

## Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 5 KWH

Maulana Abdurrahman<sup>1</sup>, Nehemia Trian Wijaya<sup>2</sup>, Ahmad Vicgieh Al Jabbar<sup>3</sup>  
Zaenal Arifin<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro  
Jl. Imam Bonjol No.207, Semarang 50131, Indonesia

<sup>3</sup>PT. Sogy Indonesia

e-mail: [xzaenal@dsn.dinus.ac.id](mailto:xzaenal@dsn.dinus.ac.id)

### Abstract

*The thing that needs to be considered in the design of off-grid PV is the calculation of the electrical load based on the unit of time. This is so that the results of the design are in accordance with the needs so as to make it efficient in terms of costs. The design of off-grid PV mini-grid is divided into 3 stages, namely site survey. A site survey was conducted to determine the area that can be installed PV. The second is an audit of expenses. A load audit is carried out to determine the load and electricity consumption in a matter of days. The third is the design and selection of components according to the needs based on the audit stages that have been carried out. From the results of the location survey, 12 pieces of solar panels (PV) can be installed with a power of 450WP which has a size of 2108x1048X35 mm. From the results of the daily load analysis, the calculation is 18.3 KW for 24 hours. From this data, it takes 8 batteries with a configuration of 2x4 batteries in series which then from each of the 4 batteries are connected in parallel so as to produce a power storage of 48V 380AH. The configuration of the PV installation is adjusted to the installed battery so that from 12 PV sheets it is divided into 2 parts, where each part consists of 6 PV sheets arranged in 3 Series and 2 Parallel (3S 2P) where the output voltage of the PV is adjusted to the needs of the 48V 380AH battery.*

**Keywords:** Off Grid Photovoltaic, Load Analysis.

### Abstrak

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan PLTS *off-grid* adalah perhitungan beban listrik berdasarkan satuan waktu. Hal tersebut agar hasil rancangan sesuai dengan kebutuhan sehingga membuat efisien dalam hal biaya. Perancangan PLTS *off-grid* dibagi menjadi 3 tahap yaitu survey lokasi. Survey lokasi dilakukan untuk mengetahui luasan area yang dapat dipasang PV. Yang kedua yaitu audit beban. Audit beban dilakukan untuk mengetahui beban dan konsumsi listrik dalam hitungan hari. Yang ketiga yaitu perancangan serta pemilihan komponen sesuai dengan kebutuhan berdasarkan tahapan audit yang telah dilakukan. Dari hasil survey lokasi, dapat dipasangkan panel surya (PV) dengan daya 450WP yang memiliki ukuran 2108x1048X35 mm sebanyak 12 lembar. Dari hasil Analisa beban harian, didapatkan perhitungan 18,3 KW selama 24 jam. Dari data tersebut maka dibutuhkan 8 buah baterai dengan konfigurasi 2x4 buah baterai di susun seri yang kemudian dari tiap 4 baterai tersebut di hubungan secara paralel sehingga menghasilkan penyimpanan daya sebesar 48V 380AH. Konfigurasi pemasangan PV disesuaikan dengan baterai terpasangan sehingga dari 12 lembar PV dibagi menjadi 2 bagian, dimana tiap bagian terdiri dari 6 lembar PV yang disusun 3 Seri dan 2 Pararel (3S 2P) dimana Tegangan luaran dari PV disesuaikan dengan kebutuhan baterai 48V 380AH.

**Kata kunci:** Perancangan PLTS *off-grid*, Audit beban PLTS *off-grid*

**1. Pendahuluan**

Kelurahan Jatirejo yang terletak di Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang, Jawa Tengah 50223. Memiliki luas wilayah ± 238.130 Ha, dengan jumlah penduduk 2279 jiwa, terdiri dari 4 RW dan 14 RT. Kelurahan Jatirejo merupakan daerah pedesaan yang didominasi area persawahan dan perkebunan. Karena Kerumunan rumah di desa tidaklah sepadat di kota, oleh karena itu ada beberapa rumah yang tidak terjangkau listrik. Pada penelitian ini memiliki latar belakang dengan kondisi konsumen pernah memasang PLTS *off-grid* dan mengalami kerusakan dalam sistem pemasangan dan implementasi PLTS *off-grid*, maka diperlukannya audit ulang secara keseluruhan dan juga perancangan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi daya listrik konsumen.

