

Desain Perangkat Penerangan Berlandas PLTS Off-Grid untuk Budidaya Buah Naga

Diva Ayu Lestari¹, Aripriharta^{*1,2}, Ayu Puwatiningsih³, Rodhi Faiz⁴, Sujito⁵, Langlang Gumilar⁶, Muhammad Afnan Habibi⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Departemen Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

^{*}Corresponding : aripriharta.ft@um.ac.id

Abstrak

Hasil alam ular mistis adalah salah satu produk pedesaan yang dihasilkan di Banyuwangi. Meskipun tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa Banyuwangi adalah hasil alam binatang mitos terbesar yang dibudidayakan di Indonesia, produk ular mistis tetap menjadi salah satu produk andalan di daerah tersebut. Prosedur pencahayaan sering digunakan untuk menanam buah naga pada malam hari. Hal ini dilakukan untuk mempercepat pengumpulan produk alami ular kecipir sehingga bisa dipasarkan dengan lebih cepat. Saat ini, listrik dari PLN digunakan sebagai sumber penerangan. Namun, masih ada taman mistis ular di mana kekuatan zloty murni belum tercapai. Oleh karena itu, perlu dicari pilihan alternatif lain yang ramah lingkungan dan dapat digunakan sebagai sumber energi di taman tersebut. Salah satu pilihan yang dapat dipertimbangkan adalah kerangka energi berbasis matahari. Meskipun implementasinya akan tergantung pada faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, biaya, dan infrastruktur yang tersedia, energi matahari dapat menjadi alternatif yang baik dan berkelanjutan untuk penerangan taman mistis ular. Pada penelitian ini dirancang dan diuji coba alat penerangan budidaya buah naga dengan metode PLTS Off-Grid. Perancangan sistem PV dilakukan menggunakan perangkat lunak PVWatts. Sistem dirancang dengan panel surya daya 80 Wp dan beban ringan 27 watt. Diperlukan baterai berkapasitas 60 Ah untuk menyuplai beban selama 10 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dibutuhkan waktu ± 6 jam untuk mengisi baterai dalam kondisi normal. Dalam cuaca mendung atau hujan, tahan ± 7 jam dengan output DC rata-rata 40 watt. Baterai tersebut mampu mensuplai beban pada malam hari selama ± 10 jam dengan tegangan rata-rata 12,18 V. Efisiensi PLTS ini adalah 86%.

Abstract

The natural product of the mystical snake is one of the rural products produced in Banyuwangi. Although there is no evidence to suggest that Banyuwangi is the natural product of the largest mythical animal cultivated in Indonesia, mystical snake products remain one of the mainstay products in the area. Lighting procedures are often used to grow dragon fruit at night. This is done to accelerate the collection of winged bean natural products so they can be marketed more quickly. Currently, electricity from PLN is used as a source of lighting. However, there is still a mystical garden of snakes where pure zloty power has not yet been attained. Therefore, it is necessary to look for alternative environmentally friendly options that can be used as an energy source in the park. One option that can be considered is a solar-based energy framework. Although implementation will depend on factors such as environmental conditions, costs, and available infrastructure, solar energy can be a sound and sustainable alternative for lighting a snake mystical garden. In this study, a lighting device for dragon fruit cultivation was designed and tested using the Off-Grid PLTS method. PV system design is done using PVWatts software. The system is designed with a solar panel with a power of 80 Wp and a light load of 27 watts. A battery with a capacity of 60 Ah is required to supply the load for 10 hours. The test results show that charging the battery takes ± 6 hours under normal conditions. In cloudy or rainy weather, lasts ± 7 hours with an average DC output of 40 watts. The battery is capable of supplying the load at night for ± 10 hours with an average voltage of 12.18 V. The efficiency of this PLTS is 86%.

INFO.

Info. Artikel:

No. 376

Received. April, 04, 2023

Revised. May, 25, 2023

Accepted. June, 05, 2023

Page. 265 - 275

Kata kunci:

- ✓ Buah naga
- ✓ Teknik Penerangan
- ✓ PLTS

PENDAHULUAN

Salah satu bentuk investasi jangka panjang yaitu memanfaatkan energi alternatif matahari sebagai sumber utama dalam penggunaan energi listrik [1]. Pengaplikasiannya yaitu budidaya buah naga. Pada budidaya buah naga diperlukan teknik penerangan yang cukup lama dalam sehari untuk mempercepat kematangan buah. Karena buah naga merupakan tanaman yang masuk ke dalam tanaman tahunan dan hanya bisa berbuah ketika musim hujan. Sedangkan permintaan pasar yang tinggi mengharuskan para petani memanen buah naga secepat dan sebanyak mungkin [2].

