

**RANCANG BANGUN STASIUN PENGISIAN DAYA CERDAS  
UNTUK KENDARAAN LISTRIK BERBASIS  
INTERNET OF THINGS**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Ares Setiawan

NIM. 1052204

Gillang Saputra

NIM. 1052211

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN STASIUN PENGISIAN DAYA CERDAS UNTUK KENDARAAN LISTRIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Oleh:

Ares Setiawan /1052204

Gillang Saputra /1052211

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



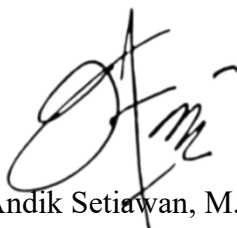
(Eko Sulistyo, M.T.)

Pembimbing 2



(Dora Palupi, S.P., M.P.)

Penguji 1



(I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph. D.)

Penguji 2



(Titin Indriati, M.Pd.)

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ares Setiawan NIM: 1052204  
Nama Mahasiswa 2 : Gillang Saputra NIM: 1052211  
Dengan Judul : Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Cerdas untuk  
Kendaraan Listrik Berbasis *Internet of Things*


Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan Merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata Dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 3 September 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Ares Setiawan

  
.....

cv

2. Gillang Saputra

  
.....

## ABSTRAK

*Perkembangan teknologi kendaraan listrik yang semakin pesat mendorong kebutuhan akan sistem pengisian daya yang efisien dan mudah digunakan, khususnya untuk skala pribadi seperti sepeda listrik. Meskipun pengguna kendaraan listrik semakin banyak, proses pengisian daya masih banyak dilakukan secara manual dan kurang efisien. Penelitian ini mengusulkan pengembangan stasiun pengisian daya cerdas yang dirancang untuk memberikan solusi pengisian yang lebih praktis dan terhubung melalui pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem yang dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, dengan power supply 24V 15A sebagai sumber energi utama. Daya dari power supply dinaikkan menggunakan konverter step-up 400W untuk mengisi baterai bank 24V 12Ah. Selanjutnya, daya dari baterai bank kembali dinaikkan menggunakan konverter step-up 1200W untuk mengisi baterai sepeda listrik bertegangan 48V 12Ah. Proses pengisian dimonitor secara real-time menggunakan sensor tegangan dan sensor arus ACS712 30A. Semua data pengisian ditampilkan melalui aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan stabil dalam pengaturan tegangan, pemantauan arus, serta akses jarak jauh. Integrasi fitur IoT memungkinkan pengguna untuk mengelola proses pengisian dengan lebih efisien dan memberikan kenyamanan tambahan dalam penggunaan sehari-hari. Stasiun pengisian daya cerdas ini menawarkan solusi yang terjangkau dan dapat dikembangkan untuk mendukung adopsi kendaraan listrik yang semakin meningkat di masyarakat.*

*Kata kunci: Stasiun Pengisian Cerdas, Kendaraan Listrik, IoT, ESP32, Blynk.*

## **ABSTRACT**

*The rapid development of electric vehicle technology has increased the demand for efficient and user-friendly charging systems, especially for personal-scale applications such as electric bicycles. Despite this growth, many users still rely on manual and less efficient charging methods. This research presents the development of a smart charging station designed to provide a more practical and connected charging solution by utilizing Internet of Things (IoT) technology. The proposed system employs an ESP32 microcontroller as the core controller, with a 24V 15A power supply as the primary energy source. The power is boosted using a 400W DC-DC converter to charge a 24V 12Ah battery bank. Subsequently, a 1200W high-power step-up converter is used to supply power to a 48V 12Ah electric bike battery. Real-time monitoring of voltage and current is achieved using a voltage sensor and an ACS712 30A current sensor. All charging data is transmitted to a mobile application based on the Blynk platform, allowing users to monitor and control the system remotely. Experimental results indicate that the system performs reliably in terms of voltage regulation, current monitoring, and remote access. The integration of IoT features enables users to manage the charging process more efficiently, enhancing convenience and energy awareness. This smart charging station offers a scalable and affordable solution to support the growing adoption of electric vehicles in daily life.*

*Keywords: Smart Charging Station, Electric Vehicle, IoT, ESP32, Blynk.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini. Adapun tujuan disusunnya Laporan Proyek Akhir ini adalah sebagai syarat dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama 3 tahun menjalani pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada pembuatan Alat dan Laporan Proyek Akhir ini.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tentu bukan hanya karena buah kerja penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Proyek Akhir ini, diantaranya:

1. Allah SWT. yang telah menciptakan dan memberikan kehidupan didunia.
2. Orang tua serta keluarga besar yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, semangat dan dukungan baikmoril maupun materil.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Eko Sulisty, M.T. selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan pengarahan selama pembuatan alat serta laporan Proyek Akhir ini hingga selesai.
5. Ibu Dora Palupi, S.P., M.P. selaku Pembimbing II yang telah memberikan saran dan solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat serta penyusunan laporan.
6. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T. selaku Kepala Jurusan Rekayasa Elektro dan Industri Pertanian Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

7. Bapak Aan Febriansyah, M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma IV Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung terkhusus angkatan 29 yang telah banyak membantu selama proses pembuatan Proyek Akhir ini.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. senantiasa membalas kebaikan dan mencurahkan hidayah serta taufik-Nya kepada kita semua. Penulis juga menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Sungailliat, 3 September 2025

Penulis,

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Proyek Akhir .....	4
1.5. Manfaat Proyek Akhir .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Kendaraan Listrik.....	5
2.2. Sepeda Listrik .....	5
2.3. Pengisian Daya Kendaraan Listrik.....	6
2.4. Pengisian Daya Cerdas.....	6
2.4.1 Biaya Pengisian Baterai .....	6
2.5. Sistem Kontrol .....	7
2.5.1 Aki 12V 12Ah .....	8
2.5.2 ESP32-WROOM-32 .....	9
2.5.3 Arduino IDE.....	11
2.5.4 <i>High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter</i> 1200W 20A .....	11
2.5.5 <i>400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A</i> .....	13
2.5.6 <i>Solid State Relay (SSR) 60 Volt DC</i> .....	14
2.5.7 Pembagi Tegangan .....	15
2.5.8 Sensor Arus ACS712 30A.....	17
2.5.9 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	18
2.5.10 <i>Blynk 2.0</i> .....	19



<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Konsultasi ke Pembimbing dan Studi Literatur .....	22
3.2 Perancangan .....	22
3.2.1 <i>Flowchart</i> .....	22
3.2.2 Perancangan Alat dan Rangkaian.....	24
3.2.3 Perancangan <i>Dashboard IoT</i> .....	25
3.2.4 Pembuatan Alat .....	26
3.3 Pengujian Alat .....	27
3.3.1 Pengujian ESP32-WROOM-32 .....	27
3.3.2 Pengujian Pembagi Tegangan .....	28
3.3.3 Pengujian Sensor Arus ACS712 30A.....	29
3.3.4 Pengujian <i>High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A</i> .....	30
3.3.5 Pengujian <i>400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A</i> .....	31
3.4 Pengujian Keseluruhan.....	32
3.5 Laporan Proyek Akhir .....	32
<b>BAB IV HASIL PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Tampilan Keseluruhan .....	34
4.2 Hasil Pengujian ESP32-Wroom 32 .....	34
4.3 Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712 30A .....	35
4.4 Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	36
4.5 Hasil Pengujian <i>400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A</i> .....	39
4.6 Hasil Pengujian <i>High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A</i> .....	42
4.7 Hasil Pengujian Keseluruhan .....	45
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1. Kesimpulan .....	49
5.2. Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Aki 12V 12Ah .....	9
Gambar 2. 2 <i>Pinout</i> ESP32 .....	10
Gambar 2. 3 <i>High Power DC-DC Step Up</i> 10–60V to 12–80V .....	12
Gambar 2. 4 400W <i>High Power DC-DC Step Up Boost Converter</i> 12A .....	13
Gambar 2. 5 <i>Solid State Relay</i> (SSR) 60 Volt DC .....	15
Gambar 2. 6 Pembagi Tegangan .....	16
Gambar 2. 7 Sensor ACS712 30A .....	18
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Proyek Akhir .....	20
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Sistem Rangkaian .....	23
Gambar 3. 3 Rangkaian elektrikl.....	25
Gambar 3. 4 Gambar Tampilan <i>Dashboard</i> IoT .....	26
Gambar 3. 5 ESP32-WROOM -32.....	28
Gambar 3. 6 Pembagi Tegangan .....	29
Gambar 3. 7 Sensor Arus ACS712 30A .....	30
Gambar 3. 8 <i>High Power DC-DC Step Up</i> 10–60V to 12–80V 20A.....	31
Gambar 3. 9 400W <i>High Power DC-DC Step Up Boost Converter</i> 12A .....	31
Gambar 4. 1 Tampilan Keseluruhan Pada Alat .....	34
Gambar 4. 2 Tampilan antarmuka <i>Blynk</i> pada <i>smartphone</i> .....	35
Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Arus ACS712 30 A .....	35
Gambar 4. 4 Rangkaian uji coba sensor tegangan .....	37
Gambar 4. 5 Rangkaian uji coba 400W <i>High Power DC-DC Step Up Boost Converter</i> 12A.....	39
Gambar 4.6 Rangkaian uji coba <i>High Power DC-DC Step Up</i> 10–60V to 12–80V <i>Boost Converter</i> 1200W 20A.....	42
Gambar 4.7 Pengujian Alat ke Sepeda Listrik .....	45
Gambar 4.8 Grafik Hasil Tegangan dan Arus Pengisian.....	45
Gambar 4.9 Grafik Hasil Energi dan Biaya Pengisian.....	46
Gambar 4.10 Tampilan di LCD.....	47
Gambar 4.11 Tampilan pada Aplikasi <i>Blynk</i> IoT .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Arus ACS712 .....	36
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor tegangan .....	37
Tabel 4. 3 Hasil pengujian 400W <i>High Power DC-DC Step Up</i> .....	40
Tabel 4. 4 Hasil pengujian <i>High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter</i> 1200W 20A .....	43



