) | 25 Tahun |

Faktor pengisian (*fill factor*) digunakan rumus [4]:

$$FF = \frac{V_m \times I_m}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2)$$

$$= \frac{34,2 \times 8,77}{41,04 \times 9,38} = 0,779$$

Luas permukaan panel surya digunakan rumus:

$$(1290 \text{ mm}^2 \times 1134 \text{ mm}^2) = 1,462 \text{ m}^2$$

Dimana besar intensitas sinar global matahari yang diterima ketika radiasi dalam keadaan maksimum (S) sebesar 1000 watt/m². Maka efisiensi sel surya digunakan rumus [4]:

$$n = \frac{V_m \times I_m}{S \times F} \quad (3)$$

$$= \frac{34,2 \times 8,77}{1,462 \times 1000} 100\%$$

$$= \frac{299,934}{1,462} 100\% = 20,51\%$$

Dengan estimasi jumlah sinar global yang diterima di Desa Tarasu sebesar 4598 wh/m²/hari, maka dapat diketahui lamanya panel surya harus mendapatkan sinar matahari (t modul) dimana maksimum sinar global sebesar 1000 watt/m²/hari digunakan rumus [4]:

$$t_{modul} = \frac{\text{Jumlah sinar global}}{\text{Maksimum sinar global}} \quad (4)$$

$$= \frac{5401}{1000}$$

$$= 5,401 \text{ Jam}$$

Energi yang dihasilkan panel surya:

$$E_{modul} = P_{nom} \times t_{modul} \quad (5)$$

$$= 300 \times 5,401$$

$$= 1.620,3 \text{ watt}$$

Total Energi yang di hasilkan = jumlah modul × E_{modul}

$$= 5 \times 1.620,3$$

$$= 8.101,5 \text{ watt}$$

Menghitung Kapasitas Baterai

Syarat baterai bekerja secara normal adalah, arus tersimpan di baterai tidak boleh terkuras lebih dari 25%, sehingga DOD (*deep of discharge*) = 100% - 25% = 75%. dalam satu hari. Cadangan beban adalah cadangan daya untuk beban apabila panel surya tidak dapat menerima sinar matahari atau dalam satu hari cuaca dalam keadaan mendung, biasanya dibuat cadangan untuk beban dengan rumus [5].

$$\text{cadangan beban 1 hari} = \frac{E_{load}}{V} \quad (6)$$

$$= \frac{4598}{12} = 383,1 \text{ Ah}$$

Maka untuk mencari kapasitas baterai tenaga surya digunakan rumus [5]:

$$i_b = \frac{\left(\frac{E_{max}}{V_b} + \text{cadangan beban (Ah)}\right)}{DOD \times \eta_{baterai}} \quad (7)$$

$$i_b = \frac{\left(\frac{8101,5}{12} + 383,1\right)}{0,75 \times 0,9}$$

$$i_b = \frac{1.058,22}{0,675} = 1567,74 \text{ Ah}$$

Sehingga minimal kapasitas arus baterai 1567,74 Ah, dan diambil baterai yang berkapasitas 150 Ah × 11 di sambungkan Paralel sehingga 1650 Ah dan pergantian baterai sebanyak dua kali dalam 10 tahun.

TABEL 4 SPESIFIKASI BATERAI

| Keterangan | Spesifikasi |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Type | Baterai VRLA SMT POWER |
| Tegangan Pengenal | 12 V |
| Kapasitas Arus | 150 Ah |
| Arus pada saat discharge | 3020 A |
| Arus pada saat charge | 30 A |
| Efisiensi baterai | 90% |
| Siklus/umur | 25000 kali/ 10 tahun (pada suhu lingkungan 25°C) |
| Suhu ketika beroperasi | Discharge -20°C ~55°C Charge -10°C ~55°C Storage -20°C ~55°C |

Solar Charge Controller

Berikut data solar charge controller yang dipakai pada Panel Surya:

Tipe solar charge controller yaitu *Maximum Power point Tracking Charge Controller (MPPT)* efisiensinya diatas PWM dalam hal memanfaatkan penuh daya panel surya untuk mengisi daya baterai. MPPT membatasi outputnya untuk memastikan baterai tidak diisi secara berlebihan. Pengontrol MPPT akan memantau dan menyesuaikan energi yang masuk untuk mengatur arus sistem tenaga surya. Pengontrol MPPT menurunkan voltase dan meningkatkan arus. Sebagai hasilnya, output keseluruhan akan meningkat dan akan mendapatkan efisiensi 90% atau lebih tinggi. Pengontrol MPPT lebih umum digunakan saat ini. Misalnya, jika mendung, MPPT akan mengurangi jumlah arus yang diambil untuk mempertahankan tegangan yang diinginkan pada output panel. Ketika cuaca cerah, MPPT akan kembali menerima lebih banyak arus dari panel surya digunakan rumus [6]:

$$i_{cc} = \frac{P_{maks}}{FF \times V_{oc}} \times (100\% + \eta_{baterai}) \quad (8)$$

$$i_{cc} = \frac{300}{0,779 \times 41,04} \times (100\% + 90\%)$$

$$i_{cc} = 9,83 \text{ Ampere} \approx 10 \text{ Ampere}$$

TABEL 5. SPESIFIKASI SCC

| Keterangan | Spesifikasi |
|----------------------------------|------------------------------------------------|
| Type | IChargerMPPT6048 |
| System Voltage | 12/24/36/48/Auto |
| Max PV Input Power | 720Wp/12V,1440Wp/24V, 2160Wp/36V,2880Wp/48V |
| Max PV Input Voltage | 190 Voc |
| Over charging protection voltage | 12V(16V), 24V(32V), 36V(48V), 48V(64V) |
| Limited current protection | 61A |
| Max efficiency | ≥ 98.1% |
| Temperature protection | 75°C |

Inverter

Untuk mengetahui kapasitas Inverter yang akan di gunakan, Kapasitas Inverter harus sama atau lebih besar dibandingkan Pemakaian daya harian secara bersamaan.

