

PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK CADANGAN BUDIDAYA BURUNG PUYUH DILENGKAPI DENGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS)

Gatot Santoso¹, Slamet Hani², Syukri Abdullah³ Yoga Indra Pratama⁴

^{1,2,3}Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: ¹gatsan@akprind.ac.id, ²shan.akprind@gmail.com, ³syukriabdullah@akprind.ac.id, ⁴yogafrst@gmail.com

ABSTRACT

Solar energy is one of the energy that can be converted into electrical energy by using solar panels (photovoltaic solar). This research focuses on solar power plants (PLTS). The purpose of this study is to determine the performance of PLTS which is capable of generating electrical power, to determine the electrical power generated from PLTS, to determine the efficiency and to utilize PLTS as a backup power source for quail cultivation. Using automatic transfer switch (ATS) as an automatic switch to move the main power source from PLN to PLTS and using low voltage disconnect (LVD) to protect battery usage. The results of the ATS test are already functioning properly, ATS will move the source from PLN to PLTS or vice versa with a time lag of about 1 second and the LVD can disconnect the battery when the voltage is at 11.5 volts and connect the battery to the inverter when the voltage is 12 volts. The 120 Wp solar panel and 60 Ah battery are capable of supplying a load of about 207,99 watts for more than 1 hour.

Keywords: solar panels, photovoltaic, automatic transfer switch, low voltage disconnect

INTISARI

Energi matahari merupakan salah satu energi yang bisa di konversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya (photovoltaic solar). Penelitian ini berfokus pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui kinerja dari PLTS yang mampu menghasilkan daya listrik, mengetahui daya listrik yang dihasilkan dari PLTS, mengetahui efisiensi dan memanfaatkan PLTS sebagai sumber tenaga listrik cadangan untuk budidaya burung puyuh. Menggunakan automatic transfer switch (ATS) sebagai saklar otomatis untuk memindahkan sumber listrik utama dari PLN ke PLTS dan menggunakan low voltage disconnect (LVD) untuk proteksi penggunaan baterai. Hasil dari pengujian ATS sudah berfungsi dengan baik, ATS akan memindahkan sumber dari PLN ke PLTS atau sebaliknya dengan jeda waktu sekitar 1 detik dan LVD dapat memutuskan baterai saat tegangan berada di 11,5 volt dan menghubungkan baterai ke Inverter saat tegangan 12 volt. Panel surya 120 Wp dan Aki 60 Ah mampu menyuplai beban sekitar 207,99 watt lebih dari 1 jam.

Kata kunci: panel surya, photovoltaic, automatic transfer switch, low voltage disconnect

I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada saat ini sedang banyak dimanfaatkan karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Memanfaatkan energi dari matahari, panel surya kemudian mengonversinya menjadi energi listrik. Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat setiap tahun, untuk mengatasi hal tersebut perlu mencari sumber energi alternatif, salah satunya pembangkit listrik tenaga surya.

Energi ini telah banyak digunakan dalam berbagai tempat seperti tempat tinggal, perkantoran, penerangan lampu jalan, pabrik, dan lainnya. Perkembangan ini perlu ditingkatkan dan dikaji lebih lanjut, agar dapat lebih bermanfaat terutama dalam budidaya peternakan.

Penggunaan PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi listrik diharapkan dapat membantu meningkatkan hasil produksi budidaya burung puyuh. Pada perancangan PLTS sebagai sumber listrik cadangan untuk