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Dalam beberapa tahun terakhir, kendaraan listrik semakin banyak diminati dan digunakan oleh masyarakat di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Perkembangan ini tidak lepas dari meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta kebutuhan akan sistem transportasi yang lebih efisien dan hemat energi.

Kendaraan listrik sendiri adalah kendaraan yang digerakkan oleh motor listrik, dengan baterai sebagai sumber tenaganya[1]. Baterai ini dapat diisi ulang melalui sumber listrik, berbeda dengan kendaraan konvensional yang masih bergantung pada mesin pembakaran internal dan bahan bakar seperti bensin atau solar. Selain ramah lingkungan, kendaraan listrik juga memiliki keunggulan dari sisi efisiensi energi dan biaya perawatan yang lebih rendah, karena tidak memiliki banyak komponen bergerak seperti pada mesin pembakaran.

Sepeda listrik, yang merupakan salah satu jenis kendaraan listrik kini telah beredar cukup banyak di pasaran Indonesia. Pengguna sepeda listrik kebanyakan adalah remaja putri dan ibu rumah tangga, ibu rumah tangga adalah segmen yang paling tepat sebagai target pengguna sepeda listrik, karena ibu rumah tangga memiliki aktifitas yang cukup padat sehingga memerlukan alat transportasi yang dapat mengakomodir kebutuhan ibu rumah tangga. Pada umumnya kegiatan ibu rumah tangga akan alat transportasi adalah berbelanja, mengantar anak ke sekolah, berkunjung ke rumah tetangga, dan sekedar bersepeda untuk di area komplek perumahan.

Namun, meskipun penggunaan sepeda listrik berkembang pesat, fasilitas pendukungnya seperti stasiun pengisian daya belum sepenuhnya siap mengimbangi. Banyak pengguna masih mengandalkan colokan listrik rumah tangga (PLN) untuk mengisi daya baterai kendaraan mereka. Cara ini memang memungkinkan, tapi memiliki banyak kekurangan: prosesnya lambat, tidak efisien, dan kurang praktis, terutama bagi mereka yang memiliki mobilitas tinggi atau

tinggal di area dengan infrastruktur listrik terbatas. Akibatnya, pengisian daya bisa menjadi hambatan dalam rutinitas sehari-hari.

Melihat tantangan ini, maka rancang bangun stasiun pengisian daya cerdas berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang sangat dibutuhkan. Stasiun ini dirancang untuk tidak hanya menyediakan pengisian daya, tetapi juga menghadirkan kenyamanan dan efisiensi dalam prosesnya[2]. Dengan memanfaatkan teknologi digital dan konektivitas internet, pengguna dapat memantau status pengisian secara real-time melalui aplikasi di smartphone, serta mengendalikan pengisian dari jarak jauh, seperti memulai atau menghentikan proses sesuai kebutuhan[3].

Selain itu, fitur otomatisasi dalam stasiun pengisian daya cerdas memungkinkan sistem menghentikan pengisian secara otomatis saat baterai penuh, sehingga mencegah overcharging yang bisa merusak baterai dalam jangka panjang. Penggunaan sensor tegangan dan arus juga membantu dalam memberikan pengawasan lebih presisi dan aman, memastikan arus pengisian tetap stabil.

Melalui pendekatan ini, teknologi tidak hanya membantu pengguna kendaraan listrik secara individu, tetapi juga menjadi bagian penting dari ekosistem energi dan transportasi masa depan yang lebih cerdas dan berkelanjutan. Dengan adanya inovasi ini, diharapkan masyarakat semakin terdorong untuk beralih ke kendaraan listrik, tanpa khawatir soal proses pengisian dayanya[4].

Secara keseluruhan, pengembangan stasiun pengisian daya cerdas berbasis IoT merupakan langkah nyata untuk menjawab kebutuhan zaman lebih hijau, lebih efisien, dan lebih terhubung. Tidak hanya menjadi solusi teknis, tetapi juga menjadi bagian dari gaya hidup modern yang mendukung keberlanjutan dan kemudahan dalam beraktivitas.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang pada proyek akhir ini adapun rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana merancang sistem pengisian daya yang mampu mengisi baterai cadangan (baterai bank) sekaligus baterai sepeda listrik dengan alur yang terkontrol dan aman di stasiun pengisian daya?
- 1.2.2 Bagaimana membuat sistem yang dapat membaca besar daya listrik yang terpakai dan secara otomatis menghitung serta menampilkan estimasi biaya pengisian melalui koneksi *Internet of Things* (IoT)?

## **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1.3.1 Sistem pengisian daya ini hanya dapat digunakan untuk mengisi daya satu kendaraan listrik dalam satu waktu. Sistem belum mendukung pengisian paralel untuk beberapa kendaraan sekaligus, sehingga pengguna harus mengisi satu per satu.
- 1.3.2 Metode pembayaran masih dilakukan secara tunai. Dalam tahap ini, sistem belum dilengkapi fitur pembayaran digital seperti e-wallet atau *QR Code*, sehingga pencatatan biaya masih dilakukan secara manual.
- 1.3.3 Kontrol dan pemantauan sistem hanya dilakukan melalui aplikasi *Blynk* IoT. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melakukan *ON/OFF* pengisian, melihat persentase baterai, tegangan, arus, daya, energi yang digunakan, serta estimasi biaya pengisian. Namun, kontrol belum tersedia melalui platform lain seperti aplikasi khusus atau website.
- 1.3.4 Sensor tegangan yang digunakan hanya mampu membaca maksimal hingga 25 Volt. Oleh karena itu, pengukuran tegangan di atas nilai tersebut belum dapat dilakukan secara langsung dalam sistem ini

#### **1.4. Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1.4.1 Merancang dan membuat sebuah alat yang dapat melakukan pengisian daya pada baterai bank dan baterai sepeda listrik secara efisien, terkontrol, dan aman melalui sistem stasiun pengisian daya.
- 1.4.2 Membangun sistem monitoring berbasis IoT yang dapat membaca besarnya daya yang digunakan, lalu menghitung dan menampilkan informasi biaya pengisian secara otomatis dan real-time melalui aplikasi