Teknik penerangan ini merupakan bentuk inovasi para petani buah naga di Banyuwangi. Daerah banyuwangi sendiri merupakan sentral budidaya buah naga terbesar di Indonesia [3]. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pertanian dan Pangan tahun 2021 luas perkebunan buah naga di Kabupaten Banyuwangi adalah mencapai 3.786 ha, dengan jumlah produktivitas sebesar 82.544 ton dalam setahun. Keuntungan yang dicapai juga sangat tinggi yaitu sekitar 260 juta rupiah per hektar dalam setahun. Meskipun demikian biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaannya cukup besar [4].

Biaya pemeliharaan untuk penerangan dalam budidaya buah naga dalam 3 minggu mencapai Rp 600.000 dengan luas tanah 0,25 ha. Pengeluaran tersebut dapat diminimalisir dengan pemasangan PLTS untuk pengganti sumber utama penerangan [5]. Selain itu, PLTS ini mampu mencakup semua lahan seperti pelosok yang belum terjangkau jaringan PLN Pemasangan PLTS juga dapat dijadikan investasi jangka panjang untuk para petani karena tidak perlu mengeluarkan biaya penggunaan energi listrik perbulannya [6].

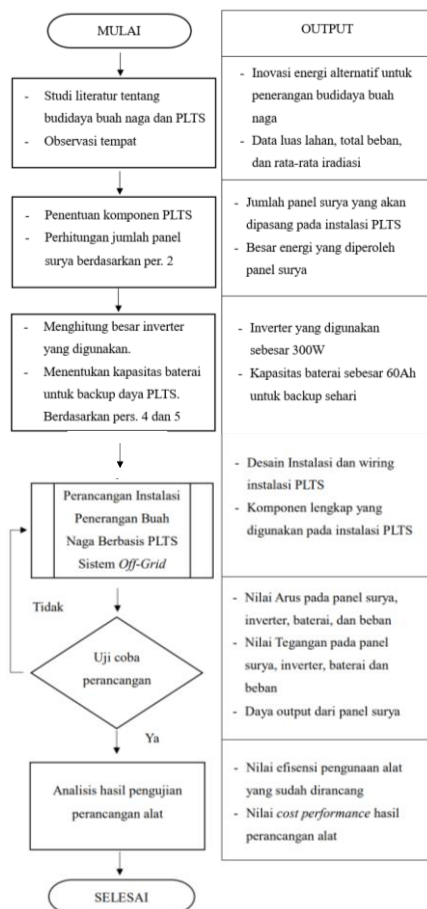
Penelitian tentang Rancang Bangun Instalasi Sistem Mandiri Energi Berbasis Panel Surya pada budidaya buah naga pernah dilakukan dari beberapa pihak. Pemasangan PLTM untuk menanam buah naga menggunakan beberapa komponen yaitu solar panel, controller, inverter dan baterai. Pada penelitian ini efisiensi penggunaan PLTM mencapai 75%. [7].

METODE

Prosedur Perancangan

Prosedur perancangan merupakan suatu tahapan yang dilakukan saat berlangsungnya penelitian. Dimana nantinya akan dijabarkan melalui sebuah diagram alir atau flowchart. Flowchart ini diperlukan untuk dijadikan sebagai patokan dalam melakukan suatu penelitian, dengan flowchart ini tahapan penelitian akan lebih terstruktur. Berikut adalah flowchart dari penelitian rancang bangun instalasi penerangan berbasis PLTS Off-Grid untuk budidaya buah naga:

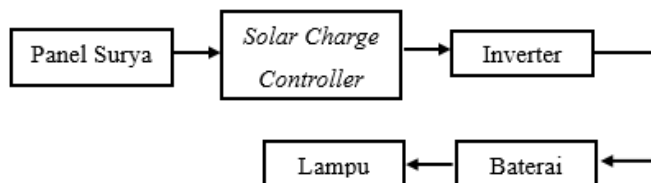
Berdasarkan pada flowchart diatas dapat dilihat sebelum melakukan perancangan perlu melakukan survei sebagai bentuk patokan utama dilakukannya penelitian. Hasil survei tersebut menunjukkan seberapa besar total beban yang akan disuplai oleh PLTS [8]. Setelah melakukan survei kemudian menghitung kebutuhan komponen yang akan digunakan seperti panel surya, inverter, baterai, dan SCC. Langkah selanjutnya yaitu pecangan alat dimana pada tahap ini dilakukan beberapa hal diantaranya yaitu, mendesain bentuk instalasi yang akan dipasang. Kemudian dilakukan uji coba pada rancangan/alat tersebut, apabila hasilnya tidak bekerja maka dilakukan perancangan ulang. Sedangkan jika, hasilnya dapat bekerja dengan baik maka dilakukan tahap berikutnya yaitu analisis. Pada tahap analisis dapat dilihat nilai efisiensi kinerja dari alat tersebut dan nilai cost performance-nya. Nilai cost performance ini digunakan sebagai penilaian terhadap alat yang telah dirancang, apakah kinerja alat tersebut sudah sebanding dengan biaya yang telah dikeluarkan atau tidak [9].



