

Perancangan Photo-Voltaic Pada Gedung ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Setyo Adi Nugroho^{1*}, Eko Nugroho²

^{1,2}Prodi Sarjana Terapan Teknik Rekayasa Elektromedis, ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

*Email: setyoadinugroho@itspku.ac.id

Kata Kunci:

*PLTS
Panel Surya
Renewable
Off-Grid
Baterai*

Abstrak

Listrik merupakan energi yang banyak digunakan pada peralatan penunjang kehidupan sehari-hari sehingga pasokannya tidak boleh terputus atau harus memiliki tingkat kehandalan dan kontinuitas yang tinggi. Energi listrik di Indonesia dipasok dari PLTU yang merupakan pemasok listrik utama sehingga jika terjadi gangguan dapat menyebabkan terganggunya pasokan listrik. PLTS saat ini banyak dikembangkan sebagai pasokan energi alternatif yang bersifat terbarukan/renewable karena jumlahnya yang berlimpah dan ramah lingkungan. Panel surya/Photo-Voltaic adalah peralatan yang digunakan untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik melalui proses pergerakan elektron. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan panduan dalam merencanakan sebuah sistem PLTS Off-Grid pada suatu gedung dengan pemilihan kapasitas panel surya, MPPT dan baterai yang tepat.

Photo-Voltaic Design At ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

Keyword:

*PLTS
Photo-Voltaic
Renewable
Off-Grid
Battery*

Abstract

Electricity is energy that is widely used in equipment that supports daily life so that its supply must not be interrupted or must have a high level of reliability and continuity. Electrical energy in Indonesia is supplied from PLTU which is the main electricity supplier so that if there is a disturbance it can cause disruption of the electricity supply. PLTS is currently being developed as a renewable alternative energy supply because it is abundant and environmentally friendly. Solar panels/Photo-Voltaic are equipment used to convert solar energy into electrical energy through the process of electron movement. The results of this study are expected to be used as a guide in planning an Off-Grid PLTS system in a building by selecting the right capacity of solar panels, MPPT and batteries.

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik adalah kumpulan dari beberapa komponen seperti pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi, jaringan distribusi dan beban. Saat ini listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting sebagai penunjang berbagai kegiatan di berbagai sektor kritikal maupun non kritikal seperti pendidikan, rumah sakit, industri, dll. PLN adalah pemasok utama kebutuhan energi listrik di negara indonesia dengan pembangkit listrik tenaga uap yang bersumber dari batubara sebagai bahan bakar utamanya, sehingga pasokan listrik PLN sangat dituntut kehandalan dan kontinuitasnya supaya berbagai sektor kritikal dan non kritikal tidak terhenti (Yuliananda, 2015; Purwoto, 2018).

Bahan bakar fosil seperti batubara yang tersedia di indonesia saat ini mencapai 38,84 ton, namun di masa mendatang jumlah atau ketersediaan bahan bakar fosil ini dapat habis. Sehingga dengan kondisi tersebut menuntut untuk mencari sumber energi alternatif listrik yang baru dan terbarukan serta bersifat ramah lingkungan. Ada berbagai macam sumber energi yang jumlahnya berlimpah serta ramah lingkungan dan sudah dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif contohnya adalah energi dari tenaga angin, tenaga matahari, tenaga air, dll. Maka, pada masa depan diharapkan seluruh energi listrik yang memanfaatkan bahan bakar fosil dapat beralih menjadi energi baru dan

terbarukan serta ramah lingkungan (Julisman, 2017; Suryawinata, 2017).

Indonesia terletak di benua asia adalah negara tropis yang berada pada garis lintang khatulistiwa yang secara astronomis terletak di $6^{\circ}\text{LU}-11^{\circ}\text{LS}$ dan $95^{\circ}\text{BT}-141^{\circ}\text{BT}$ yang hanya memiliki dua musim saja yaitu musim hujan dan musim panas, dengan letak dan musim indonesia yang strategis ini sehingga memiliki nilai intensitas pencahayaan dari matahari yang baik dengan radiasi rata-rata sebesar $4,5 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$. Sumber energi matahari yang berlimpah ini dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif di indonesia yang ramah lingkungan dan murah. Pemanfaatan energi tenaga surya ini (PLTS) dapat dilakukan melalui konversi energi dengan menggunakan panel surya/*photovoltaic* yang memiliki berbagai macam jenis salah satunya yaitu jenis *mono-crystalline* yang memiliki efisiensi mencapai 15 % (Yandi, 2020; Suparta, 2020).

