

# DESAIN SISTEM CHARGING STATION UNTUK SMARTPHONE SEBAGAI FASILITAS PUBLIK MENGGUNAKAN PANEL SURYA OFF-GRID

Sulthan Shidqi<sup>1</sup>, Sudarmono Sasmono<sup>2</sup>, Faisal Budiman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas Telkom, Bandung

sulthans@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1</sup>, ssasmono@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>,  
faisalbudiman@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

---

## Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit yang lebih ramah lingkungan, karena pembangkit ini membutuhkan sinar matahari untuk dapat menghasilkan energi listrik. PLTS ini bersifat OFF-GRID maka dibutuhkan sebuah tempat penyimpanan energi seperti baterai aki. Baterai aki juga digunakan untuk menyalurkan energi listrik ke beban dimana beban yang digunakan adalah *charging smartphone*. Dan membutuhkan *solar charge controller* yang berfungsi untuk mengatur energi listrik yang di hasilkan oleh panel surya.

Penelitian Tugas Akhir ini adalah menganalisis desain sistem *charging station smartphone* sebagai fasilitas publik. Pada pengujian dan analisis Tugas Akhir ini di lakukan 3 pengujian, yaitu pengujian berapa waktu yang di butuhkan baterai aki untuk melakukan *charge* menggunakan panel surya, berapa waktu yang di butuhkan baterai aki untuk *dis-charge* menggunakan beban yaitu *charging smartphone*, dan melakukan pengujian *secara real time* dengan melakukan *charge* dan *dis-charge* baterai aki secara bersama-sama . Baterai yang digunakan mempunyai kapasitas total 12V 52Ah. Pada metode pengujian *charge* baterai aki dengan panel surya membutuhkan waktu 4 hari, untuk pengujian *dis-charge* menggunakan beban membutuhkan waktu 6 hari, dan pengujian *secara real time* di dapat bahwa arus keluaran mengalami *fluktuatif* karena arus keluaran sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang berlangsung ketika panel surya melakukan *charge* ke baterai.

**Kata Kunci:** Panel Surya, OFF-GRID, *Charging Smartphone*, *Solar Charge Controller*

---

## Abstract

*Solar power plants (PLTS) are more environmentally friendly because they need sunlight to be able to produce electrical energy. This PLTS is OFF-GRID, so it requires an energy storage place such as battery batteries. Battery batteries are also used to channel electrical energy to the load where the load used is charging the smartphone. And it requires a solar charge controller that serves to regulate the electrical energy generated by solar panels. This final task is to analyze the design of the smartphone charging station system as a public facility. In testing and analysis this Final Task is done 3 tests, namely testing how long it takes the battery to charge using solar panels, how much time it takes the battery to charge using the load that is charging a smartphone and testing in real time by charging and charging the battery battery together. The battery used has a total capacity of 12V 52Ah. In the battery charge testing method with solar panels takes 4 days, for dis-charge testing using load takes 6 days and testing in real time in can that the output current fluctuating because the output current is very dependent on the intensity of sunlight that takes place when the solar panel charges to the battery.*

**Keywords:** *Solar Panel, OFF-GRID, Charging Smartphone, Solar Charge Controller*

---

## 1. Pendahuluan

Di era digital seperti sekarang sudah banyak masyarakat yang mempunyai *smartphone* untuk meningkatkan aktifitas mereka, bahkan menurut survey yang dilakukan oleh [katadata.co.id](http://katadata.co.id) di tahun 2020 penggunaan *smartphone* di Indonesia sudah mencapai 70%[1]. Seiring berjalannya waktu *smartphone* semakin terjangkau untuk semua kalangan. Selain itu karena bentuknya yang ringkas dan dapat dipakai berulang kali dengan cara men-charge *smartphone* mereka apabila kehabisan daya. Akan tetapi tidak sedikit orang yang ingat untuk men-charge *smartphone* mereka sebelum bepergian, sehingga apabila sedang diluar dan baterai mereka habis mereka akan mencari tempat untuk men-charge *smartphone* mereka, sehingga diperlukan *charging station*. Umumnya *charging station* menggunakan energi listrik PLN sebagai sumber dayanya, tetapi jika hanya menggunakan energi listrik dari PLN tentunya akan mengeluarkan biaya lebih mahal. Untuk mengurangi masalah tersebut maka dilakukan perancangan PLTS dengan memanfaatkan energi matahari. Kelebihan dari pemanfaatan energi matahari yaitu tidak menimbulkan polusi seperti energi lainnya sehingga lebih ramah lingkungan dan energi tersebut sangat mudah didapatkan mengingat letak geografis Indonesia yang sangat mendukung untuk ketersediaan energi tersebut. Energi matahari bisa dimanfaatkan secara langsung dengan menggunakan media panel surya atau photovoltaic(PV).