#### **1.5. Manfaat Proyek Akhir**

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Memberikan solusi pengisian daya sepeda listrik yang lebih aman, efisien, dan mudah digunakan oleh masyarakat, khususnya di lingkungan yang belum memiliki fasilitas pengisian daya khusus.
- 1.5.2 Membantu pengguna memantau proses pengisian daya secara real-time melalui aplikasi berbasis IoT, sehingga mereka bisa mengetahui status baterai, konsumsi daya, hingga estimasi biaya tanpa harus berada di dekat alat.
- 1.5.3 Menjadi alternatif teknologi yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung ekosistem kendaraan listrik di masa depan, khususnya dalam hal efisiensi energi dan pengelolaan sistem pengisian.
- 1.5.4 Menambah wawasan dan pengalaman tim pengembang dalam mengintegrasikan sistem elektronik dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), khususnya dalam konteks energi terbarukan dan transportasi ramah lingkungan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Kendaraan Listrik**

Kendaraan listrik merupakan alat transportasi yang menggunakan baterai untuk menyimpan energi listrik. Energi tersebut kemudian diubah oleh motor listrik menjadi tenaga gerak yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan[4]. Jenisnya pun beragam, mulai dari mobil listrik, motor listrik, sepeda listrik, hingga bus dan truk listrik. Tidak seperti kendaraan konvensional yang masih mengandalkan mesin berbahan bakar fosil, kendaraan listrik bekerja lebih efisien, menghasilkan lebih sedikit emisi, dan lebih ramah lingkungan. Teknologi ini dipandang sebagai solusi transportasi masa depan karena mendukung upaya global dalam mengurangi polusi udara dan ketergantungan pada energi tak terbarukan. Selain itu, kendaraan listrik juga dikenal lebih senyap saat digunakan, biaya operasionalnya lebih murah, dan perawatan mesinnya cenderung lebih sederhana dibanding kendaraan biasa.

#### **2.2. Sepeda Listrik**

Sepeda listrik merupakan jenis kendaraan yang pada dasarnya berasal dari sepeda biasa, namun dilengkapi dengan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Jenis motor yang paling umum digunakan pada sepeda listrik adalah motor DC atau motor arus searah, karena memiliki kinerja yang stabil dan mudah dikendalikan[5]. Berbeda dari sepeda biasa, sepeda ini bisa dikayuh seperti biasa, dibantu motor listrik saat dibutuhkan, atau bahkan berjalan sepenuhnya dengan tenaga listrik. Di dalamnya, teknologi elektro berperan penting, mulai dari motor sebagai penggerak, baterai sebagai penyimpan energi, hingga kontroler untuk mengatur kinerja sistem. Sepeda listrik menjadi salah satu contoh nyata bagaimana teknologi kelistrikan diterapkan untuk mendukung solusi transportasi yang hemat energi dan lebih ramah lingkungan.



### **2.3. Pengisian Daya Kendaraan Listrik**

Pengisian daya pada kendaraan listrik terutama untuk sepeda listrik berfungsi mengisi daya baterai pada sepeda listrik. Dari survei yang telah dilakukan, produk *charger* yang beredar di Indonesia merupakan hasil impor dari China dan Jepang. Rentang tegangan output dari *charger* yang ditinjau adalah 24- 72 volt DC dengan rentang arus 1.0-5.0 ampere. Pada sistem pengisian konvensional, proses ini biasanya dilakukan secara langsung tanpa adanya kontrol pintar, sehingga berisiko menyebabkan baterai kelebihan muatan (*overcharging*) atau pemborosan energi. Untuk baterai dengan tegangan 48V, penting sekali menjaga kestabilan arus dan tegangan selama proses pengisian agar baterai tetap awet, tidak cepat rusak, dan proses pengisian berlangsung dengan aman.

### **2.4. Pengisian Daya Cerdas**

Pengisian daya cerdas adalah sistem pengisian baterai yang sudah dilengkapi dengan teknologi otomatis. Alat ini mampu menampilkan informasi mengenai besarnya tegangan, arus, energi, dan daya yang masuk selama proses pengisian baterai. Selain itu, sistem ini juga dapat menunjukkan status pengisian baterai secara real-time serta menampilkan estimasi biaya listrik yang digunakan[5]. Kemudian bisa mengontrol pengisian baterai supaya lebih efisien dan aman. Salah satu kelebihanannya, sistem ini bisa memantau kondisi baterai secara langsung (real-time), dan secara otomatis akan menghentikan pengisian kalau baterai sudah penuh atau terjadi masalah. Biasanya, sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari proses pengisian.

#### **2.4.1 Biaya Pengisian Baterai**

Biaya pengisian sepeda listrik dihitung berdasarkan konsumsi energi listrik yang digunakan selama proses pengisian, dengan mengacu pada tarif listrik dari *website* resmi PLN dengan kriteria B-1 (Bisnis Kecil) dengan daya listrik 450VA – 5.500VA sebesar Rp1.444,70 per kWh. Pada proyek ini kami menargetkan penggunaan daya listrik sebesar 1.300VA, besarnya biaya pengisian diperoleh dari hasil perkalian antara total energi listrik yang terpakai (dalam satuan kWh) dengan tarif listrik tersebut, sehingga pengguna dapat mengetahui estimasi biaya pengisian

secara lebih akurat dan transparan. Biaya pengisian daya merupakan aspek penting dalam pengoperasian stasiun pengisian kendaraan listrik, termasuk sepeda listrik. Pada sistem yang dirancang dalam proyek ini, pengisian dilakukan melalui tahapan konversi daya, yaitu dari power supply 12V 15A yang dinaikkan menggunakan converter step-up 400W 12A untuk mengisi baterai bank 24V 12A. Selanjutnya, energi dari baterai bank dialirkan ke converter step-up 1200W 20A untuk mengisi sepeda listrik berkapasitas 48V 12Ah. Seluruh proses ini dimonitor menggunakan sensor tegangan dan sensor arus ACS712 30A.

Perhitungan biaya pengisian dapat di hitung dari besar energi listrik yang dikonsumsi, dikalikan dengan tarif per kWh:

$$\text{Biaya} = \text{Energi (kWh)} \times \text{Tarif Listrik (Rp/kWh)}$$

Energi dihitung dari hasil kali antara tegangan (V), arus (I), dan waktu pengisian (t):

$$\text{Energi (kWh)} = \frac{V \times I \times t}{1000}$$

Sebagai contoh, untuk mengisi baterai 24V 12Ah selama 1 jam dengan arus rata-rata 10A, energi yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{24 \times 10 \times 1}{1000} = 0,24 \text{ kWh}$$

Jika tarif listrik sebesar Rp1.500/kWh, maka biaya pengisian adalah:

$$0,24 \times 1.500 = \text{Rp. 360}$$

Dengan adanya sensor dan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sistem ini mampu memantau tegangan dan arus secara real-time. Selain itu, sistem juga dapat menghitung estimasi biaya pengisian secara otomatis melalui aplikasi monitoring, seperti Blynk[5]. Hal ini membuat sistem lebih transparan, efisien, dan memudahkan pengguna dalam mengontrol konsumsi energi dan biaya pengisian

## 2.5. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah bagian penting dalam pengoperasian alat elektronik modern, termasuk pada stasiun pengisian daya kendaraan listrik. Secara sederhana, sistem kontrol berfungsi seperti otak yang mengatur bagaimana suatu perangkat bekerja sesuai dengan kondisi yang sedang terjadi. Dalam proyek ini, sistem kontrol

digunakan untuk mengatur proses pengisian daya sepeda listrik agar berjalan aman, efisien, dan otomatis.

Sistem ini bekerja dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang menjadi pusat kendali. ESP32 akan menerima data dari sensor-sensor seperti sensor tegangan dan arus (misalnya ACS712), lalu menganalisis informasi tersebut untuk mengambil keputusan. Misalnya, jika tegangan baterai bank sudah mencapai batas tertentu, maka sistem bisa menghentikan pengisian secara otomatis agar tidak overcharge. Atau jika arus terlalu besar, sistem bisa memutus aliran listrik untuk mencegah kerusakan.

Untuk membuat sistem menjadi lebih cerdas dan interaktif, perangkat ini dihubungkan ke internet menggunakan teknologi IoT *Internet of Things* (IoT). Melalui teknologi ini, data seperti tegangan, arus, serta status pengisian baterai dapat dikirim secara langsung ke aplikasi *Blynk*, sehingga pengguna dapat memantau proses pengisian melalui *smartphone* secara *real-time*[5]. Pengguna dapat melihat berapa daya yang masuk, berapa lama pengisian berlangsung, bahkan bisa menghitung perkiraan biaya listrik secara *real-time*.