PLTS yang dibangun memiliki berbagai jenis konfigurasi yaitu sistem PLTS *off-grid* dan sistem PLTS *on-grid*. Perbedaan mendasar dari kedua konfigurasi tersebut adalah jika PLTS *on-grid* terhubung ke sistem jaringan PLN sedangkan untuk sistem PLTS *off-grid* tidak. Peralatan yang harus disediakan untuk membangun sebuah PLTS secara mandiri antara lain yaitu unit panel surya, modul MPPT, baterai. Sehingga dalam membuat sebuah sistem PLTS, diperlukan perencanaan yang baik supaya dapat menyuplai

energi listrik sesuai dengan kebutuhan tetapi dengan biaya yang optimal (Salman 2013; Prayogo, 2019; Satria, 2020).

Penelitian ini akan membahas mengenai perencanaan sebuah PLTS untuk gedung bertingkat di ITS PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA, agar spesifikasi peralatan PLTS yang digunakan tepat dan ekonomis.

2. METODE PENELITIAN

a. Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan ini bertujuan untuk menentukan kapasitas panel surya dan baterai dengan kapasitas daya maksimum 1000 Watt, dengan merinci total daya beban, jenis beban, faktor keamanan, jam matahari ekuivalen dan konfigurasi panel surya.

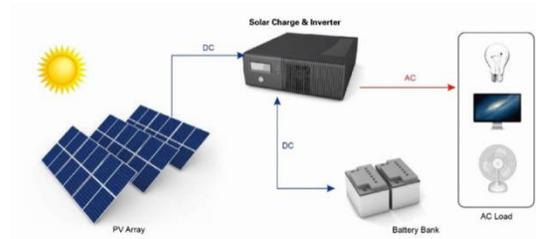
b. Menentukan Arus Beban Total

Arus beban total dapat ditentukan dengan cara menghitung daya peralatan listrik dibagi dengan tegangan operasional peralatan pada sistem tegangan arus searah/*direct current*. Arus beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$I_{\text{bebanDC}} = \frac{\text{Watt/Teg.Operasi}}{\text{V}} * \text{Jam Pemakaian dalam satu hari} \dots\dots\dots(1)$$

$$I_{\text{bebanAC}} = \frac{(\text{Watt/Teg.Operasi} * \text{Jam Pemakaian dalam satu hari})}{0,85} \dots\dots\dots(2)$$

$$I_{\text{totalbeban}} = I_{\text{bebanDC}} + I_{\text{bebanAC}} \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 1. Konfigurasi Panel Surya Off-Grid

c. Rugi Daya dan Faktor Keamanan

PLTS yang dirancang dengan kapasitas daya tidak lebih dari 1000 Watt untuk faktor rugi daya dan faktor keamanan maka, harus dikalikan faktor sebesar 20%. Nilai ini didapatkan dari persamaan 3 dikalikan dengan 1,20, sehingga menjadi sebuah persamaan berikut.

$$\text{Rugi Daya dan Faktor Keamanan} = I_{\text{total}} + 1,20 \dots\dots\dots(4)$$

d. Menghitung Jam Matahari Ekuivalen

Suatu daerah dapat ditentukan jam matahari ekuivalennya berdasarkan peta radiasi harian rata-rata (insolasi) matahari dunia yang telah dikeluarkan oleh Solarex (Solarex, 1996).

Tabel 1. Kapasitas Waktu Cadangan

Garis lintang lokasi pemasangan	Waktu Cadangan (trec)
---------------------------------	-----------------------

0° - 30°	5-6 hari
30°-50°	10-12 hari
50°-60°	15 hari

e. Menghitung Arus Total Panel Surya/Photovoltaic

Arus total panel surya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$I_{totalpanel} = (I_{totalbeban} \times 1,20) / ESH \dots \dots \dots (5)$$

f. Konfigurasi Optimal Modul Panel Surya

Konfigurasi panel surya bertujuan untuk menentukan kebutuhan arus total panel surya dengan jumlah modul seminimal mungkin. Langkah ini dapat ditentukan sesuai dengan persamaan (5).