Pada tugas akhir ini dibuat rancang sistem penggunaan panel surya OFF-GRID untuk *charging station* yang diletakkan taman kota. Dengan tujuan merancang dan mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan panel surya dan energi listrik yang dihasilkan disimpan di dalam baterai aki. Dengan begitu diharapkan dapat menganalisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya yang tepat untuk masyarakat kota agar dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan mereka, terutama untuk *charging smartphone*.

## 2. Dasar Teori/Material dan Metodologi/Perancangan

### 2.1 Charging station in public area

*Charging Station* merupakan fasilitas umum yang dapat digunakan untuk kepentingan bersama dan menjadi hak bagi semua masyarakat. Ada 2 jenis *charging station* di Indonesia, yang pertama yaitu *charging station* kendaraan listrik, dan yang kedua yaitu *charging station smartphone*. *charging station smartphone* ini biasanya diletakkan di taman kota atau fasilitas-fasilitas umum lainnya seperti rumah sakit, bandara, dan pusat perbelanjaan. Menurut [id.gadget-info.com](http://id.gadget-info.com) *charging station* memiliki banyak port pengisian sehingga dapat melakukan pengisian secara bersamaan tanpa kompromi dalam masalah kecepatan pengisian. Selain itu juga memiliki fitur yang dapat menyesuaikan dengan tipe *smartphone* yang digunakan[10]. Umumnya *charging station* yang berada di fasilitas umum memiliki lemari kecil yang dapat dikunci untuk menaruh *smartphone* mereka ketika sedang melakukan pengisian daya. Akan tetapi terdapat juga *charging station* yang memiliki bentuk seperti gazebo agar masyarakat yang menggunakan fasilitas tersebut dapat duduk dengan nyaman ketika sedang melakukan pengisian daya.

### 2.2 Panel Surya

Panel surya atau bisa disebut dengan fotovoltaik adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic cells* terbuat dari bahan khusus seperti silikon. Pada saat cahaya mengenai sel, sebagian fungsi dari silikon tersebut menyerap energi matahari. Dimana besarnya arus listrik yang diperoleh sangat bergantung dengan energi cahaya yang mengenai sel surya tersebut. Energi yang diserap tersebut membuat *electron* menjadi merenggang dan menyebabkan *electron* lebih bebas bergerak. Panel surya mengandung medan listrik yang memaksa *electron* bergerak dengan arah tertentu. Aliran *electron* ini merupakan arus listrik, dan dengan menghubungkan logam di atas dan di bawah PV, maka kita bisa mengalirkan listrik ke luar [3]. Terdapat 3 jenis Panel Surya, yaitu:

1. Monocrystalline  
Monocrystalline merupakan salah satu jenis panel surya yang paling efisien dibanding jenis panel surya lainnya. Panel surya ini memiliki tingkat efisiensi sampai dengan 20% sehingga biasa digunakan untuk konsumsi listrik dalam skala besar. Polycrystalline
2. Polycrystalline terbuat dari beberapa kristal silikon yang dilebur berbentuk persegi. Namun efisiensi dari polycrystalline hanya sebesar 16% lebih kecil dibanding monocrystalline dan harga dari panel surya ini lebih murah.
3. Thin Film

Thin Film memiliki ukuran yang sangat tipis dibanding 2 jenis panel surya lainnya, hal ini menyebabkan Thin Film memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki sifat yang lebih fleksibel. Namun tingkat efisiensi dari panel surya ini terbilang cukup rendah dibanding jenis panel surya lainnya.