Gambar 1. Flowchart Perancangan Instalasi PLTS Off-Grid

Perancangan Instalasi

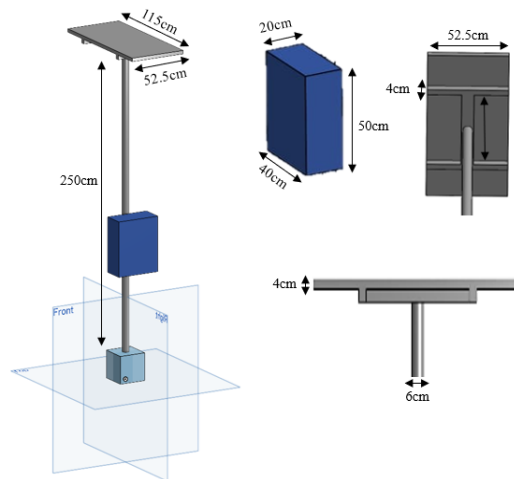
Perancangan sistem instalasi ini menerapkan sistem PLTS Off-Grid. Sistem ini menggunakan beberapa komponen yaitu, panel surya, SCC, baterai, inverter, MCB, dan timer. Sedangkan beban yang digunakan hanya beberapa lampu AC [10]. Hal yang perlu dilakukan sebelum merangkai semua komponen yaitu, mendesain alat yang akan dipasang, menghitung kapasitas komponen yang dibutuhkan, membuat diagram blok untuk perancangan komponen, membuat diagram wiring instalasi agar dapat alat dapat berfungsi dengan baik . Berikut Gambar 3 yang merupakan diagram blok dari rangkaian beberapa komponen PLTS :



Gambar 2. Diagram Blok Instalasi PLTS

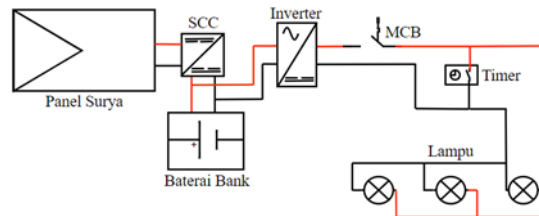
Desain Alat

Pada perancangan instalasi perlu mendesain terlebih dahulu seperti apa alat yang akan dibuat, hal ini digunakan sebagai gambaran saat pengerjaan alat. Adapun bahan yang digunakan pada alat tersebut yaitu pipa besi, kerangka panel, panel box besi, klem pipa, dan lain-lainnya. Pipa besi digunakan untuk menyangga kerangka panel surya. Untuk lebih jelasnya di Gambar 5.



Gambar 3. Desain Panel PLTS

Wiring Diagram Instalasi



Gambar 4. Wiring

Gambar 4 menunjukkan wiring diagram yang merupakan suatu bentuk rangkaian pengkabelan dari sebuah instalasi. Wiring digunakan sebagai gambaran instalasi yang akan dipasang. Pada penelitian ini menggunakan instalasi PLTS off-grid yang diberi beban 3 buah lampu 9Watt [11]. Sumber listrik yang didapat dari baterai yang dibackup melalui panel surya. Arus DC yang dihasilkan baterai dan panel akan dikonversi oleh inverter menjadi arus AC, kemudian disalurkan ke beban. Beban yang digunakan akan digunakan selama 10 jam, agar beban secara otomatis hidup sesuai keinginan maka diberi sebuah timer [12]. Selain itu, menggunakan MCB sebagai pengaman agar ketika ada arus berlebih timer tidak langsung rusak karena MCB yang akan memutuskan arus listriknya.

Perhitungan Komponen PLTS

Pada pemasangan Instalasi PLTS perhitungan komponen yang digunakan juga perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kelebihan beban atau kelebihan arus dan kerusakan lainnya [13].

