

OPTIMASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA TIPE SOLAR HOME SYSTEM DENGAN KAPASITAS 800 Wp

Suwarti

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
JI Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Semarang, 50275
E-mail : suwarti0707@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan listrik masyarakat semakin besar, sedangkan harga tarif listrik semakin mahal karena persediaan bahan bakar fosil semakin menipis. Sehingga diperlukan inovasi untuk mengatasi masalah tersebut salah satunya dengan PLTS. Tujuan dari perancangan pembangkit listrik tenaga surya *type solar home system* dengan kapasitas 800 Wp ini adalah untuk menguji kinerja panel surya dalam memenuhi kebutuhan energi pompa. PLTS tersebut diuji dengan cara mengukur tegangan, arus, dan daya masukan maupun keluarannya selama 10 hari dari jam 09.00-15.00 WIB dengan pengambilan data dilakukan tiap 30 menit sekali. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui efisiensi atau kinerja dari PLTS tersebut. Dilakukan juga perhitungan energi yang dihasilkan PLTS dan energi yang dibutuhkan oleh pompa secara ideal maupun secara aktualnya. Lalu membandingkan antara energi yang dihasilkan PLTS dengan energi yang dibutuhkan pompa. Dihasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,686993% dan efisiensi terendah sebesar 1,432691%. Hasil pengujian tegangan output panel surya rata-rata sebesar 57,13 V dan arus rata-rata sebesar 5,19 A dengan lama pengambilan data selama 6 jam dihasilkan energi sebesar 1,7790282 kWh. Secara idealnya, energi yang dibutuhkan pompa dapat terpenuhi oleh energi yang dihasilkan oleh panel surya. Secara aktual, energi yang dibutuhkan pompa belum dapat memenuhi kebutuhan energi dari pompa. Untuk memenuhinya diperlukan penambahan kapasitas dari PLTS ini.

Kata Kunci : PLTS, SHS, Panel Surya, Efisiensi, Energi.

ABSTRACT

People's electricity needs are getting bigger, electricity prices are getting more expensive because fuel supplies are running low. So that innovation is needed to overcome these problems, one of which is PLTS. The purpose of designing a solar home system type solar power plant with a capacity of 800 Wp is to test the performance of solar panels in meeting the needs of energy pumps. The PLTS was tested by measuring the voltage, current, and input and output power for 10 days from 09.00-15.00 WIB with data collection every 30 minutes. Then the calculation is carried out to determine the efficiency or performance of the PLTS. The calculation of the energy produced by PLTS and the energy required by the pump ideally and actually is also carried out. Then compare the energy produced by PLTS with the energy required by the pump. The highest efficiency is 11,686993% and the lowest efficiency is 1,432691%. The results of testing the average solar panel output voltage of 57,13 V and an average current of 5,19 A with a data collection time of 6 hours which produced an energy of 1.7790282 kWh. Ideally, the energy needed by the pump can be met by the energy produced by solar panels. Actually, the energy needed by the pump has not been able to meet the energy needs of the pump. To fulfill this, it is necessary to increase the capacity of this PLTS.

Keywords: PLTS, SHS, Solar Panels, Efficiency, Energy.

PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik masyarakat semakin lama akan semakin besar. Seiring dengan berjalannya waktu harga tarif listrik PLN juga semakin mahal. Selain itu, masih dipakainya pembangkit listrik konvensional secara umum sebagai pembangkit listrik utama menimbulkan masalah tersendiri, yakni

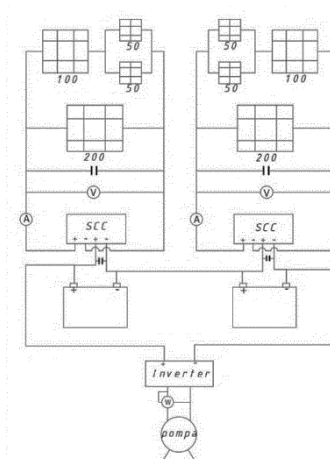
sifatnya yang menimbulkan polusi, serta harga bahan bakar fosil yang memiliki kecenderungan selalu naik dan menyebabkan biaya investasi begitu besar di masa yang akan datang. Oleh karena itu, diperlukan inovasi untuk mengatasi masalah tersebut dengan menciptakan sumber energi alternatif. Beberapa teknologi dikembangkan sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi kebutuhan energi di masa depan. Sumber energi alternatif adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk diubah menjadi listrik. PLTS merupakan salah satu solusi praktis untuk daerah yang belum atau sulit teraliri listrik, serta untuk menyikapi krisis energi sebagai pemasok utama pembangkit listrik.