### 2.3 Solar Charge Controller

*Solar Charge Controller* merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengontrol aliran arus pada saat melakukan pengisian daya ke baterai. Fungsi dari *Solar Charge Controller* ini adalah untuk menghindari *over charging* pada saat sedang melakukan pengisian daya ke baterai sehingga masa pakai dari baterai tersebut akan bertambah lama. Jika tegangan atau kapasitas baterai diluar kemampuan, maka *charge controller* akan memutus beban sehingga baterai tidak terbebani dengan kondisi kapasitas maksimum. Terdapat 2 jenis *Solar Charge Controller*, yaitu:

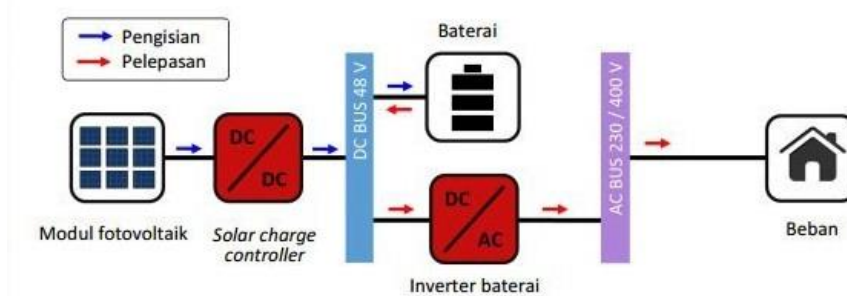
#### 1. Pulse Width Modulation (PWM)

*Charge Controller* tipe PWM merupakan *charge controller* yang menggunakan 'lebar' pulse dari *on* dan *off* elektrikal, sehingga menciptakan seolah-olah *sine wave electrical form*. *Charge Controller* tipe ini lebih cocok digunakan untuk sistem dengan kapasitas yang kecil,

#### 2. Maximum Power Point Tracking (MPPT)

*Charge Controller* tipe MPPT merupakan *Charge Controller* yang dapat mengambil daya maksimum dari panel surya (PV). MPPT *Charge Controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang dihasilkan oleh panel surya ke dalam baterai.. *Charge Controller* ini lebih cocok digunakan untuk sistem dengan kapasitas yang besar.

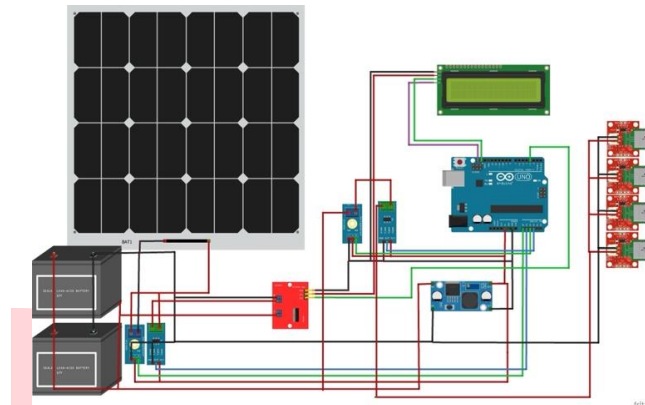
### 2.4 Sistem OFF-GRID



Gambar 1. Sistem OFF-GRID

Sistem pembangkit OFF-GRID atau juga bisa disebut *stand alone PV (photovoltaic) system* adalah sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian panel surya untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan. Sistem OFF-GRID bersifat mandiri karena sistem ini tidak terhubung dengan sistem jaringan listrik utama (PLN) sehingga penggunaan sistem ini dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tagihan listrik dari sistem jaringan utama. Selain itu, sistem OFF-GRID biasanya menggunakan baterai tambahan yang berfungsi untuk penyimpanan energi yang dihasilkan oleh panel surya, selain itu baterai berfungsi untuk *backup energy* ketika panel surya tidak mendapat cahaya matahari yang cukup seperti pada saat malam hari atau kondisi cuaca mendung dan matahari tertutup oleh awan.

