

PERENCANAAN PLTS *ON GRID* DILENGKAPI PANEL ATS DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI KETAPANG

Erick Radwitya¹, Yudi Chandra²

^{1,2} Politeknik Negeri Ketapang

^{1,2} Jalan Rangga Sentap-Dalong, Kel. Sukaharja, Kec. Delta Pawan, Kab. Ketapang, 78813, Indonesia

¹ erickradwitya@politap.ac.id

² yudi.chandra@politap.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 28-06-2020
revisi : 02-07-2020
diterima : 24-07-2020
dipublish : 29-07-2020

ABSTRAK

Terbatasnya energi fosil di Indonesia menyebabkan adanya pengembangan energi baru terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi non-fosil yang berasal dari alam. Pemanfaatan energi surya bisa dilakukan dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau *Solar Home System* (SHS). Perencanaan PLTS menggunakan sistem *on grid*, sistem masih terkoneksi dengan jaringan PLN. Sistem dimanfaatkan sebagai *backup* untuk aliran listrik. Sistem akan bekerja secara otomatis ketika aliran listrik PLN terputus dengan memanfaatkan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*). Perencanaan dilakukan dengan pemilihan komponen PLTS, beban yang dibutuhkan 1119 Watt, lama waktu penyinaran efektif 5,08 jam/hari. kemudian melakukan perhitungan komponen PLTS, menentukan tata letak penempatan panel surya dan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*). Setelah diketahui komponen yang dipergunakan barulah dapat dilakukan perhitungan anggaran biaya yang akan direkomendasikan. Sistem PLTS direncanakan untuk memenuhi kekurangan energi listrik di laboratorium Teknik Elektro apabila jaringan listrik PLN terputus. Hasil perencanaan PLTS sistem *on grid* menggunakan komponen panel surya 48 buah dengan kapasitas 500 Wp, *inverter* 1 buah dengan kapasitas 1500 Watt, baterai berkapasitas 200 Ah 48 Volt sebanyak 3 buah dan *solar charge controller* berkapasitas 60 A sebanyak 2 buah. Biaya investasi yang direkomendasikan sebesar Rp 143.184.268,00.

Kata kunci : PLTS; Sistem On Grid; Lab. Teknik Elektro; ATS

ABSTRACT

PLTS ON GRID TECHNICAL PLANNING WITH ATS PANEL OF ELECTRIC POLYTECHNIC BUILDING AT KETAPANG STATE ELECTRIC LABORATORY. *The limited fossil energy in Indonesia has led to the development of new renewable energy. Renewable energy is non-fossil energy derived from nature. Utilization of solar energy can be done by building a Solar Power Plant (PLTS) or Solar Home System (SHS). PLTS planning uses an on grid system, the system is still connected to the PLN network. The system is used as a backup for electricity. The system will work automatically when the PLN electricity is cut off by utilizing the ATS (Automatic Transfer Switch) panel. Planning is done by selecting the PV-VP component, the required load is 1119 Watts, the effective exposure time is 5.08 hours / day. then do the calculation of PLTS components, the layout of the placement of solar panels and ATS (Automatic Transfer Switch) panels. After it is known that the components used can be calculated then the budget will be recommended. The PLTS system is planned to meet the shortage of electrical energy in the Electrical Engineering laboratory if the electricity grid is cut off. The results of PLTS on the grid system uses 48 solar panel components with a capacity of 500 Wp, 1 inverter with a capacity of 1500 Watt, 200 Ah 48 Volt batteries with 3 units and 60 A solar charge controller with 2 units. The recommended investment fee is Rp 143,184,268.00.*

Keywords : Solar Power; On Grid System; Electrical Engineering Laboratory; ATS

PENDAHULUAN

Kurangnya energi listrik di wilayah Indonesia, salah satunya Kabupaten Ketapang khususnya pada Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang menjadi permasalahan yang menjadi penyebab terhambatnya dalam pembelajaran, sehingga menimbulkan keinginan untuk merencanakan sumber energi alternatif sebagai backup kekurangan energi. Sistem PLTS merupakan alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Energi surya merupakan sumber energi besar dan tidak akan habis, tidak menimbulkan polusi, aman bagi lingkungan. Pemilihan sistem PLTS dianggap cocok sesuai letak wilayah Kabupaten Ketapang yang terletak antara garis 0° 19'00" - 3° 05' 00" Lintang Selatan dan 108° 42' 00" - 111°

16'00" Bujur Timur. Kabupaten Ketapang beriklim tropis dengan suhu rata-rata 23,70°C - 26,70°C dan pada siang hari mencapai 30,80°C serta memiliki curah hujan rata-rata 3696,1 mm/th dengan curah hujan rata-rata per tahun sebanyak 214 kali sebagai dasar penerapan perhitungan kajian ekonomis penerangan jalan umum dengan menggunakan solar cell stand alone (Radwitya, 2018). Sehingga dalam perencanaan PLTS ini menitikberatkan bagaimana proses merencanakan kebutuhan daya (beban) yang akan dipenuhi untuk kegiatan belajar mengajar praktikum di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang, dan memberikan rekomendasi biaya untuk perencanaan PLTS tersebut.