Pembangunan PLTS tidak selalu menggunakan tanah lapang yang luas, PLTS juga dapat dipasang di atap rumah, yang penting masih mendapat sinar matahari. PLTS dapat digunakan untuk keperluan alat-alat listrik yang menggunakan arus searah / direct current (DC) maupun arus bolak-balik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) saat ini banyak digunakan masyarakat untuk *supply* peralatan listrik rumah tangga. Potensi energi surya yang ada dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik oleh masyarakat, terlebih lagi ketersediaan energi matahari sangat melimpah dan ramah lingkungan. Sinar matahari yang ada itu dikonversi menjadi energi listrik oleh *solar cell*. *Solar cell* adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik dengan prinsip *Photovoltaic*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, bisa dirumuskan salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan krisis energi tersebut yaitu dengan cara merancang dan memasang pembangkit listrik tenaga surya terbarukan yang dapat menggantikan energi konvensional.

METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data dilakukan selama 10 hari yaitu 5 hari di bulan Juli 2021 dan 5 hari di bulan Agustus 2021. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur tegangan output dan arus output dari panel surya dan menghitung daya input dengan cara mengalikan besaran intensitas cahaya matahari. Daya output yang digunakan didapat dari hasil perkalian antara tegangan output panel dengan arus output panel surya untuk beban Pompa. Peralatan yang digunakan pada proses pengujian sistem pembangkit tenaga surya antara lain Voltmeter, Amperemeter, dan Wattmeter. Berikut merupakan gambar rangkaian instalasi panel surya yang sudah terpasang.



Gambar 1. Instalasi PLTS

Proses Perancangan Alat pada Penelitian diawali dengan menentukan komponen yang digunakan. Dari berbagai komponen yang digunakan diperlukan untuk mengetahui fungsi dari masing – masing komponen dan cara kerja alat. Diagram peralatan dan komponen ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Peralatan PLTS

Berikut adalah peralatan utama yang digunakan dalam Perancangan Penelitian sesuai gambar di atas :

1. Panel surya berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik.
2. Kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan lebih yang akan diterima dari panel surya.
3. Voltmeter berfungsi untuk mengukur besarnya tegangan listrik dalam rangkaian listrik.
4. Amperemeter berfungsi untuk mengukur besarnya arus listrik dalam rangkaian listrik.
5. *Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengatur pengisian baterai oleh modul *Photovoltaic* menjadi lebih optimal.
6. Baterai berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.
7. Kapasitor berfungsi untuk menyimpan muatan lebih apabila baterai sudah penuh agar tegangan yang masuk tidak terbuang sia-sia.
8. Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan dari DC menjadi AC.
9. Wattmeter adalah alat untuk mengukur daya listrik
10. Pompa digunakan sebagai beban utama dengan kapasitas 70 Watt.

Langkah pengujian

1. Memastikan kondisi alat ukur yang akan digunakan dalam kondisi baik.
2. Mencatat parameter yang terdisplay pada alat ukur voltmeter, amperemeter, dan wattmeter.
3. Pengujian dan pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali dari jam 09.00-15.00.

Setelah mendapatkan parameter-parameter yang diinginkan maka data tersebut dapat digunakan untuk mencari efisiensi dengan perhitungan-perhitungan berikut:

a. Perhitungan daya output panel surya

$$P_{out} = V \times I \quad (\text{Rusman, R. 2017})$$

Keterangan:

P_{out} = Daya keluaran modul (Watt)

V = Tegangan kerja modul (Volt)

I = Arus kerja modul (Ampere)

b. Perhitungan daya input panel surya

$$P_{in} = G_u \times A \quad (\text{Rusman, R. 2017})$$

Keterangan :

P_{in} = Daya input panel surya (Watt)

