

PERANCANGAN SISTEM PLTS *OFF-GRID* KAPASITAS 100 WP SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF *CHARGING* 220 V DI DAERAH TERDAMPAK BENCANA SEMERU

Andry Nugroho Tri Santosa¹, Slamet Hani^{2*}, Gatot Santoso³

^{1,2,3}Fakultas Teknologi Industri, Institusi Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

¹andrynugrohots@gmail.com, ²shan.akprind@gmail.com, ³gatsan@akprind.ac.id

ABSTRACT

The availability of electrical energy needs in Indonesia causes the energy reserves on earth to decrease. This encourages the government to look for alternative energy sources that aim to produce large enough alternative energy with good quality and quality, but do not have an impact on the environment. There are many alternative energies that can be developed in Indonesia, one of which is the Off Grid Solar Power Generation System (PLTS), which is an alternative power generation system for remote areas or rural areas that are not covered by the PLN electricity network. The difficulty of access to the location makes the investment costs for the development of conventional electricity networks large, as well as low operational and maintenance costs due to the difficulty of transportation routes to the location, as was done in the design of equipment in the Semeru disaster post area. To use these solar panels, a Solar Charger Controller (SCC) of 30 A is needed then PLTS is used with an Off-Grid configuration, a generation capacity of 100 Wp, a 1×35 Ah battery, and an Inverter 1000 W and LM 2596. From the results of the study, it was found that The solar cell at 15.00 produces an output voltage of 17.78 V and an output current of 4.46 A. The SCC produces an output voltage of 12.3 V and a current of 3.8 A. The battery output current depends on the intensity of sunlight that occurs when The solar panel is charging the battery.

Keywords : *Alternative Energy, Off-Grid PLTS, Solar Panels*

INTISARI

Ketersediaan kebutuhan energi listrik di Indonesia menyebabkan cadangan energi yang ada di bumi semakin berkurang. Hal ini mendorong pemerintah untuk mencari sumber-sumber energi alternatif yang bertujuan menghasilkan energi alternatif yang cukup besar dengan mutu dan kualitas yang baik, namun tidak berdampak pada lingkungan. Banyak energi alternatif yang dapat dikembangkan di Indonesia, salah satu nya yaitu Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off Grid yang merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah terpencil atau daerah pedesaan yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Sulitnya akses ke lokasi menjadikan biaya investasi pengembangan jaringan listrik konvensional menjadi besar, serta biaya operasional dan pemeliharaan yang sedikit akibat sulitnya jalur transportasi menuju lokasi, seperti yang di lakukan pada perancangan alat di daerah posko bencana semeru. Untuk menggunakan panel surya tersebut dibutuhkan Solar Charger Controller (SCC) sebesar 30 A kemudian PLTS yang digunakan dengan konfigurasi Off-Grid, kapasitas pembangkitan 100 Wp, Baterai 1×35 Ah, dan Inverter 1000 W serta LM 2596. Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa solar cell pada jam 15.00 menghasilkan tegangan output sebesar 17,78 V dan arus 4,46 A. Pada SCC menghasilkan tegangan output sebesar 12,3 V dan arus 3,8 A. Arus Keluaran Baterai aki bergantung pada Intensitas cahaya matahari yang berlangsung ketika Panel Surya melakukan charging ke Baterai aki.

Kata kunci : *Energi Alternatif, PLTS Off-Grid, Panel Surya*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya juga disingkat PLTS merupakan salah satu aplikasi penggunaan energi matahari sebagai sumber energi listrik, dengan memanfaatkan teknologi sel surya (fotovoltaik) untuk menghasilkan energi listrik. Pembangunan PLTS dapat mempercepat rasio kelistrikan dan mengurangi konsumsi bahan bakar minyak di daerah terpencil (Sianipar 2014). Saat ini pembangkit yang potensial di Indonesia adalah PLTS, karena Indonesia berada di daerah tropis yang menerima sinar matahari yang cukup berkesinambungan. Selain itu, implementasinya tidak menghasilkan polusi udara yang bisa merusak alam serta cadangan energinya

tidak terbatas. Pembangkit listrik tenaga surya ini bisa menjadi solusi untuk digunakan sebagai sumber pengisian energi peralatan listrik (Setyawan 2022), (Gunoto and Sofyan 2020).