## 2.6 Desain Perangkat Keras



Gambar 2. Desain Perangkat Keras *Charging Station Smartphone*

Gambar 2 merupakan desain perangkat keras dari *charging station smartphone*. Komponen utama dari sistem *charging station smartphone* ini menggunakan panel surya jenis polycrystalline dengan kapasitas 50Wp. Karena pada penelitian ini menggunakan sistem OFF- GRID maka diperlukan baterai tambahan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya, jenis baterai yang digunakan adalah baterai aki VRLA karena umum digunakan pada sistem panel surya OFF-GRID dan kapasitas total dari baterai yang digunakan adalah 12V 52Ah. Selain itu baterai berfungsi sebagai penyalur tegangan dan arus agar dapat digunakan untuk *charging smartphone*.

### 3. Pembahasan

#### 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 52Ah dengan efisiensi baterai 80%, sedangkan menurut spesifikasi Panel Surya yang digunakan bahwa Panel Surya tersebut mampu menghasilkan Arus maksimal sebesar 2,97A. Maka, untuk perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *charge* Baterai dapat dilihat pada persamaan 1 berikut.

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Arus Panel Surya}} \quad (1)$$

$$\text{Estimasi Waktu Charge} = \frac{52Ah}{80\% \times 2,97A} = 22 \text{ jam}/1 \text{ hari } 10 \text{ jam}$$

Jadi lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi daya pada Baterai aki dengan kapasitas 52Ah adalah 22 jam atau 1 hari 10 jam apabila diasumsikan dalam 1 hari dilakukan pengisian selama 12 jam.

#### 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* 4 *smartphone* adalah 40Watt. Maka perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *dis-charge* Baterai aki dapat dilihat pada persamaan 2 berikut.

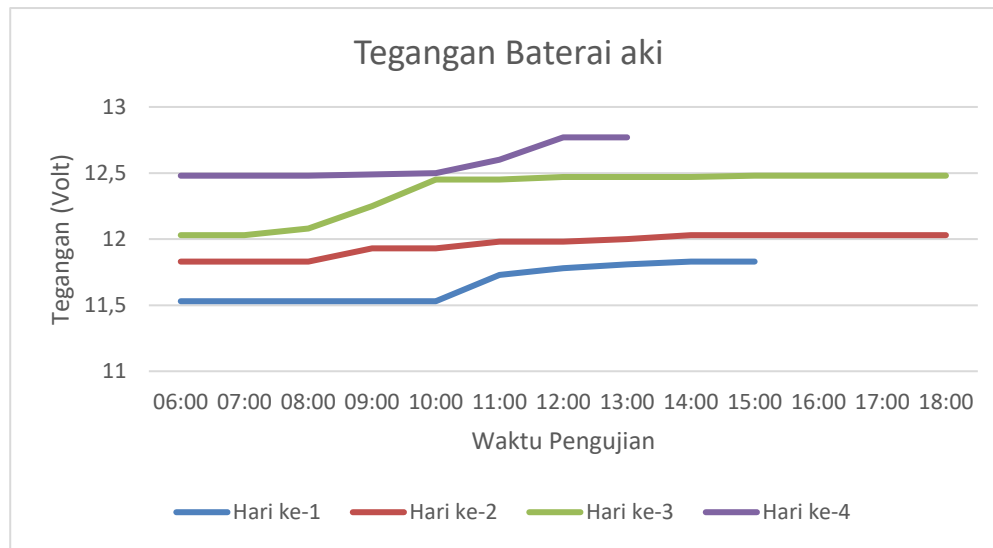
$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{\text{Kapasitas Baterai} \times \text{Tegangan Baterai}}{\text{Efisiensi} \times \text{Beban yang digunakan}} \quad (2)$$

$$\text{Estimasi Waktu dis - charge} = \frac{52Ah \times 12V}{80\% \times 40Watt} = 19 \text{ jam}/1 \text{ hari } 7 \text{ jam}$$

Jadi lama waktu yang dibutuhkan untuk *dis-charge* Baterai aki dengan menggunakan beban 40 Watt adalah 19 jam atau 1 hari 7 jam apabila diasumsikan dalam 1 hari dilakukan pengosongan baterai aki selama 12 jam.

