

## RANCANG BANGUN *CHARGER* DAN *SUPPLY* CADANGAN AKI SEPEDA MOTOR DENGAN *SOLAR CELL* BERBASIS IOT

Ade Setiawan<sup>1</sup>, Rianda<sup>2</sup>, Agus Riyanto<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Indonesia

adebbid35@gmail.com, riandafarhan@gmail.com, ariyanto228@gmail.com

| Informasi Artikel                                                                                 | Abstract                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vol: 2 No: 7 Juli 2025<br>Halaman : 13-20                                                         | <i>This research aims to design a charger and backup power system for the main battery of a motorcycle based on solar cells and IoT. This system reduces the dependence on the main battery in case of failure by providing a backup power supply as an alternative power source. In addition, the backup power can be used to charge electronic devices such as cell phones. Solar panels are used as the primary power source to charge the backup supply through a maximum power point tracking constant voltage controller (MPPT-CVC) based on a solar charge controller (SCC). Real-time data on the state of the battery, backup power and solar panels is monitored via an IoT platform using an ESP32 microcontroller. Test results show that the system is capable of maintaining a stable power supply for motorcycle starters and external devices with an average SCC efficiency of 70%. This system is expected to be an innovative solution in the use of renewable energy that is more efficient and environmentally friendly in two-wheeled vehicles.</i> |
| <b>Keywords:</b><br>Solar Cell<br>Internet of Things (IoT)<br>Maximum Power Point Tracking (MPPT) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang sistem pengisi daya dan suplai cadangan untuk aki utama sepeda motor berbasis solar cell dan IoT. Sistem ini mengurangi ketergantungan pada aki utama saat terjadi kegagalan fungsi dengan menyediakan suplai cadangan sebagai sumber daya alternatif. Selain itu, suplai cadangan dapat digunakan untuk mengisi daya perangkat elektronik, seperti handphone. Panel surya digunakan sebagai sumber energi utama untuk mengisi suplai cadangan melalui Solar Charge Controller (SCC) berbasis Maximum Power Point Tracking-Constant Voltage Controller (MPPT-CVC). Data real-time kondisi aki, suplai cadangan, dan panel surya dipantau melalui platform IoT menggunakan mikrokontroler ESP32. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan kestabilan suplai daya untuk starter sepeda motor dan perangkat eksternal dengan efisiensi rata-rata SCC mencapai 70%. Sistem ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam penggunaan energi terbarukan yang lebih efisien dan ramah lingkungan pada kendaraan roda dua.

**Kata Kunci :** Solar Cell, Internet of Things (IoT), Maximum Power Point Tracking (MPPT)

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam transportasi dan energi, termasuk sepeda motor. Sepeda motor matic Honda memiliki sistem kelistrikan otomatis, seperti lampu utama yang menyala otomatis dan fitur standar samping yang mematikan mesin. Namun, sistem ini dapat menyebabkan aki terkuras jika kelistrikan tetap aktif saat mesin mati, terutama jika pengendara lupa mematikan motor yang menggunakan remote. Hal ini menjadi masalah bagi pengguna di daerah terpencil yang kesulitan mengakses listrik atau mengganti aki saat daya habis.

Energi terbarukan, khususnya tenaga surya, menawarkan solusi yang efisien dan ramah lingkungan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar, termasuk tenaga surya, air, angin, biomassa, laut, dan panas bumi. Provinsi Kalimantan Barat memiliki potensi energi surya tertinggi di Indonesia, yaitu sekitar 20 Gigawatt (Praditya Tampubolon, 2019). Namun, pemanfaatannya masih terbatas.