Pemanfaatan PLTS sebagai smart charger handphone di suatu tempat, dalam hal ini panel surya bisa bermanfaat untuk penchargeran laptop dan handphone. Bahkan, bisa untuk memberi sumber pada peralatan lain. Ini tentu memudahkan beberapa orang atau pengguna jika berada diluar tanpa adanya sumber listrik (Budianto 2016). Komponen yang penting pada PLTS ini adalah *Photovoltaics*. *Photovoltaics* ini hanya bersumber dari masukan sinar matahari. Panel surya sangat bergantung pada radiasi matahari. Semakin tinggi panel surya mampu menangkap radiasi matahari maka semakin tinggi juga efisiensi dari panel tersebut. Sehingga keluaran dari panel surya juga semakin mendekati *watt peak* (Ramadhanti et al. 2019), (Sandro Putra 2016).

Sistem PLTS off-grid merupakan sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini disebut juga System Stand Alone karena sistem ini hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian modul surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Dengan pemasangan PLTS Rooftop Off Grid 400 Wp, sebesar rata-rata untuk pengukuran hari pertama matahari radiasi sebesar 1058 W/m, dengan cuaca berawan dan rata-rata teggangan 19,13 Volt dan arus sebesar 1,8 A (Nurhayati et al. n.d.), (Harahap, Adam, and Oktrialdi 2019). PLS pada sistem *Off Grid*, kapasistas baterai harus memperhitungkan cadangan jika kondisi cuaca buruk yang berakibat pada produksi energi sinar matahari kurang optimal, cara kerja PLTS off grid secara singkat adalah ketika listrik dihasilkan, maka dapat langsung digunakan ke peralatan elektronik, atau jika tidak digunakan maka disimpan dalam baterai/aki (Putri and Meliala 2020), (Hayusman and Saputera 2022).

Stasiun charger yang dibangun berbasis mikrokontroler Arduino sebagai pengendali sistem. Metode yang digunakan adalah panel surya mengubah cahaya menjadi listrik kemudian disimpan pada baterai bank oleh sebuah solar charger controler. Dari baterai tersebut arus dialirkan kemasings-masing cabang modul charger ponsel (Pasaribu and Reza 2021), (Pasaribu and Reza 2021).

Rancangan charger dengan menggunakan modul panel surya. Panel surya ini dimaksudkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang keluar dari modul (solar cell) ini belum stabil sehingga digunakan rangkaian regulator dengan IC LM317 untuk menstabilkan tegangan. Pengisian baterai dapat dilakukan pada pukul 07.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan keadaan cuaca tentunya cerah (Telkom and Putra n.d.), (Ratnasari et al. 2020).

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada perancangan alat ini adalah metode penelitian empiris eksperimental yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan perancangan dan pengujian alat secara nyata, sehingga di dapatkan data secara langsung dari alat yang dirancang tersebut. Untuk mendapatkan data dengan tujuan dapat dideskripsikan, dibuktikan, dikembangkan dan ditemukan pengetahuan, teori, untuk memahami, memecahkan dan mengantisipasi masalah dalam kehidupan manusia (Setyawan 2022), (Rahman 2021).

2.1 Alat & Bahan

Alat dan bahan yang digunakan merupakan bahan utama dalam pembuatan perancangan alat sistem PLTS *off-grid* kapasitas 100 wp dengan sistem kendali yang meliputi bagian elektronis dan mekanik, berikut

adalah daftar alat dan bahan yang di gunakan :

Tabel 1. Daftar Alat Penelitian

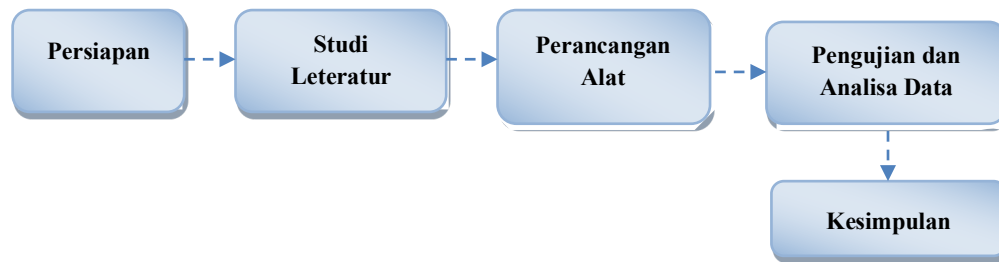
No.	Alat	Jumlah
1.	Solder	1
2.	Timah	1
3.	Penyedot timah	1
4.	Multimeter	1
5.	Obeng	1
6.	Laptop	1
7	Tang kombinasi	1
8	Gunting	1
9	<i>Drill</i>	1
10	<i>Steel file</i> (kikir besi)	1

