

PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI CATU DAYA LISTRIK PADA KELOMPOK USAHA PERTANIAN

I G N Janardana¹, I W Arta Wijaya²

^{1,2}Dosen Program Study Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Bukit Jimbaran, Bali
Email : ¹janardana@unud.ac.id, ²artawijaya@unud.ac.id,

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai catu daya listrik pada usaha pertanian sudah saatnya dimulai untuk menghindari ketergantungan dari energi listrik berbahan bakar minyak. Sebagian besar usaha pertanian kesulitan mendapatkan listrik karena lokasinya jauh dari pusat jaringan PLN. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui potensi dan desain PLTS untuk kebutuhan listrik pada usaha pertanian. Metode analisis dilakukan secara deskriptif dengan perhitungan dari data primer. Hasil analisis pada masing-masing kebutuhan beban didapatkan bahwa untuk beban 500 watt dibutuhkan 24 buah panel series SP-100-M36 Part Number 53-067, inverter SR-500 – S-12V, baterai minimal 4666,66 Ah 47 buah Model SMT12100S, beban 1000 watt dibutuhkan 47 buah panel series SP-100-M36, inverter Growatt 1000S, baterai 9333,33 Ah 94 buah Model SMT12100S, beban 1500 watt dibutuhkan 71 buah panel spesifikasi series SP-100-M36, spesifikasi inverter Growatt 1500S baterai kapasitas minimal 14000 Ah 140 buah Model SMT12100S, beban 3000 watt dibutuhkan 142 buah panel spesifikasi SP-100-M36, spesifikasi inverter SMA Sunny Boy 3000 TL, baterai kapasitas minimal 28000 Ah 280 buah SMT12100S.

Kata kunci : Daya listrik, Energi terbarukan, PLTS.

ABSTRACT

It is time for solar power plants to supply electricity to agricultural businesses to avoid dependence on oil-fired electricity. Most agricultural businesses find it difficult to get electricity because they are located far from the center of the PLN network. The purpose of this study was to determine the potential and design of PLTS for electricity needs in agricultural businesses. The method of analysis was carried out descriptively by calculating the primary data. The results of the analysis on each load requirement show that for a 500 watt load, 24 panels series SP-100-M36 Part Number 53-067, SR-500 - S-12V inverter, minimum battery 4666.66 Ah 47 units of Model SMT12100S are needed, 1000 watt load required 47 panels series SP-100-M36, Growatt 1000S inverter, 9333.33 Ah batteries 94 pieces Model SMT12100S, 1500 watt load required 71 panels specification series SP-100-M36, Growatt inverter specification 1500S minimum capacity battery 14000 Ah 140 pieces Model SMT12100S, 3000 watt load required 142 pieces of SP-100-M36 specification panels, Sunny Boy 3000 TL inverter specifications, batteries with a minimum capacity of 28000 Ah 280 SMT12100S.

Key words: Electric power, renewable energy, PLTS.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik baru terbarukan terus dikembangkan karena bahan bakar minyak yang berasal dari fosil ketersediaannya semakin menipis. Potensi EBT di Indonesia pada tahun 2016 tercatat ada pada angka

810.000 MW. Sedangkan, penggunaan EBT di Indonesia baru tercatat pada angka 8.780 MW atau sekitar 1,1% dari total potensi EBT di Indonesia. Pembangkit listrik terbarukan di Provinsi Bali masih sangat kecil. Energi terbarukan

menyumbang sekitar 1% yaitu 7 MW dari total kapasitas listrik di Bali, dimana 2,1 MW nya dari tenaga surya[1]. Terhambatnya pemanfaatan energi terbarukan akibat dari biaya investasi terlalu mahal, sehingga masyarakat tetap berkeinginan mendapatkan listrik PLN karena lebih murah. Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya sebagai petani dan ladangnya jauh dari pemukiman, sehingga usaha yang memanfaatkan energi listrik untuk pompa air, penerangan dan mesin-mesin pertanian menjadi kendala dalam menjalankan usahanya, Saat ini petani yang memanfaatkan listrik PLN menarik kabel listrik sangat panjang sehingga kurang efektif dan kurang efisien dan bahkan berbahaya bagi petani. Apabila para petani memanfaatkan energi surya misalnya, para petani mengalami kendala pada pembiayaan awal yang cukup besar. Namun permasalahan tersebut harus ada sentuhan dari pemerintah baik dalam hal penyediaan pembangkitnya maupun pemeliharannya sehingga petani akan lebih dapat melakukan usaha tani tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan tentang PLTS seperti penelitian pada area parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Badung didapatkan hasil kapasitas PLTS 148,274 kW yang akan mensuplai 30% dari konsumsi energi listriknya. PLTS bekerja secara *hybrid* dengan sistem PLN[2]. Penelitian Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali. Hasil kajian tersebut meliputi, hasil *weather station* rata-rata iradiasi harian matahari yang berada di wilayah Program Studi Teknik Elektro Udayana Bukit Jimbaran yaitu 4,57 kWh/m²/hari dengan kapasitas total pembangkitan listrik dari PLTS gedung DH dapat mencapai 26750,83 kWh/tahun[3].