**2. Metode Penelitian**

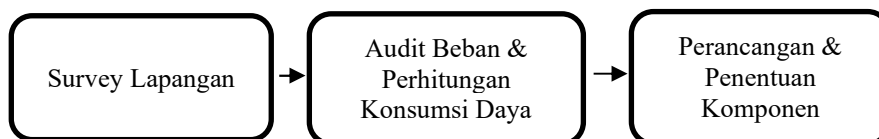
Dalam Perancangan PLTS *off-grid* 5Kwh, hal utama yang harus dilakukan adalah menulis untuk mengumpulkan koleksi dari berbagai pustaka, buku, serta dari media web yang terkait dengan pendirian PLTS

**2.1. Metode Observasi**

Merupakan metode pengumpulan data dan informasi secara deskripsi untuk menjabarkan, memberikan serta mendetilkkan setiap gejala yang muncul serta mengisi data untuk melengkapi informasi dan memberikan data dari subjek yang diamati [3]. Observasi dilakukan di rumah di kelurahan Jatirejo, Semarang. Adapun metode observasi dilakukan sebagai pemahaman medan serta luasan dari area yang selanjutnya dapat dipasangkan PV.

**2.2. Metode Studi Pustaka**

Studi pustaka merupakan alat pengumpulan data dalam mencari berbagai aspek teorikal yang sesuai dengan problem dari objek penelitian serta sebagai bahan pembahasan hasil dari penelitian yang diambil dari berbagai informasi yang dianggap sesuai terkait isi dari penelitian [4]. Terkait penelitian ini penulis mengambil literatur berupa jurnal, *e-book*, makalah tentang analisis dalam perancangan pembangkit listrik dengan tenaga surya, mekanisme *off-grid* systems, dan *datasheet* dari *hardware*. Berikut adalah diagram blok Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan Pembangkit listrik tenaga surya *off-grid*.



Gambar 1. Metode dan Studi Pustaka

**3. Hasil dan Analisis**

Berikut merupakan hasil dan analisis perancangan PLTS Off-Grid sesuai urutan kerja diagram blok mulai dari survey lapangan, audit beban, perhitungan konsumsi daya dan Perancangan dan menentukan komponen.

**3.1. Survey Lapangan**

Tabel 1. Audit Beban Jam Operasional

Audit Beban									
Jenis Beban	Jumlah (unit)	Power Rating (W)	Total Power Consumtion (W)	Jam Operasional					
				01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00
<b>Lampu Penerangan</b>									
Luar	10	50	500	500	500	500	500	500	500
Dalam	18	10	180	30	30	30	30	30	30

**Dapur**

Kulkas Twin Door	1	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Freezer	1	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Cooker Hood	1	140	140							
Rice Cooker	1	400	400							
Slow Cooker	1	160	160							
Oven	1	800	800							
Mesin Cuci	1	350	350							

**Other Electronic Items**

LED TV	2	160	320
PC	1	100	100

Total Beban Perjam	3240W	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>	<b>820W</b>
--------------------	-------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Survey lapangan adalah tahapan pertama dimana seorang perancang PLTS melihat kondisi dan medan secara langsung, hal ini guna menentukan system PLTS yang tepat untuk digunakan konsumen dan menentukan pemasangan mulai dari panel (berserta sudutnya), box Panel, dan pemasangan Grounded jika diperlukan.

