
Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Penerangan dan Pengeras Suara pada Mushola Hidayatullah Desa Harapan Baru

Yudi Chandra

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ketapang
Jl. Ranga Sentap-Dalong, Telp: (0534)303686
humas@politap.ac.id

ABSTRACT

Solar energy is an energy that form the light and heat from the sun. This energy can be utilized by using technologies such as solar heating, solar photovoltaics, solar thermal electricity, solar building energy, and artificial photosynthesis. Solar energy provides many benefits for human life. One of the utilization of solar energy can be implemented is in the form of Solar Power Plants (PLTS). The Final Project a solar power plant designed which is located in Harapan Baru Village, kecamatan Matan Hilir Selatan, Ketapang Regency. The solar power plant component using an off grid system. The off grid PLTS system is used to a substitute for electricity, when source of PLN goes out. The design of solar power plant by selecting the solar components, calculating the power components will be needed, calculating the solar power components, then determining the location of the solar panel used. after the PLTS components have known the types and specifications, then calculation cost of budgeted plan recommended in the design of PLTS with this off grid system. The components used in solar power plants with this off grid system are solar panel, batterie, inverter, and solar charge controllers. This solar power generation system designed to supply electricity needs of the mosque when the PLN power source is off. Where this system uses consist of component are 5 piecs solar panels 100 Wp, an inverter capacity of 800 Watt, batteries with capacity of 60 Ah 12 Volt and a solar charge controller with capacity of 60 A cost of budget recommendeed is cost of Rp. 10,127,000.00.

Keywords: Solar Power Generation, Off Grid System, Solar energy.

ABSTRAK

Energi surya adalah energi yang berupa sinar dan panas dari matahari. Energi ini dapat dimanfaatkan dengan menggunakan teknologi seperti pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya, arsitektur surya, dan fotosintesis buatan. Energi matahari (surya) banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu pemanfaatan energi surya yang bisa dilaksanakan adalah dalam bentuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada Proyek Akhir ini akan di rancang suatu pembangkit listrik tenaga surya yang berlokasi di Desa harapan Baru Kecamatan Matan Hilir selatan Kabupaten Ketapang. Pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya ini menggunakan sistem off grid. Sistem PLTS off grid ini dimanfaatkan sebagai pengganti listrik ketika listrik sumber PLN mati. Perancangan PLTS ini dilakukan dengan melakukan pemilihan komponen-komponen PLTS yang akan diperlukan, kemudian melakukan perhitungan komponen-komponen PLTS, setelah itu menentukan tempat peletakan panel surya yang digunakan. Kemudian, setelah komponen-komponen PLTS sudah diketahui tipe dan spesifikasi selanjutnya barulah bisa dilakukan perhitungan untuk Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang akan direkomendasikan pada perancangan PLTS dengan sistem off grid ini. Adapun komponen yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem off grid ini yaitu panel surya, baterai, inverter, dan solar charge controller. sistem pembangkit listrik tenaga surya ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik pada mushola ketika sumber listrik PLN mati. Dimana sistem ini menggunakan komponen-komponen sebagai berikut, yaitu panel surya berkapasitas 100 Wp sebanyak 5 buah, inverter berkapasitas 800 Watt sebanyak 1 buah, baterai berkapasitas 60 Ah 12 Volt sebanyak 1 buah dan solar charge controller berkapasitas 20 A sebanyak 1 buah. Dengan biaya yang direkomendasikan sebesar Rp. 10.127.000,00.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Sistem Off Grid, Energi surya.

1. PENDAHULUAN

Energi Surya adalah sumber energi yang tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya. Sel surya atau solar cell sejak tahun 1970- an telah mengubah cara pandang kita tentang energi dan memberi jalan baru bagi manusia untuk memperoleh energi listrik tanpa perlu membakar bahan bakar fosil sebagaimana pada minyak bumi, gas alam, batu bara, atau reaksi nuklir.