Berdasarkan masalah tersebut, dalam penelitian ini diteliti potensi pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga

Surya(PLTS) sebagai catu daya listrik pada usaha pertanian.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit listrik adalah suatu alat yang dapat membangkitkan dan memproduksi tegangan listrik dengan cara mengubah suatu energi tertentu menjadi energi listrik[4][5].

2.2 Pembangunan Pembangkit Listrik

Pemanfaatan sumber energi selain fosil perlu dilakukan. Saat ini masih banyak menggunakan pembangkit bahan bakar fosil. Perlu penanganan khusus untuk mengatasi masalah tersebut. Indonesia memiliki potensi dengan sinar matahari yang cukup bagus untuk pembangunan PLTS[6].

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*), yang diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*). Energi yang disalurkan matahari akan diserap dan diterima oleh panel surya. Komponen lain dari PLTS yaitu BCU (*Battery Control Unit*) berfungsi mengatur/meregulasi pengisian baterai dari panel surya[7].

2.4 Metode Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dua metode utama instalasi antara lain *roof-mounted* dan *ground-mounted*[9].

1. *Roof-Mounted*

- a) Pada umumnya, area terbebas dari penghalang.
- b) Atap dapat berfungsi sebagai struktur penopang instalasi panel surya.
- c) Diperlukan *mounting* yang cukup kuat untuk mengatasi permasalahan cuaca.
- d) Layak dan *cost-effective* untuk kapasitas pembangkitan yang kecil.

2. *Ground-Mounted*
 - a) Memerlukan bidang tanah yang datar dan stabil.
 - b) Memerlukan analisis geoteknik untuk mengetahui stabilitas tanah jangka panjang.
 - c) Memerlukan tonggak dan balok baja sebagai struktur penopang tambahan.
 - d) Layak dan *cost-effective* untuk kapasitas pembangkitan yang besar.

2.4.1 Konfigurasi PLTS

1. *PLTS Grid-Connected*
Sistem ini menggabungkan PLTS dengan jaringan listrik lainnya. Komponen *inverter* berfungsi mengubah daya DC yang dihasilkan PLTS menjadi daya AC yang sesuai dengan persyaratan listrik yang terhubung (*utility grid*)
2. *PLTS Stand-Alone*
PLTS Stand Alone merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Sistem PLTS *Stand Alone* yaitu sistem pembangkit yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian *photovoltaic module* untuk menghasilkan energi listrik sesuai kebutuhan.
3. *Hybrid System*
Hybrid System adalah penggunaan 2 sistem atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda, memanfaatkan *renewable energi* sebagai sumber utama dikombinasikan dengan genset atau lainnya sebagai sumber energi cadangan[6].

2.5 Menghitung Kapasitas PLTS

2.5.1 Menghitung area string (PV area)

Untuk menentukan daya *watt peak* harus menghitung area *string* atau luas area PV yang akan dibangun[8].

$$PV \text{ area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{av} \times TCF \times \eta_{out}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

E_L = Pemakaian energi (Kwh/hari)

G_{av} =Insolasi harian matahari rata – rata (kwh/m²/hari)

η_{pv} = Efisiensi panel surya

TCF = *Temperatur Correction Faktor*

η_{out} = Efisiensi inverter

2.5.2 Menghitung daya dibangkitkan PLTS

Besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS :

$$P \text{ Watt Peak} = \text{Area array} \times PSI \times \eta_{\max PV} \dots(2)$$