### 3.3 Pengujian Waktu yang di butuhkan Baterai Aki Untuk *Charge*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan Baterai aki agar dapat terisi penuh dengan menggunakan Panel Surya sebagai sumber energi listrik utama. Pengujian dilakukan dalam beberapa hari sampai Baterai aki terisi penuh. Untuk baterai aki sudah dilakukan pengosongan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengujian dan menunjukkan tegangan baterai pada saat kosong yaitu 11.53V.

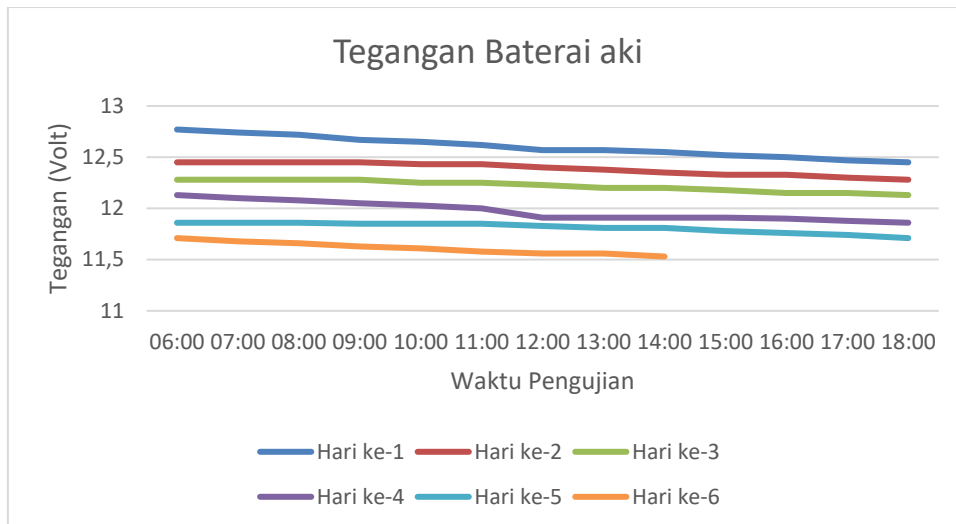


Gambar 3. Tegangan Baterai Aki Pengujian Waktu yang di butuhkan Untuk *Charge* Hari ke-1 Sampai Hari ke-4

Setelah dilakukan pengujian, maka hasil analisis yang di dapat bahwa membutuhkan waktu selama 4 hari atau untuk baterai aki terisi dari kosong sampai penuh, dan selama 4 hari tersebut tegangan baterai terus menunjukkan kenaikan. Hal ini berbeda dengan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *charge* baterai aki yang membutuhkan waktu 1 Hari 10 jam. Dimana Tegangan baterai aki pada saat kosong yaitu 11,53V dan ketika baterai aki penuh menunjukkan angka 12,77V. Akan tetapi selama pengujian efisiensi sistem belum maksimal, terutama pada hari ke-1 dan ke-4 dimana pengujian data tidak maksimal sampai sore hari, hal ini dikarenakan faktor cuaca dan penempatan panel surya yang tidak mengarah langsung ke sinar matahari.

### 3.4 Pengujian Waktu yang di butuhkan Baterai Aki untuk *dis-charge*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan Baterai aki untuk kembali ke keadaan kosong dengan menggunakan 4 beban *charging smartphone* dengan asumsi satu *smartphone* dilakukan pengisian daya selama 3 jam secara bergantian, dan Vout yaitu 5V. Dimana *smartphone* yang digunakan memiliki kapasitas baterai yang berbeda yaitu , Iphone 7 Plus dengan kapasitas baterai 2900mAh, Samsung Galaxy Note 10 Lite dengan kapasitas baterai 4500mAh, Samsung Galaxy A71 dengan kapasitas baterai 4500mAh, dan OPPO Reno 2 dengan kapasitas baterai 4000mAh. Pengujian dilakukan dalam beberapa hari sampai Baterai aki habis dimana sebelumnya sudah dilakukan pengujian bahwa tegangan baterai pada saat habis menunjukkan angka 11,53V dan kondisi baterai pada saat penuh menunjukkan angka 12,77V.