TABEL 6. TOTAL BEBAN MENYALA BERSAMAAN

| No | Jenis Beban | Jumlah | Operasi/ hari (jam) | Total Energi (Watt) |
|-------|-------------------------|--------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Lampu 30 watt | 5 | 1 | 150 |
| 2 | Lampu 15 watt | 6 | 1 | 90 |
| 3 | Lampu 10 watt | 2 | 1 | 20 |
| 4 | Pompa 100 watt | 2 | 1 | 200 |
| 5 | Kipas angin 50 watt | 2 | 1 | 100 |
| 6 | Mesin jahit 90 watt | 1 | 1 | 90 |
| 7 | Mesin gerinda Peralatan | 600 | 1 | 600 |
| 8 | elektronik 100 watt | 1 | 1 | 100 |
| Total | | | | 1350 |

Berdasarkan Hasil perhitungan diatas total beban harian jika menyala bersamaan adalah 1350 watt, maka dipilih kapasitas Inverter sebesar 1500 watt.

TABEL 7 SPESIFIKASI INVERTER

| Keterangan | Spesifikasi |
|------------------------------|-----------------------|
| Model | FPC-1500A / FPC-1500B |
| Tegangan output | 220 AV |
| Daya keluaran | 1500 W |
| Daya puncak | 3000 W |
| Frekuensi | 50 Hz |
| Bekerja volt | DC 12V / DC 24V |
| Perlindungan tegangan rendah | 10 V |
| Perlindungan tegangan lebih | 16 V |
| Efisiensi maksimal | 80% -85% |

2. Biaya Investasi

Biaya investasi pengadaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Kapal pinisi belum termasuk biaya operasional dan perawatan. Harga dari semua komponen dijumlahkan kemudian didapat biaya investasi.

Hasil dari Analisis Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik kapal Pinisi Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone

3. Biaya Perawatan

Biaya perawatan merupakan biaya penggantian komponen akibat kerusakan. Untuk mempermudah dan mengakumulasi biaya yang harus terkumpul setiap tahunnya, maka harga masing-masing komponen dibagi dengan *life time* setiap komponen kemudian dijumlahkan.

4. Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya dalam kurun waktu 10 tahun pemakaian PLTS dan Generator sebagai sumber energi listrik untuk kapal pinisi adalah sebagai berikut:

1) PLTS

Biaya yang harus di keluarkan dalam kurun waktu 10 tahun dengan menggunakan PLTS termasuk biaya perawatan dan operasional adalah Rp. 131.948.000.

2) Generator

Biaya yang harus di keluarkan dalam kurun waktu 10 tahun dengan menggunakan Generator belum termasuk biaya perawatan dan biaya investasi, untuk biaya oprasional dalam kurun waktu 1 hari sebanyak Rp 50.000 jadi untuk total biaya Operasional selama 10 tahun adalah Rp 50.000 × 30 Hari × 12 Bulan × 10 Tahun = Rp 180.000.000 dengan suku bunga pertahun sebesar 4% Sehingga *future value* uang dalam waktu 10 tahun digunakan rumus [6] :

$$\begin{aligned}
 FV &= PV \times (1 + (r \times n)) \\
 &= 180.000.000 \times (1 + (0,04 \times 10)) \\
 &= 180.000.000 \times 1,4 \\
 &= Rp. 252.000.000
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perbandingan biaya diatas, penggunaan PLTS jauh lebih hemat dibandingkan dengan menggunakan Generator.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Listrik untuk kapal pinisi Desa Tarasu Kecamatan Kajuara Kabupaten Bone dengan total daya beban sebesar 4.598 Wh, panel surya kapasitas 300 Wp sebanyak 5 panel, Jenis baterai yang digunakan yaitu baterai kapasitas baterai 1650 Ah, sebuah SCC tipe MPPT dengan kapasitas arus 60 A, dan Inverter 1500 watt.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, Perbandingan biaya dalam kurun waktu 10 tahun pemakaian PLTS dan Generator sebagai sumber energi listrik untuk kapal pinisi. Untuk PLTS termasuk biaya perawatan dan oprasional adalah Rp. 61.157.500 sedangkan untuk generator biaya oprasional sebesar Rp 180.000.000 belum termasuk biaya perawatan dan biaya investasi, jadi dapat disimpulkan penggunaan PLTS jauh lebih hemat dibandingkan dengan menggunakan Generator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak Dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020–2050,” *J. Energi Baru Dan Terbarukan*, Vol. 2, No. 3, Pp. 154–162, 2021.
- [2] B. Y. Dewantara, “Perancangan Perahu Nelayan Ramah Lingkungan Menggunakan Motor Listrik Bertenaga Surya,” *Cyclotron*, Vol. 2, No. 1, 2019.
- [3] Y. Chandra, “Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan Plts (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang),” *J. Elkha Vol*, Vol. 8, No. 1, 2016.
- [4] F. Islam, “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Perahu Nelayan,” Universitas Hasanuddin, 2020.
- [5] M. F. Hakim, “Perencanaan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (Pjuts) Di Politeknik Negeri Malang,” In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 2019, Vol. 3, No. 1, Pp. 72–78.
- [6] S. Yudistira, “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Terpusat Di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Bontobahari Kabupaten Bulukumba,” Universitas Negeri Makassar, 2021.