TEORI

Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa sangat berpotensi untuk di kembangkan energi sinar surya yang dapat dimanfaatkan untuk dikembangkan dengan luas wilayah 2 juta km² adalah 4,8 kWh/m² /hari atau setara dengan 112.000 GWp yang didistribusikan.

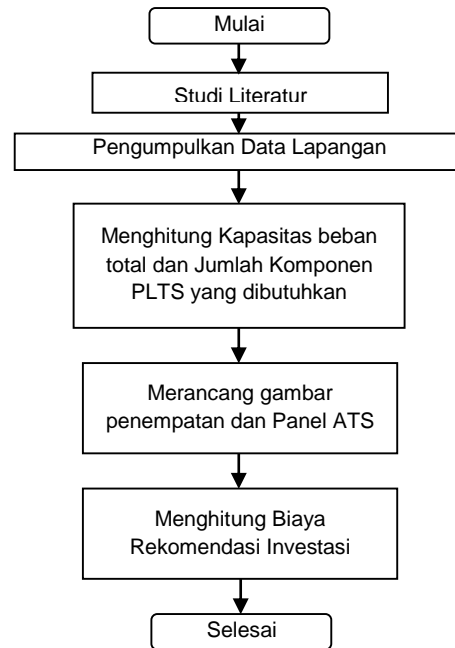
Saat terjadi pemadaman listrik, PLTS dioperasikan secara manual di Gedung kuliah tanpa menggunakan panel ATS. (Chandra, 2016).

Solar Home System (SHS) ideal nya digunakan untuk listrik di pedesaan, dan keperluan listriknya *relative* kecil, hanya untuk memenuhi penggunaan penerangan rumah tangga (Dzulfikar et al, 2016).

Dari kedua jurnal tersebut diketahui bahwa penggunaan solar cell sangat dibutuhkan sebagai cadangan energi, baik penggunaannya sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Namun, dari segi pemanfaatan dan penggunaan memiliki perbedaan area penggunaan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Dimana pada perencanaan ini, sistem pembangkit listrik tenaga surya dipergunakan di Laboratorium Teknik Elektro dengan menghususkan pada beban listrik di bawah 500 Wp. Pemasangan panel surya di atap gedung diatur dalam Permen ESDM No. 49 Tahun 2018 mengatur hal-hal mendasar untuk mendorong percepatan pembangunan energi surya, khususnya rooftop solar di Indonesia.

METODOLOGI

Pengumpulan data dilakukan secara observasi langsung di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

Data yang dicantumkan pada perencanaan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ini menggunakan asumsi daya beban. Dimana beban yang akan di *backup* merupakan beban dengan daya kurang dari 500 Watt. Adapun data beban yang akan di *backup* pada saat aliran PLTS bekerja ditunjukkan pada tabel berikut :

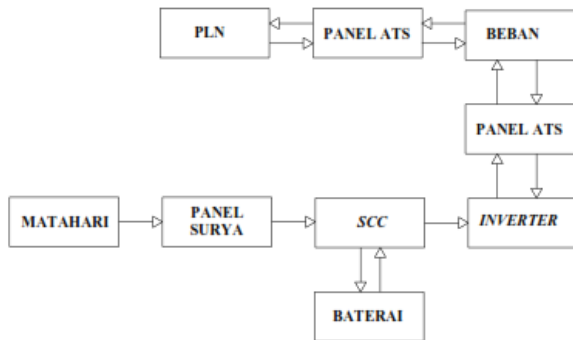
Tabel 1. Data Beban Per-Jam

Beban	Jumlah	Daya (Watt)	Total Daya (Watt)
Lampu TL	6	40	240
Lampu LED	3	8	24
Kipas Angin	1	110	110
AC Split	1	400	400
Computer	1	125	125
Oscilloscope Digital	3	20	60
Oscilloscope Digital Power Supply Function Generator	2	20	40
	3	20	60
	3	20	40
Total Beban Per-Jam			1119

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar model perencanaan sistem PLTS yang akan

diterapkan pada laboratorium Teknik Elektro dapat dipaparkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Blok Diagram PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi cahaya matahari sebagai sumber energi utama. Cahaya matahari diserap oleh panel surya, dimana arus yang dihasilkan dari panel surya masih berupa arus searah (DC). Kemudian arus searah (DC) tersebut akan mengalir keluar menuju *solar charge controller* (SCC). Dimana *solar charge controller* (SCC) ini digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai. *Solar charge controller* (SCC) ini juga berfungsi untuk melindungi baterai dari *overcharging* sehingga *life time battery* menjadi lebih lama.