Selain *monitoring*, ESP32 juga bisa mengendalikan komponen seperti relay atau *solid state relay* (SSR) yang berfungsi sebagai saklar otomatis. Jadi, sistem kontrol tidak hanya memantau, tapi juga bisa bertindak secara langsung misalnya mematikan pengisian ketika baterai sudah penuh, atau mengalihkan daya dari baterai bank ke sepeda listrik.

Dengan sistem kontrol yang cerdas ini, proses pengisian daya menjadi lebih aman, efisien, dan ramah pengguna. Ini penting terutama dalam mendukung adopsi kendaraan listrik yang semakin berkembang di masyarakat.

### **2.5.1 Aki 12V 12Ah**

Aki 12V 12Ah merupakan jenis baterai yang banyak digunakan untuk kendaraan listrik ringan seperti sepeda listrik. Tegangan 12 volt menunjukkan bahwa aki ini terdiri dari enam sel yang masing-masing memiliki tegangan sekitar 2 volt dan disusun secara seri. Kapasitas 12Ah (ampere-hour) menandakan kemampuan aki untuk mengalirkan arus sebesar 12 ampere selama satu jam, atau 1

ampere selama 12 jam[6]. Energi total yang dapat disimpan oleh aki ini adalah sebesar 144 watt-jam atau 0,144 kWh. Namun, dalam praktiknya, tidak semua energi tersebut digunakan sepenuhnya. Biasanya hanya sekitar 70% energi yang dimanfaatkan agar umur aki tetap panjang, sehingga energi yang bisa digunakan sekitar 0,1 kWh.

Dalam proyek stasiun pengisian daya cerdas, dua buah aki 12V 12Ah disusun secara seri untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi, yaitu 24 volt. Meski kapasitas arusnya tetap 12Ah, namun total energi yang disimpan meningkat menjadi 288 watt-jam atau 0,288 kWh. Susunan seri ini sangat membantu untuk mendukung sistem konversi tegangan yang membutuhkan input lebih tinggi, seperti saat ingin menaikkan tegangan ke 48V menggunakan converter step-up. Tegangan input yang lebih tinggi membuat proses pengisian daya menjadi lebih efisien dan converter tidak bekerja terlalu berat.

Untuk proses pengisian, arus ideal berada di kisaran C/10 atau sekitar 1,2 ampere. Dengan arus ini, waktu pengisian penuh adalah sekitar 10 jam. Jika dilakukan dengan arus yang lebih tinggi, waktu bisa dipersingkat, namun perlu diawasi agar tidak merusak aki. Dengan penghitungan energi dan biaya yang sederhana, aki 12V 12Ah cukup efisien dan hemat biaya, karena satu kali pengisian hanya membutuhkan biaya sekitar Rp150–Rp216, tergantung seberapa banyak daya yang digunakan. Pemahaman ini menjadi dasar penting dalam merancang sistem pengisian daya berbasis IoT agar pengisian berlangsung optimal, aman, dan dapat dipantau secara real-time.



Gambar 2. 1 Aki 12V 12Ah

Sumber : Google.com

### 2.5.2 ESP32-WROOM-32

Dalam proyek ini, kami menggunakan ESP32 sebagai otak utama dari sistem pengisian daya. ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang sangat populer karena

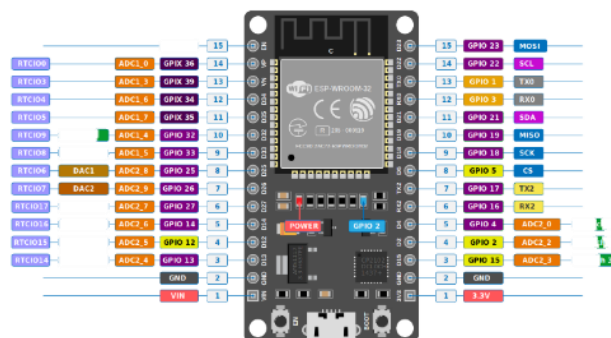
kemampuannya yang lengkap dan harganya yang terjangkau. Bisa dibilang, ESP32 adalah versi lebih pintar dan lebih kuat dari pendahulunya, yaitu ESP8266[7].

Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah sudah dilengkapi dengan *WiFi* dan *Bluetooth* bawaan. Artinya, ESP32 bisa langsung terhubung ke internet tanpa perlu modul tambahan. Fitur ini sangat membantu dalam proyek kami karena memungkinkan data seperti tegangan, arus, dan status pengisian dikirim secara *real-time* ke aplikasi pemantauan seperti *Blynk*, sehingga pengguna bisa melihatnya langsung lewat *smartphone*.

Selain itu, ESP32 juga punya banyak pin *input-output* (I/O) yang bisa digunakan untuk membaca sensor maupun mengendalikan komponen lain seperti relay atau SSR. Di proyek kami, ESP32 membaca data dari sensor tegangan dan sensor arus (ACS712), lalu mengolah informasi tersebut untuk mengatur kapan pengisian baterai dimulai, dihentikan, atau dialihkan.

Kemampuan ESP32 dalam memproses data dengan cepat dan mengatur banyak perangkat sekaligus menjadikannya sangat cocok untuk sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti yang kami rancang. ESP32 tidak hanya membuat alat menjadi otomatis dan pintar, tapi juga memudahkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan sistem dari mana saja.

Dengan kata lain, ESP32 berperan sebagai jembatan antara dunia fisik (sensor, baterai, arus listrik) dan dunia digital (aplikasi, internet), yang memungkinkan sistem pengisian daya menjadi lebih efisien, aman, dan modern.



Gambar 2. 2 Pinout ESP32

Sumber : Google.com

### 2.5.3 Arduino IDE

Dalam pengembangan alat berbasis mikrokontroler seperti ESP32, salah satu perangkat lunak yang paling sering digunakan adalah Arduino IDE (Integrated Development Environment). Arduino IDE bisa diibaratkan sebagai “buku catatan pintar” tempat kita menuliskan semua perintah dan logika yang ingin dijalankan oleh alat kita.

Arduino IDE dirancang dengan tampilan yang sederhana dan mudah dipahami, bahkan oleh pemula. Di dalamnya, kita bisa menulis kode program (disebut sketch), lalu mengunggahnya langsung ke mikrokontroler seperti ESP32 melalui kabel USB[8]. Proses ini memudahkan kita untuk memberi otak kepada alat yang kita buat.

Salah satu alasan mengapa Arduino IDE sangat populer adalah karena komunitasnya sangat besar dan terbuka. Banyak pustaka (*library*) siap pakai yang bisa langsung digunakan, seperti pustaka untuk membaca sensor arus ACS712, menghubungkan ke *Blynk*, atau mengontrol relay. Jadi kita tidak perlu menulis kode dari nol cukup gunakan yang sudah ada dan sesuaikan dengan kebutuhan proyek.

Dalam proyek stasiun pengisian daya cerdas ini, Arduino IDE digunakan untuk menulis logika pengontrolan pengisian baterai, membaca tegangan dan arus, serta mengatur pengiriman data ke aplikasi IoT. Dengan Arduino IDE, proses pemrograman menjadi lebih cepat, praktis, dan fleksibel.

Secara keseluruhan, Arduino IDE bukan hanya alat bantu teknis, tetapi juga menjadi penghubung antara ide kreatif dan perangkat nyata yang bisa kita bangun dan kontrol sendiri.

### 2.5.4 High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A

Dalam proyek stasiun pengisian daya sepeda listrik ini, salah satu komponen penting yang digunakan adalah DC-DC Step Up Converter 1200W 20A. Komponen ini punya tugas utama yang sangat penting, yaitu menaikkan tegangan (*boost converter*) dari sumber yang lebih rendah ke tegangan yang dibutuhkan oleh beban, dalam hal ini adalah baterai sepeda listrik bertegangan 48V[9].

Sederhananya, converter ini bisa diibaratkan seperti pompa air. Kalau pompa air menaikkan tekanan air agar bisa mengalir lebih tinggi, maka step-up converter menaikkan tekanan listrik (tegangan) agar bisa digunakan untuk mengisi baterai yang butuh tegangan lebih besar.

