

## **Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off Grid* 6,4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal**

**Aas Wasri Hasanah<sup>1</sup>; Rahmad Febryan<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Institut Teknologi PLN

<sup>1</sup> aas@itpln.ac.id

### ***Abstract***

*Energy is one of the most important needs in human life. The increase of energy needs is an indicator of prosperity, but simultaneously it also causes trouble in its supply efforts. So, for the conservation of the energy plant the solar power plant (PLTS) becomes one of the right choices. The building of the PLTS can be built on a roof. The need for the charge on this house is 18,260 Wh/day. In designing the PLTS for one unit of this house, it takes an accurate calculation to determine the ideal solar module system, seeking the amount of link-series of each and a year, performance ratio and losses power the power of the PLTS system. In this research design the construction of the PLTS development was done so that it could enjoy the electrical energy that belongs to itself and to introduce to the surrounding peoples. The PLTS system off the grid only relies on solar energy as a major energy source. We're using 32 solar modules with 200 Wp capacity in total power is 6,400 Wp.*

**Keywords:** *Energy, solar power plants, solar modules, off grid*

### ***Abstrak***

*Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Maka, untuk penghematan energi pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjadi salah satu pilihan yang tepat. Pembangunan PLTS dapat dibangun pada atap (rooftop). Kebutuhan beban pada rumah ini yaitu 18.260 Wh/day. Dalam merancang PLTS untuk 1 unit rumah ini, dibutuhkan perhitungan yang akurat untuk menentukan sistem modul surya yang ideal, yaitu mencari jumlah hubung seri-paralel, mencarikan daya yang dihasilkan perhari dan pertahun, performance ratio dan losses daya sistem PLTS. Dalam penelitian ini perancangan pembangunan PLTS dilakukan agar dapat menikmati energi listrik yang dimiliki sendiri dan untuk memperkenalkan kepada masyarakat sekitar. Sistem PLTS off grid hanya mengandalkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Disini kami menggunakan 32 modul surya dengan kapasitas 200 Wp dengan total daya yaitu 6.400 Wp.*

**Kata kunci:** *Energi, PLTS, modul surya, off grid*

## 1. PENDAHULUAN

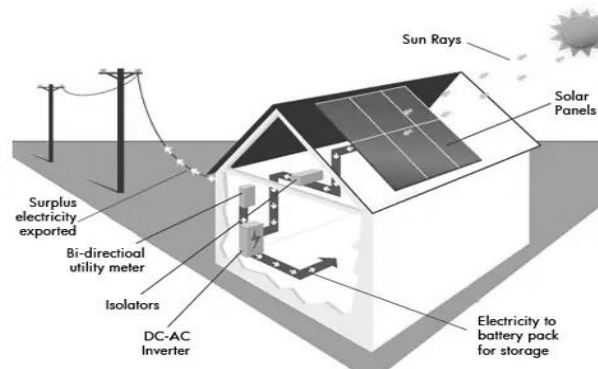
Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan infrastruktur pembangunan dari tahun ke tahun, kebutuhan energi listrik semakin meningkat. Ketersediaan kebutuhan energi listrik di Indonesia tentunya menyebabkan cadangan energi yang ada di bumi semakin berkurang. Hal ini kemudian mendorong pemerintah untuk mencari sumber-sumber energi alternatif yang bertujuan menghasilkan jumlah energi alternatif yang cukup besar dengan mutu dan kualitas yang baik, namun tidak berdampak pada lingkungan. Banyak energi alternatif yang dapat dikembangkan di Indonesia, salah satunya yaitu PLTS

Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, mengingat posisi geografis Indonesia yang berada di sekitar garis khatulistiwa yang mendapat paparan sinar matahari paling banyak sepanjang tahun. Untuk potensi energi matahari di Indonesia perlu dimanfaatkan dalam upaya pemenuhan kebutuhan energi listrik.

## 2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

### 2.1. Prinsip Kerja PLTS *Off-Grid*

Sistem PLTS *off-grid* merupakan sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini disebut juga *System Stand Alone* karena sistem ini hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian modul surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Skema prinsip kerja PLTS terlihat pada gambar.



**Gambar 1.** Prinsip Kerja PLTS

### 2.2. Komponen - Komponen PLTS

#### 2.2.1. Modul Surya

Modul surya atau sel surya adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik.

#### 2.2.2. *Solar Charge Controller*

*Solar charge controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell.

#### 2.2.3. Baterai

Baterai berfungsi untuk menyimpan energi matahari yang dihasilkan di siang hari, sehingga energinya bisa dipakai baik di siang hari maupun malam hari.