Pada perencanaan PLTS ini digunakan sistem *on grid*. Dimana sistem ini, merupakan sistem *back up* ketika beban tidak mendapat arus listrik dari PLN. Pada sistem ini, PLN merupakan sumber utama arus listrik dan PLTS sebagai *back up* nya. Sistem ini bekerja secara berdampingan dengan sistem PLN dengan memanfaatkan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) sebagai pengendali dari kerja kedua sumber tersebut. Pada panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) sendiri telah dilengkapi dengan kontaktor sehingga bisa melakukan pertukaran sumber arus secara otomatis.

Data lama penyinaran matahari yang diperoleh dari stasiun BMKG wilayah Kabupaten Ketapang di konversikan dalam satuan jam. Perhitungan lama penyinaran sebagai berikut :

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \times 8 \quad (1)$$

$$IM = \frac{762\%}{12} \times 8$$

$$IM = 5,08 \text{ Jam}$$

Kebutuhan beban listrik adalah dasar dari penentuan kapasitas sistem PLTS, dimana kerugian yang diperoleh dari total beban sebesar 5%. Maka penentuan kapasitas PLTS ditambahkan dengan kerugian beban :

$$E_T = 1,05 \times P_T \times h \quad (2)$$

$$E_T = 1,05 \times 1.119 \text{ watt} \times 8 \text{ jam}$$

$$E_T = 9.339,6 \text{ Wh}$$

$$E_T = 9.400 \text{ Wh}$$

Menghitung kapasitas *inverter* dipengaruhi efisiensi *inverter* yang dipilih. Perhitungan total daya *inverter* yang dibutuhkan :

$$DMI \text{ total} = \frac{1,05 \times P_T}{\eta_i} \quad (3)$$

$$= \frac{1,05 \times 1.119 \text{ Watt}}{94\%}$$

$$= \frac{1.174,95}{94\%}$$

$$= 1.249,9 \text{ Watt}$$

Menghitung jumlah *inverter* yang dibutuhkan :

$$J_i = \frac{DMI \text{ total}}{DMI} \quad (4)$$

$$J_i = \frac{1.249,9 \text{ watt}}{1.500}$$

$$J_i = 0,83 \text{ buah}$$

$$J_i = 1 \text{ buah}$$

Kapasitas baterai yang dibutuhkan :

$$I_b \text{ total} = \frac{E_T \times t}{V_i \times \eta_b} \quad (5)$$

$$I_b \text{ total} = \frac{9.400 \times 2}{48 \times 95\%}$$

$I_b \text{ total} = 412,28 \text{ Ah}$
 Menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan :

$$J_b = \frac{I_b \text{ total}}{I_b} \quad (6)$$

$$J_b = \frac{412,28}{200}$$

$$J_b = 2,06$$

$$J_b = 3 \text{ buah}$$

Kapasitas minimum arus *Solar Charge Control* (SCC) yang dihasilkan :

$$I_s \text{ min} = \frac{I_b \text{ total}}{IM \times \eta_s} \quad (7)$$

$$I_s \text{ min} = \frac{412,28}{5,08 \times 98 \%}$$

$$I_s \text{ min} = 82,81 \text{ A}$$

Menentukan jumlah *Solar Charge Control* (SCC) yang dibutuhkan :

$$J_s = \frac{I_s \text{ min}}{I_s} \quad (8)$$

$$J_s = \frac{82,81 \text{ A}}{60 \text{ A}}$$

$$J_s = 1,38 \text{ buah}$$

Kapasitas daya modul *photovoltaic* (PV) yang dibutuhkan berdasarkan arus maksimum dari SCC dan tegangan *input inverter* dengan perhitungan sebagai berikut:

$$P_M = I_s \text{ min} \times V_i \quad (9)$$

$$P_M = 82,81 \times 48$$

$$P_M = 3.974,88 \text{ Wp}$$

Maka untuk menentukan jumlah modul PV yang dibutuhkan sebagai berikut :

