

Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Kapasitas 500 Watt Untuk Alat Perkakas Dan Rumah Tangga Di Gunung Batu Bogor

Wijaya^{1*}, Erman Al Hakim², Agus Suryana³
^{1,2,3}Teknik Elektro/Teknik Listrik, Akademi Teknologi Bogor, Indonesia, 16143

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan energi listrik yang berasal dari paparan sinar matahari kemudian dikonversikan menjadi energi listrik yang bisa digunakan untuk kegunaan listrik pada umumnya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bisa digunakan sebagai energi alternatif untuk mengurangi biaya tagihan listrik. PLTS ini di rancang dan dibangun di Akademi Teknologi Bogor yang sangat ramah lingkungan karena tidak mengeluarkan polusi di area tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari PLTS *off grid* dan setidaknya bisa membantu mengurangi tagihan listrik di Akademi Teknologi Bogor. PLTS ini dapat membantu mahasiswa yang ada di lingkungan kampus apabila memerlukan untuk *mencharger smartphone* ataupun laptop yang ada di area parkir dapat memanfaatkannya. PLTS ini juga dapat untuk dijadikan sumber untuk praktek mahasiswa lain.

Abstract

Solar Power Plants (PLTS) are electrical energy that comes from exposure to sunlight and is then converted into electrical energy that can be used for electricity purposes in general. Solar Power Plants (PLTS) can be used as alternative energy to reduce electricity bill costs. This PLTS was designed and built at the Bogor Technology Academy which is very environmentally friendly because it does not emit pollution in the area. This research aims to determine the performance of off grid PLTS and at least help reduce electricity bills at the Bogor Technology Academy. This PLTS can help students in the campus area if they need to charge their smartphone or laptop in the parking area, they can use it. This PLTS can also be used as a source for other students' practice.

*Corresponding author: wijayastmm3@gmail.com

History of Article: Received: juli 2023. Revision: Okt 2023 Published: Des 2023.

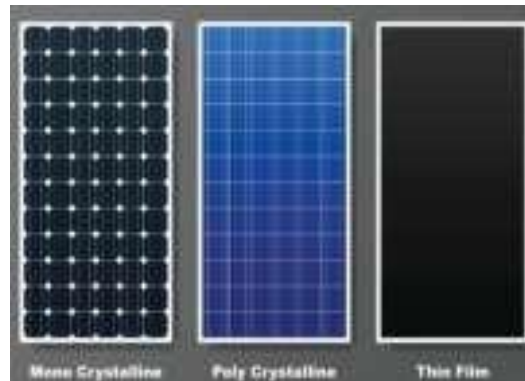
DOI Prefix

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang berada di garis khatulistiwa yang setiap tahunnya selalu terkena sinar matahari. Energi yang dipancarkan sinar matahari sangat banyak manfaatnya bagi kehidupan makhluk hidup di bumi seperti tumbuhan untuk berfotosintesis. Sinar matahari juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan yang lain, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Kehidupan pada era sekarang ini sangat bergantung kepada energi listrik. Salah satunya di kampus Akademi Teknologi Bogor. Pemakaian energi listrik untuk operasional yang digunakan di kampus sangat besar jika melihat dari tagihan listrik setiap bulannya. Harga listrik tarif dari PLN itu mencapai Rp. 1352 – 1699/kwh. Panel Surya adalah alat yang bisa mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik teknologi *Photovoltaic*. *Photovoltaic* adalah teknologi perubahan energi matahari menjadi energi listrik secara

langsung. Panel surya merupakan kumpulan dari sel surya yang disusun sedemikian rupa agar efektif menyerap sinarmatahari.



Gambar 1. Tipe Panel Surya

Dari gambar diatas, dapat terlihat perbedaan tipe dari panel surya yang beredar dipasaran dimulai dari tipe *mono crystalline*, *poly crystalline* dan *thin film*. Dilihat dari bentuk yang membedakan corak dan struktur pembentuk panel surya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi daya yang dihasilkan panel surya adalah:

1. Intensitas Cahaya Matahari artinya semakin tinggi intensitas cahaya matahari, semakin banyak energi yang diserap oleh panel surya dan semakin tinggi daya yang dihasilkan.
2. Suhu, artinya suhu yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi kerja panel surya dan menurunkan daya yang dihasilkan.
3. Ukuran panel surya, artinya semakin besar panel surya yang digunakan maka semakin banyak energi yang diserap dan semakin besar daya yang dihasilkan.
4. Orientasi kemiringan panel surya, artinya panel surya yang diarahkan secara langsung ke arah matahari dan dengan sudut yang tepat dapat mengoptimalkan energi yang diserap oleh panel surya.