## 2.2.4. Inverter

Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC).

## 2.2.5. Kabel (Penghantar)

Kabel merupakan salah satu sarana dalam instalasi listrik karena kabel menghantarkan arus ke beban terpasang.

## 2.3. Perhitungan PLTS

### 2.3.1. Jumlah Komponen Modul Surya

- a. Menghitung Jumlah Modul Surya

$$\text{Jumlah panel surya} = \frac{\text{Kapasitas pembangkit yang direncanakan}}{P_{mpp} \text{ (panel surya)}} \quad (1)$$

Dimana:

$P_{mpp}$  = Daya yang dihasilkan modul surya pada saat PSH (Watt)

- b. Menghitung Jumlah Rangkaian Panel Surya

Untuk menyesuaikan jumlah arus *output* dari panel surya ke *input solar charge controller* maka modul harus di rangkai seri untuk memperoleh arus besar dan dirangkai paralel untuk memperoleh tegangan yang besar. Perhitungannya dengan rumus dibawah ini:

- Rangkaian seri (arus)

$$\text{Min modul seri per string} = \frac{V_{dc \text{ min}}}{V_{oc}} \quad (2)$$

$$\text{Max modul seri per string} = \frac{V_{dc \text{ min}}}{V_{mpp}} \quad (3)$$

- Rangkaian paralel

$$\text{Min modul seri per string} = \frac{I_{dc \text{ min}}}{I_{sc}} \quad (4)$$

$$\text{Max modul seri per string} = \frac{I_{dc \text{ min}}}{I_{mpp}} \quad (5)$$

- Jumlah per string

Jumlah per string = jumlah rangkaian seri + jumlah rangkaian paralel

Dimana:

$V_{DC \text{ max}}$  = Tegangan maksimum DC di *Solar Charge Regulator* (V)

$V_{DC \text{ Min}}$  = Tegangan minimum DC di *Solar Charge Regulator* (V)

$I_{DC \text{ Max}}$  = Arus maksimum DC di *Solar Charge Regulator* (V)

$I_{DC \text{ Min}}$  = Arus minimum DC di *Solar Charge Regulator* (A)

$V_{OC}$  = Tegangan *Open Circuit Modul Surya* (V)

$V_{mpp}$  = Tegangan *mpp* modul surya (V)

$I_{sc}$  = Arus open circuit modul surya (A)

$I_{mpp}$  = Arus *mpp* Modul Surya (Ampere)

### 2.3.2. Perhitungan *Solar Charge Controller*

Untuk menghitung jumlah *Solar Charge Controller* yang digunakan ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu, menghitung jumlah *Solar Charge Controller*, menghitung tegangan kerja dan arus pada modul surya:

Jumlah Solar Charge Regulator

$$\text{Jumlah SCR} = \frac{\text{Kapasitas pembangkit yang direncanakan}}{P_{\text{max}} \text{ Solar Charge Controller}} \quad (6)$$

Dimana:

$$P_{\text{max DC SCR}} = \text{Daya DC max input SCC (W)}$$

### 2.3.3. Perhitungan Inverter

Berdasarkan desain pemasangan inverter ada 3 jenis sistem yang dapat dipasang untuk inverter, yaitu:

1. Sistem *Central Inverter*

Sistem ini sering disebut dengan sistem inverter terpusat (pada sistem hanya ada 1 inverter saja).

2. Sistem String Inverter

Sistem yang menggunakan inverter pada setiap beberapa string yang ada pada sistem PLTS. Biasanya sistem ini lebih baik dari sistem *Central Inverter*, karena bila satu *string* inverternya mengalami gangguan string lain masih tetap baik. Kekurangan dari sistem ini adalah biaya investasi yang besar dan rugi-rugi (*losses*) inverter yang lebih besar dibanding sistem *central* dikarenakan inverter juga mempunyai peralatan elektronik pendukung (konsumsi diri) sehingga efisiensi inverter tidak mungkin 100 %.