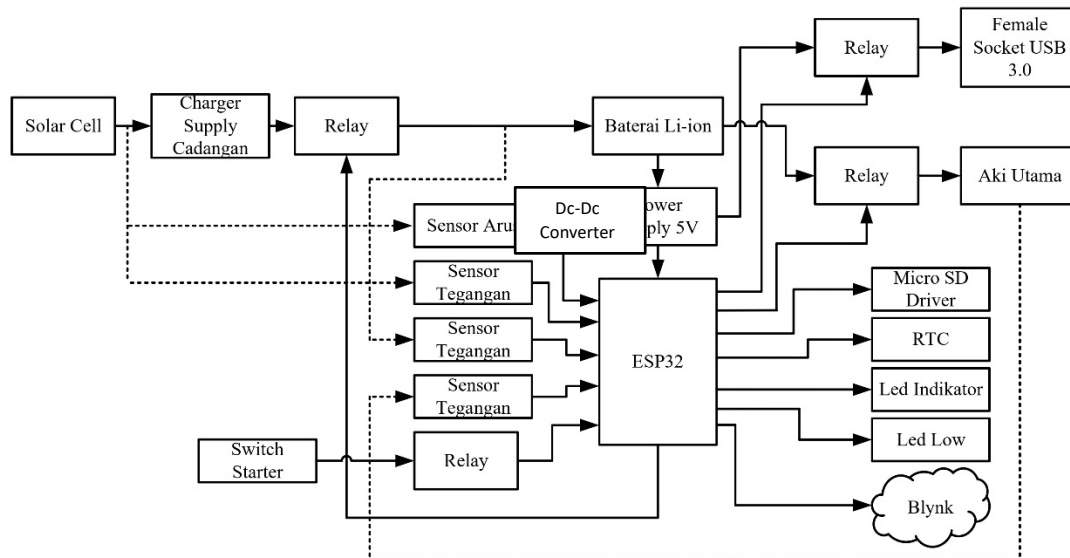
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan sistem charger dan suplai cadangan berbasis solar cell dan IoT. Sistem ini menggunakan baterai Li-ion sebagai suplai cadangan saat aki utama habis atau rusak, serta memanfaatkan panel surya dan *Solar Charge Controller* (SCC) berbasis *Maximum Power Point Tracking-Constant Voltage Controller* (MPPT-CVC). Selain itu, fitur IoT memungkinkan pemantauan kondisi aki utama, suplai cadangan, dan panel surya secara *real-time*.

Sistem ini tidak terhubung langsung dengan kelistrikan sepeda motor, tetapi hanya digunakan untuk starter awal, sehingga tidak mengganggu sistem kelistrikan utama.

## METODE

### Diagram Blok Sistem

Cara kerja sistem dapat digambarkan dengan diagram blok sistem, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Adapun Penjelasan dari diagram blok sistem:

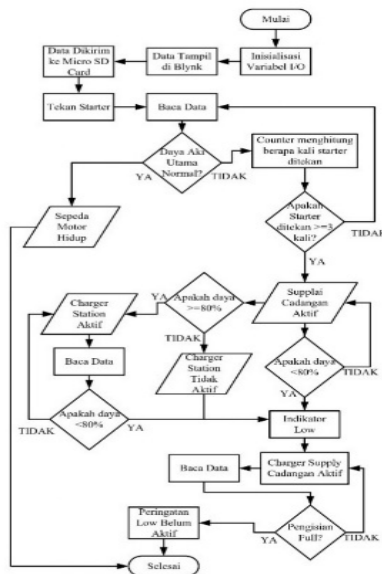
1. *Solar cell*, atau panel surya sebagai sumber listrik dengan menggunakan energi matahari lalu dikonversi ke energi listrik.
2. Baterai Li-ion, sebagai *supply* Cadangan juga digunakan sebagai pengganti aki utama sementara jika aki utama tidak bisa berfungsi. Juga digunakan sebagai sumber listrik untuk mikrokontroler dan mengisi daya pada *handphone*.
3. ESP32, sebagai mikrokontroler yang berperan sebagai otak utama dalam sistem. mengontrol semua komponen yang terhubung dengan ESP32 sesuai yang diinginkan.
4. *Switch Starter* adalah tombol yang ada di sepeda motor untuk menghidupkan/*starter* sepeda motor.
5. *Dc-Dc Converter*, rangkaian penurun tegangan dari *supply* cadangan untuk mikrokontroler dan *charger station*.
6. *Charger supply* cadangan, rangkain pengisi daya untuk *supply* cadangan menggunakan rangkaian SCC MPPT.
7. *Charger station* adalah *female socket* usb 3.0 atau tempat untuk mengisi daya pada *handphone*.
8. Sensor arus, sebagai pengukur arus listrik pada panel surya.
9. Sensor tegangan, sebagai pengukur tegangan pada aki utama, *supply* cadangan dan panel surya.
10. Led, sebagai indikator ketika *supply* cadangan aktif dan ketika dalam keadaan *supply low*.
11. *Micro SD Driver*, sebagai penyimpan data sistem berupa waktu, tegangan dan arus berbentuk *data logger* yang dikelola dari ESP32.
12. RTC (*Real Time Clock*), sebagai penampil waktu nyata pada data sistem yang dikelola ESP32.
13. Blynk, sebagai *platform* IoT yang terhubung dengan ESP32. Blynk sebagai penampil data yang dikelola oleh ESP32, monitoring secara *real-time* sistem.