1. Total Beban yang digunakan

Tabel 1. Total Beban

Jenis beban	Daya listrik (Watt)	Jumlah	Lama pemakaian (h)	Total pemakaian beban per hari (Wh)
Lampu LED Buah Naga	9	3	10	270
Total	270 Watt		270 Wh	

Tabel 1 merupakan total beban dalam keadaan flat yang digunakan dalam sehari, yaitu sebesar 270Wh. Beban yang terpasang adalah 3 buah lampu LED buah naga dengan daya sebesar 9 Watt, lampu cocok digunakan untuk budidaya buah naga karena menghasilkan cahaya kuning. Lampu dihidupkan selama 10 jam agar pohon buah naga dapat berbuah dengan cepat. Selama lampu hidup sumber listrik yang digunakan adalah dari baterai atau aki. Jadi, saat pagi sampai sore hari daya dari panel surya digunakan untuk mengisi baterai dan baterai digunakan saat malam hari untuk menghidupkan beban.

2. Menghitung Kebutuhan Panel Surya

Berdasarkan data yang diambil selama beberapa hari, jumlah iradiasi dilokasi penelitian sebesar 5.124kWh/m²/day. Maka nilai efisiensinya :

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \tag{1}$$

$$FF = \frac{17.300 \times 4.626}{21.905 \times 4.899} \tag{2}$$

$$FF = \frac{80.03}{107.31} = 0.745 \tag{3}$$

Maka, nilai daya *output* panel yang didapat berdasarkan nilai *fill factor* adalah :

$$P_{out} = V_{oc} \times FF \times I_{sc} \tag{4}$$

$$P_{out} = 21.905 \times 0.745 \times 4.899 = 79.94 \tag{5}$$

Kebutuhan panel yang digunakan berdasarkan nilai iradiasi tersebut dapat ditentukan dengan persamaan 4, yaitu:

$$\Sigma_{modul} = \frac{E_{total}}{P_{out} \times t_{penyinaran}} \tag{6}$$

$$\Sigma_{modul} = \frac{270wWh}{79.947Watt \times 5.124h} \tag{7}$$

$$\Sigma_{modul} = \frac{270}{409.64} = 0.66 \tag{9}$$

Maka, kapasitas panel surya dapat diperoleh dengan persamaan 5:

$$C_{PV} = \Sigma_{modul} \times P_{out} \tag{10}$$

$$C_{PV} = 0.66 \times 79.94 = 52.67W \tag{11}$$

Kapasitas panel surya perlu diberikan toleransi sebesar 15%, jadi total kapasitas panel surya yang sesungguhnya adalah:

$$C_{PVs} = 52.67Wp + (56Wp \times 15\%) \tag{12}$$

$$C_{PV} = 60.83Wp \approx 80Wp \tag{13}$$

3. Menentukan Kapasitas Baterai

Pada instalasi PLTS sistem *off-grid* kapasitas baterai atau aki yang digunakan perlu diperhatikan, karena sumber utama pada sistem ini adalah pada baterai [14]. Jika baterai tidak dapat mensuplai dengan baik maka beban tidak dapat berjalan dengan baik pula. Menentukan baterai diasumsikan ke dalam persamaan 6 yaitu:

$$C_b = \frac{E}{V_s} \tag{14}$$

$$C_b = \frac{270WWh}{12V} \quad C_b = 22.5Ah \tag{15}$$

Penggunaan baterai maksimal sebesar 80% dari kapasitas baterai, maka kapasitas baterai dapat diperoleh dengan persamaan 7 yaitu:

$$N = \frac{Ah \times d}{DOD} \tag{16}$$

$$N = \frac{22.5 \times 2}{80\% \times 60} \tag{17}$$

$$N = 0.9375 \tag{18}$$

Maka, kapasitas baterai yang digunakan adalah :

$$N = 0.9375 \times 60Ah \tag{19}$$

$$N = 56,25 \approx 60Ah \tag{20}$$

Jadi, baterai yang digunakan sebesar 60Ah untuk membackup selama 2 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi Tempat Penelitian

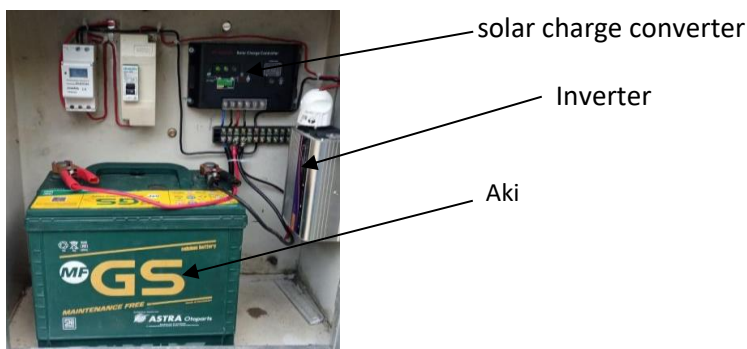
Observasi tempat penelitian ini digunakan untuk mengetahui parameter dalam pemasangan instalasi PLTS, yaitu iradiasi [15][16]. Data iradiasi yang didapatkan yang diambil secara langsung menggunakan alat ukur lux meter. Berikut data iradiasi yang digunakan.