**3.2. Audit Beban Dan Pehitungan**

Audit beban adalah tahapan yang penting dalam memantau dan mencatat kebutuhan konsumsi listrik rumah dalam sehari berdasarkan kebiasaan, hal ini guna untuk meminimalkan biaya pemasangan PLTS agar tidak berlebihan. Audit dilakukan dengan cara memasang beban listrik pada *watt meter*, Berikut ini adalah Tabel audit beban dan perhitungan berdasarkan kebiasaan mulai dari siang hari, malam hari, dan keseluruhan beban dalam sehari

Tabel 2. Audit Beban Siang Hari

Jenis Beban	Siang Hari										
	7:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
<b><u>Lampu</u></b>											
<b><u>Penerangan</u></b>											
Luar											
Dalam											
<b><u>Dapur</u></b>											
Kulkas Twin Door	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Freezer	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Cooker Hood											
Rice Cooker	400										
Slow Cooker	160	160	160	160	160	160	0				
Oven											
Mesin Cuci		350									
<b><u>Other Electronic Items</u></b>											
LED TV	160	160	160								
PC											
Total Daya	1010	960	610	450	450	450	290	290	290	290	290

Tabel 3. Audit Beban Malam Hari

Jenis Beban	Night Hours							Total daya sehari (watt)
	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	
<b>Lampu</b>								
<b>Penerangan</b>								
Luar	500	500	500	500	500	500	500	6500
Dalam	180	180	180	180	180	180		1260
<b>Dapur</b>								
Kulkas Twin Door	180	180	180	180	180	180	180	4320
Freezer	110	110	110	110	110	110	110	2640
Cooker Hood								
Rice Cooker								400
Slow Cooker			160					1120
Oven								
Mesin Cuci								350
<b>Other Electronic Items</b>								
LED TV	160	160	160	160	160	160	160	1600
PC	100	100						200
<b>Total Daya</b>	<b>1230</b>	<b>1230</b>	<b>1290</b>	<b>1130</b>	<b>1130</b>	<b>1130</b>	<b>950</b>	<b>18390 Watt</b>

**3.3. Perancangan PLTS dan Mementukan Komponen**

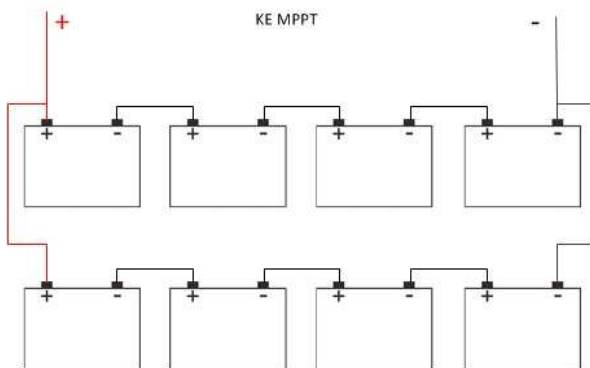
Dalam perancangan PLTS *off-grid* di jatirejo ada beberapa kondisi yang perlu di perhatikan bahwa sebelumnya PLTS sudah pernah di pasang. Berikut kondisi PLTS sebelumnya.

- a. *Inverter* 5 kwh yang sudah rusak.
- b. Panel yang sudah terpasang sebanyak 8 dengan kapasitas 450 WP.
- c. Konsumen membeli baterai bekas 8 buah dari PT. Sogy dengan spesifikasi 190 Ah 12V.
- d. Konsumen membeli *Inverter-low* Frekuensi 5 Kwh dengan spesifikasi input sebesar 48V.

**Baterai**

Berikut cara menentukan baterai dan perancangan baterai berdasarkan konsumsi daya dalam sehari. Diketahui

$$\begin{aligned}
 \text{Total Daya beban} &= 18390 \\
 \text{Baterai} &= \text{daya total beban/ daya baterai yang di pilih} \\
 &= 18390 / (190 \times 12) \\
 &= 8,06 \text{ pasang baterai}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$



Gambar 2. Rangkaian Baterai



**Electrical**

	International Standard 20°C (68°F)	North American Standard 25°C (77°F)
8 hour capacity to 1.75 VPC	188 Ah	191 Ah
10 hour capacity to 1.80 VPC	190 Ah	192 Ah
Float Voltage	2.29 +/- 0.02 VPC	2.27 +/- 0.02 VPC
Nominal Voltage	12 V	
Impedance (1kHz)	2.7 mΩ @ 25°C (77°F)	
Conductance	1,863 S	
Short Circuit Current	6,000 A	

Gambar 3. Baterai 12V 190A

Dalam penggunaan baterai *deep cycle lead acid* sebaiknya dilebihkan kapasitas baterai setidaknya 60% agar baterai lebih awet. Tapi dikarenakan keterbatasan biaya tidak digunakan tambahan 60%, jika ada tambahan 60 maka ada 14 baterai yang harus digunakan.