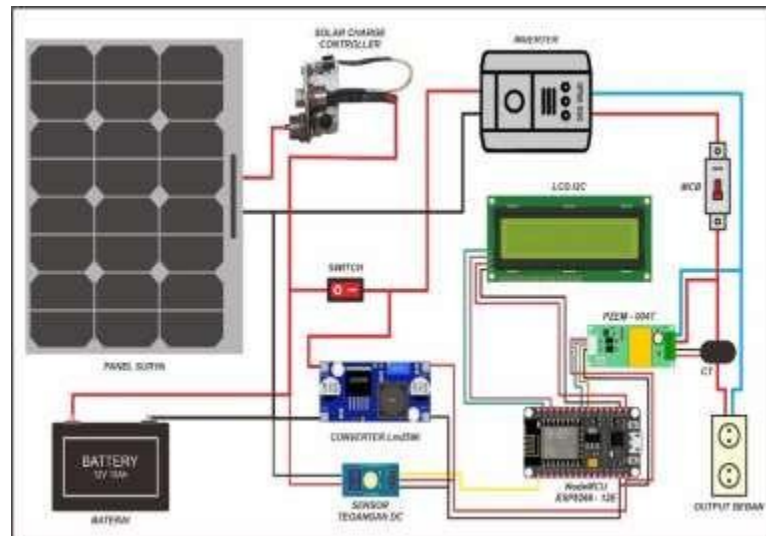
METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif untuk memperoleh nilai yang akurat dan valid mengenai rancang bangun PLTS, yang diukur dengan alat ukur dalam penelitian ini yaitu tegangan panel surya, arus panel surya, tegangan baterai, tegangan inverter.

1. Prosedur Rancangan PLTS

PLTS merupakan sumber energi baru terbarukan. Disebut energi baru terbarukan, karena PLTS merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik. Sistem PLTS ini dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi, serta merupakan sebuah solusi *Green Energy* bagi kampus Akademi Teknologi Bogor yang bertujuan untuk dapat memperkecil tagihan listrik.

Perancangan PLTS ini berkapasitas 500 watt dengan dilengkapi sistem monitoring yang berbasis mikrokontroler. PLTS akan ditempatkan di area parkir kampus Akademi Teknologi Bogor dan rencana awal dari PLTS ini adalah sebagai sumber listrik alternatif untuk membantu meringankan tagihan listrik. Adapun skema rancangan PLTS ini dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini :



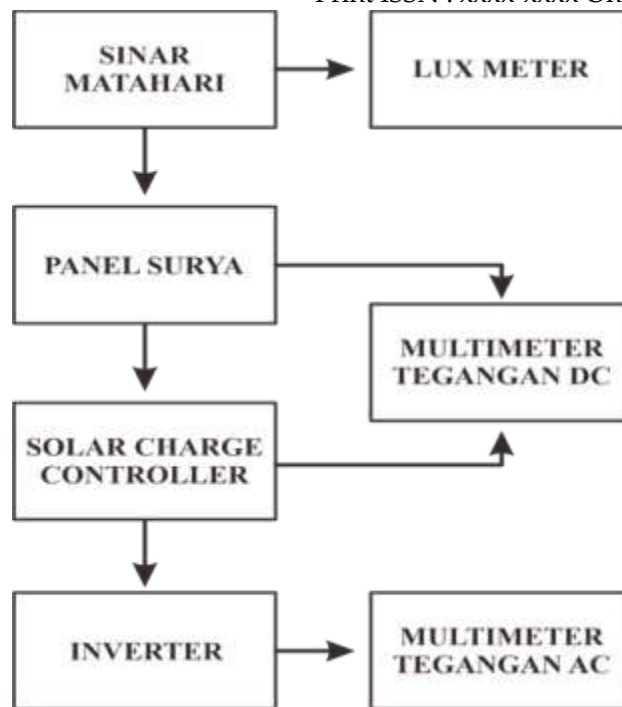
Gambar 2. Rangkaian PLTS

Dapat dijelaskan bahwa sistem PLTS akan dibangun dengan sistem off grid yang artinya tidak terpengaruh oleh jaringan listrik PLN. Cara kerja PLTS tersebut adalah :

- Panel surya akan menyerap energi cahaya matahari dan mengkonversikannya menjadi energi listrik DC.
- SCR sebagai saklar Auto Switch untuk pengisian baterai, SCR akan mengatur arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang masuk ke baterai sebagai penyimpan daya.
- Apabila tegangan panel surya 0 volt maka SCR akan menjadi proteksi teganganbalik ke panel surya.
- Inverter akan merubah listrik DC yang berasal dari baterai menjadi listrik AC yang nantinya dapat digunakan untuk peralatan listrik dengan kapasitas 500 watt.