DC-DC *Converter* ini bisa menerima *input* antara 10V hingga 60V dan mengeluarkan *output* hingga 80V, dengan arus maksimum mencapai 20 *Ampere*. Kemampuan ini sangat cocok untuk aplikasi pengisian baterai berdaya tinggi, termasuk sepeda atau motor listrik, karena bisa mengatur daya besar dengan tetap menjaga efisiensi dan keamanan.

Dalam sistem kami, tegangan dari baterai bank 24V dinaikkan oleh *converter* ini hingga mencapai sekitar 54V untuk bisa mengisi baterai sepeda listrik 48V 12Ah. Selain menaikkan tegangan, *converter* ini juga dilengkapi dengan pengatur arus dan tegangan sehingga pengisian bisa dilakukan dengan lebih stabil dan tidak merusak baterai.

Karena daya yang ditangani cukup besar (hingga 1200 watt), *converter* ini juga dilengkapi dengan *heatsink* dan kipas pendingin, yang membantu menjaga suhu tetap aman selama proses pengisian berlangsung.

Dengan menggunakan step-up converter ini, sistem pengisian daya menjadi lebih fleksibel karena bisa mengalirkan daya dari sumber tegangan yang lebih rendah ke baterai bertegangan lebih tinggi. Komponen ini menjadi jembatan utama dalam pengisian yang efisien, aman, dan handal untuk kendaraan listrik.



Gambar 2. 3 High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V  
Boost Converter 1200W 20A

Sumber : Google.com

### 2.5.5 400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A

400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk menaikkan (*boost*) tegangan dari sumber daya yang lebih rendah menjadi lebih tinggi[9]. Dalam proyek ini, modul ini digunakan untuk menaikkan tegangan dari *power supply* 12V agar bisa digunakan untuk mengisi baterai bank 24V.

Modul ini mampu menangani arus hingga 12 *Ampere* dan daya maksimum 400 Watt, sehingga sangat cocok digunakan untuk kebutuhan pengisian daya dengan beban menengah seperti baterai cadangan (baterai bank). Komponen ini juga memiliki pengatur tegangan dan arus, sehingga pengguna bisa menyesuaikan output sesuai kebutuhan sistem secara manual menggunakan trimpot (sekrup kecil).

Penggunaan converter ini dalam sistem sangat penting karena power supply 12V tidak bisa langsung digunakan untuk mengisi baterai 24V. Oleh karena itu, tegangan perlu dinaikkan terlebih dahulu agar proses pengisian berjalan lancar dan sesuai spesifikasi baterai.

Selain menaikkan tegangan, converter ini juga dirancang agar tetap stabil dan aman digunakan dalam waktu lama, dengan adanya pendingin (*heatsink*) untuk menjaga suhu tetap terkendali. Beberapa versi bahkan dilengkapi kipas otomatis untuk mencegah *overheat* saat beban tinggi.

Secara keseluruhan, converter ini merupakan solusi yang praktis dan efisien untuk menjembatani perbedaan tegangan antara sumber daya dan baterai yang akan diisi, khususnya dalam proyek stasiun pengisian daya sepeda listrik berbasis IoT ini.



Gambar 2. 4 400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A

Sumber : Google.com



### 2.5.6 Solid State Relay (SSR) 60 Volt DC

Solid State Relay (SSR) merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengatur aliran arus dan tegangan listrik. Berbeda dengan relay konvensional, SSR tidak menggunakan bagian mekanik dalam proses kerjanya, melainkan memanfaatkan komponen semikonduktor sehingga lebih cepat, tahan lama, dan tidak menimbulkan percikan listrik saat beroperasi[11]. SSR bekerja menggunakan komponen semikonduktor untuk memutus atau menghubungkan arus listrik, sehingga jauh lebih cepat, tidak menimbulkan suara klik, dan lebih tahan lama.

Dalam proyek ini, SSR digunakan untuk mengontrol aliran daya DC hingga 60 Volt, misalnya untuk mengatur kapan proses pengisian daya ke baterai sepeda listrik dimulai atau dihentikan secara otomatis. Dengan menggunakan SSR, kita bisa menghubungkan atau memutus arus melalui perintah dari mikrokontroler seperti ESP32 cukup dengan memberi sinyal kecil dari pin digital, maka SSR akan aktif.

SSR DC seperti yang digunakan (60V DC) sangat cocok untuk sistem baterai dan konversi daya karena:

1. Tidak menimbulkan percikan listrik (*sparkless*), sehingga aman untuk rangkaian bertegangan tinggi,
2. Bekerja tanpa suara dan lebih cepat dibanding relay konvensional,
3. Tahan terhadap guncangan dan getaran, cocok untuk perangkat portabel seperti stasiun pengisian sepeda listrik.

Dengan SSR, sistem menjadi lebih otomatis, efisien, dan aman. Misalnya, saat tegangan baterai sudah penuh, ESP32 dapat langsung memutus arus pengisian melalui SSR, tanpa harus ditekan secara manual. Hal ini juga membantu memperpanjang umur baterai dan mencegah kerusakan akibat overcharge umur baterai dan mencegah kerusakan akibat overcharge.



Gambar 2. 5 *Solid State Relay (SSR)*

Sumber : Google.com

### 2.5.7 Pembagi Tegangan

Pembagi tegangan adalah salah satu rangkaian dasar dalam elektronika yang digunakan untuk menurunkan atau membagi tegangan dari sumber yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah sesuai kebutuhan[12]. Prinsip ini sering digunakan dalam sistem mikrokontroler, terutama ketika tegangan yang hendak diukur melebihi batas toleransi input ADC (Analog to Digital Converter). Pada umumnya, mikrokontroler seperti ESP32 hanya dapat membaca tegangan hingga 3.3V. Oleh karena itu, jika kita ingin membaca tegangan 12V, 24V, bahkan 60V, maka kita perlu menggunakan pembagi tegangan agar tidak merusak pin ADC.

Rangkaian pembagi tegangan biasanya terdiri dari dua buah resistor yang disusun secara seri. Tegangan input diberikan di ujung seri, dan tegangan output diambil dari titik tengah antara dua resistor tersebut. Besarnya tegangan output yang didapat dari pembagi tegangan tergantung pada nilai kedua resistor yang digunakan.

Secara matematis, tegangan output dari pembagi tegangan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Dimana :

$V_{in}$  adalah tegangan masukan

$V_{out}$  adalah tegangan yang keluar menuju ADC

$R_1$  adalah resistor yang terhubung ke input tinggi

R2 adalah resistor yang terhubung ke ground

Sebagai contoh, misalkan kami ingin membaca tegangan 60V menggunakan ESP32 yang hanya bisa membaca hingga 3.3V. Kami memilih R1 180k  $\Omega$  dan R2 10k  $\Omega$ . Maka tegangan yang masuk ke ADC bisa dihitung sebagai berikut.

$$V_{out} = 60V \times \frac{10k}{180k+10k} = 60V \times \frac{10k}{90k} \approx 3.16V$$

Dengan nilai tersebut, tegangan yang dibaca oleh pin ADC tetap berada di bawah batas maksimal ESP32 yaitu 3.3V, sehingga aman digunakan. Namun, karena ketelitian pengukuran sangat tergantung pada presisi resistor, maka disarankan menggunakan resistor dengan toleransi 1% atau lebih baik.

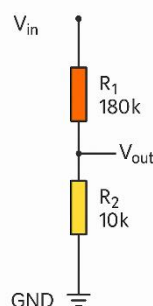
Sebaliknya, jika kita ingin mengetahui berapa sebenarnya tegangan input dari nilai yang terbaca di ADC, kita bisa menggunakan rumus balik berikut:

$$V_{in} = V_{out} \times \frac{R_1+R_2}{R_2}$$

Jika hasil pembacaan ADC Menunjukkan  $V_{out} = 2.5V$ , maka tegangan inputnya:

$$V_{in} = 2.5V \times \frac{R_1+R_2}{R_2} = 2.5 \times 19 = 47.5V$$

Dengan menggunakan konsep pembagi tegangan ini, sistem *mikrokontroler* dapat membaca dan memantau tegangan tinggi dengan aman, akurat, dan efisien, tanpa memerlukan komponen mahal seperti sensor tegangan eksternal. Rangkaian pembagi tegangan dapat di lihat di Gambar 2. 6 berikut.