Dimana:

$$PSI \text{ (Peak Solar Insolation) } = 1000 \text{ W/m}^2$$

$\eta_{\max PV}$ = Efisiensi Panel Surya

Dimana dicari efisiensi maksimum dari panel surya itu sendiri dengan :

$$\eta_{\max} = \frac{P_{MPP}}{\text{Insolation irradiation} \times \text{luas panel}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

P_{MPP} = Daya Maksimum Keluaran Panel

$$\text{Insolation irradiation} = 1000 \text{ W/m}^2$$

Berdasarkan besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS dapat diperhitungkan jumlah panel surya yang diperlukan :

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P(\text{Watt Peak})}{P_{MPP}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$P \text{ Watt Peak}$ = Daya yang dibangkitkan (WP)

Sehingga besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS dapat dihitung :

$$P_{MPP} = V_{mp} \times I_{mp} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

V_{mp} = *Voltage at Pmax* (V)

I_{mp} = *Current at Pmax* (A)

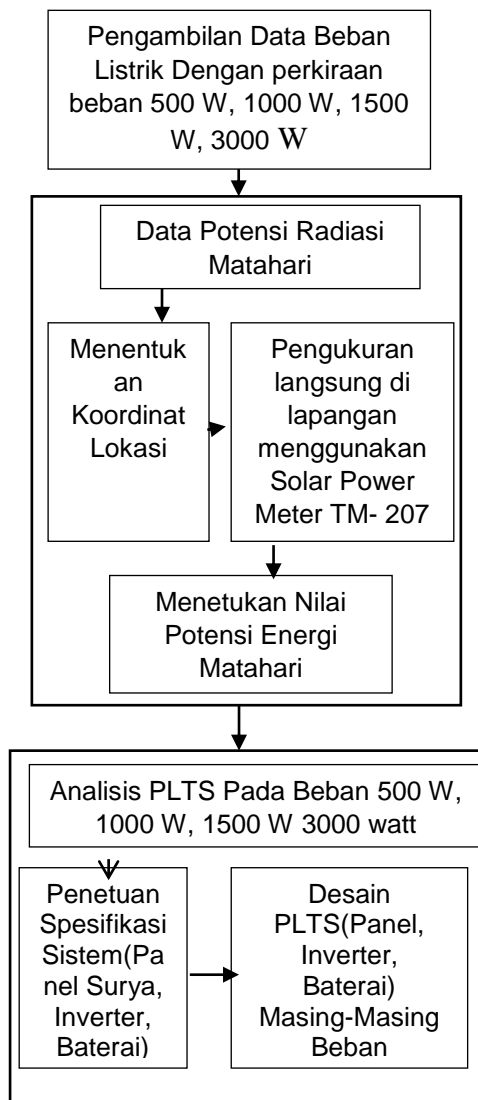
Panel surya harus dikombinasikan secara seri dan paralel untuk dapat memperoleh besar tegangan, arus dan daya yang sesuai dengan kebutuhan. Adapun aturan sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh tegangan keluaran yang lebih besar dari tegangan keluaran panel surya, maka dua buah atau lebih panel surya dihubungkan secara seri.
2. Untuk memperoleh daya keluaran yang lebih besar dari daya keluaran panel surya dengan tegangan yang konstan maka panel-panel surya harus dihubungkan secara seri dan paralel.
3. Untuk memperoleh arus keluaran yang lebih besar dari keluaran arus panel

surya, maka dua buah atau lebih panel surya harus dihubungkan secara paralel.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Persawahan yang memiliki osaha pertanian di 8 Kabupaten di Bali. Waktu pelaksanaan dari bulan Juni samapai Bulan Oktober 2020. Langkah dan analisis data seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian Berikut Penjelasan Gambar 1. :

1. Pengumpulan data- data teknis hasil pengukuran iradiasi matahari, data panel, data inverter dan data *battery*.
2. Pengumpulan data beban 500 watt, 1000 watt, 1500 watt, dan 3000 watt.

3. Analisis kebutuhan panel, inverter, *battery* beserta spesifikasinya.

Untuk mendapatkan desain dari PLTS dilakukan analisis sebagai berikut :

1. Menghitung area *string* atau luas area seperti persamaan 1
2. Menghitung besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS seperti persamaan 2.
3. Menghitung efisiensi maksimum panel surya dengan persamaan 3
4. Menghitung jumlah panel surya yang diperlukan dengan persamaan 4
5. Menghitung besar daya dibangkitkan PLTS dengan persamaan 5

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.2 Analisis Hasil Perhitungan

Beberapa langkah dibutuhkan dalam analisis kebutuhan perangkat PLTS dari masing-masing kebutuhan beban untuk mendapatkan jumlah dan spesifikasi panel surya, spesifikasi inverter dan jumlah serta kapasitas minimum baterai.