**Panel Surya**

Berikut cara menentukan Panel dan perancangan panel berdasarkan kapasitas baterai yang digunakan:

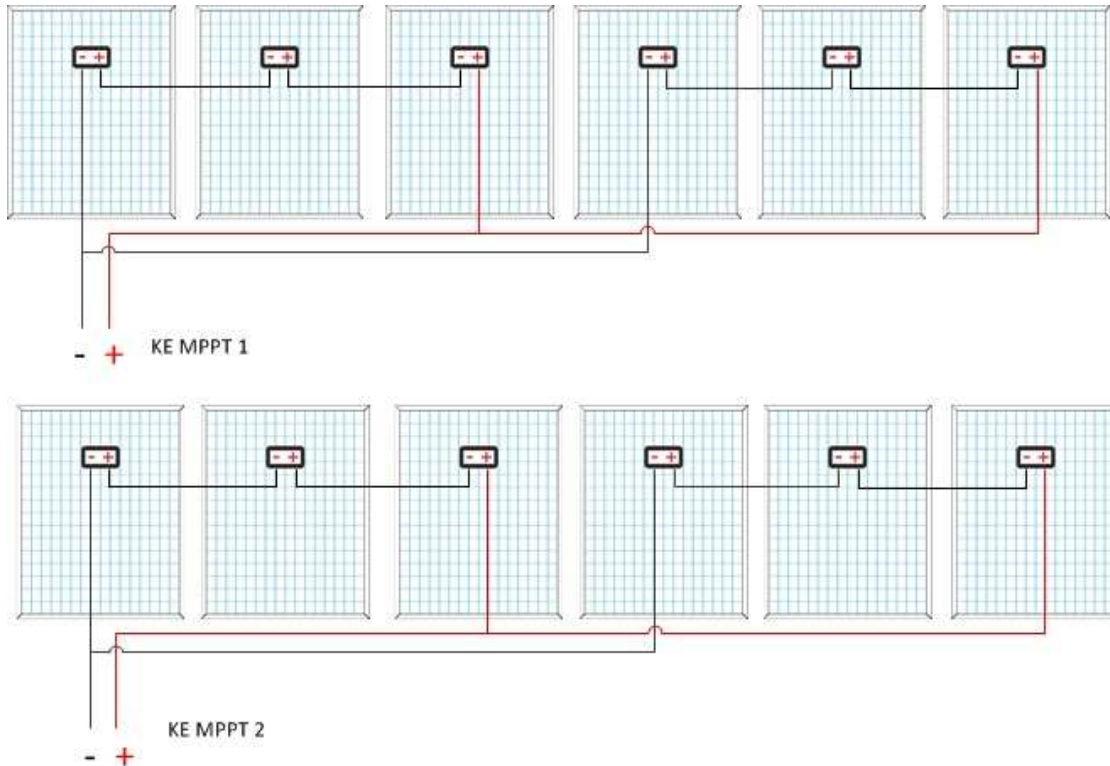
$$\begin{aligned} \text{Daya PV} &= \text{Daya baterai} / 5 \text{ jam} & (2) \\ &= 18240/5 \\ &= 3648 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah PV} &= \text{Daya total PV} / \text{kapasitas PV} & (3) \\ &= 3648 / 450\text{wp} \\ &= 8.1 \text{ buah (8 buah dibulakan)} \\ &\quad (5 \text{ jam rata rata daya PV max dalam sehari}) \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah PV yang di perlukan sebanyak 8 buah, namun dikarenakan dalam penggunaan baterai *deep cycle lead acid* sebaiknya dilebihkan kapasitas baterai setidaknya 60% agar baterai lebih awet, banyak PV seharusnya sebanyak 14 dengan rumus “Jumlah PV = Daya total PV/ kapasitas PV”. Namun dikarenakan perbandingan konsumsi daya berdasarkan waktu dan pengisian daya pada siang hari makan dipilih panel sebanyak 12 buah.