### Flowchart Sistem dan Flowchart Program

Flowchart digunakan sebagai representasi visual untuk memperjelas alur kerja sistem yang dikembangkan.

### 2.2.1 Flowchart Sistem

Cara kerja flowchart sistem dapat dipahami melalui Gambar 2 berikut:



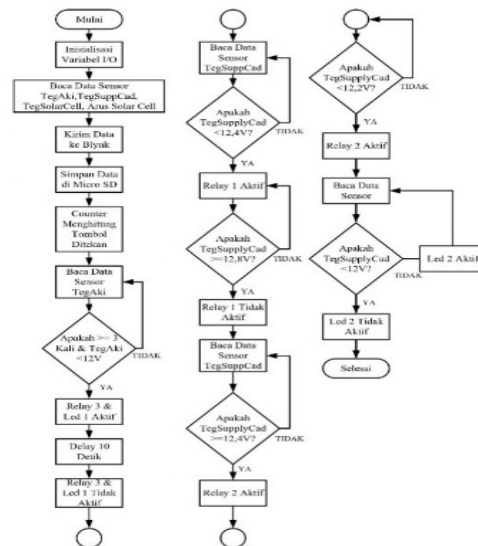
Gambar 2. Flowchart Sistem

Penjelasan flowchart sistem:

Sistem dimulai dengan inialisasi variabel I/O, lalu data ditampilkan di Blynk dan disimpan ke Micro SD Card. Saat tombol starter ditekan, sistem membaca kondisi aki utama. Jika normal, motor menyala, jika tidak, counter menghitung jumlah starter. Jika mencapai tiga kali atau lebih, suplai cadangan aktif, jika kurang, sistem membaca data ulang. Untuk mengisi daya handphone, suplai cadangan harus  $\geq 80\%$ , jika kurang, pengisian tidak bisa dilakukan. Jika daya suplai cadangan  $< 80\%$ , indikator low menyala dan charger suplai cadangan aktif. Sistem terus memantau hingga pengisian penuh, jika belum, charger tetap aktif, jika sudah, peringatan low dinonaktifkan.

### 2.2.2 Flowchart Program

Cara kerja flowchart program dapat dipahami melalui Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Flowchart Program

Penjelasan flowchart program:

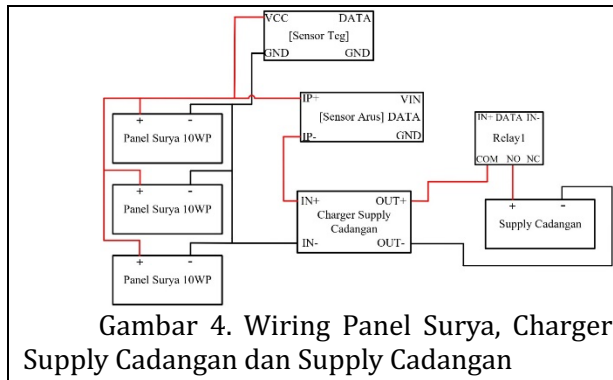
Program dimulai dengan inialisasi sistem, termasuk pengaturan variabel I/O, sensor, relay, LED, modul Blynk, dan microSD. Data tegangan dan arus dibaca, dikirim ke Blynk untuk pemantauan real-time, dan dicatat di microSD. Program mengontrol relay berdasarkan tegangan suplai cadangan. Jika tegangan turun di bawah 12,4V, Relay 1 aktif untuk mengisi ulang dan mati saat mencapai 12,8V. Jika suplai cadangan mencapai 12,4V, Relay 2 mengalihkan beban ke suplai cadangan LED 2 menyala jika tegangan  $<12V$  dan mati saat kembali normal. Tombol darurat mengaktifkan Relay 3 jika ditekan tiga kali atau lebih saat tegangan aki  $<12V$ . Relay ini bekerja selama 10 detik untuk mencegah penggunaan berlebihan. Sistem bekerja dalam loop yang memantau tegangan, mengontrol relay, dan memberikan indikasi visual, memungkinkan pemantauan langsung melalui Blynk serta pencatatan data untuk analisis.

## Wiring Diagram Sistem

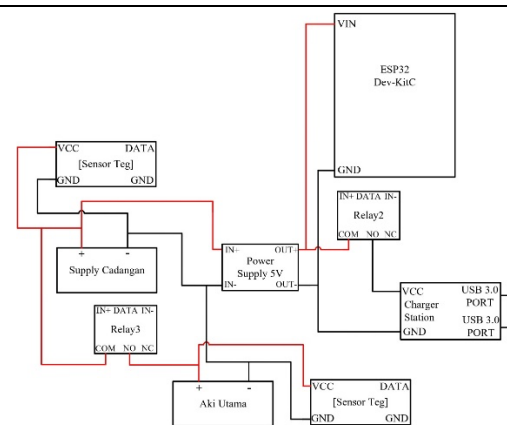
Berikut merupakan *wiring* keseluruhan sistem yang dibagi menjadi 5 gambar sebagai berikut:

### 1. Wiring Panel Surya, Charger Supply Cadangan dan Supply Cadangan

## 2. Wiring Supply Cadangan, Aki Utama, Dc-Dc Converter, ESP32 dan Charger Station

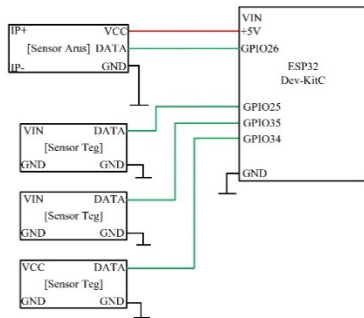


Gambar 4. Wiring Panel Surya, Charger Supply Cadangan dan Supply Cadangan



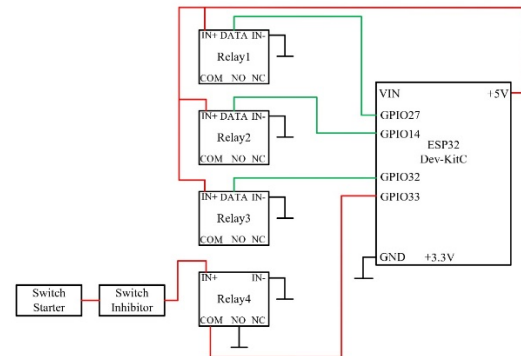
Gambar 5. Wiring Supply Cadangan, Aki Utama, Dc-Dc Converter, ESP32 dan Charger Station