$$J_m = \frac{P_M}{\eta_m \times P_{MPP} \times (1 - (0,5\% \times T_h))} \quad (10)$$

$$J_m = \frac{3.974,88}{19 \% \times 500 \times (1 - (0,5\% \times 25^\circ\text{C}))}$$

$$J_m = 47,8$$

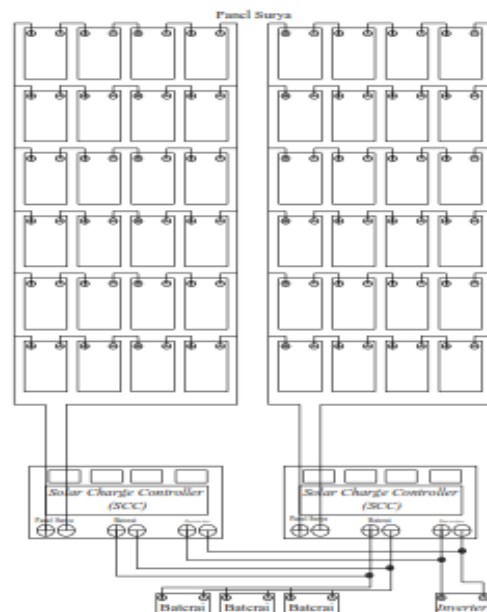
Jadi jumlah panel surya yang dibutuhkan pada saat perencanaan PLTS ini yaitu sebanyak 48 buah.

Dari perhitungan komponen PLTS tersebut, dengan menggunakan *inverter pure sine wave* berdaya 1500 watt sebanyak 1 buah, baterai *AGM lead acid* 48 Volt 200 Ah sebanyak 3 buah, *solar charge controller* (SCC) MPPT 60 A sebanyak 2 buah dan panel surya dengan tipe *monocrystalline silicon* berkapasitas 500 Wp sebanyak 48 buah.

Tabel 2. Jumlah Komponen PLTS

Nama Komponen	Jumlah Yang Dibutuhkan
Inverter	1
Baterai	3
<i>Solar Charge Control Modul Photovoltaic</i>	2
	48

Dengan memanfaatkan model rangkaian kombinasi, yaitu rangkaian seri dan paralel yang digabung ke dalam satu rangkaian. Dimana rangkaian ini digunakan agar komponen bisa bekerja secara maksimum, efektif dan efisien. Maka komponen PLTS tersebut dirangkai sebagai berikut:



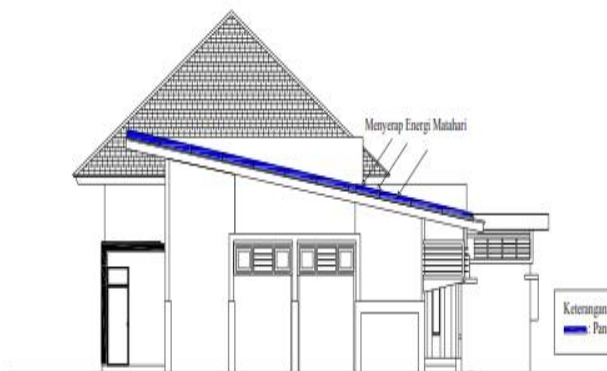
Gambar 3. Rangkaian PLTS

Rekomendasi rincian biaya investasi untuk kebutuhan pembangunan PLTS dengan asumsi biaya pengiriman sesuai lokasi daerah Rp. 124.700,- dan pajak 10 % dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Rincian Anggaran Biaya

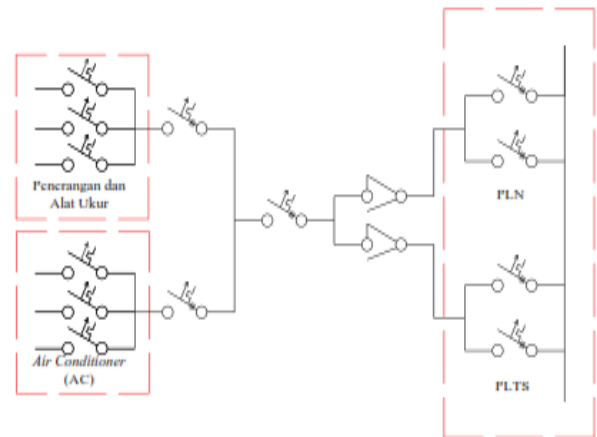
Nama Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Rp (Termasuk Ongkir dan Pajak 10 %)
Panel Surya 500 Wp	48	2.506.690,3	120.321.134,4
Inverter 1500 Watt	1	2.362.620	2.362.620
Baterai 48 V 200 Ah	3	2.668.142,8	8.004.428,4
SCC MPPT 60 A	2	2.791.713,5	5.583.427
Dudukan Panel Surya	23	300.550,36	6.912.658,2
Total Biaya			143.184.268