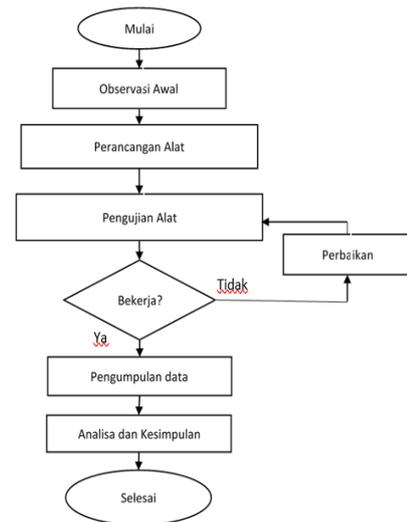
budidaya burung puyuh ini digunakan untuk alat penetas telur puyuh, kandang pembesaran day old quail (DOQ) dan penerangan. Menetas telur puyuh diperlukan suhu ruang sekitar 39°C selama lebih kurang 21 hari. Embrio dalam telur akan berkembang dengan baik selama suhu telur berada pada kondisi yang sesuai namun, embrio akan berhenti berkembang jika suhunya kurang dari yang dibutuhkan. Untuk itu, selama proses penetasan sumber listrik untuk alat penetas tidak boleh mati karena akan berdampak gagalnya telur untuk mentas. Untuk mengatasi masalah tersebut maka penggunaan sumber energi listrik alternatif sangat diperlukan. Maka dibuatlah perencanaan perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sehingga mampu meminimalisir penggunaan listrik PLN dan sebagai cadangan ketika terjadi pemadaman listrik dan gangguan pada listrik PLN.

II. METODOLOGI

Metologi penelitian yang digunakan adalah metode penelitian empiris eksperimental. Metode penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan pengujian alat yang nyata, sehingga mendapatkan data langsung. Dalam bagian ini dipaparkan tentang tahapan dalam penelitian yaitu membuat diagram blok tahapan penelitian, *flowchart* dari sistem kerja alat, alat dan bahan yang dipakai, dilanjutkan analisis dalam melaksanakan penelitian ini.

A. Tahapan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini ditunjukkan dengan *flowchart* pada Gambar 2.

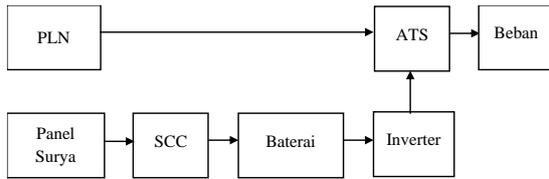


Gambar 1. *Flowchart* tahapan penelitian.

- 1) Observasi awal merupakan suatu aktivitas penelitian dalam rangka pengumpulan data sesuai dengan masalah penelitian, melalui sebuah proses pengamatan di lapangan. Seperti jenis-jenis panel surya, prinsip kerja, komponen pendukung, pemilihan spesifikasi komponen, kebutuhan beban dan lain-lain
- 2) Perancangan alat, adalah tahapan untuk merancang sebuah alat sesuai dengan hasil observasi yang telah dilakukan.
- 3) Pengujian alat, tahapan yang dilakukan untuk memastikan alat sudah bekerja dengan baik. Apabila alat telah bekerja dengan baik dilanjutkan dengan pengumpulan data.
- 4) Pengumpulan data, pada tahapan ini diambil data dari alat antara lain: nilai input tegangan sumber, tegangan pada water level control, arus pada beban.
- 5) Anailsa dan kesimpulan, pada tahapan ini menganalisa hasil dari penelitian mulai dari perencanaan hingga pengumpulan data, kemudian mengambil kesimpulan dari hasil tersebut.

B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini merupakan bentuk rancangan keseluruhan pada penelitian ini.