Gambar 4. Panel Surya Monocrystalline



Gambar 5. Rangkaian PV

**MPPT (Maximum Power Point Tracking)**

Berikut cara menentukan MPPT dan perancangan MPPT berdasarkan kapasitas baterai yang digunakan. Cara menentukan MPPT

$$\begin{aligned}
 I &= \text{Daya PV} / \text{sistem baterai} && (4) \\
 &= 5400/48 \\
 &= 112,5 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan MPPT yang ada dipasaran maksimum 100A maka dipilih MPPT kapasitas 60 A di rangkai secara paralel. Berikut spesifikasi MPPT.

Models	S3-30A	S3-40A	S3-50A	S3-60A
Battery voltage automatic recognition	12V system: 9V-15V; 24V system: 18V-29V 36V system: 30V-39V; 48V system: 40V-60V			
Overcharging protection voltage	12V Bat: 15V; 24V Bat: 30V; 36V Bat: 45V; 48V Bat: 60V			
Limited current protection	31A	42A	51A	61A
Max efficiency	≥98.2%			
PV utilization	≥99%			

Gambar 6. Parameter Dasar

**How to choose PV Module**

Models		S3-30A	S3-40A	S3-50A	S3-60A
Maximum PV Module Input Power <b>(Never overpowered)</b>	For 12V Battery	≤400W	≤480W	≤600W	≤720W
	For 24V Battery	≤720W	≤960W	≤1200W	≤1440W
	For 36V Battery	≤1000W	≤1400W	≤1800W	≤2100W
	For 48V Battery	≤1200W	≤1700W	≤2200W	≤2800W
PV Module Open Circuit Voltage	For 12V Battery	DC20V~DC80V			
	For 24V Battery	DC37V~DC105V			
	For 36V Battery	DC50V~DC160V			
	For 48V Battery	DC72V~DC160V			
Maximum PV Module Open Circuit Voltage <b>(Never over max PV Voc)</b>		For 12V Battery: 80V; For 24V battery: 105V; For 36V battery: 160V; For 48V battery: 160V.			

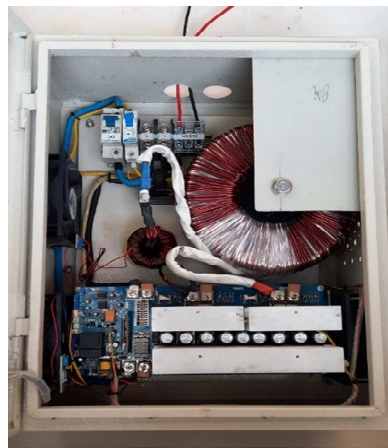
Gambar 7. Pemilihan Modul Panel



Gambar 8. MPPT 60A

**Inverter**

Inverter yang digunakan Konsumen telah membeli Inverter-low Frekuensi sebesar 5 Kwh dengan spesifikasi input sebesar 48V.