Tabel 2. Daftar Bahan

No	Bahan	Detail
1	Solar Charger Controller 30A	1 Buah
2	Inverter 1000 Watt	1 Buah
3	Box Panel 60 x 40	2 Buah
4	Dak kabel	1 Buah
5	MCB AC	2 Buah
6	Regulator Step down LM 2596	4 Buah
7	Terminal Block	4 Buah
8	Accumulator 35 AH	2 Buah
9	DC Voltamperemeter digital	2 Buah
10	AC Voltamperemeter digital	1 Buah
11	Socket DC	6 Buah
12	Stop kontak	6 Buah
13	Lampu Indikator	4 Buah
14	USB Port 7 dan 10	1 Buah
15	LDR sensor cahaya	1 Buah
16	Kabel serabut	2 Buah
17	Kerangka besi	2 Buah

2.2 Tahapan Penelitian

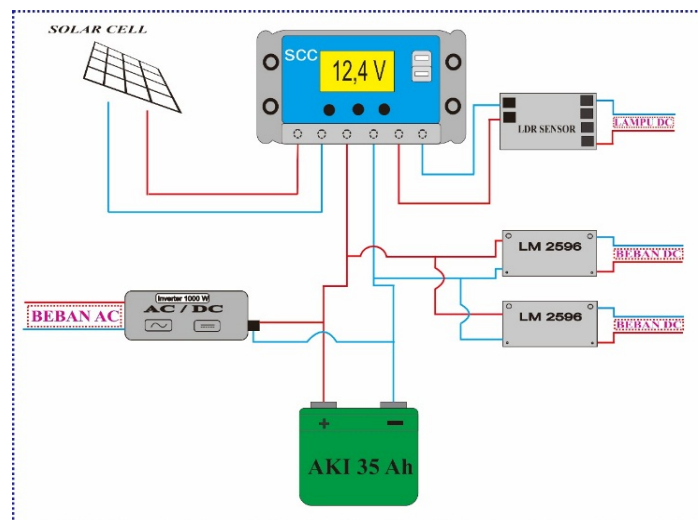
Secara garis besar tahapan penelitian terdiri dari persiapan, studi literature, perancangan alat, pengujian dan menganalisa data serta kesimpulan. Tahapan terhadap perancangan Sistem adalah :



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

2.3 Perancangan Alat

Komponen elektronik yang dibutuhkan antara lain Solar cell, Solar cell ini akan menjadi komponen yang penting pada perancangan auto charger ini. Tugas dari solar cell adalah menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik (DC). Solar cell tersambung pada komponen lainnya yaitu SCC (Solar Charger Controller), SCC berfungsi untuk mengatur arus listrik searah yang diisi ke battery. Solar charge controller juga mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena battery sudah penuh) dan kelebihan voltase dari solar cell. Komponen elektronik lainnya yaitu inverter, inverter tersambung dengan keluaran SCC yang ke batre. inverter ini berfungsi untuk mengubah arus listrik DC yang dihasilkan solar cell menjadi arus listrik AC untuk beban-beban AC.



Gambar 2. Skema Rangkaian

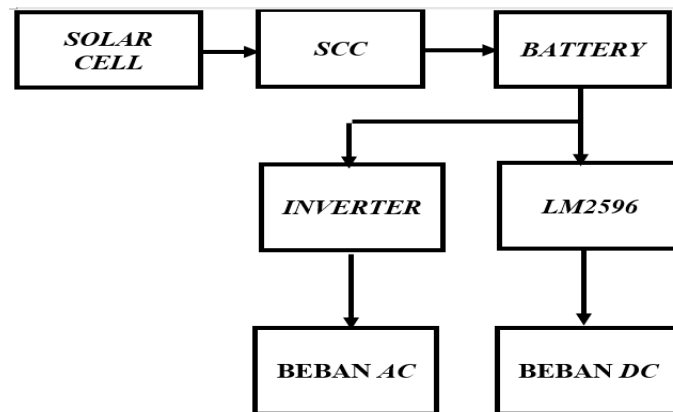
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan ini adalah suatu rangkaian yang di dalam box panel yang mampu berfungsi untuk menjadi sumber listrik dengan bersumber pada energi surya tanpa bantuan dari listrik PLN atau *Offgrid*. Dengan adanya alat ini diharapkan masyarakat dapat terbantu tentang masalah sumber listrik. Prancangan ini terdapat bagian rangkaian elektronik dan mekanik. Bagian elektronik terdiri atas rangkaian SCC, Solar cell, inverter, battery, MCB, LM2596. Semua rangkaian di rangkai menjadi satu dalam Box panel berukuran 60 x 40 cm.