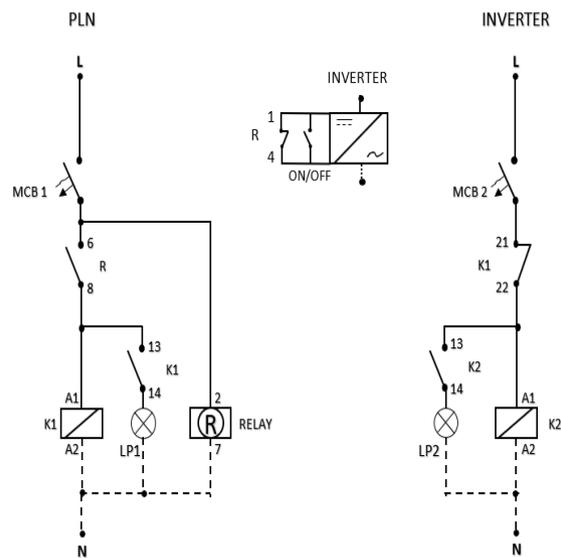


Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Alat

Diagram blok perancangan alat dapat diketahui bahwa sumber energi listrik dapat disuplai dari dua sumber. Sumber utama yang digunakan merupakan sumber listrik dari PLN dan PLTS menjadi sumber energi alternatif atau sumber listrik cadangan. Panel surya jika terkena sinar matahari maka akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa energi listrik DC. Energi listrik DC tersebut akan masuk ke SCC (*Solar Charger Control*) yang kemudian SCC tersebut akan mengatur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya dapat digunakan untuk mengisi aki sesuai dengan kapasitas aki tersebut. Aki berfungsi sebagai tempat penyimpanan tenaga listrik arus searah DC sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Untuk dapat menyuplai beban yang menggunakan tegangan AC, maka digunakan Inverter yang mengubah arus *direct current* (DC) dari Aki menjadi *alternating current* (AC) sesuai dengan kebutuhan. Output dari inverter tersebut masuk ke ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang akan otomatis melakukan pergantian sumber daya listrik yang menuju ke beban dari PLN ke PLTS.

1) Perancangan *wiring* diagram ATS

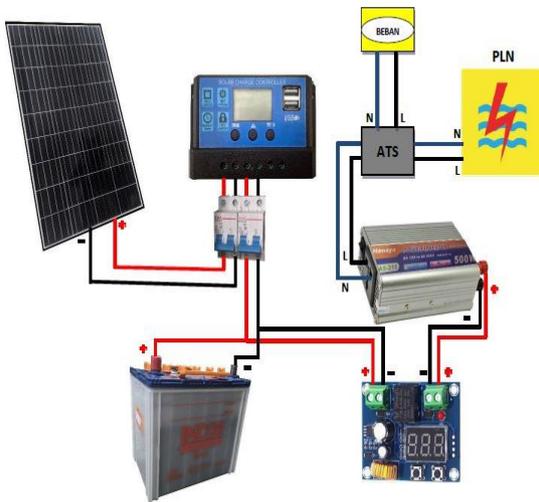
Komponen utama dalam *wiring* diagram rangkaian ATS tersebut adalah 2 buah kontaktor dan 1 buah relay MK2P. Relai berfungsi sebagai kontrol dari kontaktor 1 dan inverter sedangkan kontaktor 1 berfungsi sebagai kontrol dari kontaktor 2. Dua buah kontaktor tersebut juga berfungsi sebagai saklar untuk menghubungkan dari sumber listrik ke beban, kontaktor 1 menghubungkan sumber listrik dari PLN sedangkan kontaktor 2 menghubungkan sumber listrik dari Inverter ke beban. Untuk rangkaian daya dari system dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Wiring diagram ATS

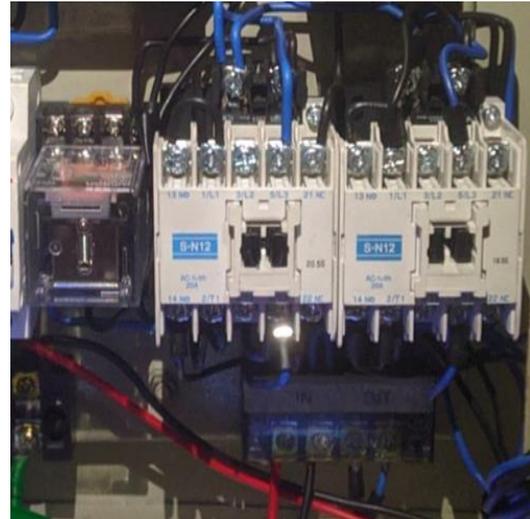
2) Perancangan Alat

Setelah seluruh perencanaan dan analisis data selesai, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan perancangan Alat. Penginstalasian PLTS serta instalasi listrik di lokasi penelitian. Kemudian, seluruh PLTS dan beban terpasang, maka dilakukan pengujian kinerja PLTS dalam memasok beban. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian individu peralatan, dan pengujian sistem secara menyeluruh hingga pengujian beban. Setelah dilakukan pengujian sistem secara individu dan menyeluruh, maka data hasil pengujian dapat di analisis dan di evaluasi sehingga pengontrolan sistem dapat dilakukan serta dapat diambil kesimpulan dan saran yang akan berguna pada pengembangan penelitian.