Tabel 2. Data Pengukuran Iradiasi Pada Bulan Mei

Hari	Jam	Parameter		Keterangan
		Iradiasi (w/m ²)	Suhu (°C)	
1	09.00 s/d 15.00	582.2	28.5	Cerah, Hujan
2	09.00 s/d 15.00	703.1	31	Cerah, Mendung
3	09.00 s/d 15.00	865.3	30.7	Cerah
4	09.00 s/d 15.00	990.5	30.9	Cerah
5	09.00 s/d 15.00	766.7	28.9	Berawan

Berdasarkan kedua tabel di atas dapat disimpulkan bahwa data dari software dan pengukuran secara langsung cukup berbeda hal ini dikarenakan faktor-faktor lapangan.

B. Hasil Perancangan



Gambar 5. Rangkaian Dalam Panel Box PLTS

Gambar 5 Hasil Perancangan Instalasi merupakan hasil dari perancangan instalasi PLTS *Off-Grid*. Perancangan PLTS *Off-Grid* ini menggunakan pipa besi sebagai penyangga panel dan box panelnya. Pipa yang digunakan sebesar 2 dim. Kemudian dibuat kerangka besi yang dihubungkan ke pipa untuk tempat meletakkan panel surya. Lalu, box panel dipasangkan ke pipa besi dengan cara dibor menggunakan beberapa baut galvalum. Box panel digunakan sebagai tempat baterai, inverter, SCC, MCB, dan *timer* agar tidak terkena hujan dan panas. Sedangkan lampu dipasang diatas kawat yang sudah dipasang dan ditutup seng agar tidak terkena air hujan. Kemudian lampu diparalel diatas kawat lalu ditarik kabel ke box panel dari atas.

Hasil Uji Coba



Gambar 6. Pengujian Beban Ketika Malam Hari

Hasil perancangan kemudian dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah PLTS tersebut mungkin atau mungkin tidak bekerja dengan baik. Berikut hasil uji beban yaitu 3 lampu pada malam hari. Lampu menyala selama 10 jam mulai pukul 19.00 hingga 04.00 (terlihat pada gambar 6).

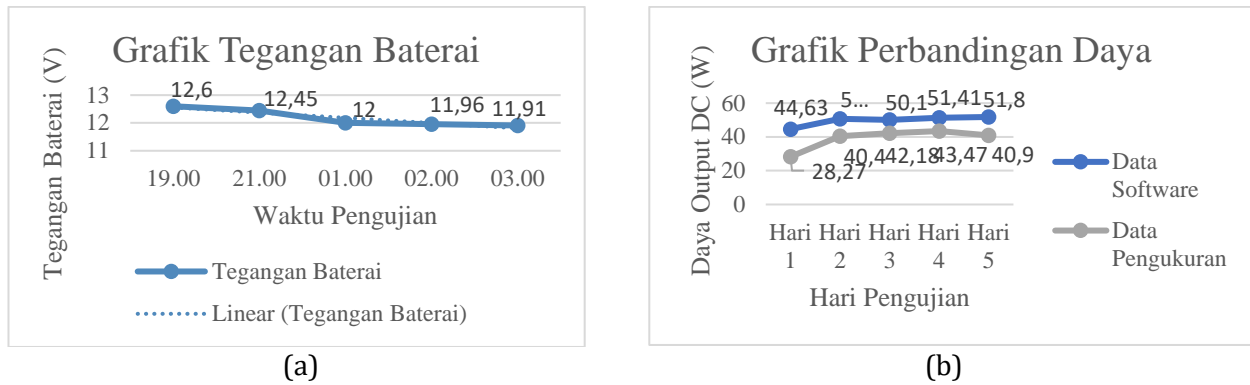
Pengujian ini dilakukan saat pagi sampai sore hari saat pengisian baterai dilakukan. Data uji coba tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Pengukuran Panel Dan Baterai

Hari	Jam	Parameter	Nilai Rata-Rata	Keterangan		
1	09.00 15.00	s/d	Tegangan Panel (V)	13.48	Cerah, Hujan / Beban mati	
			Arus Panel (A)			
			Tegangan Baterai (V)			2.09
			Arus Baterai (A)			13.66
			Tegangan Inverter (V)			2.00
			Arus Inverter (A)			238.2
2	09.00 15.00	s/d	Tegangan Panel (V)	14.71	Cerah, Mendung / Beban hidup 3 jam	
			Arus Panel (A)			
			Tegangan Baterai (V)			2.71
			Arus Baterai (A)			13.01
			Tegangan Inverter (V)			2.25
			Arus Inverter (A)			228.0
3	09.00 15.00	s/d	Tegangan Panel (V)	13.31	Cerah / Beban mati	
			Arus Panel (A)			
			Tegangan Baterai (V)			3.17
			Arus Baterai (A)			13.20
			Tegangan Inverter (V)			2.63
			Arus Inverter (A)			228.3
4	09.00 15.00	s/d	Tegangan Panel (V)	12.86	Cerah, Berawan / Beban mati	
			Arus Panel (A)			
			Tegangan Baterai (V)			3.18
			Arus Baterai (A)			12.84
			Tegangan Inverter (V)			2.67
			Arus Inverter (A)			225.5