Adapun komponen-komponen elektronik yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Solar cell*, berfungsi sebagai Teknologi *fotovoltaik (PhotoVoltaic / PV)* digunakan untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik.
2. *SCC (Solar Charger Controller)* berfungsi sebagai melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan.
3. *Inverter*, berfungsi mengubah arus listrik tegangan searah (*DC*) menjadi arus listrik tegangan bolak balik (*AC*).
4. *Battery* berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Sehingga listrik tetap dapat digunakan pada malam hari.
5. *LM2596* berfungsi sebagai stepdown tegangan.
6. LDR sensor cahaya berfungsi untuk saklar otomatis lampu agar pada saat siang lampu keadaan mati, dan pada saat malam lampu keadaan hidup

Cara Kerja Sistem :



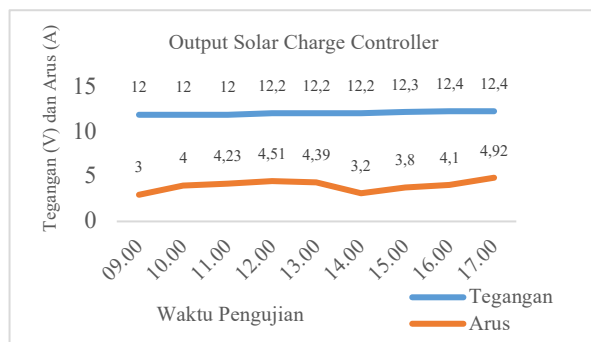
Gambar 3. Diagram Alur Cara Sistem Kerja

Pada gambar 4.1 diagram diatas *Solar cell* ini akan menjadi komponen yang penting pada perancangan PLTS *Off-Grid* ini. Tugas dari *solar cell* ini adalah menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik (*DC*). Lalu *solar cell* ini tersambung pada komponen lainnya yaitu *SCC (Solar Charger Controller)*, *SCC* ini berfungsi untuk mengatur arus listrik searah yang diisi ke *battery*. *Solar charge controller* juga mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena *battery* sudah penuh) dan kelebihan voltase dari *solar cell*. Lalu ada juga komponen elektronik lainnya yaitu *inverter*, *inverter* ini tersambung dengan keluaran *SCC* yang ke *battery*. Nantinya, *inverter* ini berfungsi untuk mengubah arus listrik *DC* yang dihasilkan *solar cell* menjadi arus listrik *AC* untuk beban-beban *AC*. Lalu ada *LM2596* sebagai stepdown tegangan. Karena tegangan keluaran yang diminta adalah 12volt, 9volt, dan 5volt.

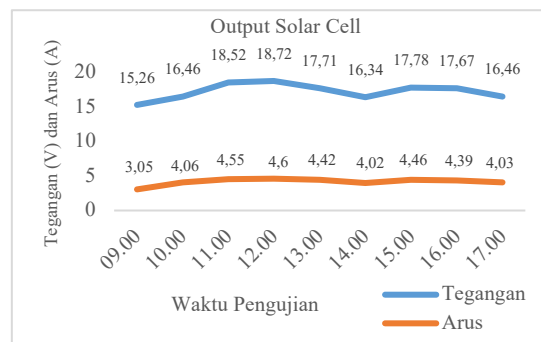
Pengujian ini dilakukan untuk memastikan apakah alat dapat bekerja dengan baik mulai dari output solar cell sampai output *SCC* sehingga meminimalisir terjadinya *error*. Pengujian dilakukan dengan pengamatan tegangan dan arus output dari solar cell dan output *SCC*. Berikut adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada panel surya selama 3 hari berturut-turut.