Gambar 4. Rangkaian PLTS

Pada skema rangkaian PLTS dapat diketahui bahwa sumber energi listrik dapat disuplai dari dua sumber. Sumber utama yang digunakan merupakan sumber listrik dari PLN dan PLTS menjadi sumber energi alternatif atau sumber listrik cadangan. Panel surya jika terkena sinar matahari maka akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa energi listrik DC. Energi listrik DC tersebut akan masuk ke SCC (Solar Charge Control) yang kemudian SCC tersebut akan mengatur tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya dapat digunakan untuk mengisi aki sesuai dengan kapasitas aki tersebut. Aki berfungsi sebagai tempat penyimpanan tenaga listrik arus searah DC sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Untuk dapat menyuplai beban yang menggunakan tegangan AC, maka digunakan Inverter yang mengubah arus Direct Current (DC) dari Aki menjadi Alternating Current (AC) sesuai dengan kebutuhan. Output dari inverter tersebut masuk ke ATS (Automatic Transfer Switch) yang akan otomatis melakukan pergantian sumber daya listrik yang menuju ke beban dari PLN ke PLTS.



Gambar 5. Tampilan rangkaian ATS

Cara kerja dari rangkaian ATS yang sudah dirancang adalah saat relay AC mendapat sumber dari PLN maka relay tersebut akan hidup, kontak NC relay akan terbuka yang mengakibatkan saklar inverter tidak terhubung dan inverter tidak bisa hidup. Kontak NO relay akan terhubung mengakibatkan sumber listrik dari PLN terhubung ke Coil kontaktor satu. Saat kontaktor hidup, maka rangkaian daya dari PLN yang masuk ke kontak utama kontaktor akan terhubung dan sumber listrik PLN menyuplai beban. Lampu indikator PLN akan hidup, menandakan suplai listrik dari PLN.

Ketika sumber listrik PLN mati, maka kontak NC kembali terhubung yang menyebabkan saklar inverter terhubung, otomatis inverter hidup. Kemudian output inverter yang berupa tegangan 220 volt terhubung ke coil kontaktor dua. Saat kontaktor dua hidup, maka rangkaian daya dari PLTS yang masuk ke kontak utama kontaktor akan terhubung dan sumber listrik PLTS menyuplai beban. Lampu indikator PLTS akan hidup, menandakan suplai listrik dari PLTS. Ketika PLN kembali hidup, maka sumber listrik beralih ke PLN kembali. Siklus ini akan terjadi berulang-ulang.

C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan bagian elektronis dan mekanis ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan

No	Alat	Jumlah
1	Tang Potong	1 Buah
2	Bor Listrik	1 Buah
3	Obeng Plus	1 Buah
4	Obeng minus	1 Buah
5	Palu	1 Buah
6	Multimeter	2 Buah
7	Tespen	1 Buah
8	Gergaji besi	1 Buah
9	Pisau Cutter	1 Buah
10	Paku dan Baut	Secukupnya
11	Tang kombinasi	1 Buah
12	Tang lancip	1 Buah

Bahan yang digunakan meliputi bahan komponen kendali elektronis dan bahan mekanis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar bahan yang digunakan

NO	Bahan
1	Panel Surya 120 Wp
2	Aki/Baterai 12V 60Ah
3	SCC (Solar Charger Controller) 30A
4	Inverter DC to AC 1000 Watt
5	MCB DC
6	MCB AC
7	ATS (Automatic Transfer Switch)
8	LVD (Low Voltage Disconnect)
8	Kabel, Socket dan Aksesori tambahan lain

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dibahas mengenai data hasil dari pengujian alat.