4.2.1 Analisis Hasil Perhitungan Untuk Beban = 500 Watt.

Menghitung besar daya yang dibangkitkan oleh panel surya :

$$P_{MPP} = V_{MP} \times I_{MP}$$

$$P_{MPP} = 17.8 \times 5.62 = 100.036 \text{ Watt}$$

1. Menghitung efisiensi maksimum dari panel surya :

$$\eta_{\max \text{ pv}} (\%) = \frac{100.036}{5.46 \times 0.6545}$$

$$\eta_{\max \text{ pv}} = 27,99 \% \approx 28 \%$$

2. Menghitung Area String atau luas area PV yang akan dibangun :

$$\text{area (m}^2\text{)} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}}$$

- a. Menghitung nilai TCF

$$TCF = \frac{P_{MPP \text{ saat t naik } ^\circ\text{C}}}{P_{MPP}}$$

$$TCF = \frac{96.086}{100.036} = 0.96$$

- b. Menghitung Area String

$$PV \text{ area (m}^2\text{)} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}}$$

$$E_L = 500 \text{ W} \times 24 \text{ Jam (dimisalkan peralatan hidup 24 jam)}$$

$$= 12000 \text{ Wh} = 12 \text{ kWh}$$

$$PV \text{ area (m}^2\text{)} = \frac{12}{5.46 \times 0.28 \times 0.96 \times 0.9}$$

$$PV \text{ area (m}^2\text{)} = \frac{12}{1.3208832}$$

$$PV \text{ area (m}^2\text{)} = 8.42 \text{ m}^2$$

3. Menghitung besar daya yang dibangkitkan oleh PLTS :

$$P \text{ (Watt Peak)} = 8.42 \times 1000 \times 0.28$$

$$P \text{ (Watt Peak)} = 2360.18 \text{ WP}$$

4. Menghitung Jumlah Panel Surya yang diperlukan:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{2360.18}{100.036}$$

$$\text{Jumlah Panel Surya} = 23.59333 \approx 24$$

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya Series SP-100-M36[10]

Part Number	53-067
Model	SP-100-M36
Max. Voltage (Vmp)	17.8V
Max. Current (Imp)	5.62A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.4V
Short Circuit Current (Isc)	5.79A
Maximum Power at STC (Pmax)	100W
Maximum System Voltage	DC 700V
Cells Type	Mono
Dimension	1190 x 550 x 30 mm
Weight	6.5 Kg
Number of Cells	36
Temperature Range	-45°C ~ 80°C

5. Menentukan inverter yang digunakan. Inverter merupakan perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik(AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai perancangan rangkaiannya. Spesifikasi peralatan

inverter berbeda-beda sesuai dengan kapasitas bebannya. Beban 500 watt spesifikasi inverter seperti tabel 2

Tabel 2 Spesifikasi Inverter SR-500 – S-12V[11]

OUTPUT	Rated Power	500 W
	Maximum Output Power	1000W SURGE POWER; 750W for 10sec, 1000w for 2sec
	AC Voltage	100~120VAC / 200~240VAC (Optional)
	Frequency	50Hz±0.1% or 60Hz±0.1% (Optional)
	Waveform	Pure sine wave output (THD<3%) at rated input voltage
	Socket Type	USA/Australia/Universal/UK/France/Germany/South Africa
	LED Indicator Light	Inverter and Fault
INPUT	Bat. Voltage	12V
	Voltage Range	10.8V-15.5V
	DC Current	50A
	No Load Consumption	<0.4A
	Efficiency	90% (Full Loading) / 95% (1/3 Loading)
	Battery Type	Open & sealed lead acid battery

6. Menghitung Kapasitas dan Jumlah Battery

a. Kapasitas battery

$$Ah = \frac{12000 Wh}{12 V} = 1000 Ah$$

b. Kapasitas Baterai dgn eff. Inverter 1000 Ah + (40% x 1000 Ah)

$$= 1400 Ah$$

c. Kapasitas Baterai minimal sistem

$$\frac{1400 Ah \times 2}{0,6} = 4666,66 Ah$$

d. Jumlah battery

$$\frac{4666,66 Ah}{100 Ah} = 46,66 \approx 47 \text{ buah.}$$

Spesifikasi battery yang dapat digunakan adalah seperti pada tabel 4/3 berikut :