Tabel 3. Output Tegangan, Arus & Daya dari Solar Cell serta SCC (hari pertama)

No.	Waktu	Cuaca	Output Solar Cell			Output Solar Charge Controller		
			V	I (A)	W	V	I (A)	W
1	09.00	Cerah	15,26	3,05	46,543	12	3	36
2	10.00	Cerah	16,46	4,06	66,8276	12	4	48
3	11.00	Cerah	18,52	4,55	84,266	12	4,23	50,76
4	12.00	Cerah	18,72	4,6	86,112	12,2	4,51	55,022
5	13.00	Cerah	17,71	4,42	78,2782	12,2	4,39	53,558
6	14.00	Berawan	16,34	4,02	65,6868	12,2	3,2	39,04
7	15.00	Cerah	17,78	4,46	79,2988	12,3	3,8	46,74
8	16.00	Cerah	17,67	4,39	77,5713	12,4	4,1	50,84
9	17.00	Cerah	16,46	4,03	66,3338	12,4	4,92	61,008



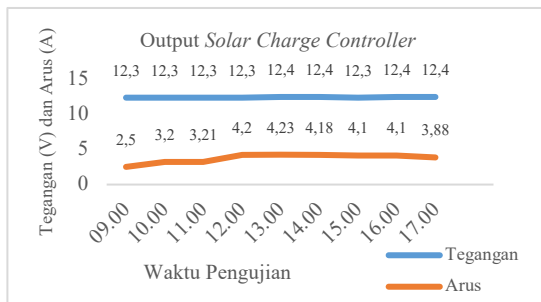
Gambar 4. Tegangan & arus pada SCC



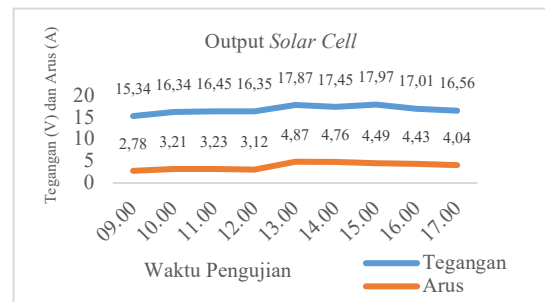
Gambar 5. Tegangan & arus pada Solar Cell

Tabel 4. Output Tegangan ,Arus & Daya dari Solar Cell serta SCC (hari kedua)

No.	Waktu	Cuaca	Output Solar			Output Solar Charge Controller		
			V	I (A)	W	V	I (A)	W
01	09.00	Berawan	15,34	2,78	42,6452	12,3	2,5	30,75
02	10.00	Cerah	16,34	3,21	52,4514	12,3	3,2	39,36
03	11.00	Mendung	16,45	3,23	53,1335	12,3	3,21	39,483
04	12.00	Mendung	16,35	3,12	51,012	12,3	4,2	51,66
05	13.00	Mendung	17,87	4,87	87,0269	12,4	4,23	52,452
06	14.00	Berawan	17,45	4,76	83,062	12,4	4,18	51,832
07	15.00	Cerah	17,97	4,49	80,6853	12,3	4,1	50,43
08	16.00	Cerah	17,01	4,43	75,3543	12,4	4,1	50,84
09	17.00	Berawan	16,56	4,04	66,9024	12,4	3,88	48,112



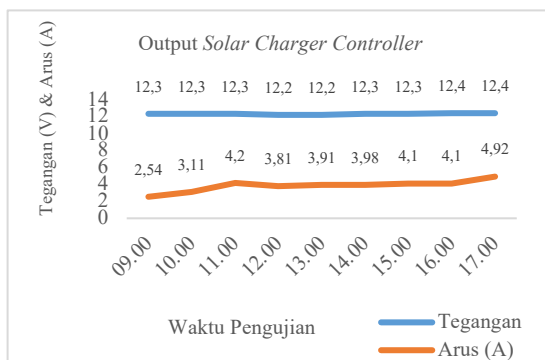
Gambar 6. Tegangan & arus pada SCC



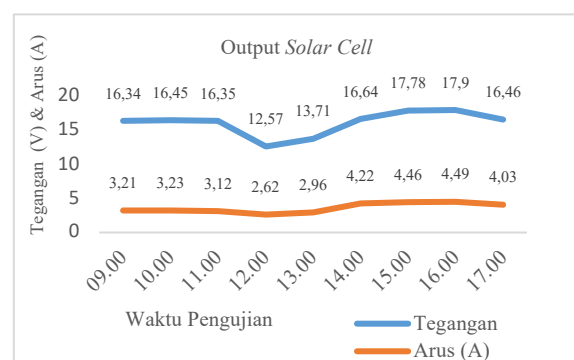
Gambar 7. Tegangan & arus pada Solar Cell