A. Menghitung daya rata-rata Yang dihasilkan panel surya

Untuk perhitungan daya yang dihasilkan panel surya sebagai berikut:

$$P = V \cdot I$$

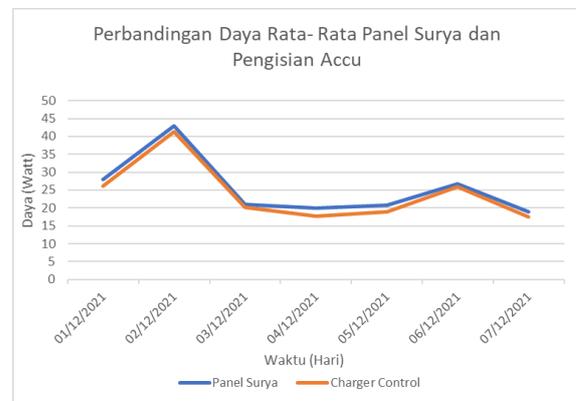
$$= 13,42 \cdot 2,09$$

$$= 28,04 \text{ watt}$$

Perhitungan pada tanggal 1 Desember 2021 mendapatkan hasil 28,04 watt hal yang sama dilakukan perhitungan pada tanggal 2 Desember 2021 sampai dengan 7 Desember.

Tabel 3. Daya rata-rata panel surya

Tanggal	PANEL SURYA - CHARGER CONTROL		
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)
	Volt	Ampere	Watt
1/12/21	13,42	2,09	28,04
2/12/21	13,83	3,11	43,02
3/12/21	13,28	1,58	20,98
4/12/21	12,94	1,41	19,87
5/12/21	13,37	1,55	20,72
6/12/21	13,28	2,02	26,82
7/12/21	12,98	1,46	18,95



Gambar 6. Grafik perbandingan daya rata-rata panel surya dan pengisian aki

Data hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 3 dan yang berisi perhitungan perbandingan daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya dan daya yang digunakan untuk pengisian aki perhari menunjukkan grafik pada Gambar 6 daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya tertinggi pada 43,27 watt dan daya rata-rata yang dihasilkan oleh panel surya terendah sebesar 19,06 watt.

B. Menghitung Efisiensi Panel Surya

Untuk perhitungan efisiensi panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{28,96}{388,27 \times 0,67} \cdot 100\%$$

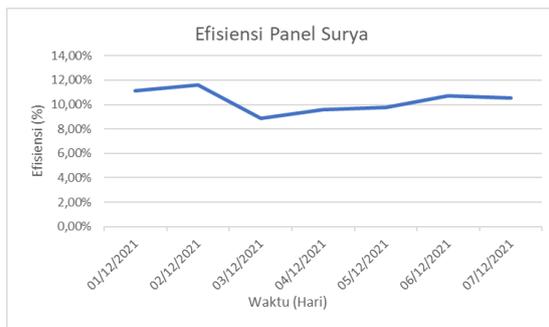
$$= 11,13\%$$

Perhitungan efisiensi panel surya pada tanggal 1 Desember 2021 mendapatkan hasil 11,13% hal yang sama dilakukan perhitungan

pada tanggal 2 Desember 2021 sampai dengan 7 Desember yang mendapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Efisiensi Panel Surya

Tanggal	PANEL SURYA - CHARGER CONTROL		
	Daya (P)	Intensitas Cahaya	Efisiensi
	Watt	Lux	
1/12/21	28,96	49150,3	11,13%
2/12/21	43,27	70387,1	11,61%
3/12/21	20,98	44624,1	8,88%
4/12/21	19,87	39239,6	9,56%
5/12/21	19,06	37837,1	9,78%
6/12/21	27	47551,1	10,72%
7/12/21	19,42	34856,3	10,52%



Gambar 7. Efisiensi panel surya

Data hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 4 yang berisi perhitungan pengamatan efisiensi panel surya perhari menunjukkan grafik pada Gambar 7 efisiensi tertinggi pada 11,61% dan efisiensi terendah sebesar 8,88% dan memiliki efisiensi rata-rata 10,31%. Nilai efisiensi panel surya bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kondisi cuaca, jika cuaca sedang cerah maka, daya yang dihasilkan panel surya cukup besar yang mengakibatkan nilai efisiensi dari panel surya juga tinggi. Sebaliknya jika cuaca hujan atau tidak ada sinar matahari maka efisiensi panel surya rendah.