Gambar 2. 6 Pembagi Tegangan  
Sumber : Google.com

### 2.5.8 Sensor Arus ACS712 30A

Sensor arus ACS712 30A adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk mengukur besarnya arus listrik (Ampere) yang mengalir dalam suatu rangkaian[13]. Dalam proyek ini, sensor ini berperan penting untuk memantau arus pengisian pada baterai bank 24V dan sepeda listrik 48V, sehingga sistem bisa bekerja secara otomatis dan lebih aman.

Secara sederhana, sensor ini bekerja seperti "mata" sistem dalam melihat seberapa besar arus yang sedang mengalir. Misalnya, saat proses pengisian daya sedang berlangsung, sensor akan membaca berapa ampere arus yang masuk ke baterai, lalu mengirimkan data itu ke mikrokontroler seperti ESP32.

ACS712 ini menggunakan prinsip efek Hall, yaitu kemampuan untuk mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik. Dengan teknologi ini, sensor dapat membaca arus tanpa menyentuh langsung jalur listrik (non-intrusif), sehingga lebih aman. Output dari sensor ini berupa tegangan analog yang nilainya sebanding dengan besar arus yang mengalir. Nilai ini kemudian diolah oleh mikrokontroler dan bisa ditampilkan melalui aplikasi monitoring seperti Blynk.

Tipe 30A pada ACS712 menunjukkan bahwa sensor ini mampu membaca arus hingga  $\pm 30$  Ampere, sehingga sangat cocok digunakan pada sistem berdaya cukup besar, seperti pengisian baterai kendaraan listrik.

Adapun fungsi sensor acs712 30A pada proyek ini sebagai berikut:

1. Sistem bisa mendeteksi jika arus terlalu besar (overcurrent).
2. Membantu menghitung konsumsi daya dan biaya listrik.
3. Memberi informasi apakah pengisian sedang berjalan normal atau tidak.
4. Menjadi salah satu komponen utama dalam pengambilan keputusan otomatis oleh sistem kontrol.

Dengan adanya sensor arus ACS712 30A, sistem pengisian daya menjadi lebih cerdas, aman, dan dapat dipantau dari jarak jauh secara real-time.



Gambar 2. 7 Sensor ACS712 30A

Sumber : Google.com

### 2.5.9 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things (IoT)* atau dalam bahasa Indonesia disebut Internet untuk Segala, adalah sebuah konsep di mana perangkat-perangkat fisik bisa saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet[14]. Dengan teknologi ini, benda-benda seperti lampu, kipas, kamera, bahkan stasiun pengisian daya sepeda listrik bisa dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh hanya lewat *smartphone*.

Bayangkan sebuah sistem di mana Anda bisa melihat berapa tegangan baterai, seberapa besar arus yang mengalir, dan kapan pengisian harus dihentikan semuanya langsung dari genggaman tangan. Itulah kekuatan dari IoT. Ia mengubah alat biasa menjadi pintar dan terhubung, sehingga kita tidak perlu lagi mengecek semuanya secara manual.

Dalam proyek ini, IoT diwujudkan melalui penggunaan mikrokontroler ESP32 yang bisa terhubung ke internet melalui *WiFi*. ESP32 akan mengirimkan data dari sensor tegangan dan arus ke aplikasi *Blynk*, sehingga pengguna bisa memantau proses pengisian daya baterai secara real-time.

Beberapa manfaat utama dari penggunaan IoT dalam sistem ini adalah:

1. Kemudahan akses, pengguna bisa memantau sistem dari mana saja.
2. Efisiensi waktu, tidak perlu cek manual, semua data tersedia di aplikasi.
3. Keamanan dan kontrol otomatis, seperti sistem bisa memutuskan pengisian saat baterai penuh.
4. Transparansi, pengguna bisa mengetahui berapa energi yang terpakai, bahkan memperkirakan biaya listrik.

Dengan adanya IoT, alat pengisian daya yang sebelumnya sederhana kini menjadi lebih pintar, efisien, dan modern. Ini adalah bagian dari perkembangan

teknologi masa depan yang tidak hanya mempermudah hidup, tapi juga membuka jalan bagi sistem-sistem yang lebih terintegrasi dan cerdas.

#### 2.5.10 Blynk 2.0

Blynk adalah sebuah platform aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan kita untuk mengontrol dan memantau perangkat elektronik dari jarak jauh menggunakan *smartphone*[15]. Dengan *Blynk*, kita bisa membuat tampilan seperti tombol, grafik, dan tampilan data sensor hanya dengan *drag and drop* melalui aplikasinya tanpa perlu membuat aplikasi dari nol.

Dalam proyek stasiun pengisian daya cerdas untuk sepeda listrik, *Blynk* digunakan sebagai antarmuka (*interface*) antara pengguna dan sistem. Mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke internet akan mengirimkan data seperti tegangan dan arus ke server *Blynk*. Selanjutnya, pengguna bisa melihat informasi itu secara *real-time* melalui aplikasi *Blynk* di ponsel.

Salah satu hal menarik dari *Blynk* adalah kemudahannya. Tanpa perlu jadi ahli pemrograman aplikasi, kita sudah bisa memiliki sistem *monitoring* canggih langsung dari *smartphone*. Selain itu, *Blynk* juga memungkinkan kita untuk:

1. Menyalakan atau mematikan relay,
2. Melihat grafik tegangan atau arus,
3. Mendapat notifikasi otomatis, misalnya jika baterai sudah penuh atau arus terlalu besar.

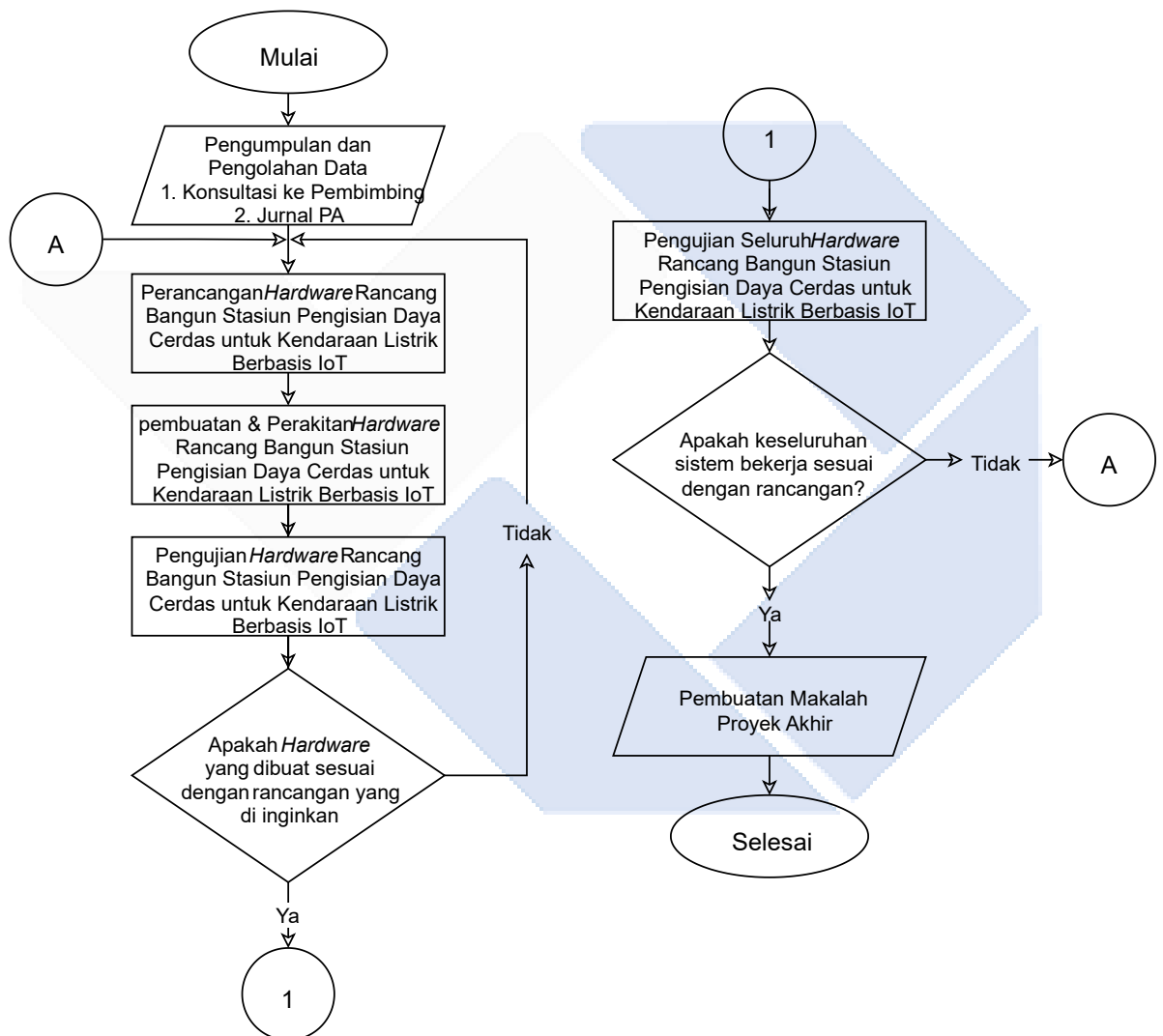
Dengan *Blynk*, sistem yang tadinya hanya bisa dikendalikan secara manual sekarang bisa dipantau dan dikontrol dari mana saja, kapan saja, asalkan terhubung dengan internet. Hal ini menjadikan proyek kita lebih modern, fleksibel, dan sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini.