Tabel 5. Output Tegangan, Arus, & Daya dari Solar Cell serta SCC (hari ketiga)

No.	Waktu	Cuaca	Output Solar			Output Solar Charge Controller		
			V	I (A)	W	V	I (A)	W
01	09.00	Berawan	16,34	3,21	52,4514	12,3	2,54	31,242
02	10.00	Berawan	16,45	3,23	53,1335	12,3	3,11	38,253
03	11.00	Berawan	16,35	3,12	51,012	12,3	4,2	51,66
04	12.00	Mendung	12,57	2,62	32,9334	12,2	3,81	46,482
05	13.00	Berawan	13,71	2,96	40,5816	12,2	3,91	47,702
06	14.00	Berawan	16,64	4,22	70,2208	12,3	3,98	48,954
07	15.00	Cerah	17,78	4,46	79,2988	12,3	4,1	50,43
08	16.00	Cerah	17,90	4,49	80,371	12,4	4,1	50,84
09	17.00	Berawan	16,46	4,03	66,3338	12,4	4,92	61,008



Gambar 8. Tegangan & arus pada SCC



Gambar 9. Tegangan & arus pada Solar Cell

Dari hasil pengujian, didapatkan data bahwa tegangan output tertinggi dari solar cell pada hari pertama dan kedua jam 15.00 menghasilkan output tegangan dan arus sebesar 17,78 V dan 4,46 A. (hari pertama). Dan 17,97 V dan 4,49 A. (hari ke dua). Sedang pada hari ketiga menghasilkan output tegangan dan arus sebesar 17,90 V dan 4,49 A. pada jam 16.00. Hal ini di karenakan besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan dari solar cell tergantung dari intensitas sinar matahari.

Dari gambar grafik kurva ke tiga pengujian selama tiga hari diatas menunjukkan bahwa tegangan output

solar charger controller (SCC) hampir berbanding lurus dengan keadaan cuaca yang terjadi, artinya jika cuacanya baik (cerah) semakin baik penyinaran cahaya yang masuk atau sebaliknya jika cuacanya buruk (mendung/berawan) semakin buruk penyinaran cahaya yang masuk.

3.1 Estimasi Waktu yang di butuhkan Untuk charge Baterai Aki

Baterai aki di charge menggunakan Panel Surya sebagai sumber utama energi listrik pada desain sistem charging station. Lama waktu untuk charge Baterai tergantung dari berapa kapasitas Baterai dan Arus yang masuk ke Baterai. Sesuai dengan perhitungan perancangan desain sistem, kapasitas Baterai yang digunakan adalah 35 Ah dengan efisiensi baterai 80%, sedangkan menurut spesifikasi Panel Surya yang digunakan bahwa Panel Surya tersebut mampu menghasilkan Arus maksimal sebesar 5,65A. Maka, untuk perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk charge baterai dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus Panel Surya}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{35 \text{ Ah}}{80 \% \times 5,65 \text{ A}} = 7,7 \text{ jam atau } 7 \text{ jam } 42 \text{ menit}$$

Jadi lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya pada Baterai aki dengan kapasitas 35 Ah adalah 7 jam 42 menit atau mendapat full baterai dalam 8 jam apabila diasumsikan dalam tabel output scc per 1 hari dan cuacanya dalam keadaan full cerah.

3.2 Estimasi Waktu yang di butuhkan Untuk dis-charge Baterai Aki

Karena Baterai aki digunakan untuk mengalirkan energi listrik ke beban, maka lama-lama daya pada baterai akan habis. Berdasarkan perhitungan perancangan sistem, daya yang dibutuhkan untuk charge 3 smartphone adalah 30 Watt. Maka perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk dis-charge baterai aki dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas Baterai} \times \text{Tegangan Baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Beban yang digunakan}}$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{35 \text{ Ah} \times 12 \text{ V}}{80 \% \times 30 \text{ W}} = 17,5 \text{ jam atau } 17 \text{ jam } 30 \text{ menit}$$

Jadi lama waktu yang dibutuhkan untuk dis-charge Baterai aki dengan menggunakan beban 30 Watt adalah 17 jam 30 menit.