Sebagaimana yang telah diketahui kekurangan (peningkatan harga) dalam persediaan sumber daya energi ke ekonomi. Krisis ini biasanya menunjuk kekurangan minyak bumi, listrik, atau sumber daya alam lainnya. Krisis ini memiliki akibat pada ekonomi, dengan banyak resesi disebabkan oleh krisis energi dalam beberapa bentuk. Terutama, kenaikan biaya produksi listrik, yang menyebabkan naiknya biaya produksi. Bagi para konsumen, harga BBM untuk mobil dan kendaraan lainnya meningkat, menyebabkan pengurangan keyakinan dan pengeluaran konsumen.

Sekarang ini, telah banyak para ahli menemukan berbagai alat pembangkit tenaga listrik yang bekerja dengan mengubah suatu

energi matahari menjadi energi listrik. Dengan keadaan geografis di Indonesia yang setiap tahun dapat tersinari oleh matahari, salah satu alat yang optimal di Indonesia adalah “Panel Surya”. Panel surya bekerja mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel Surya adalah alat yang terdiri dari sel surya, aki dan baterai yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya menghasilkan arus listrik searah atau DC. Untuk menggunakan berbagai alat rumah tangga yang berarus bolak-balik atau AC dibutuhkan inverter (alat pengubah arus DC ke AC). Penerapan panel surya banyak digunakan sebagai penerangan, misalnya untuk lampu jalan, dan lampu dirumah ketika listrik PLN padam, dan didaerah-daerah yang masih belum tersaluri oleh listrik PLN, sehingga dapat membantu masyarakat agar memperoleh sumber energi dari sumber energi matahari dengan memanfaatkan kondisi cuaca yang ada di daerah tersebut.

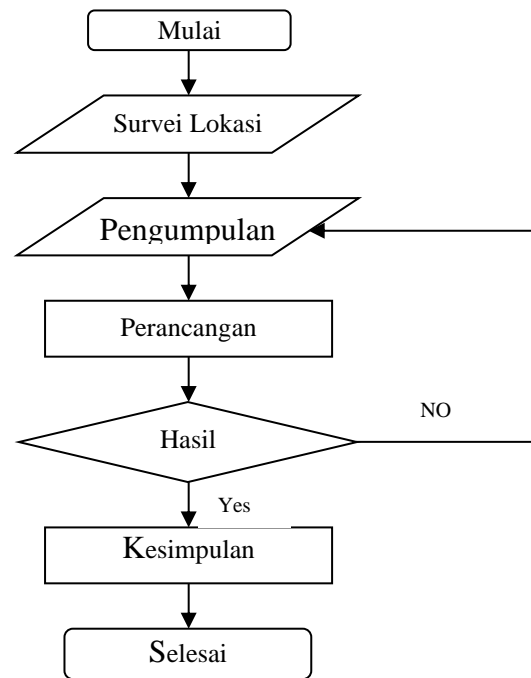
Pencahayaan atau penerangan merupakan salah satu komponen agar pekerja dapat bekerja atau mengamati benda yang sedang dikerjakan secara jelas, cepat, nyaman dan aman. Lebih dari itu penerangan yang memadai akan memberikan kesan pemandangan yang baik dan keadaan lingkungan yang menyegarkan. Sebuah benda akan terlihat bila benda tersebut memantulkan cahaya, baik yang berasal dari benda itu sendiri maupun berupa pantulan yang datang dari

sumber cahaya lain, dengan demikian maksud dari pencahayaan adalah agar benda terlihat jelas.

Desa Harapan Baru memiliki sebuah mushola dengan nama mushola Hidayatullah dimana lokasinya terletak di Dusun Tunas Muda Rt/Rw 002/001 dimana peralatan atau kebutuhan listrik pada mushola dengan beban penerangan dan pengeras suara yaitu tujuh buah lampu LED dan satu buah amlifier, alat listrik ini digunakan setiap hari yaitu untuk adzan ketika waktu sholat tiba. Pada saat listrik PLN mati alat elektronik tidak bisa digunakan sehingga masyarakat tidak mengetahui apakah waktu sholat sudah masuk atau belum karena masyarakat sekitar sudah terbiasa ketika ada adzan berkumandang itu pertanda masuknya waktu sholat. Maka dari itu muncul keinginan mengambil proyek akhir dengan judul “Perancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Penerangan dan Pengeras Suara Pada Mushola Hidayatullah Desa Harapan Baru”. Alasan mengapa memilih membackup sumber PLN dengan PLTS yaitu, ramah lingkungan, tidak berisik dan dapat menghemat biaya. Sehingga dari judul ini dapat menjadi sebagai acuan pengurus masjid dan masyarakat sekitar jika ingin membangun pemangkit listrik tenaga surya agar adzan tetap berkumandang di Desa Harapan Baru Kecamatan Matan Hilir Selatan.