### 3. Wiring Sensor Arus, Sensor Tegangan dan ESP32



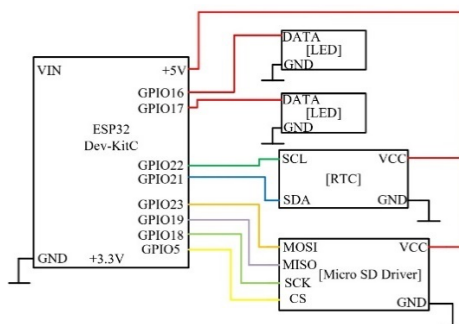
Gambar 6. Wiring Sensor Arus, Sensor Tegangan dan ESP32

### 4. Wiring ESP32, Relay, Switch Starter dan Switch Inhibitor



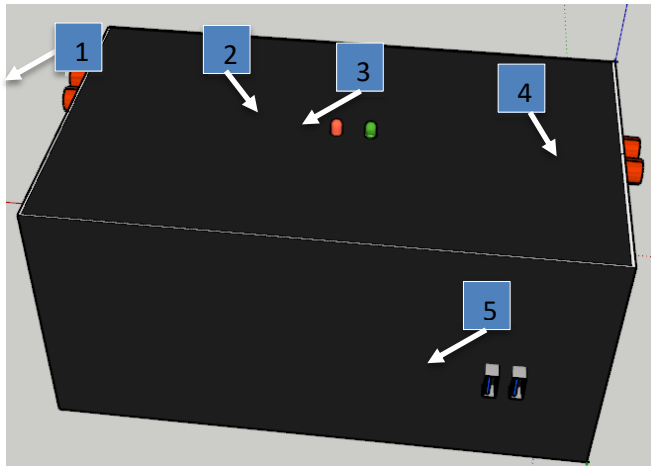
Gambar 7. Wiring ESP32, Relay, Switch Starter dan Switch Inhibitor

### 5. Wiring ESP32, Modul RTC dan Modul Micro SD



Gambar 8. Wiring ESP32, Modul RTC dan Modul Micro SD

## Desain Sistem Alat



Gambar 9. Desain 3D Alat

Tabel 1. Keterangan Desain Alat

| No | Keterangan                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Terminal <i>Input</i> (Tempat Pengisian Daya Suplai Cadangan Dari Panel Surya) |
| 2  | Led Indikator <i>Low</i> Suplai Cadangan                                       |
| 3  | Led Indikator Suplai Cadangan Aktif                                            |
| 4  | Terminal <i>Output</i> (Tempat pengganti aki utama dengan suplai cadangan)     |
| 5  | Terminal Pengisian Daya Pada <i>Handphone</i>                                  |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Alat Ketika Pengisian Daya Pada Supply Cadangan Dengan Panel Surya

Tabel 2. Pengujian Alat Ketika Pengisian Daya Pada Supply Cadangan Dengan Panel Surya

| No | Waktu (Jam) | Status Panel Surya |                | Status Supply Cadangan |               |
|----|-------------|--------------------|----------------|------------------------|---------------|
|    |             | Vout (Volt)        | I out (Ampere) | Vin (Volt)             | I in (Ampere) |
| 1  | 12:00       | 17,24              | 0,183          | 12,34                  | 0,087         |
| 2  | 12:10       | 17,23              | 0,179          | 12,34                  | 0,085         |
| 3  | 12:20       | 17,23              | 0,18           | 12,34                  | 0,086         |
| 4  | 12:30       | 17,21              | 0,162          | 12,35                  | 0,082         |
| 5  | 12:40       | 17,22              | 0,177          | 12,35                  | 0,083         |
| 6  | 12:50       | 17,24              | 0,184          | 12,36                  | 0,088         |
| 7  | 13:00       | 17,20              | 0,170          | 12,36                  | 0,079         |
| 8  | 13:10       | 17,21              | 0,16           | 12,36                  | 0,081         |
| 9  | 13:20       | 17,21              | 0,161          | 12,37                  | 0,082         |
| 10 | 13:30       | 17,22              | 0,178          | 12,37                  | 0,086         |
| 11 | 13:40       | 17,23              | 0,181          | 12,37                  | 0,086         |
| 12 | 13:50       | 17,22              | 0,179          | 12,37                  | 0,083         |
| 13 | 14:00       | 17,22              | 0,179          | 12,38                  | 0,084         |