2. Analisa Pengujian PLTS

Pengujian akan dilakukan setelah semua komponen PLTS terpasang. Pengujian dilakukan secara langsung dengan menggunakan Lux Meter dan Multimeter. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran tegangan yang dihasilkan panel surya berdasarkan intensitas cahaya, tegangan yang dikontrol oleh SCC untuk melakukan pengisian baterai, pengukuran tegangan yang dihasilkan inverter untuk kebutuhan tegangan beban, dan pengujian sistem monitoring. Pengujian dilakukan dengan mengukur dan menganalisa data hasil pengukuran. Pengukuran pada sistem PLTS dilakukan setiap jam di siang hari pada pukul 10:00WIB - 14:00 WIB untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimal, karena padajam tersebut sistem PLTS bekerja secara maksimal karena adanya Sun peak Hour. Berikut pada Gambar 3 merupakan blok diagram yang telah dirancang dalam penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Diagram Blok Penelitian

Hasil

Prosedur Pembuatan PLTS Kapasitas 500 Watt

1. Pemasangan Panel Surya 30 Wp

Panel surya 30 wp dipasang diatas gerbang parkir basemant kampus Akademi Teknologi Bogor dengan menggunakan dudukan besi siku yang dipasangeke beton menggunakan dynabolt. Panel surya ditempatkan 30⁰ dari permukaan beton yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

2. Perakitan SCC, Inverter dan Baterai

Perakitan SCC, Inverter dan Baterai mengikuti wiring diagram yang telah direncanakan diawal. Gambar 4 menunjukan dimana posisi dari ketiga komponenitu yang dipadukan dengan sistem monitoringnya.



Gambar 4. Rangkaian PLTS 500 Watt

Dari gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa output dari panel surya masuk ke SCR dan SCR menyesuaikan agar listrik yang masuk ke baterai tidak terlalu besar. Dari baterai listrik DC di alirkan ke Inverter kemudian diubah menjadi listrik AC dan siap digunakan untuk beban tegangan AC 1 fasa dengan beban dibawah 500 watt.

Pengujian PLTS kapasitas 500 watt

Alat PLTS kapasitas 500 watt selesai dirancang dan dipadukan dengan sistem monitoring berbasis mikrokontroler. PLTS yang sudah selesai harus melewati pengujian alat yaitu dengan pengujian komponen dan pengujian beban, adapun pengujian itu untuk mengambil data dari sistem yang terpasang. Pengujian alat ini menggunakan alat-alat seperti kipas angin, lampu pijar, mesin bor, Laptop, Solder. Pengujian PLTS ini adalah sebagai berikut :

A. Pengujian Komponen PLTS

1. Pengukuran Intensitas Cahaya



Gambar 5. Pengukuran Intensitas Cahaya

Pada gambar 5. diatas menunjukkan hasil pengukuran intensitas cahaya menggunakan *luxmeter*. Pada hasil pengukuran diatas menunjukkan angka 14552, yang berarti intensitas cahaya yang dihasilkan adalah 14552 lux.

2. Pengukuran Tegangan Panel Surya



Gambar 6. Pengukuran Panel Surya

Pada Gambar 6. diatas menunjukkan hasil pengukuran tegangan panel surya dengannilai 18.6, yang berarti tegangan yang dihasilkan panel surya sebesar 18.6 Volt DC.

3. Pengukuran Tegangan dan Arus output SCC (SCR)



Gambar 7. Pengukuran SCC

Pada Gambar 7 diatas menunjukkan hasil pengukuran tegangan dengan nilai 13,7V dan arus dengan nilai 0,15A, yang berarti SCC menghasilkan tegangan sebesar 13,7Volt DC dengan arus sebesar 0,15 Ampere saat melakukan pengisian baterai.