2. METODE PENELITIAN

Proses perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk mushola Hidayatullah, diawali dengan pengumpulan data dan literatur yang dibutuhkan. Kemudian dilanjutkan dengan membuat rancangan dan melakukan perhitungan terhadap rancangan, serta melakukan survei kelapangan tersebut. Berikut merupakan diagram alir dari perancangan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk mushola Hidayatullah.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

1) Survei Lokasi

Merupakan tahapan awal yang sangat penting dalam melakukan satu perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem off grid, proses ini berfungsi untuk mengetahui denah lokasi dimana perancangan dari proyek akhir ini diterapkan, serta gambar dari bangunan mushola, sehingga diperoleh data yang diperlukan pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya kali ini.

2) Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses dilakukannya pengumpulan bahan-bahan yang diperlukan guna sebagai untuk perancangan pembangkit listrik tenaga surya. Maka metode yang diperlukan dalam pengumpulan data ini diantaranya:

a. Observasi

Metode observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, mengenai permasalahan yang ditinjau. Pada proses ini penulis memperoleh data dengan terjun langsung ke lokasi tempat dilakukannya penelitian sebagai penerapan dari perancangan pembangkit listrik tenaga surya.

b. Wawancara

Wawancara adalah proses pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memperoleh data yang diperlukan dengan proses tanya jawab dengan narasumber.

Pada tahap ini penulis memperoleh data yang diperlukan yaitu dengan tanya jawab dengan ketua pengurus mushola hidayatullah, tentang daya dan beban yang digunakan dari mushola.

c. Studi Literatur

Metode studi literatur adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengambil data-data yang diperlukan dari literatur-literatur yang berkaitan, yaitu dengan cara memperoleh dari buku – buku yang berkaitan dengan perancangan pembangkit listrik tenaga surya, maupun dari jurnal dan sumber internet.

3) Perancangan

Perancangan adalah penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh. Pada tahap ini melakukan proses perancangan yaitu dengan menganalisa data - data yang diperoleh dari pengumpulan data -data, sehingga bisa menentukan kapasitas dari komponen PLTS yang digunakan. Diantaranya adalah perhitungan lama penyinaran, perhitungan kapasitas sistem PLTS, kapasitas inverter, kapasitas baterai, kapasitas Solar Charger Controller (SCC), kapasitas modul photovoltaic (PV) dan kapasitas MCB.

Setelah melakukan perhitungan dari komponen PLTS dan PHB, apabila hasil perancangan belum sesuai dengan kapasitas dari data beban, maka kembali pada studi literatur untuk melakukan pengumpulan data. Dan apabila hasil perancangan sudah sesuai dengan data beban maka, lanjut pada kesimpulan dan selesai.

4) Kesimpulan

Pada proses ini merupakan proses terakhir dari proyek akhir ini, yaitu mengambil kesimpulan dari data perancangan yang telah dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perhitungan PLTS dengan sistem off grid ini dimulai dari perhitungan lama penyinaran, perhitungan kapasitas sistem PLTS, kapasitas inverter, kapasitas baterai, kapasitas Solar Charge Controller (SCC), dan kapasitas modul photovoltaic (PV). Adapun perhitungan kapasitas komponen PLTS ini yaitu sebagai berikut:

3.1. Perhitungan Lama Penyinaran Matahari

Data lama penyinaran matahari periode Juni 2015 – Mei 2020 diperoleh dari BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Kabupaten Ketapang. Data yang didapat berupa lama penyinaran selama 5 tahun terakhir yang di jumlahkan dalam setiap bulan dengan satuan jam. Data yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan kembali menjadi rata – rata dari setiap tahun diambil dari satu tahun rata – rata yang tertinggi yaitu pada tahun Juni 2015- Mei 2016 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Dimana :

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \times 100\%$$

IM : Nilai rata-rata lamanya penyinaran matahari (Jam)

B : Total rata-rata penyinaran matahari bulanan (jam)

n : Jumlah bulan dalam satu tahun dari data yang didapat dari BMKG dan kemudian dilakukan perhitungan, didapat nilai rata-rata lama penyinaran matahari selama 5,37 jam.

3.2. Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS

Kapasitas energi listrik yang dihasilkan sistem PLTS merupakan gabungan dari setiap komponen yang digunakan. Kebutuhan akan beban listrik merupakan dasar untuk menentukan kapasitas sistem PLTS yang akan dirancang. Berikut merupakan komponen yang dipergunakan pada sistem PLTS ini yaitu beban dari penerangan dan pengeras suara.

Tabel 4.1 Data beban penerangan per jam

NO	Beban	Jumlah	Daya (W)	Total Daya (W)
1.	Lampu LED	7	11	77
2.	<i>Amplifier</i>	1	400	400
Total beban penerangan per jam				477

Setelah beban penerangan dan pengeras suara dari sistem PLTS diketahui maka dilakukan perhitungan kapasitas sistem PLTS tersebut dengan menggunakan persamaan 2. Dalam setiap instalasi listrik akan terjadi kerugian-kerugian tegangan. Dimana kerugian yang diperbolehkan dari total beban sebesar 5% maka, total penggunaan daya dengan rugi-rugi tegangan sebesar 5% adalah 622,125 Wh.

3.3. Perhitungan Kapasitas Inverter

Menentukan kapasitas inverter bertujuan untuk mengetahui daya keluaran inverter dan jumlah dari inverter yang diperlukan. Berikut perhitungan dari kapasitas inverter yang

diperlukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$DMItotal = \frac{1,05 \times PT}{\eta_i}$$

Keterangan :

DMItotal : Total daya maksimum keluaran inverter (Watt)

PT : Beban Listrik (watt)

η_i : Efisiensi inverter (%)

Setelah melakukan perhitungan, diperoleh jumlah total daya maksimum inverter sebesar 626,0625 Watt, dari nilai inilah penulis mengambil daya inverter yang digunakan pada perancangan ini yaitu menggunakan daya yang 800 Watt, maka selanjutnya dilakukan perhitungan menentukan jumlah inverter yang dibutuhkan. Berikut ini merupakan perhitungan menentukan jumlah inverter yang dibutuhkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$J_i = \frac{DMItotal}{DMI}$$

Jadi, inverter yang dipergunakan pada perancangan komponen PLTS ini yaitu sebanyak 1 buah.

3.4. Perhitungan Kapasitas Baterai

Untuk mengetahui jumlah baterai yang digunakan pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya untuk penerangan dan pengeras suara kali ini terlebih dahulu dengan menghitung kapasitas baterai yang digunakan sehingga baru bisa diketahui jumlah baterai yang diperlukan. Adapun perhitungan kapasitas baterai yaitu dengan menggunakan persamaan berikut.

$$I_{btotal} = \frac{ET \times t}{V_i \times \eta_b}$$

Keterangan :

I_{btotal} : Total arus baterai (Ah)

t : Waktu cadangan (Hari)

V_i : Tegangan input inverter (Volt)

η_b : Efisiensi baterai (%)

Setelah diketahui jumlah total arus dari baterai, maka dari nilai ini penulis menentukan penggunaan kapasitas baterai yaitu menggunakan yang 60 Ah, setelah diketahui kapasitas baterai yang diperlukan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah baterai yang digunakan. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan jumlah baterai yang akan digunakan yaitu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$J_b = \frac{I_{btotal}}{I_b}$$

Keterangan :

J_b : Jumlah baterai

I_{btotal} : Total arus maksimum keluaran baterai (Ah)

I_b : Arus maksimum keluaran baterai yang dipilih (Ah)

Jadi, baterai yang dipergunakan pada perancangan komponen PLTS ini yaitu sebanyak 1 buah.