Analisis

Berdasarkan gambar 8 grafik mengalami penurunan, jadi lama penggunaan baterai akan mempengaruhi nilai tegangannya. Semakin lama baterai digunakan maka semakin menurun tegangan baterai tersebut. Pemakaian baterai sendiri berkisar selama 10 jam. Baterai sebesar 60Ah mampu menyuplai beban selama 10 jam, tetapi baterai sudah mencapai batas maksimal karena lampu indikator pada SCC sudah berwarna merah. Hal itu menandakan bahwa baterai sudah habis, sedangkan pada perhitungan seharusnya baterai dapat menyuplai beban selama 48 jam, hal ini terjadi karena kondisi baterai yang digunakan adalah baterai bekas jadi tidak dapat memaksimalkan penggunaan baterainya. Oleh karena itu lebih baik menggunakan baterai baru agar lebih efektif dan lebih awet.



Gambar 7. (a) Grafik Tegangan Baterai (b) Perbandingan Data Output DC Software dan Pengukuran

Setelah melihat perbandingan kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa data dari software cukup berbeda dengan data hasil pengukuran langsung [16]. Perbedaan tersebut disebut dengan error, nilai error ini dapat dihitung dengan rumus RMSE (*Root Mean Square Error*) yaitu:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \tag{21}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{(28.27-44.63)^2 + (40.4-50.71)^2 + \dots + (40.9-51.8)^2}{5}} \tag{22}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{618.98}{5}} \tag{23}$$

$$RMSE = \sqrt{123.79} = 11.12 \tag{24}$$

Nilai RMSE ini menunjukkan kelayakan *software* untuk dijadikan sebagai acuan dalam perancangan sistem. Semakin kecil nilainya maka *software* dapat dijadikan sebagai acuan perancangan, tetapi jika nilainya semakin besar maka *software* tidak layak dijadikan sebagai acuan perancangan. Berdasarkan kedua data tersebut, keduanya sama-sama mengalami penurunan nilai *output* daya DC ketika cuaca hujan dan mendung. Hal ini dapat terjadi karena ketika cuaca dalam keadaan mendung atau hujan maka iradiasi dan intensitas cahaya yang dihasilkan juga menurun sehingga daya *output*nya juga ikut menurun. Tak hanya daya *output* yang terpengaruh tetapi juga lama pengisian baterai juga. Pengisian baterai akan semakin lama jika cahaya yang diserap oleh panel sedikit. Lama pengisian jika dalam keadaan cerah hanya memerlukan waktu 6 jam. Sedangkan ketika keadaan mendung dan hujan pengisian bisa mencapai 7 jam.

E. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja digunakan untuk menilai kelayakan dari kinerja dari sebuah sistem atau pekerjaan. Nilai efisiensi kerja didapat berdasarkan persamaan 8 yaitu :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \tag{25}$$

$$\eta = \frac{234.47}{270} \times 100\% \tag{26}$$

$$\eta = 0,86 = 86\% \tag{27}$$

Performance Ratio

Rata-rata total daya *output* yang dihasilkan panel surya selama 5 hari adalah 234.47Wh. Maka daya *output* panel surya selama 1 tahun didapat sebesar :

$$Energi \ yang \ dihasilkan = 234.47Wh \times \frac{365}{5} \tag{28}$$

$$Energi \ yang \ dihasilkan = 0.234 \ kWh \times 73 \tag{29}$$

$$Energi \ yang \ dihasilkan = 17.11kW \tag{30}$$

Sehingga,

$$Nilai \ output \ pabrik \ nominal = 162.42 \frac{kW}{m^2} \times 0.69m^2 \times 16.93\% \tag{31}$$

$$Nilai \ output \ pabrik \ nominal = 112.06kW \times 16.93\% \tag{32}$$

$$Nilai \ output \ pabrik \ nominal = 18.97kW \tag{33}$$

$$PR = \frac{\text{Energi listrik yang dihasilkan sebenarnya}}{\text{Nilai output pabrik nominal}} \quad (34)$$

$$PR = \frac{17.11}{18.97} = 0.9 = 90\% \quad (35)$$

Maka, sistem ini layak untuk diimplementasikan karena nilai *performance ratio* yang dihasilkan sebesar 0.9 atau 90%.