Pada tabel 2 merupakan pengujian alat ketika pengisian daya pada *supply* cadangan dengan panel surya. Didapati hasil pengisian daya yang kurang maksimal dikarenakan faktor cuaca yang lumayan mendung ketika pengujian, tetapi masih bisa mengisi daya pada *supply* cadangan. Hasil

pengisian maksimal pada tabel 2 pada nomor 6 di jam 12:50 dengan tegangan keluaran pada panel surya 17,24V dan arus keluaran 0,184A.

### Pengujian Alat Untuk Starter Pada Sepeda Motor

Tabel 3. Pengujian Alat Untuk Starter Pada Sepeda Motor

| No | Status Supply Cadangan |                        |               | Starter Ditekan (Kali) | Status Aki          |                           |
|----|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------------|---------------------------|
|    | Kondisi Awal (Volt)    | Kondisi Dipakai (Volt) | Pengganti Aki |                        | Kondisi Awal (Volt) | Kondisi Tersambung (Volt) |
| 1  | 12,36                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,24               | 12,24                     |
| 2  | 12,36                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,25               | 12,25                     |
| 3  | 12,35                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,25               | 12,25                     |
| 4  | 12,34                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,25               | 12,25                     |
| 5  | 12,35                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,27               | 12,27                     |
| 6  | 12,35                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,27               | 12,27                     |
| 7  | 12,34                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,27               | 12,27                     |
| 8  | 12,36                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,26               | 12,26                     |
| 9  | 12,36                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,26               | 12,26                     |
| 10 | 12,36                  | 0                      | Tidak Aktif   | 1                      | 12,26               | 12,26                     |
| 11 | 12,66                  | 12,46                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,05                     |
| 12 | 12,66                  | 12,46                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,05                     |
| 13 | 12,66                  | 12,46                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,05                     |
| 14 | 12,64                  | 12,45                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,03                     |
| 15 | 12,64                  | 12,45                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,03                     |
| 16 | 12,63                  | 12,44                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,02                     |
| 17 | 12,63                  | 12,44                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12,02                     |
| 18 | 12,61                  | 12,41                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12                        |
| 19 | 12,61                  | 12,41                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12                        |
| 20 | 12,61                  | 12,41                  | Aktif         | 4                      | 11,46               | 12                        |

Pada tabel 3 merupakan pengujian alat untuk *starter* pada sepeda motor. Pada pengujian ini di nomor 1-10 merupakan pengujian ketika keadaan aki sepeda motor normal atau masih bisa digunakan untuk *starter* dan ketika tombol starter ditekan sekali sepeda motor langsung menyala. Kemudian dari nomor 11-20 merupakan pengujian ketika keadaan aki tidak normal atau tidak bisa digunakan untuk *starter* dan ketika tombol *starter* ditekan selama 3 kali atau lebih dan kondisi aki tidak normal maka *supply* cadangan menggantikan aki sementara untuk *starter*.

### Pengujian Alat Untuk Mengisi Daya Pada Handphone

Tabel 4. Pengujian Alat Untuk Mengisi Daya Pada Handphone

| No | Tegangan Supply Cadangan (Volt) | Waktu (Menit) | Status Charger Station |               | Persentase Baterai Hp (%) |
|----|---------------------------------|---------------|------------------------|---------------|---------------------------|
|    |                                 |               | Vout (Volt)            | Iout (Ampere) |                           |
| 1  | 12,32                           | 0             | 4,34                   | 0,43          | 31                        |
| 2  | 12,27                           | 5             | 4,34                   | 0,43          | 32                        |
| 3  | 12,24                           | 10            | 4,34                   | 0,43          | 33                        |