Tabel 3 Spesifikasi battery yang Dapat Digunakan[12]

Model	SMT12100S
Voltage (V)	12
Capacity (Ah)	100
Resistance (m Ω)	≤ 4.4
Dimension (mm)	407 x 174 x 208 x 233
Weight (kg)	29,5
Terminal Size	T19
Terminal Type	L/0

Dengan langkah dan menggunakan persamaan yang sama dapat dihitung hasil untuk beban 1000 watt, 1500 watt dan 3000 watt dengan hasil sebagai berikut :

- Kapasitas beban 1000 watt, dibutuhkan Jumlah Panel Surya = 47.18 ≈ 47 buah dengan spesifikasi panel Series SP-100-M36, inverter Growatt 1000S, batteray 9333,33 Ah 94 buah Model SMT12100S, batteray 9333,33 Ah 94 buah Model SMT12100S
- Kapasitas beban 1500 watt dibutuhkan jumlah panel surya sebanyak 71 buah panel spesifikasi Series SP-100-M36, spesifikasi inverter Growatt 1500S batteray kapasitas minimal 14000 Ah 140 buah Model SMT12100S

- Kapasitas beban 3000 watt dibutuhkan jumlah pane142 buah panel spesifikasi SP-100-M36, spesifikasi inverter SMA Sunny Boy 3000TL, batteray kapasitas minimal 28000 Ah 280 buah SMT12100S.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa pada masing-masing kebutuhan beban membutuhkan jumlah panel dan spesifikasi komponen PLTS yang berbeda-beda yaitu : untuk kebutuhan beban 500 watt dibutuhkan 24 buah panel series SP-100-M36 Part Number 53-067, inverter SR-500 – S-12V, batteray minimal 4666,66 Ah 47 buah Model SMT12100S, beban 1000 watt dibutuhkan 47 buah panel Sseries SP-100-M36, inverter Growatt 1000S, batteray 9333,33 Ah 94 buah Model SMT12100S, beban 1500 watt dibutuhkan 71 buah panel spesifikasi Sseries SP-100-M36, spesifikasi inverter Growatt 1500S batteray kapasitas minimal 14000 Ah 140 buah Model SMT12100S, beban 3000 watt dibutuhkan 142 buah panel spesifikasi SP-100-M36, spesifikasi inverter SMA Sunny Boy 3000TL, batteray kapasitas minimal 28000 Ah 280 buah SMT12100S.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Arimbawa, P.A.R., Kumara, I.N.S., Hartati, R.S. 2016. Studi Pemanfaatan Catu Daya Hibrida PLTS 3,7 kWp dan PLN pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Desa Pemecutan Kaja Denpasar Bali. Jurnal Teknologi Elektro. Vol. 15 No.2 : 33-38.

[2] Duka, E T A. 2018. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga dan Pengairan Kabupaten Badung. Teknologi Elektro Vol.17 no.3(September-Desember).

[3] Medina, I A. 2018. Kajian dan Evaluasi Sistem Suplai Energi Listrik PLTS dan PLTB di Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran Bali. Denpasar : Universitas Udayana.

- [4] A.S Pabla dan Abdul Hadi. 1991. Sistem Distribusi Daya Listrik. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [5] Zuhail, 1991. Dasar Teknik Tenaga Listrik. Jakarta : Gramedia.
- [6] Ramadhan, S.G. 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto. Jakarta : Universitas Trisakti.
- [7] Setiawan, I K A. 2014. Analisa Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu MWp Terinterkoneksi Jaringan Di Kayubih, Bangli. Denpasar Universitas Udayana.
- [8] Rakhman, A. 2013. Jenis Sistem PLTS.
<https://rakhman.net/power-plants-id/jenis-sistem-plts/>. Diakses pada 22 Mei 2019.
- [9] Kementerian ESDM. 2018. Statistik Ketenagalistrikan. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [10] Katalog Solar Panel 2019. : www.solarpanelsseries.com. Diakses : 4 April 2019.
- [11] Katalog Datasheet Inverter Growatt. 2019.
- [12] Katalog Datasheet battery SMA. 2019.