C. Menghitung daya rata-rata pada beban

Untuk perhitungan daya yang dihasilkan panel surya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \cdot I}$$

$$= \frac{18,01}{226 \cdot 0,08}$$

$$= 0,99$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$= 226 \cdot 0,08 \cdot 0,99$$

$$= 17,89 \text{ Watt}$$

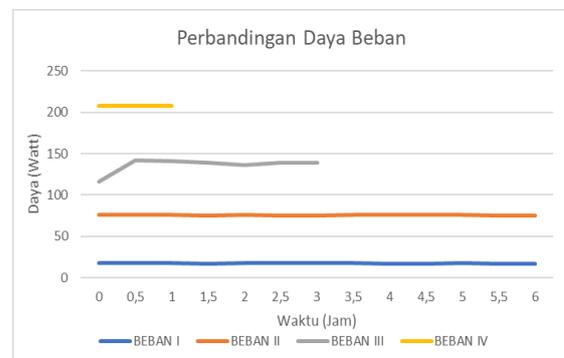
$$P_{rata-rata} = \frac{17,89 + P_1 + \dots + P_n}{13}$$

$$= 17,86 \text{ watt}$$

Perhitungan daya pada Beban I mendapatkan hasil daya rata-rata 17,86 watt hal yang sama dilakukan perhitungan daya Beban II sampai Beban IV dengan mendapatkan hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Daya rata-rata beban

Beban	Daya Rata-Rata Beban			
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (P)	Cosφ
	Volt	Ampere	Watt	
I	225,6	0,08	17,86	0,99
II	225,61	0,34	75,93	0,99
III	217,57	0,63	136,14	0,99
IV	191	1,10	207,99	0,99



Gambar 8. Perbandingan daya beban

Beban yang digunakan dalam pengamatan ini terdiri dari 4 beban, beban yang pertama merupakan lampu penerangan kandang yang dinyalakan selama 6 jam, daya beban rata-rata lampu penerangan sebesar 17,86 watt. Beban yang kedua menggunakan kandang pemanas untuk burung puyuh yang baru menetas dengan daya rata-rata sebesar 75,93 watt yang berhasil hidup selama 6 jam. Beban yang ketiga menggunakan mesin penetas telur dengan daya rata-rata sebesar 136,14 watt yang berhasil hidup selama 3,5 jam. Beban yang keempat merupakan total beban dari beban pertama sampai beban ketiga dinyalakan secara bersamaan dengan

total daya sebesar 207,99 watt yang dapat menyala sekitar 1 jam.

D. Menghitung Penggunaan Aki

Untuk menghitung kapasitas aki dapat menggunakan rumus sesuai persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas aki (Ah)} &= \frac{\text{total kebutuhan energi (wh)}}{\text{tegangan sistem (volt)}} \\ &= \frac{207,99}{12} \\ &= 17,33 \text{ Ah} \end{aligned}$$