4. KESIMPULAN

Hasil dari perancangan ini adalah suatu rangkaian yang di dalam box panel yang mampu berfungsi untuk menjadi sumber listrik dengan bersumber pada energi surya tanpa bantuan dari listrik PLN atau *Offgrid*. Dengan adanya alat ini diharapkan masyarakat dapat terbantu tentang masalah sumber listrik. Arus Keluaran Batre aki bergantung pada Intensitas cahaya matahari yang berlangsung ketika Panel Surya melakukan charging ke Baterai aki. Dari hasil pengujian, didapatkan data bahwa *solar cell* pada jam 15.00 menghasilkan tegangan output sebesar 17,78 V dan arus output 4,46 A. Pada *SCC (Solar Charger Controller)* menghasilkan tegangan *output* sebesar 12,3 V dan arus 3,8 A. Dengan tingkat kecerahan cahaya matahari yang masuk ke solar cell yang dipengaruhi oleh faktor cuaca berbanding lurus dengan daya & arus yang masuk. Alat ini dapat meng-charge 3 smartphone dengan daya 30 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, Tri. 2016. "SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK CHARGER LAPTOP DAN HP DI IST AKPRIND." 3(1):45–49.
- Gunoto, Pamor, and Sofan Sofyan. 2020. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 100 Wp Untuk Penerangan Lampu Di Ruang Selasar Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan." *Sigma Teknika* 3(2):96–106.
- Harahap, Partaonan, Muhammad Adam, and Benny Oktrialdi. 2019. "Optimasi Kapasitas Rooftop Pv Off Grid Energi Surya Berakselerasi Di Tengah Pandemi Covid-19 Untuk Diimplemtasikan Pada Rumah Tinggal." 5(1):31–38.
- Hayusman, Lauhil Mahfudz, and Noor Saputera. 2022. "STUDI PERENCANAAN PANEL KENDALI PLTS-PLN BERDASARKAN KAPASITAS BATERAI UNTUK PLTS OFF-GRID." 8(1).
- Nurhayati, Titik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, and Universitas Semarang. n.d. "Desain Sistem Rooftop off Grid Panel Solar Photovoltaic 1, 2)." 1–7.
- Pasaribu, Faisal Irsan, and Muhammad Reza. 2021. "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP." 3(2):46–55.
- Putri, Raihan, and Selamat Meliala. 2020. "Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah." 1099:117–20.
- Rahman, Renaldy. 2021. "Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Offgrid Untuk Rumah Tinggal Di Kota Banjarbaru." *Jurnal EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)* 4(1):1–7. doi: 10.31602/eeict.v4i1.4540.
- Ramadhanti, Safira Kusuma, Cahyantari Ekaputri, Fakultas Teknik, and Universitas Telkom. 2019. "DESAIN SISTEM PENGGUNAAN PANEL SURYA OFF-GRID UNTUK LAMPU BELAJAR SISWA BERBASIS BATERAI DI SEKOLAH YANG TERLETAK DI DESA TERPENCIL SYSTEM DESIGN OF THE USE OF SOLAR CELL OFF-GRID FOR STUDENT LEARNING LIGHTS BASED BATTERY IN SCHOOLS LOCATED IN A REMOTE."
- Ratnasari, Titi, Tasdik Darmana, Jumiati Jumiati, Arif Sutyanegara, M. Kahfi Fachelinno, Tri Purnama Putra, and Ianatut Toyyibah. 2020. "Rancangan Alat Pengisi Baterai Gadget Dengan Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya." *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi* 26(2):13–19. doi: 10.37277/stch.v26i2.505.
- Sandro Putra, Ch. Rangkuti. 2016. "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal." *Seminar Nasional Cendekiawan* 6(1):23.4.
- Setyawan, Andre. 2022. "PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF GRID UNTUK SUPPLY CHARGE STATION." (1):23–28.
- Sianipar, Rafael. 2014. "DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA." 11:61–78.
- Telkom, Akademi, and Sandhy Putra. n.d. "1 , 2 1,2." 12–23.