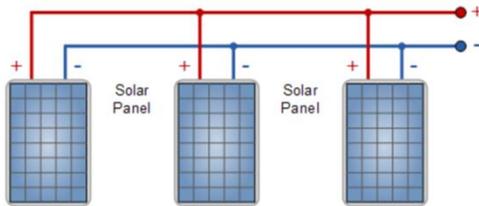
a. Konfigurasi Paralel

$$\Sigma ModulParalel = \frac{I_{totalpanel}}{I_{op\ modul}} \dots \dots (6)$$

Dimana:

$I_{totalpanel}$ = arus total panel

$I_{opmodul}$ = arus operasional modul



Gambar 2. Panel Surya Paralel

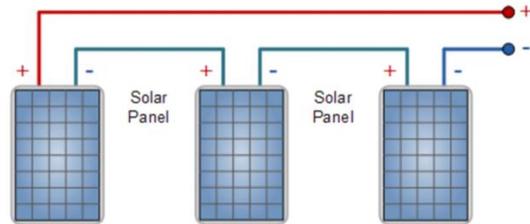
b. Konfigurasi Seri

$$\Sigma ModulSeri = \frac{V_{sistem}}{V_{modul}} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

V_{sistem} = tegangan nominal sistem

V_{modul} = tegangan nominal modul



Gambar 3. Panel Surya Seri

g. Total Kebutuhan Modul

Untuk menghitung total kebutuhan modul yang diperlukan maka, dapat digunakan persamaan berikut.

$$JumlahTotalModul = Jumlah\ Modul\ Seri \times Jumlah\ Modul\ Paralel \dots \dots \dots (8)$$

h. Menentukan Total Kebutuhan Baterai

Pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan sistem off-grid atau tidak terhubung ke jaringan PLN maka, diperlukan peralatan baterai yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik ketika malam hari atau ketika cahaya matahari kurang.

Kapasitas baterai dinyatakan dengan Ampere-Hour (Ah), kapasitas minimum baterai yang digunakan dapat dihitung

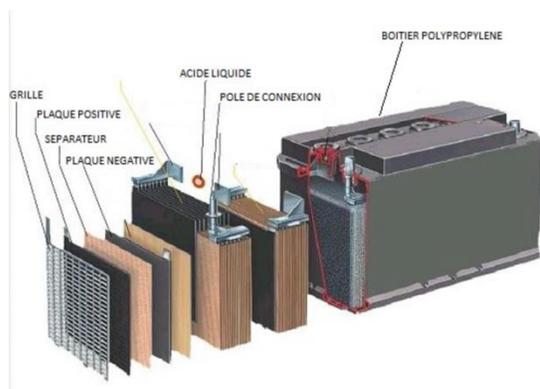
dengan mengkalikan dengan waktu cadangan yang diperlihatkan pada tabel 1. Indonesia terletak pada lintang 10° LS - 10° LU. Sehingga untuk menghitung kapasitas baterai dapat digunakan persamaan berikut.

$$\text{BateraiMin} = (\text{Itotalbeban} \times 1,2) \times \text{Trec} \dots\dots(9)$$

Dimana:

$$\text{BateraiMin} = \text{kapasitas baterai (Ampere Hour/Ah)}$$

$$\text{Trec} = \text{waktu cadangan}$$



Gambar 4. Susunan Baterai Lead-Acid

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Kebutuhan Panel Surya Gedung ITS PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA

ITS PKU Muhammadiyah Surakarta memiliki 4 gedung bertingkat dengan jumlah lantai yang berbeda. Pada penelitian ini, gedung dengan jumlah 3 lantai yang terdiri dari ruang kuliah, laboratorium komputer, ruang rapat, dll digunakan

sebagai objek penelitian perencanaan pemasangan Photo-Voltaic. Adapun rincian daya total pada tiap lantai dijabarkan pada tabel 2 berikut.