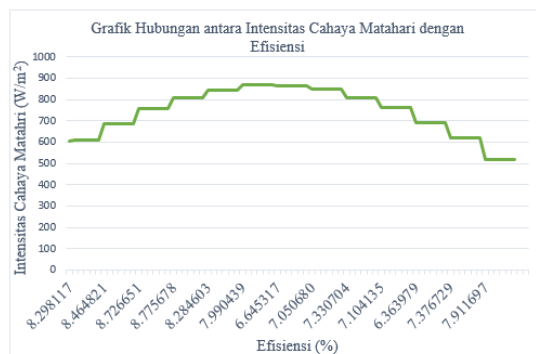
G_u = Intensitas matahari terukur W/m^2

A = Luas efektif dari modul *Photovoltaic* (m^2)

c. Perhitungan Efisiensi Panel Surya

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (\text{Rusman, R. 2017})$$

	(V)	(A)			Matahari (W/m ²)		Inverter (W)			
	67,6	4,58	222,1	0,61	866,38	309,608	73,1	0,5		
	69,2	4,69	221,8	0,61	866,36	324,548	73,3	0,5		
rata-rata	68,16	4,61	222,12	0,6	866,456	314,218	71,9	0,5		
12:30	70	5,28	222,1	0,6	848,62	369,6	72,2	0,6	4631,269	7,05068
	66,8	4,76	221,9	0,61	848,68	317,968	73,2	0,5		
	69,2	3,8	222	0,59	848,67	262,96	70,9	0,5		
	68,4	5,03	222,2	0,61	848,66	344,052	72,3	0,5		
	68,6	4,93	222,5	0,58	848,65	338,198	70,9	0,5		
rata-rata	68,6	4,76	222,14	0,598	848,656	326,536	71,9	0,52		
13:00	66,6	4,65	222,3	0,61	810,01	309,69	75,1	0,6	4418,679	7,330704
	69,8	5,08	222,5	0,6	810	354,584	72	0,5		
	69	4,57	221,9	0,58	810	315,33	70,9	0,6		
	69,4	4,49	222	0,59	809,99	311,606	70,6	0,5		
	66,6	4,93	222	0,6	808,5	328,338	72,6	0,6		
rata-rata	68,28	4,744	222,14	0,596	809,7	323,92	72,24	0,56		
13.30	66,6	5,11	222,1	0,6	764,49	340,326	71,4	0,5	4165,149	7,104135
	67,4	3,33	222	0,6	764,49	224,442	73,2	0,6		
	71,4	4,17	222	0,62	762,45	297,738	74	0,5		
	66,8	4,58	222	0,61	762,34	305,944	73,5	0,5		
	67,6	4,58	222,1	0,6	762,44	309,608	72,1	0,5		
rata-rata	67,96	4,354	222,04	0,606	763,242	295,898	72,84	0,52		
14.00	66	3,69	222,3	0,6	693,38	243,54	71,6	0,5	3775,419	6,363979
	66,6	4,12	222	0,6	693,38	274,392	71,4	0,5		
	65,4	4,29	222	0,6	690,79	280,566	72,6	0,5		
	66,6	2,67	222,1	0,6	690,79	177,822	71,6	0,5		
	65,8	3,41	222,2	0,6	690,79	224,378	71,5	0,5		
rata-rata	66,08	3,636	222,12	0,6	691,826	240,267	71,74	0,5		
14.30	63,2	3,9	222,2	0,61	621,21	246,48	74,6	0,6	3390,055	7,376729
	63,4	4,16	222,2	0,63	621,21	263,744	74,8	0,5		
	63,2	4,06	222,1	0,62	621,21	256,592	73,2	0,5		
	63,2	4	222,1	0,63	621,21	252,8	76,1	0,5		
	65	3,54	222,3	0,61	621,21	230,1	72,4	0,5		
rata-rata	63,6	3,932	222,18	0,62	621,21	250,075	74,22	0,52		
15.00	62,4	3,55	222,1	0,61	518,3	221,52	73,1	0,5	2828,456	7,911697
	62,4	3,62	222,1	0,62	518,3	225,888	73,6	0,5		
	61,2	3,82	222,1	0,61	518,3	233,784	72,8	0,5		
	62,4	3,53	222,2	0,65	518,3	220,272	77,8	0,5		
	61,2	3,55	222,2	0,61	518,3	217,26	73,6	0,5		
rata-rata	61,92	3,614	222,14	0,62	518,3	223,779	74,18	0,5		



Gambar 3. Grafik Hubungan Intensitas Cahaya Matahari dengan Efisiensi

Pengujian panel surya dalam membangkitkan listrik yang diuji pada tanggal 24 Juli 2021 menghasilkan grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu seperti yang ditampilkan pada gambar 4.1. Dari grafik dan tabel terbaca efisiensi tertinggi sebesar 8,775678% pada pukul 10.30 dan terendah pada pukul 14.00 dengan nilai efisiensi sebesar 6,363979%. Karena cuaca sekarang tidak menentu mengakibatkan efisiensinya naik turun. Pada jam 12.00 di tanggal 24 Juli 2021 sempat mengalami penurunan efisiensi karena cahaya matahari redup dan tertutup awan. Sedangkan selama pengambilan data 10 hari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe *Solar Home System* dengan Kapasitas 800 Wp ini menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,686993%. dan efisiensi terendah sebesar 1,432691 %.