|    |       |    |      |      |    |
|----|-------|----|------|------|----|
| 4  | 12,23 | 15 | 4,42 | 0,38 | 34 |
| 5  | 12,20 | 20 | 4,34 | 0,43 | 35 |
| 6  | 12,20 | 25 | 4,34 | 0,43 | 36 |
| 7  | 12,19 | 30 | 4,34 | 0,43 | 37 |
| 8  | 12,18 | 35 | 4,34 | 0,43 | 38 |
| 9  | 12,16 | 40 | 4,34 | 0,43 | 39 |
| 10 | 12,15 | 45 | 4,34 | 0,43 | 40 |
| 11 | 12,13 | 50 | 4,34 | 0,43 | 41 |
| 12 | 12,12 | 55 | 4,34 | 0,43 | 42 |
| 13 | 12,10 | 60 | 4,34 | 0,43 | 43 |

Pada tabel 4 merupakan pengujian alat untuk mengisi daya pada *handphone*, pengujian dilakukan selama 1 jam dan dilakukan pengecekan selama 5 menit sekali. Lalu didapati hasil bahwa setiap 5 menit sekali persentase *handphone* naik 1% pada pengisian daya. Dengan rata-rata tegangan keluaran (vout) sebesar 4,34V dan arus keluaran (Iout) sebesar 0,43A. Lalu tegangan pada *supply* cadangan yang awalnya dari 12,32V menjadi 12,10V.

## KESIMPULAN

Setelah melalui berbagai tahapan perancangan, implementasi, pengujian, dan analisis data, penelitian ini berhasil mengidentifikasi beberapa temuan penting terkait efektivitas dan efisiensi sistem charger serta suplai cadangan untuk aki utama sepeda motor yang berbasis solar cell dan Internet of Things (IoT). Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan kinerja yang baik dalam menyediakan suplai energi cadangan yang mampu menggantikan fungsi aki utama, khususnya saat aki mengalami kehabisan daya atau kerusakan. Bahkan, energi cadangan yang tersedia juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain, seperti pengisian daya perangkat elektronik, selama kapasitas energi mencukupi.

Efisiensi pemanfaatan energi dari panel surya juga mengalami peningkatan signifikan berkat penerapan metode Maximum Power Point Tracking–Constant Voltage Controller (MPPT–CVC) pada Solar Charge Controller (SCC), dengan hasil pengujian menunjukkan efisiensi rata-rata mencapai 70%. Hal ini menjadikan sistem lebih optimal dibandingkan metode konvensional. Selain itu, integrasi teknologi IoT melalui mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi aki utama, suplai cadangan, dan panel surya secara real-time melalui aplikasi Blynk. Kemudahan pemantauan ini meningkatkan efisiensi pengelolaan sistem secara keseluruhan.

Secara umum, sistem yang dirancang memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan teknologi kendaraan roda dua dengan menghadirkan solusi suplai cadangan yang berbasis energi terbarukan. Sistem ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada aki utama, tetapi juga meningkatkan keandalan kendaraan dalam kondisi darurat, sekaligus mendukung penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan.

## REFERENCES

- 18650BatteryStore. (2023). *What is an 18650 Battery?*  
 Www.18650batterystore.Com. <https://www.18650batterystore.com/collections/18650-batteries>
- Alamsyah, W., & Nasution, A. A. (2021). Rancang Bangun Pembuatan Sistem Charger Menggunakan Buck Boost Konverter pada Sistem PLTS. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 03 No. 1, 144–151. <https://jurnal.harapan.ac.id/index.php/JSR>
- Asnil, Wibowo, E. A., Krismadinata, Hazman, H., & Husnaini, I. (2023). Rancang Bangun Pengisian Baterai Menggunakan Buck Converter. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 1.