Gambar 9. Inverter Low Frekuensi

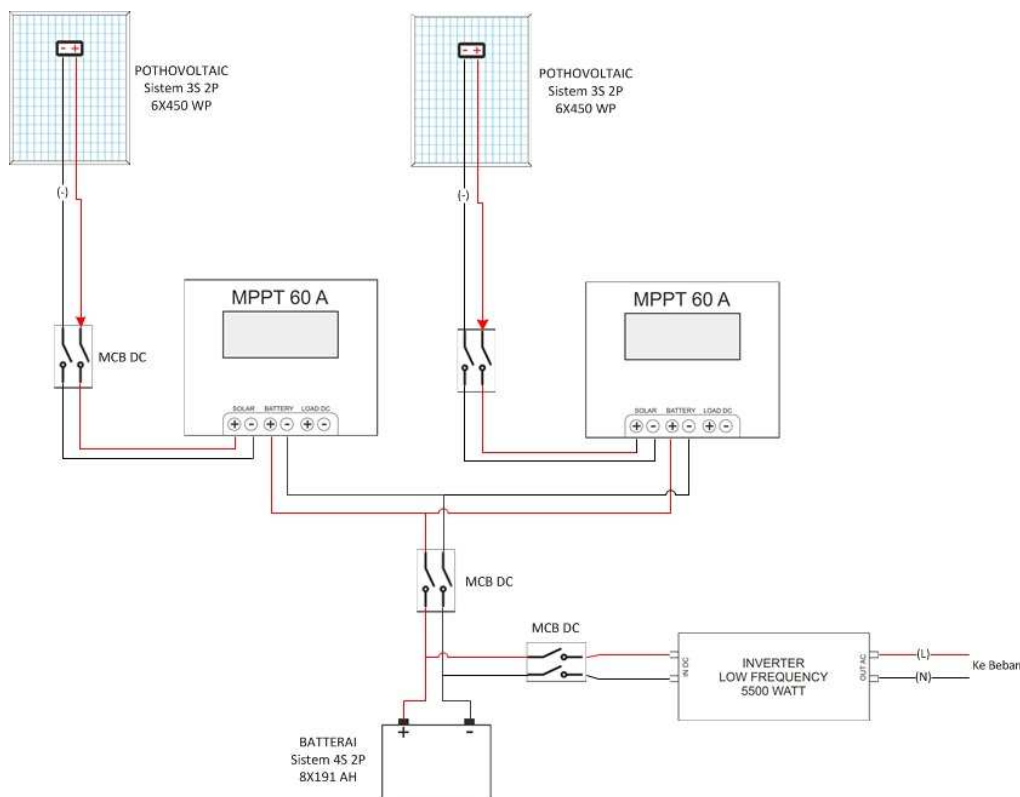


Tabel 4. Spesifikasi *Inverter*

Spesifikasi Inverter	
Input Baterai	48V
Output Kapasitas	5 Kwh
Tipe inverter	Low frekuensi

**Diagram Tunggal Rangkaian PLTS Off-grid 5,4 KWH**

Berikut perancangan Rangkaian PLTS Off-grid 5,4 KWH yang akan di terapkan



Gambar 10. Diagram Tunggal Pemasangan PLTS Off-Grid

**4. Kesimpulan**

Dalam perancangan pembangkit listrik tenaga surya tentunya hal yang paling penting adalah penerapan sistem untuk pembangkit listrik dengan tenaga surya yang tepat sesuai terhadap kondisi dan kebutuhan konsumen. Pada perancangan pembangkit listrik tenaga surya *off-grid* dapat disimpulkan bawah tahapan audit beban konsumsi listrik untuk mengetahui konsumsi listrik yang di gunakan berdasarkan kebiasaan sehari-hari hal ini dapat meminimalkan biaya pemasangan PLTS *off-grid*.

**Referensi**

- [1] P. Widodo, D. Dedy, A. N. Balai, B. Pengembangan, and M. Pertanian, *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*. 2016.
- [2] B. H. Purnomo, "Pendahuluan Kedudukan Observasi dalam Tahapan PTK Metode Observasi," *Metod. Dan Tek. Pengumpulan Data Dalam Penelit. Tindakan Kelas (Classroom Action Res.*, vol. 8, pp. 251–256, 2011, [Online].
- [3] W. Darmalaksana, "Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan," *Preprint Digit. Libr. UIN Sunang Gunung Djati Bandung*, pp. 1–6, 2020.
- [4] Pratama WA, Arifin Z. Analisis Pemasangan Instalasi Penerangan Jalan Umum di Jalan Soekarno-Hatta Pedurungan. 2021;05(02):3–8.
- [5] T. Markvart and L. Castañer, "Solar Cells," *Sol. Cells*, vol. 7, no. 2, pp. 157–163, 2005, doi: 10.1016/B978-1-85617-457-2.X5000-8.