4. Pengukuran Tegangan Inverter



Gambar 8. Pengukuran Inverter

Pada Gambar 8. diatas menunjukkan hasil pengukuran tegangan dengan nilai 237V,yang berarti inverter menghasilkan tegangan sebesar 237 Volt AC sesuai dengan standar rata-rata kebutuhan tegangan alat-alat listrik di Indonesia.

B. Pengujian Beban PLTS

1. Pengujian Beban dengan mesin bor



Gambar 9. Pengujian Beban Bor



Gambar 10. Daya yang terpakai

2. Pengujian Beban dengan Kipas Angin



Gambar 11. Pengujian Beban Kipas

3. Pengujian Beban dengan Lampu Pijar



Gambar 12. Pengujian beban Lampu



Gambar 13. Daya yang terpakai Lampu

4. Pengujian Beban dengan *Charger Laptop*



Gambar 14. Pengujian beban Laptop



Gambar 15. Daya yang terpakai Laptop

5. Pengujian Beban dengan Solder



Gambar 16. Pengujian beban Solder



Gambar 17. Daya yang terpakai Solder

Tabel 1. Pengujian alat PLTS dengan Beban

No.	Beban	Durasi (menit)	Tegangan Inverter (VAC)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Tegangan Baterai (VDC)
1.	Bor	10	206	0.9	171	11
2.	Kipas	15	222	0.2	47	12
3.	Lampu	20	228	0.1	9	12
4.	Laptop	30	216	0.2	40	12
5.	Solder	60	220	0.3	46	11

Hasil Pengujian PLTS

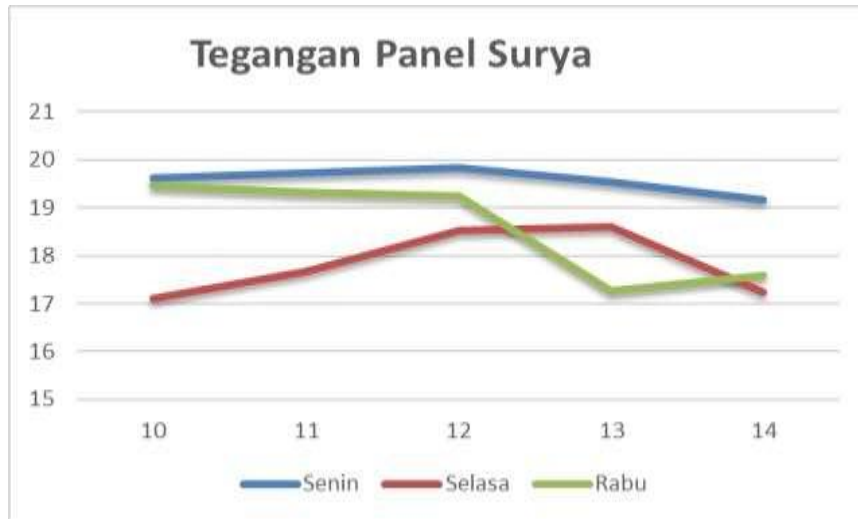
Dari pengujian alat PLTS kapasitas 500 Watt yang dilakukan secara keseluruhan didapat data sebagai berikut :

a. Pengujian Panel Surya 30 Wp

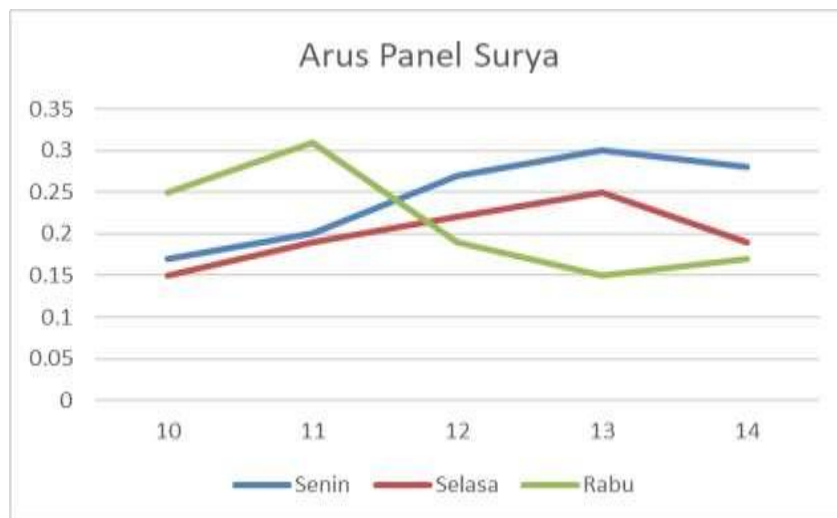
Tabel 2. Data Pengujian Panel Surya

Jam	Hari					
	Senin, 11-09-23		Selasa, 12-09-23		Rabu, 13-09-23	
	VDC	A	VDC	A	VDC	A
10.00	19.63	0.17	17.10	0.15	19.47	0.25
11.00	19.73	0.20	17.68	0.19	19.33	0.31
12.00	19.83	0.27	18.53	0.22	19.24	0.19