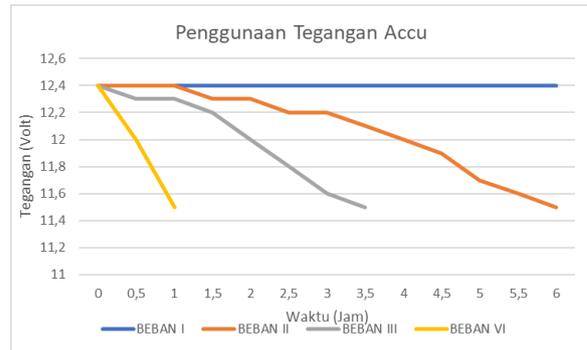
Jadi, untuk menyuplai beban dengan kapasitas 207,99 Watt membutuhkan kapasitas aki sebesar 17,33 Ah selama 1 jam pemakaian. Pada penelitian ini menggunakan kapasitas aki 60 Ah sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Pemakaian} &= \frac{60 \text{ Ah}}{17,33 \text{ Ah}} \\ &= 3,46 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Jadi, dengan menggunakan kapasitas aki sebesar 60 Ah mampu menyuplai beban sebesar 207,99 dalam waktu 3,46 jam.

Tabel 6. Penggunaan Aki

Waktu	BEBAN			
	I	II	II	III
	Tegangan	Tegangan	Tegangan	Tegangan
Jam	Volt	Volt	Volt	Volt
0	12,4	12,4	12,4	12,4
0,5	12,4	12,4	12,3	12,0
1	12,4	12,4	12,3	11,5
1,5	12,4	12,3	12,2	-
2	12,4	12,3	12,0	-
2,5	12,4	12,2	11,8	-
3	12,4	12,2	11,6	-
3,5	12,4	12,1	11,5	-
4	12,4	12,0	-	-
4,5	12,4	11,9	-	-
5	12,4	11,7	-	-
5,5	12,4	11,6	-	-
6	12,4	11,5	-	-



Gambar 9. Penggunaan aki

Data hasil yang ditunjukkan oleh Tabel 6 yang berisi hasil pengamatan tegangan aki dengan beban mulai dari 17 watt hingga 200 watt. Grafik menunjukkan bahwa tegangan aki akan semakin cepat turun jika beban yang digunakan besar yang menandakan aki semakin cepat terkuras. Sebaliknya jika beban yang digunakan kecil, maka tegangan accu tidak berkurang, hal ini dapat disebabkan oleh aki sedang dalam keadaan pengisian oleh panel surya. Dengan beban sebesar 200 watt aki mampu menyuplai beban sekitar 1 jam dan dengan beban sebesar 17 watt aki mampu menyuplai beban selama 6 jam tanpa ada daya yang terbuang. Aki hanya mampu menyuplai beban sebesar 200 watt hanya sekitar 1 jam dapat disebabkan oleh penggunaan aki yang dibatasi pada tegangan 11,5 Volt untuk mencegah aki over discharge yang dapat mengakibatkan aki cepat rusak karena jenis aki yang digunakan merupakan aki basah yang kurang cocok untuk sistem PLTS.

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan serta pengambilan data maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan serta terdapat beberapa saran untuk menunjang penelitian selanjutnya.

A. Kesimpulan

- 1) Panel surya monocrystalline berkapasitas 120 Wp mampu menghasilkan daya puncak yang terukur sebesar 73,8 watt pada saat keadaan cuaca cerah. Musim hujan seperti ini daya rata-rata yang dihasilkan panel surya perhari terbesar adalah 43,2 watt dan terendah adalah 18,24 watt. Daya yang dihasilkan panel surya tersebut sudah dapat digunakan untuk pengisian accu.