Efisiensi panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu intensitas cahaya matahari dan posisi matahari terhadap panel surya. Pada grafik 4.2 menunjukkan pada tanggal 24 Juli 2021 intensitas cahaya matahari tertinggi sebesar 867,45 W/m² dan yang terendah sebesar 518,3 W/m². Intensitas ini diukur dengan aplikasi *clear sky calculator*. Seharusnya, semakin besar nilai intensitas cahaya maka semakin besar tegangan dan arus yang ditangkap. Hal itu bisa terjadi dengan syarat panel bekerja secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengambilan data serta analisa yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Selama 10 hari pengambilan data Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe *Solar Home System* dengan Kapasitas 800 Wp ini menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,686993%. dan efisiensi terendah sebesar 1,432691 %.
2. Hasil pengujian pembangkit listrik tenaga surya tipe *solar home system* dengan Kapasitas 800 Wp selama 10 hari ini menghasilkan tegangan input panel surya rata-rata sebesar 57,13 V dan arus rata-rata sebesar 5,19 A dengan lama pengambilan data selama 6 jam dihasilkan energi sebesar 1,7790282 kWh.
3. Berdasarkan idealnya (spesifikasi), pompa yang berkapasitas 70 watt yang digunakan selama 24 jam membutuhkan energi sebesar 1,68 kWh. Jadi, secara idealnya energi yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe *Solar Home System* dengan Kapasitas 800 Wp yang sebesar 1,7790282 kWh dapat memenuhi kebutuhan energi dari pompa sebesar 1,68 kWh.
4. Berdasarkan aktualnya, dihasilkan tegangan AC dan arus AC rata-rata sebesar 222,78 V dan 0,62 A dengan cos phi 0,6 kebutuhan energi pompa selama 24 jam dihasilkan energi sebesar 1,98897984 kWh. Jadi, energi yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe *Solar Home System* dengan Kapasitas 800 Wp yang sebesar 1,7790282 kWh belum dapat memenuhi

kebutuhan energi dari pompa sebesar 1,98897984 kWh. Untuk memenuhinya diperlukan penambahan kapasitas dari PLTS ini.

SARAN

Selama pembuatan alat Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Type Solar Home System* dengan Kapasitas 800 Wp terdapat banyak kendala sehingga dihasilkan beberapa saran dari penulis, adapun saran dari penulis adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan panel surya sebaiknya sejenis baik dari kapasitas yang digunakan maupun bahan panel surya itu sendiri.
2. Karena beban pompa bersifat induktif, jadi harus diimbangi dengan kapasitor yang bersifat kapasitif sehingga dapat memperbaiki faktor dayanya untuk mendekati faktor daya 1.
3. Sebaiknya PLTS ini dilengkapi dengan sistem proteksi seperti MCB agar lebih aman.
4. Menggunakan solarimeter untuk mengukur intensitas cahaya matahari yang lebih akurat.
5. Lebih baik menggunakan baterai khusus PLTS yang aman pada saat deep discharge.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsa, I Putu S. (2017). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Energi Bersih dan Murah*. Bali : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha.
- Bangun, B. D. (2017). *Rancang Bangun Inverter Sinus Murni DC ke AC Berdaya Rendah Berbasis Mikrokontroler Atmega328*.
- Iswanto, Ady.(2008). *Prinsip Dasar Solar Cell, Staf Divisi Riset 102FM ITB*, Bandung
- Parastiwi, A., Putri, R. I., Adhisuwigno, S., & Rifa, M. (2018). *Photovoltaic Terapan: Photovoltaic Terapan* (Vol. 1). UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema.
- Ramadhani, B. (2018). *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos&Don'ts*. Jakarta : GIZ
- Rusman, R. (2017). *Pengaruh Variasi Beban terhadap Efisiensi Solar Cell dengan Kapasitas 50 Wp*. Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 4(2).
- Utari, Evrita Lusiana. (2017). *Perancangan Alat Induction Heating pada Pengolahan Teh Sangrai dengan Teknologi Energi Terbarukan (Solar Cell)*. Teknoin, 23(3), 211-222.