- Azmi, B., Abner, J. H., B, P. E., Seputra, H., Margonda Raya, J., Cina, P., Depok, K., Barat, J., & Teknologi Penerbangan Jl Raya LAPAN Rumpin Bogor Jawa Barat, P. (n.d.). *REVIEW PERBANDINGAN TEKNIK MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) UNTUK SISTEM PENGISIAN DAYA MENGGUNAKAN SEL SURYA (REVIEW COMPARISON MAXIMUM POWER POINT TRACKER (MPPT) TECHNIQUE FOR CHARGING SYSTEMS USING SOLAR CELLS)*.
- Baharuddin, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 9(1), 65–70. <https://doi.org/10.32487/jtt.v9i1.1087>
- Cocosa, J. (2022, January 27). *What is Blynk platform?* Nucleio Information Services. <https://www.nucleiotecnologies.com/what-is-blynk-platform/>
- Electric wiring system diagram Honda new PCX 150 2018. (2018, May 3). GISIX's Blog. <https://gisikuntung.wordpress.com/2018/05/03/electric-wiring-system-diagram-honda-new-pcx-150-2018/>
- Electronics Tutorials. (n.d.). *Voltage Dividers*. <https://www.electronicstutorials.ws/dccircuits/voltage-divider.html>
- ESP32 - RTC | ESP32 tutorial. (n.d.). ESP32 Tutorial. <https://esp32io.com/tutorials/esp32-rtc>
- Fuada, S., Yasmin, M., Yustina, M. C., Amalia, A., Pratiwi, D. A., Annisa, A., Kubro, N. Z., Sutia, D. D., Parulian, S., Darussalam, M. G. B., Febriliana, R., Tiastanti, Y., Rukmantara, R. I. A., Fujiyanti, V., & Nazarudin, G. A. (2022). Analisis Rangkaian Pembagi Tegangan dan Perbandingan Hasil Simulasinya Menggunakan Simulator Offline. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 28. <https://doi.org/10.22373/crc.v6i1.11200>
- Hall-effect-Based linear current sensor IC - ACS712 | Allegro MicroSystems. (n.d.). Allegro MicroSystems | Innovation with Purpose. <https://www.allegromicro.com/en/products/sense/current-sensors/zero-to-fifty-amp-integrated-conductor-sensor-ics/acs712>
- Hamonangan, J. A. (2019). Review Perbandingan Teknik Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Sistem Pengisian Daya menggunakan Sel Surya. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 16(2), 111. <https://doi.org/10.30536/jjtd.2018.v16.a2998>
- In-depth tutorial to interface micro SD card module with Arduino. (2023, May 10). Last Minute Engineers. <https://lastminuteengineers.com/arduino-micro-sd-card-module-tutorial/>
- Jaenul, A., Wilyanti, S., Leo Rifai, A., & Febria Anjara, D. (2021). RANCANG BANGUN PEMANFAATAN SOLAR CELL 100 WP UNTUK CHARGER HANDPHONE DI TAMAN BAMBU JAKARTA TIMUR. *Jl. Boulevard Raya*, 2, 16412.
- Kolban, N. (2019). Kolban's Book on ESP32. *Journal of Language Relationship*, v–vi. <https://doi.org/10.31826/9781463235543-toc>
- Korthauer, R. (2018). Lithium-ion batteries: Basics and applications. In *Lithium- Ion Batteries: Basics and Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662- 53071-9>
- Praditya Tampubolon, A. C. A. (2019). Laporan Status Energi Bersih Indonesia. *Iesr*, 1–23. [www.iesr.or.id](http://www.iesr.or.id)
- Srisumarlinah, W., & Indahayati, T. (2019). Modul Pelatihan guru SMK Elektronika. In *woro srisumarlinah, S. Pd. Dra. tri hardiyah indahyati* (Vol. 4, Nomor 2).
- Sulistyo, M. H. (2022). Rancang bangun automatic transfer switch (ats) serta monitoring dan controlling dual charging dengan dua sumber pln dan plts berbasis iot (internet of things) tugas akhir.
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>