Secara keseluruhan, *Blynk* bukan hanya alat bantu, tapi merupakan jembatan utama antara pengguna dan perangkat IoT yang sedang kita bangun.

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan penyelesaian proyek akhir ini, beberapa tahapan telah disusun agar pelaksanaan menjadi lebih mudah. Berikut adalah metode yang akan diterapkan dalam proyek akhir ini.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Pelaksanaan Proyek Akhir

Berikut penjelasan dari flowchart di atas :

**1. Mulai**

Proyek dimulai dari tahap persiapan.

**2. Pengumpulan & Pengolahan Data**

Di tahap awal ini, dilakukan konsultasi dengan dosen pembimbing dan mencari referensi dari jurnal untuk mendukung konsep yang akan dibuat.

**3. Perancangan *Hardware***

Setelah data terkumpul, mulai dilakukan proses mendesain perangkat keras (*hardware*) untuk stasiun pengisian daya berbasis IoT.

**4. Pembuatan & Perakitan *Hardware***

*Hardware* kemudian dibuat dan dirakit sesuai rancangan yang sudah disusun.

**5. Pengujian *Hardware***

Perangkat yang sudah dirakit diuji satu per satu untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik.

**6. Apakah *hardware* sudah sesuai?**

- a. Jika belum sesuai, *hardware* akan diperbaiki atau dirancang ulang.
- b. Jika sudah sesuai, proses dilanjutkan.

**7. Pengujian Sistem Secara Menyeluruh**

Setelah *hardware* berfungsi, seluruh sistem diuji secara keseluruhan untuk melihat apakah semua bagian (termasuk IoT) bisa bekerja bersama sesuai harapan.

**8. Apakah sistem bekerja sesuai rancangan?**

- a. Jika belum, sistem akan dianalisis dan diperbaiki.
- b. Jika sudah, lanjut ke tahap akhir.

**9. Pembuatan Makalah Proyek Akhir**

Semua proses, mulai dari perancangan, pengujian, hingga hasil akhir, ditulis dalam bentuk laporan atau makalah tugas akhir.

**10. Selesai**

Proyek dinyatakan selesai setelah laporan akhir tersusun.



### 3.1 Konsultasi ke Pembimbing dan Studi Literatur

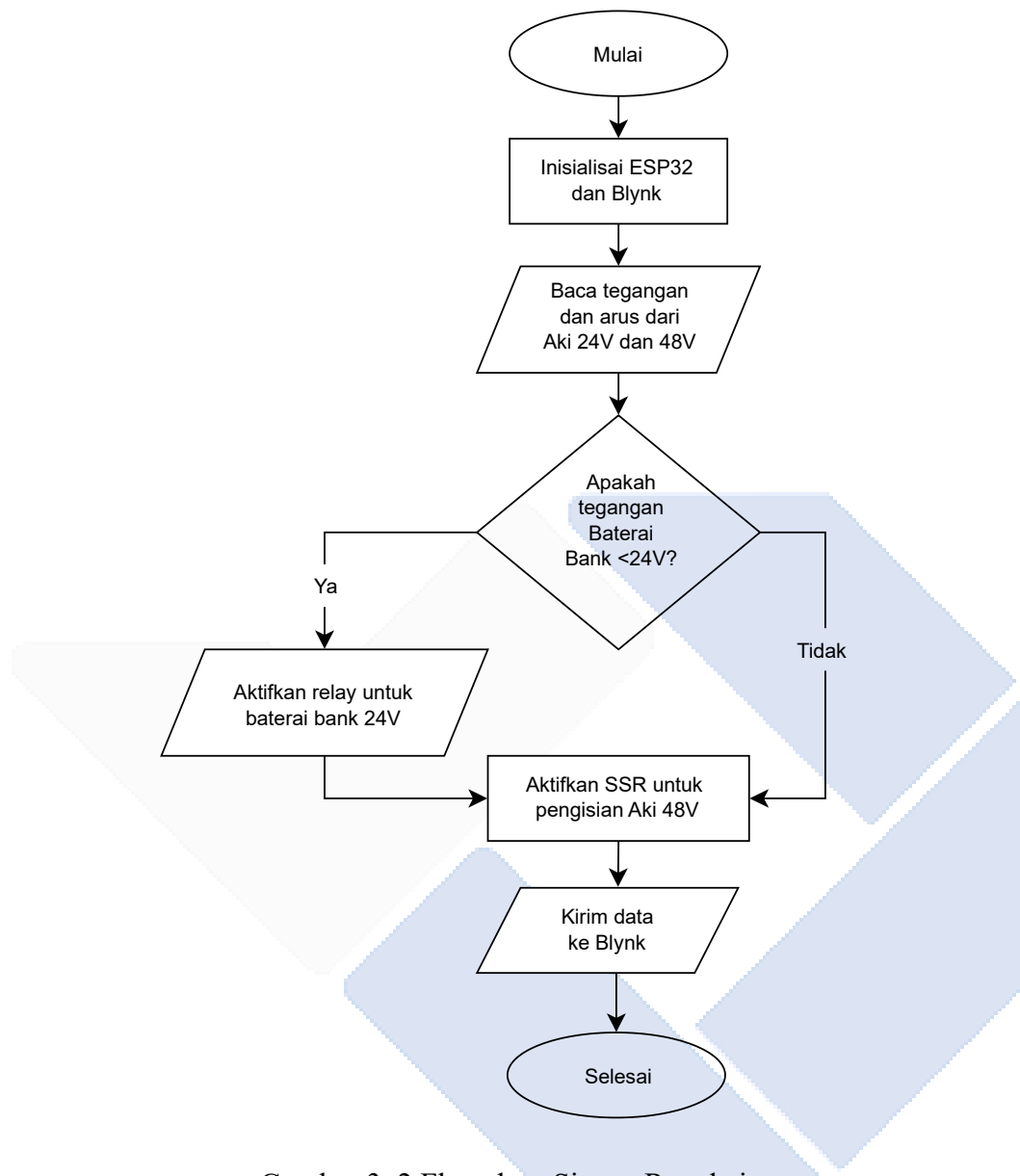
Pada tahap awal, penulis memulai proses dengan berkonsultasi kepada dosen pembimbing untuk mendiskusikan ide dan arah dari proyek akhir yang akan dibuat. Setelah mendapatkan arahan, penulis kemudian melakukan studi literatur, yaitu dengan mengumpulkan berbagai referensi dan sumber informasi yang berkaitan dengan topik proyek. Referensi yang dikumpulkan mencakup data-data mengenai sistem dan kinerja yang relevan. Selanjutnya, data tersebut dianalisis untuk dijadikan bahan evaluasi dan dasar pengembangan dalam merancang sistem yang lebih baik dan sesuai dengan tujuan penelitian.

### 3.2 Perancangan

Tahap perancangan ini adalah tahap merancang blok diagram proyek akhir, perancangan alat dan rangkaian serta perancangan *dashboard* IoT.