Layout penempatan panel surya di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang :



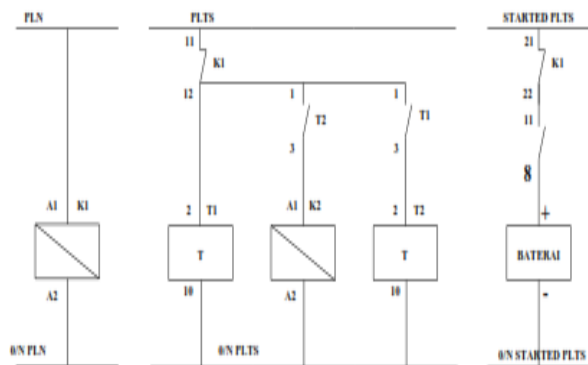
Gambar 4. Rencana Penempatan PLTS

Wiring diagram panel ATS pada perencanaan PLTS :



Gambar 5. Wiring Diagram Panel ATS

Single Line Diagram untuk panel ATS pada perencanaan PLTS :



Gambar 6. Single Line Diagram Panel ATS

Wiring diagram dan single line diagram dari panel ATS (Automatic Transfer Switch) di atas dapat menjadi dasar dalam perencanaan sistem PLTS pada gedung laboratorium jurusan teknik elektro Politeknik Negeri Ketapang yang terintegrasi dengan jaringan listrik PLN.

Sehingga dapat diketahui rekomendasi biaya untuk pembangunan PLTS di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang sebesar Rp.143.184.268,- agar dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penghematan penggunaan energi fosil.

KESIMPULAN

Perencanaan PLTS ini diketahui bahwa kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan sebanyak 9.400 Wp per harinya. Dengan menggunakan *inverter pure sine wave* dengan daya keluaran maksimum yang digunakan sebesar 1500 watt, sehingga didapat total daya keluaran maksimum *inverter* tersebut 1.249,9 watt sebanyak 1 buah. Dengan menggunakan baterai *AGM Lead Acid* 48 V 200Ah diketahui bahwa total arus baterai yang dibutuhkan sebesar 412,28 Ah sebanyak 3 buah, menggunakan *solar charge controller* (SCC) MPPT 60 A diketahui bahwa arus minimum *solar charge controller* yang dibutuhkan sebesar 82,81 A sebanyak 2 buah serta dengan menggunakan panel surya tipe monokristal 500 Wp diketahui kapasitas modul *photovoltaic* yang dibutuhkan sebesar 3.974,88 Wp sebanyak 48 buah dengan biaya yang direkomendasikan sebesar Rp 143.184.268,-. Akan tetapi dalam perencanaan PLTS Laboratorium Jurusan Teknik Elektro ini tidak merencanakan sistem proteksinya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada BMKG Kab. Ketapang dan Jurusan Teknik Elektro POLITAP serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). (2019). *Lama Penyinaran Matahari Kabupaten Ketapang Periode Januari-Desember 2019*. Ketapang, Kalimantan Barat.
- Chandra, Yudi. (2016). "Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang)". *Jurnal Elkha* Vol.8 No.1. <https://dx.doi.org/10.26418/elkha.v8i1>
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016, October). Optimalisasi pemanfaatan energi listrik tenaga surya skala rumah tangga. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 5, pp. SNF2016-ERE).
- Jurnal Energi, (2016). Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM, Jakarta.
- Kadir, Abdul. *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi*, Edisi ke dua tahun 1995, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mulyana, Elih. (2018). *Modul 1 Merancang Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Kemenristekdikti. Jakarta.
- Mulyana, Elih. (2018). *Modul 2 Merancang Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*, Kemenristekdikti. Jakarta.
- Kho, Dickson. (2020). *Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya*. <https://teknikelektronika.com/pengertian-n-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/>
- Peraturan Menteri ESDM Republik Indonesia No. 49, *Tentang Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, Tahun 2018.
- Radwitya, Erick, Akhdiyatul. (2018). "Kajian Ekonomis PLT-Angin dan PLTS untuk Penerangan Jalan Umum (PJU)". *Jurnal Elkha* Vol. 10, No.1. <https://dx.doi.org/10.26418/elkha.v10i1>