Perhitungan Cost Performance

Cost performance diperoleh dengan menghitung biaya modal awal dan nilai BEP (*Break Even Point*).

1. Perhitungan BEP (Break Even Point)

Nilai BEP (Break Even Point) dihitung berdasarkan modal awal yang digunakan dibagi dengan tarif penggunaan listrik selama setahun. Tarif listrik dapat diketahui berdasarkan besar konsumsi daya listrik per harinya. Pada PLTS sistem *off-grid* ini menggunakan sebesar 27 Watt. Maka, dengan baterai mampu mengeluarkan daya selama :

$$Bat = DoD \times C_b \quad (35)$$

$$Bat = 80\% \times 60Ah = 48Ah \quad (36)$$

Maka,

$$I = \frac{P}{V} \quad (37)$$

$$I = \frac{27W}{12V} = 2.25A \quad (38)$$

Jadi, lama baterai mampu menyuplai beban selama :

$$t_{bat} = \frac{Bat}{I} \quad (39)$$

$$t_{bat} = \frac{48Ah}{2.25A} = 21.3h \quad (40)$$

Sehingga daya output baterai yang didapat selama waktu 21.3 jam yaitu :

$$P_{out} = E_{total} \times t_{bat} \quad (41)$$

$$P_{out} = 27W \times 21.3h = 575.9Wh \quad (42)$$

Diasumsikan penggunaannya daya listriknya sebesar 900 VA dengan tarif 1.352/kWh. Maka diketahui tarif listrik perharinya sebesar :

$$\text{Tarif Listrik} = 0.57 kWh \times Rp 1.352 \quad (43)$$

$$\text{Tarif Listrik} = Rp 778,61/hari \quad (44)$$

Jadi, tarif listrik yang dikeluarkan selama setahun sebesar :

$$\text{Tarif Listrik} = Rp 778.61 \times 365 = Rp 284.192,65/Tahun \quad (45)$$

Setelah mengetahui tarif listrik selama setahun, maka didapatkan nilai BEP yang dihitung berdasarkan persamaan 7 yaitu,

$$BEP = \frac{Rp 2.242.500}{Rp 284.192,65} = 7.89/Tahun \quad (46)$$

Maka biaya modal awal pembangunan PLTS itu dapat mengembalikan modal lebih atau kurang dari waktu ke waktu 7.89 tahun.

KESIMPULAN

Setelah dilakukannya perancangan dan uji coba pada perancangan instalasi PLTS *Off-Grid* untuk penerangan budidaya buah naga disimpulkan bahwa Rancang bangun instalasi PLTS *Off-Grid* untuk penerangan budidaya buah naga ini menggunakan panel surya sebagai sumber pengisian baterai, yang kemudian baterai digunakan sebagai suplai beban. Arus DC dari baterai akan dikonversikan melalui inverter, lalu disalurkan pada beban. Pengujian pada alat dinyatakan telah berhasil, lampu dapat menerangi buah naga selama 10 jam. Selain itu, baterai dapat terisi penuh dengan sumber dari panel surya meskipun dalam keadaan mendung atau hujan, hanya saja akan lebih lama. Pengisian baterai dikontrol melalui SCC agar baterai dapat berumur panjang. Hasil pengujian dari alat ini baterai dapat