### 2.3.4. Performance Ratio

Setelah kita mengetahui energi *specific yield* (daya input dari modul surya dikalikan dengan PSH (*Peak Sun Hours*) dikurangi dengan semua *Losses* yang ada diatas kemudian hasilnya dikalikan dengan 365 hari sehingga kita akan mengetahui energi yang dihasilkan selama satu tahun. Sehingga dapat mencari performa rasionya dengan:

$$PR = \frac{E_{\text{sys}}}{E_{\text{ideal}}} \quad (7)$$

$$E_{\text{ideal}} = P_{\text{array\_STC}} \times H_{\text{tilt}} \quad (8)$$

Dimana:

PR = *Performance ratio* (%)

$E_{\text{ideal}}$  = Energi yang diperoleh dari PV pada saat PSH (Wh)

$H_{\text{tilt}}$  = Rata-rata radiasi harian

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Data Radiasi Matahari

**Tabel 1.** Data Radiasi Matahari Perhari

Bulan	Radiasi Matahari kWh/m <sup>2</sup> .day	Bulan	Radiasi Matahari kWh/m <sup>2</sup> .day
Januari	4.25	Juli	4.29
Februari	4.69	Agustus	4.31
Maret	4.71	September	4.45
April	4.69	Oktober	4.38
Mei	4.81	November	4.48
Juni	4.28	Desember	3.78
Rata-rata			4,51

**3.2. Data Perhitungan Penggunaan Listrik Rumah****Tabel 2.** Data Penggunaan Listrik Rumah

Jumlah Peralatan	Beban	Daya (Watt)	Penggunaan (hour)	Total (Wh/day)
10	Lampu LED	10	12	1.200
1	Kulkas	100	24	2.400
3	AC ½ PK	320	12	11.520
1	TV	90	6	540
1	Rice Cooker	400	2	800
1	Pompa Air	100	2	200
8	Penggunaan Lain	50	4	1600
Total energi				18.260Wh/day

**3.3. Performance Ratio (PR)**

*Performance Ratio* (PR) adalah ukuran suatu kualitas sistem dilihat dari energi tahunan yang dihasilkan sebenarnya (sudah dikurangi dengan rugi-rugi) dengan energi ideal sistem. Pada umumnya *Performance Ratio* tidak pernah mencapai 100% pada saat realisasinya karena dipengaruhi oleh temperatur dan hal lainnya. Sistem dapat dikatakan layak jika nilai PR nya berkisar 60-90%. Berikut perhitungan untuk mencari nilai *Performance Ratio* dari sistem PLTS ini.

$$H_{tilt} = PSH \times 365 h = (4,51 \times 1000/m^2) \times 365 h = 1.646 h/m^2$$

Rata-rata radiasi selama setahun adalah 1.646 h/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} E_{ideal} &= P_{array} \times STC \times H_{tilt} m^2 \\ &= 200 W_p \times 32 modul surya \times 1.646 h/tahun \\ &= 10.534 \frac{kWh}{tahun} = 10 MWh/tahun \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh PR, sebesar:

$$PR = \frac{E_{yield}}{E_{ideal}} = \frac{8.431 kWh/tahun}{10.534 kWh/tahun} = 0,800 = 80\%$$

**4. KESIMPULAN**

Perancangan Pembangkitan Listrik Tenaga Surya pada rumah dengan jumlah daya 1 unit rumah 6,4 kW dan luas bangunan 55 m<sup>2</sup>. Dengan perolehan perhitungan *Performance Ratio* sebesar 80% maka, dapat di implementasikan secara maksimal.

Dari pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 6,4 kWp yang dirancang dengan sistem *Off Grid*. Telah disusun komponen- komponen PLTS berupa 32 modul dipasang secara 2 seri 8 paralel dengan panel surya 200 Wp, 2 buah *Solar Charge Controller* dan, 2 buah *Inverter* berkapasitas 4 kW, dan 2 unit baterai berkapasitas 1000 Ah.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. Sace, 2010, Technical Application Papers No. 10–Photovoltaic plants, Div. ABB SpALV Break.
- [2] Bhattacharyya, S. C., & Palit, D. (2014). Mini-Grids for Rural Electrification of Developing Countries. Springer.
- [3] Hasnawiya, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, 169-180.
- [4] Rashid, Muhammad, 2014, *Power Electronics: Devices, Circuit, and Application Fourth Edition*, Elsevier
- [5] Subagio, Ichwan. (2005) “Manual Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya” BPTT. Tangerang Serpong
- [6] Ooyama, Y., & Harima, Y. (2012). Photophysical and Electrochemical Properties, and Molecular Structures of Organic Dyes for Dye-Sensitized Solar Cells.
- [7] Satria, H., & Syafii. (2018). Sistem Monitoring Online dan Analisa Performansi PLTS Rooftop Terhubung Grid PLN. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 136-144.
- [8] Ramadhan, S. G., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Universitas Trisakti. Seminar Nasional Cendekiawan.
- [9] Rotib, W. (2001). Aplikasi Sel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, *Dimensi* Vol. 4 No. 1, 4-6.