3.5. Perhitungan Kapasitas SCC

Langkah awal untuk melakukan untuk menentukan jumlah dari solar charger controller yang digunakan dalam perancangan ini yaitu dengan menghitung arus solar charger controller yang dibutuhkan. Berikut merupakan perhitungan untuk mengetahui arus solar charger controller yang digunakan yaitu dengan persamaan berikut:

$$I_s \min = \frac{I_{btotal}}{IM \times \eta_s}$$

Keterangan :

$I_s \min$: Arus solar charge controller yang dibutuhkan (A)

$I_b \text{ total}$: Total arus baterai (Ah)

IM : Nilai rata-rata lama penyinaran matahari (Jam)

η_s : Efisiensi solar charge controller (%)

Diketahui arus minimum dari SCC yang digunakan yaitu 10,9407 Ampere, dari nilai inilah penulis mengambil kapasitas arus SCC sebesar 20 Ampere. Selanjutnya yaitu menentukan jumlah solar charger controller yang dibutuhkan untuk dapat bekerja per harinya. Berikut merupakan perhitungan dari jumlah SCC yang diperlukan dengan persamaan berikut.

$$J_s = \frac{I_s \min}{I_s}$$

Keterangan :

J_s : Jumlah solar charge controller

$I_s \min$: Arus solar charge controller yang dibutuhkan (A)

I_s : Kapasitas arus solar charge controller yang digunakan (A)

Jadi, solar charger controller yang dipergunakan pada perancangan komponen PLTS ini yaitu sebanyak 1 buah.

3.6. Perhitungan Kapasitas Modul Photovoltaic (PV)

Kapasitas daya modul photovoltaic adalah kapasitas daya yang dibutuhkan berdasarkan arus minimum dari SCC dan tegangan input inverter yang digunakan dengan perhitungan sebagai berikut dengan persamaan berikut:

$$PM = I_s \min \times V_i$$

Keterangan :

PM : Kapasitas daya modul photovoltaic (Wp)

Ismin : Arus solar charge controller yang dibutuhkan (A)

Vi : Tegangan input Inverter (Volt)

Dari kapasitas daya modul photovoltaic (PV), maka untuk mengetahui jumlah modul PV tersebut dapat dihitung sebagai berikut dengan menggunakan persamaan berikut:

$$J_M = \frac{P_M}{\eta_M \times P_{MPP} \times (1 - (0,5\% \times T_h))}$$

Keterangan :

JM : Jumlah modul PV

PM : Kapasitas daya modul PV (Wp)

PMPP : Daya keluaran maksimum modul photovoltaic (Wp)

Jadi, modul photovoltaic yang dipergunakan pada perancangan komponen PLTS ini yaitu sebanyak 5 buah.

3.7. Perhitungan Kapasitas MCB

Untuk menentukan ampere MCB yang akan dipakai ini mengacu dari pemakaian beban yaitu beban penerangan dan pengeras suara, maka dapat dihitung dari persamaan berikut dengan menggunakan persamaan berikut.

$$P = V \times I$$

Keterangan:

P : Daya listrik (Watt)

V : Tegangan listrik (Volt)

I : Arus listrik (Ampere)

Jadi, MCB yang digunakan pada perancangan komponen PLTS ini yaitu menggunakan MCB 4 Ampere.