mensuplai beban 3 buah lampu dengan daya 9 W selama 10 jam, dari pukul 19.00 s/d 04.00. Ketika pengujian didapat nilai tertinggi tegangan baterai selama beban hidup yaitu sebesar 13.66 V dan nilai terendah sebesar 12.84 V. Pengisian baterai ketika normal dilakukan selama ± 6 jam dan saat keadaan hujan atau mendung selama ± 7 jam. Saat pengisian didapat rata-rata tegangan panel tertinggi sebesar 14.71 V dan nilai rata-rata terendah sebesar 12.86 V. Sedangkan arus panel tertinggi 3.27 A, arus terendah 2.09 A. Selain itu didapat rata-rata daya DC tertinggi sebesar 42.18 W pada hari ke 4, dan rata-rata daya DC terendah sebesar 28.27 W. Setelah melihat data keseluruhan dan pengujian didapat efisiensi kinerja sistem ini sebesar 86%, dengan modal sebesar Rp 2.242.500 dan akan balik modal selama 7.89 tahun. Berdasarkan pengujian dan hasil kesimpulan disarankan untuk lebih teliti dalam memilih komponen yang digunakan agar instalasi yang dibuat bisa bertahan lama. Hal ini diperlukan karena pengaplikasian dalam bidang ini perlu perhitungan yang tepat agar biaya yang dikeluarkan lebih murah tetapi dapat bertahan lama dan keuntungan yang didapat para petani lebih banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pekerjaan ini didukung oleh UM Non-APBN, Indonesia dengan kontrak 19.5.1172/UN32.20.1/LT/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Menjadi Pemasok Buah Naga Terbesar Nasional, Banyuwangi Gelar 'Festival Buah Naga' | Berita Banyuwangi." <https://banyuwangikab.go.id/berita/menjadi-pemasok-buah-naga-terbesar-nasional-banyuwangi-gelar-festival-buah-naga> (diakses 10 April 2023).
- [2] A. S. Lestari dan E. B. Santoso, "Identifikasi Aliran Nilai Tambah Komoditas Unggulan Buah Naga di Kabupaten Banyuwangi," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 2, Des 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.32485.
- [3] "Banyuwangi - Merdeka.com | Petani di Banyuwangi pasang ratusan lampu pengganti sinar matahari." <https://banyuwangi.merdeka.com/info-banyuwangi/petani-di-banyuwangi-pasang-ratusan-lampu-pengganti-sinar-matahari-161011b.html> (diakses 10 April 2023).
- [4] S. Syam, S. A. Kurniati, Z. Arifin, U. Tahir, dan J. Raya Sentani Padang Abepura Jayapura, "Advanced Engineering and Science Planning and Development of Solar Cells for Illumination of Dragon Fruit and Fish Pools at the Farming Group of Kampung Daun, Baumata-Kupang," *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, vol. 7, no. 4, hlm. 140-145, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://id.weatherspark.com/>,
- [5] K. H. Sanjaya, A. Rajani, H. M. Saputra, D. G. Subagio, R. A. Subekti, dan A. Fudholi, "Eco-design of portable solar-powered telescopic lamp for off-grid areas in Indonesia," *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, vol. 12, no. 4, hlm. 2511-2522, Des 2021, doi: 10.11591/ijpeds.v12.i4.pp2511-2522.
- [6] A. Hidayat dan Yusuf Dianni, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Matahari (Pltm) Sebagai Upaya Peningkatan Frekuensi Produksi Hasil Panen Tanaman Buah Naga Merah - PDF Download Gratis," 2016.
- [7] Y. Ardiyanto, A. N. N. Chamim, dan R. O. Wiyagi, "Implementasi Penerangan Jalan Umum Berbasis Sel Surya Sebagai Media Pembelajaran Dan Promosi," *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, Mar 2021, doi: 10.18196/ppm.35.62.
- [8] M. Naim, S. Pengajar, T. Mesin, dan A. T. Sorowako, "Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti."
- [9] S. R. Hikmawan dan E. A. Suprayitno, "Rancang Bangun Lampu Penerangan Jalan Umum (Pju) Menggunakan Solar Panel Berbasis Android (Aplikasi Di Jalan Parkiran Kampus 2 UMSIDA)," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 3, no. 1, hlm. 9-17, Jul 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.15343.
- [10] M. Yunus, H. Abbas, dan A. P. Sardju, "Journal of Science and Engineering Perencanaan Plts Off Grid Di Desa Tolonuo Selatan Kecamatan Tobelo Utara Kabupaten Halmahera Utara," 2022.
- [11] S. Saodah, N. Hariyanto, dan J. Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Jalan Gegerkalong Hilir Desa Ciwaruga Kab Bandung, *Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Dengan Kapasitas 3 KVA*.
- [12] Z. Y. He dan H. Chen, "Integrated solar controller for solar powered off-grid lighting system," dalam *Energy Procedia*, Elsevier Ltd, 2011, hlm. 570-577. doi: 10.1016/j.egypro.2011.10.077.
- [13] K. Jandova dan R. Stranak, "Design and optimization of solar-powered irrigation system," dalam *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics, 2022. doi: 10.1088/1742-6596/2382/1/012012.
- [14] I. Ibrik, "Micro-grid solar photovoltaic systems for rural development and sustainable agriculture in palestine," *Agronomy*, vol. 10, no. 10, Sep 2020, doi: 10.3390/agronomy10101474.

- [15] A. Haris *dkk.*, "Sistem Monitoring Dan Klaster Ketersediaan Energi Menggunakan Metode K-Means Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," 2019.
- [16] K. H. Wibowo, Aripriharta, I. Fadlika, G. J. Horng, S. Wibawanto and F. W. Y. Saputra, "A New MPPT based on Queen Honey Bee Migration (QHBM) in Stand-alone Photovoltaic," 2019 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS), Selangor, Malaysia, 2019, pp. 123-128, doi: 10.1109/I2CACIS.2019.8825025.