13.00	19.54	0.30	18.60	0.25	17.26	0.15
14.00	19.17	0.28	17.25	0.19	17.59	0.17



Gambar 18. Grafik Tegangan Panel Surya



Gambar 19. Grafik Arus Panel Surya

Dari data diatas, bahwa tegangan yang dihasilkan oleh panel surya relatif stabil. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tegangan yang dihasilkan yaitu diantaranya kondisi cuaca pada saat pengujian. Untuk pemenuhan charger baterai 35 Ah 12 V dengan Panel Surya 30 Wp perluwaktu cukup lama. Waktu pemenuhan baterai dapat dihitung dengan persamaan :

Baterai 35 Ah 12 V

Panel Surya 30 Wp

Efisiensi panel surya 15% dari kapasitas Panel SuryaMaka,

$$P = 35 \times 12 = 420 \text{ wh}$$

$$H = P / (Wp - \text{Efisiensi})$$

$$= 420 / (30 - 15\%)$$

$$= 420/(30-4.5)$$

$$= 420/25.5$$

$$= 16.47 \text{ jam}$$

Jadi lama mengisi baterai dari kosong sampai full memerlukan waktu sekitar 16.47jam dan jika dibulatkan ke bawah menjadi 16 jam.

b. Pengujian PLTS kapasitas 500 watt dengan beban

Tabel 3. Data Pengujian Beban

No.	Beban	Durasi (menit)	Tegangan Inverter (VAC)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Tegangan Baterai (VDC)
1.	Bor	10	206	0.9	171	11
2.	Kipas	15	222	0.2	47	12
3.	Lampu	20	228	0.1	9	12
4.	Laptop	30	216	0.2	40	12
5.	Solder	60	220	0.3	46	11
Total		135	-	1.6	313	-

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa pengujian PLTS kapasitas 500 watt dengan beban sebesar 313 watt selama 135 menit atau setara dengan 2.15 jam dapat berhasil di penuhi oleh PLTS. Tegangan inverter drop apabila beban yang dipasangbesar. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa tegangan berbeda-beda mengikuti tren dari daya yang dikeluarkan oleh inverter serta terdampak oleh arus *starting* dari beban. Besar daya serta lama durasi beban itu menyala, dapat mempengaruhi tegangan inverter dan baterai. Tegangan baterai berbeda – beda dipengaruhi juga oleh waktu efektifitas pengisian baterai.

Kesimpulan

Dari pokok permasalahan yang ditanyakan diawal proses perencanaan rancang bangun PLTS kapasitas 500 watt ramah lingkungan ini, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut : 1. PLTS kapasitas 500 watt mampu bertahan selama 2.15 jam dengan beban 313watt. 2. PLTS 500 watt drop tegangan dan overload jika dikasih beban diatas 350 watt. 3. Pengukuran manual dengan display terjadi perbedaan nilai karena alat ukur yangtidak ada standar dikalibrasi. 4. PLTS ini sangat membantu mahasiswa yang membutuhkan sumber energi listrik. 5. SCC tidak dapat *mencharger* apabila listrik yang dihasilkan oleh panel suryadibawah tegangan yang diperlukan baterai.

Referensi

- Dirjen EBTKE. 2020. *Panduan komisioning PLTS off grid*. Jakarta: KementrianESDM.
 Atonergi. 2021. *“Cara menghitung daya yang dihasilkan panel surya”*
 I.W.G.A Anggara, I.N.S Kumara. 2014. *“Unjuk kerja pembangkit listrik tenaga surya”*
 Naim Muhammad. 2020. *“Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid1000 Watt”*
 Sun Energy, *“Smart solar system”*. <https://sunenergy.id/blog/panelsurya> diakses pada 1 September 2023 pukul 17.20 WIB.

Rumah.com. 2023. “Pembangkit Listrik Tenaga Surya”.
<https://www.rumah.com/panduan-properti/mengenal-panel-surya> diakses pada 9 September 2023 pukul 20.00 WIB.