Tabel II. Daya Total dan Total Ampere Hour Tiap Lantai

Lantai	Daya Total (Watt)	Total Ampere Hour (Ah)
1	6090	221,45
2	7770	282,54
3	7000	254,54
Total		758,53

Daya total dan total *ampere hour* yang sudah diketahui, dapat dijadikan dasar dalam menentukan jumlah, konfigurasi dan kapasitas baterai.

a. Faktor Keamanan

$$\text{SF} = \text{x } 1,2 = 910,236 \text{ Ah}$$

b. Jam Matahari Ekuivalen

Berdasarkan standar yang dikeluarkan oleh Solarex, indonesia memiliki jam matahari ekuivalen rata-rata sebesar 4,2 kWh/kWp.

c. Arus Total Panel Surya

Jumlah arus total panel sebesar

$$910,236 \text{ Ah}/4,2 \text{ Jam} = 216,72 \text{ A}$$

d. Jumlah Modul Panel Surya

Penentuan jumlah panel surya harus ditentukan terlebih dahulu jenis panel surya yang digunakan berdasarkan spesifikasi yang diberikan pabrikan pembuat panel surya. Pada penelitian ini digunakan modul panel surya jenis Mitsubishi PV-TD195HA6 Polycrystalline silicon ukuran 156mm x 156mm.

$$I_{\text{operasi}} = 7,7 \text{ A}$$

$$V_{\text{nominal}} = 12 \text{ V}$$

Maka:

Jumlah modul yang dibutuhkan jika modul disusun secara paralel =

$$94,81 \text{ A} / 7,7 \text{ A} = 12,3 \text{ atau } 12 \text{ buah}$$

Jumlah modul yang dibutuhkan jika modul disusun secara seri =

$$12 \text{ V} / 12 \text{ V} = 1$$

$$12 \times 1 = 12 \text{ buah}$$

e. Kapasitas baterai minimum yang diperlukan sistem.

Pada perhitungan ini didasarkan pada waktu cadangan selama 5 hari.

$$\text{Baterai capacity} = (I_{\text{total beban}} \times 1,2) \times t_{\text{rec}}$$

$$= (94,81 \times 1,2) \times 5$$

$$= 569 \text{ Ah}$$

Baterai biasanya memiliki kapasitas hanya mencapai 80%, maka kapasitas baterai harus dikalikan dengan faktor 0,8. Sehingga hasil perhitungannya sebagai berikut:

$$569 \text{ Ah} / 0,8 = 711 \text{ Ah}$$

Jadi, baterai yang digunakan pada sistem harus memiliki kapasitas diatas 711 Ah.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini perencanaan pemasangan panel surya sangat penting dilakukan sebelum dilakukan instalasi pada suatu gedung/bangunan agar peralatan yang akan digunakan, spesifikasinya sesuai dengan beban yang terpasang dan sesuai dengan waktu pakai dari beban. Sehingga dapat dirinci hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pemasangan panel surya yaitu, total daya beban, jumlah modul panel surya yang akan digunakan, posisi/letak lokasi pemasangan panel surya, besarnya kapasitas baterai yang digunakan. Dengan mengikuti perencanaan ini diharapkan tercipta sistem panel surya yang tepat dan ekonomis.

5. REFERENSI

Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal*

- Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro.* 2(1).
- Mungkin, M., Satria, H., & Bahri, Z. (2020). Instalasi Photovoltaic Sistem Off-Grid untuk Lampu Jalan di Pondok Pesantren Islamiyah Pintu Padang Siunggam. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat.* *UNSIQ.* 7(3) : 247-252.
- Prayogo, S. (2019). Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter. *Jurnal Teknik Energi.* 9(1) : 58-63.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro.* 18(1) : 10-14.
- Salman, R. (2013). Analisis perencanaan penggunaan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk perumahan (solar home system). *Majalah Ilmiah Bina Teknik.* 1(1) : 46-51.
- Solarex. (2015). *Discover the Newest World Power*, Frederick Court, Maryland, USA.
- Suparta, I. N., & Teresna, I. W. (2020). Perbandingan Suplai Energi Panel Surya Polycrystalline Pada Plts On-Grid. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV).* 6 (1) : 285-292).
- Suryawinata, H., Purwanti, D., & Sunardiyo, S. (2017). Sistem monitoring pada panel surya menggunakan data logger berbasis ATMega 328 dan real time clock DS1307. *Jurnal Teknik Elektro.* 9(1) : 30-36.
- Yandi, W. (2020). Prototipe Data Logging Monitoring System Untuk Konversi Energi Panel Surya Polycrystalline 100 Wp Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering).* 7(1) : 55-60.
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat.* 1(02).