3.8. Jumlah Komponen PLTS Yang Digunakan

Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan komponen PLTS yang digunakan adalah sebagai berikut, yaitu dengan menggunakan inverter TBE power inverter berdaya 800 watt sebanyak 1 buah, baterai Valve Regulated Lead Acid 12 Volt 60 Ah sebanyak 1 buah, solar charge controller (SCC) MPPT 20A luminous sebanyak 1 buah, panel surya dengan tipe monocrystalline silicon berkapasitas 100 Wp sebanyak 5 buah dan MCB schnider 4 ampere. Untuk lebih jelasnya perhatikan tabel berikut.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Komponen PLTS

No	Komponen	Jumlah (Buah)	Kapasitas
1.	Inverter	1 buah	800 Watt
2.	Baterai	1 buah	60 Ah

3.	Solar Charge Controller	1 buah	20 A
4.	Solar Cell	5 buah	100 Wp
5.	MCB	1 buah	4 A

4. KESIMPULAN

Perancangan PLTS dengan sistem off grid pada bangunan mushola hidayatullah Desa Harapan Baru didapat beberapa kesimpulan yaitu:

- 1) Pada perhitungan dari komponen PLTS, lamanya penyinaran matahari sangat berpengaruh. Hal ini dikarenakan semakin lama matahari menyinari bumi maka akan semakin banyak cahaya matahari yang bisa diserap oleh panel surya, sehingga semakin banyak arus listrik searah yang dihasilkan oleh panel surya. Untuk wilayah Kabupaten Ketapang sendiri penulis mengumpulkan data penyinaran selama 5 tahun terakhir yaitu pada periode Juni 2015 – Mei 2020, sehingga diperoleh rata-rata lama penyinaran matahari nya yaitu 5,3726 jam per hari, dimana hasil ini merupakan rata-rata dari satu tahun dengan hasil tertinggi dari data diperoleh dari data BMKG selama lima tahun terakhir.
- 2) Pada perancangan PLTS dengan data beban penerangan dan pengeras suara yaitu 77 Watt dan 400 Watt dengan sistem off grid ini diperoleh bahwa kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan sebanyak 622,125 Wp per harinya, untuk tipe inverter yang digunakan yaitu tipe TBE power inverter dengan daya keluaran maksimum sebesar 800 Watt, diperoleh total daya keluaran maksimum inverter tersebut 626,0625 Watt t sebanyak 1 buah. Untuk baterai menggunakan baterai tipe Valve Regulated Lead Acid 12 V 60 Ah sehingga diperoleh total arus baterai yang dibutuhkan sebesar 57,6042 Ah sebanyak 1 buah. Untuk solar charge controller penulis menggunakan solar charge controller (SCC) tipe MPPT 20 A diketahui bahwa arus minimum solar charger controller yang dibutuhkan sebesar 10,9407 A sebanyak 1 buah serta penggunaan panel surya menggunakan tipe monocrystalline 100 Wp diperoleh jumlah kapasitas modul photovoltaic yang dibutuhkan sebesar

131,2884 Wp sebanyak 5 buah, dan MCB 1 buah tipe schnider 4 A dengan estimasi biaya yang direkomendasikan dari penulis sebesar Rp 10.127.000,00

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2019. Lama Penyinaran Matahari Kabupaten Ketapang Periode Mei 2015 – Mei 2020. Ketapang, Kalimantan Barat.
- [2] Chandra, Yudi. 2016. “Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang)”.Jurnal Elkha Vol.8 No.1.
- [3] Janaloka. 2017. Sejarah Perkembangan PLTS di Indonesia. <URL://<https://janaloka.com/sejarah-perkembangan-plts-di-indonesia/>>
- [4] Kho, Dickson. 2018. Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya. <URL://[URL://https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/](https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/)>
- [5] Mulyana, Elih. 2018. Modul 1 Merancang Sistem PLTS. Jakarta: Kemenristidikti.
- [6] Rosyid, O.A. 2010. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hibrida Untuk Listrik Pedesaan di Indonesia. Jurnal Material dan Energi Indonesia Vol. 1. No.1: 31.
- [7] Radytia, Galih. Perbedaan Panel Monocrystalline dan Polycrystalline. <URL://<https://janaloka.com/apa-perbedaan-panel-surya-monocrystalline-dan-polycrystalline/>>
- [8] Syamsudin, M, 2012: Membuat Sendiri Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Seri praktis. <http://id.sbukudigital.net/Membuat-Sendiri-Pembangkit-ListrikTenaga-Surya>