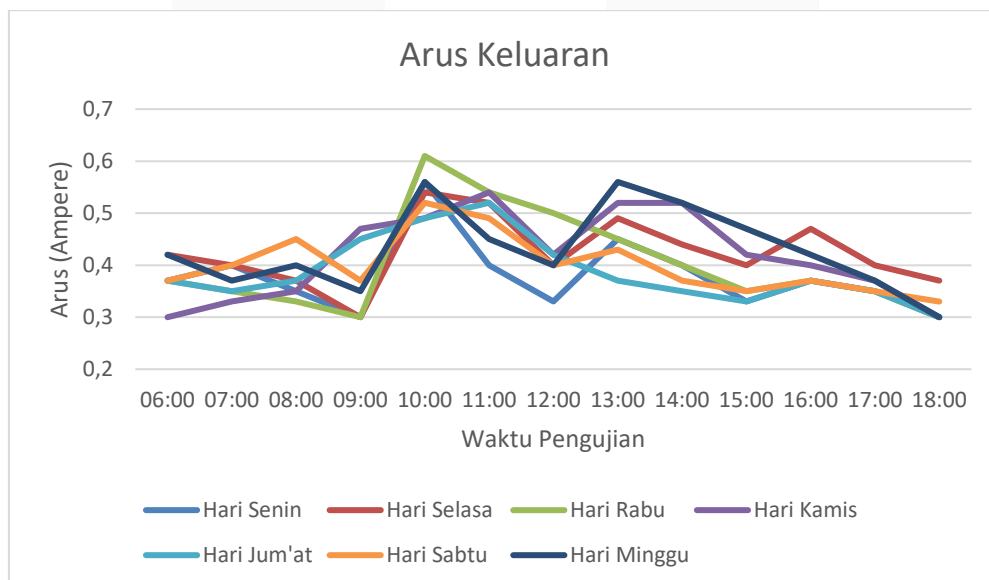


Gambar 4. Tegangan Baterai Aki Pengujian Waktu yang di butuhkan Baterai Aki Untuk *dis-charge* Hari ke-1 sampai Hari ke-6

Setelah dilakukan pengujian, maka hasil analisis yang di dapat bahwa membutuhkan waktu selama 6 hari untuk baterai dapat habis dari keadaan semula yaitu penuh, dan selama 6 hari tersebut tegangan baterai terus menunjukkan penurunan. Hal ini berbeda dengan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *dis-charge* baterai aki yang membutuhkan waktu 1 hari 7 jam. Dimana Tegangan baterai aki pada saat penuh yaitu 12,77V dan ketika baterai aki habis menunjukkan angka 11,53V. Akan tetapi pengujian membutuhkan waktu yang lama dikarenakan beban tidak langsung digunakan secara bersamaan, melainkan digunakan satu-satu agar pengujian dapat dilakukan selama 12jam.

### 3.5 Pengujian Secara *Real Time*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik Arus Keluaran dari Baterai aki ketika dilakukan proses *charge* dari Panel Surya ke Baterai aki disaat yang bersamaan. Pengujian ini dilakukan selama satu minggu dari hari senin sampai minggu dan pengujian di lakukan pada siang hari atau yang dimana pada waktu tersebut terdapat irradiasi sinar matahari.