- 2) Automatic transfer switch (ATS) mampu bekerja dengan baik dengan memindahkan sumber listrik dari PLN ke PLTS secara otomatis dengan waktu perpindahan hanya terjadi sekitar 1 detik. ATS sangat penting untuk digunakan karena jika sewaktu-waktu terjadi masalah yang tidak diketahui pada sumber listrik PLN maka ATS akan memindahkan sumber PLN ke sumber listrik cadangan secara otomatis.
- 3) Low voltage disconnect (LVD) akan bekerja ketika nilai tegangan accu sudah sesuai dengan nilai tegangan yang diatur pada LVD. Saat tegangan baterai mencapai 11,5 volt maka LVD akan memutuskan suplai tegangan dari accu ke inverter. Ketika accu sudah terisi kembali dan tegangan mencapai 12 volt, maka LVD akan menghubungkan kembali sumber dari accu ke inverter. LVD sangat dibutuhkan karena berfungsi untuk memproteksi baterai supaya kapasitas baterai tidak terkuras sampai habis yang dapat mengurangi masa pakai baterai.
- 4) Panel surya jenis monocrystalline dengan kapasitas 120 Wp memiliki efisiensi rata-rata sebesar 10,31%. Hal tersebut bisa disebabkan oleh berbagai factor seperti intensitas cahaya matahari dan kondisi dari sel-sel yang terdapat pada panel surya. Nilai efisiensi tersebut berarti panel surya hanya bisa mengonversi 10,31% dari cahaya matahari yang masuk ke sel surya.
- 5) Dengan menggunakan panel surya berkapasitas 120 Wp dan aki berkapasitas 60 Ah dapat menyuplai beban sebesar 207,99 watt sekitar 1 jam pemakaian. Penggunaan aki 60 Ah hanya bertahan sekitar 1 jam dapat disebabkan oleh penggunaan aki yang

B. Saran

- 1) Untuk mengoptimalkan pengisian aki 60 Ah diperlukan panel surya berkapasitas sekitar 400 Wp untuk dapat mengisi penuh accu dalam 6 jam.
- 2) Menggunakan kapasitas panel surya dan menggunakan aki khusus PLTS yang lebih besar, supaya dapat menyuplai beban lebih lama.
- 3) Menambahkan 2 buah time delay relay (TDR) pada rangkaian ATS untuk

memberi jeda waktu saat arus PLN terhubung kembali agar mengurangi tegangan kejutan pada beban dan memberikan jeda pada inverter ketika inverter baru hidup tidak langsung menyuplai tegangan ke beban sehingga dapat menjaga masa pakai inverter.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada: Allah SWT yang selalu memberikan Rahmat dan Karunia-Nya. Bapak Slamet Hani, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Subandi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis. Orang tua serta keluarga penulis yang telah memberikan doa dukungan dan semua yang telah diberikan kepada penulis baik moril maupun materi. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahar, K. A. al, & Kusumah, C. W. (2021). Perencanaan PLTS Untuk Rumah Tinggal Dengan Kapasitas Daya Terpasang 450 VA. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 9(2), 12–21.
- [2] Hossain, M. A., Islam, M. S., Chowdhury, M. M. H., Sabuj, M. N. H., & Bari M.S. (2011). Performance Evaluation Of 1,68 kWp Dc Operated Solar Pump With Auto Tracker Using Microcontroller Based Data Acquisition System. *Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering*, 1–5.
- [3] Ishak, L. F., & Kurniawan, B. I. (2021). Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) Untuk Daya Satu Fasa Berbasis Web Server. *JURNAL LITEK: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 18(2), 71–77.
- [4] Kaban, S. A., Jafri, M., & Gusnawati. (2020). Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari Pada Permukaan Panel Surya (Solar Cell) Menggunakan Cermin. *Jurnal Fisika*,

5(2), 108–117.

- [5] Sardi, J., & Risfendra. (2019). Sistem Tenaga Listrik Berbasis Hybrid Pada Alat Penetas Telur Puyuh. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 5(2), 110–118.
- [6] Sukarma, I. N., Ardana, I. W. R., & Pasek, I. K. P. (2019). Sistem PLTS Untuk Peternak Ayam Broiler Di Desa Selanbawak, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali. *Jurnal BHAKTI PERSADA*, 5(1), 184–192.
- [7] Wahyudi, I. W. P. D. (2021). Pembangkit Hibrida Panel Surya Dan Lintasan Catu PLN. *E-Proceeding of Engineering*, 8(1), 25–33.
- [8] Wijaya, A. R., & Lutfiyani, Z. (2021). Rancang Bangun Prototype Kendali Motor Pompa Tendon Air Dengan Automatic Transfer Switch (ATS) PLTS Dan PLN. *JTERAF (Jurnal Teknik Elektro Raflesia)*, 1(2), 1–7.