Gambar 5. Arus Keluaran Pengujian Secara *Real Time* Dari Hari Senin Sampai Minggu

Setelah dilakukan pengujian secara *real time* dari Hari Senin sampai Minggu, didapat bahwa Arus keluaran dari Baterai aki mengalami *fluktuatif*. Karena Arus Keluaran bergantung pada Intensitas cahaya

matahari yang berlangsung ketika Panel Surya melakukan *charging* ke Baterai aki. Berbeda dengan pada saat proses *dis-charge* Baterai aki, yang Arus Keluarannya cenderung stabil.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dari pengujian Desain Sistem Charging Station Untuk Smartphone Sebagai Fasilitas Publik Menggunakan Panel Surya OFF-GRID, dapat di simpulkan bahwa:

1. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *charge* baterai aki dari habis sampai penuh dengan menggunakan Panel Surya sebagai sumber energi listrik utama yaitu 4 Hari.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk *dis-charge* baterai aki dari penuh sampai habis dengan menggunakan beban *charging smartphone* yaitu 6 Hari.
3. Tegangan Baterai aki dikatakan kosong menunjukkan angka 11,53V dan Tegangan Baterai aki dikatakan penuh menunjukkan angka 12,77V. Penelitian ini terbatas karena parameter yang digunakan untuk menilai apakah Baterai aki kosong atau penuh tidak menggunakan alat pengukur energi baterai.
4. Penggunaan Baterai aki sangat berpengaruh karena ketika cuaca sedang mendung atau matahari tertutup oleh awan, maka masih dapat melakukan *charging smartphone* karena Energi Listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya sudah tersimpan di dalam Baterai aki sebelumnya.
5. Arus Keluaran Baterai aki bergantung pada Intensitas cahaya matahari yang berlangsung ketika Panel Surya melakukan *charging* ke Baterai aki

Untuk penelitian selanjutnya, desain sistem disarankan untuk:

1. Menggunakan kapasitas Panel Surya yang besar agar pengisian Baterai aki dapat lebih cepat.
2. Pemasangan Panel Surya yang dapat mengikuti pergerakan matahari agar Panel Surya lebih efisien.
3. Menggunakan alat pengukur energi baterai agar dapat dengan mudah mengetahui energi dari baterai yang digunakan.
4. Menggunakan sensor energi supaya dapat menghitung berapa energi yang ada pada Baterai aki

#### REFERENSI

- [1]. Pusparisa Yosepha. 2020. Pengguna *Smartphone* diperkirakan mencapai 89% populasi pada 2025. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/09/15/pengguna-smartphone-diperkirakan-mencapai-89-populasi-pada-2025>, diakses pada 9 Desember 2020
- [2]. Prastiwi Andriani, dkk. 2018. "*Photovoltaic Terapan: Teknologi dan Implementasi*". Malang : Polinema Press.
- [3]. Iskandar Charles Soetyono, Latief Nurlaela. 2018. "*Sistem Listrik Tenaga Surya Disain, dan Operasi Instalasi*". Sleman : Deepublish
- [4]. Arsana Jati I Putu dkk. 2017. "*Perencanaan Prasarana Perkotaan*". Sleman: Deepublish
- [5]. Safira Kusuma Ramadhanti. 2019. "*Desain Sistem Penggunaan Panel Surya OFF-GRID Untuk Lampu Belajar Siswa Berbasis Baterai di Sekolah yang terletak di Desa Terpencil*". Bandung. Telkom University
- [6]. Wong, S. Y. (2013). An Off-Grid Solar System for Rural Village Implementation in East Malaysia. *Ieee*, 1–96
- [7]. Ghafoor, A., & Munir, A. (2015). Design and economics analysis of an off-grid PV system for household electrification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 496–502.
- [8]. Kulworawanichpong, T., & Mwambeleko, J. J. (2015). Design and costing of a stand-alone solar photovoltaic system for a Tanzanian rural household. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 12, 53–59.
- [9]. Vasconcelos Sampio Goncalves Priscila, Aguirre Gonzales Mario Orestes. 2017. "*Photovoltaic Solar Energy: Conceptual Framework*". *Science Direct. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 74, 590-601
- [10]. Gadget-info.com. 2019. "10 Stasiun Pengisian Daya Terbaik Untuk *Smartphone*", <https://id.gadget-info.com/59887-10-best-charging-stations-for-mobile-phones>, diakses pada 20 Agustus 2021