#### 3.2.1 Flowchart

*Flowchart* atau diagram alur adalah grafis dari suatu proses, sistem, atau algoritma yang digambarkan menggunakan simbol-simbol standar. *Flowchart* digunakan untuk menunjukkan urutan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikan suatu tugas atau memecahkan masalah tertentu. Berikut *Flowchart* yang di terapkan pada Proyek Akhir ini.



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Rangkaian

Berikut penjelasan dari *Flowchart* diatas :

### 1. Mulai

Proses dimulai. Sistem dinyalakan dan mulai menjalankan instruksi yang ada di ESP32.

### 2. Inisialisasi ESP32 dan Blynk

ESP32 diatur (*set-up*) dan menghubungkan dirinya ke aplikasi *Blynk* untuk memantau serta mengirim data secara *online*.

### **3. Baca Tegangan dan Arus dari aki 24V dan 48V**

Sistem membaca nilai tegangan dan arus dari dua aki, satu bertegangan 24V dan satu lagi 48V. Sensor digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai ini.

### **4. Apakah Tegangan Baterai Bank < 24V?**

Sistem melakukan pengecekan:

1. Jika ya (tegangan baterai bank di bawah 24V), maka:
  - a. Aktifkan relay untuk mulai mengisi baterai 24V.
  - b. Setelah itu, lanjut ke pengisian aki 48V.
2. Jika tidak, langsung lanjut ke pengisian aki 48V.

### **5. Aktifkan SSR untuk Pengisian Aki 48V**

SSR (*Solid State Relay*) diaktifkan untuk mulai proses pengisian daya ke aki 48V.

### **6. Kirim Data ke Blynk**

Setelah semua proses pengisian diatur, data hasil pembacaan dan status dikirim ke aplikasi *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh melalui internet.

### **7. Selesai**

Proses selesai dan bisa diulang kembali sesuai siklus.

## **3.2.2 Perancangan Alat dan Rangkaian**

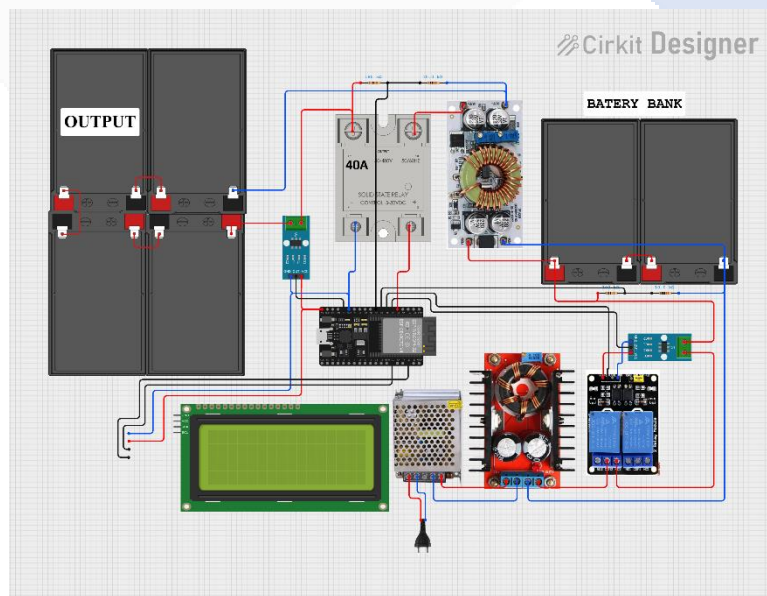
Pada tahap ini, penulis mulai masuk ke proses inti, yaitu merancang alat dan sistem rangkaian elektronik yang akan digunakan dalam proyek. Perancangan dilakukan secara bertahap dan menyeluruh, mulai dari menentukan susunan komponen, cara kerjanya, hingga bagaimana semua bagian saling terhubung dan berfungsi sebagai satu sistem yang utuh.

Perancangan dimulai dari memilih komponen utama seperti ESP32 sebagai pusat kontrol, *converter step-up* untuk menaikkan tegangan, sensor tegangan dan arus (ACS712) untuk memantau kondisi pengisian, serta baterai bank dan *power supply* sebagai sumber daya. Penulis membuat skema awal dengan bantuan *website*

seperti *circuit.designer* atau secara manual, untuk memetakan bagaimana aliran daya dan sinyal berjalan antar komponen.

Selanjutnya, perancangan juga mempertimbangkan aspek kemudahan pemantauan dan keamanan sistem, seperti menambahkan relay atau SSR sebagai saklar otomatis, dan memastikan semua sambungan kabel, jalur arus, dan pengaman telah sesuai standar. Di sisi lain, penulis juga menyiapkan perancangan bagian fisik alat (*hardware*) agar susunan komponen tertata rapi, tidak mudah panas, dan mudah dirawat.

Tujuan dari perancangan ini adalah menciptakan sistem pengisian daya yang otomatis, efisien, dan dapat dipantau dari jarak jauh, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi baterai secara *real-time* melalui aplikasi. Dengan desain yang matang, diharapkan alat dapat bekerja stabil dan tahan dalam penggunaan jangka panjang. Rangkaian elektrikal dapat dilihat pada Gambar 3. 3 berikut.



Gambar 3. 3 Rangkaian elektrikal

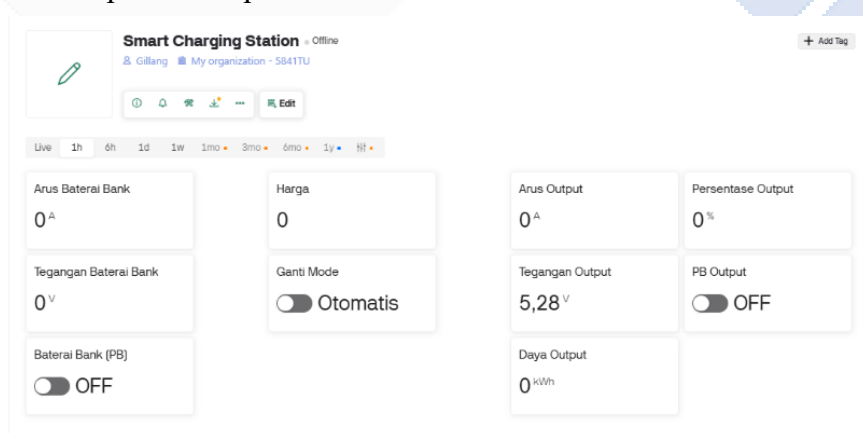
### 3.2.3 Perancangan *Dashboard IoT*

Pada tahap ini, penulis fokus merancang *dashboard* IoT sebagai antarmuka utama antara pengguna dan alat pengisian daya. *Dashboard* ini dirancang menggunakan aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna memantau kondisi sistem secara *real-time* hanya melalui *smartphone*.

Langkah awal dimulai dengan membuat akun dan proyek baru di aplikasi *Blynk*. Selanjutnya, penulis menambahkan berbagai elemen visual ke dalam *dashboard*, seperti gauge untuk menampilkan tegangan dan arus, label digital untuk menampilkan nilai numerik, serta notifikasi atau indikator status untuk memberi peringatan jika terjadi *overvoltage* atau *overcurrent*.

*Dashboard* juga dirancang agar sederhana, mudah dibaca, dan *responsif*, sehingga pengguna dari berbagai latar belakang dapat dengan cepat memahami kondisi baterai dan sistem secara keseluruhan. Setiap elemen di *dashboard* dihubungkan dengan data yang dikirim oleh ESP32 melalui koneksi WiFi, menggunakan *Blynk Auth Token* sebagai penghubung antara perangkat dan aplikasi.

Perancangan ini penting karena *dashboard* menjadi wajah dari alat yang dibuat tempat pengguna melihat informasi, mengambil keputusan, dan merasa yakin bahwa sistem berjalan dengan baik. Dengan adanya *dashboard* IoT, alat pengisian daya ini menjadi lebih interaktif, modern, dan *user-friendly*. Tampilan *dashboard* IoT dapat dilihat pada Gambar 3. 4 berikut.



Gambar 3. 4 Gambar Tampilan *Dashboard* IoT

### 3.2.4 Pembuatan Alat

Setelah perancangan sistem selesai, tahap selanjutnya adalah pembuatan alat secara fisik. Pada tahap ini, penulis mulai merakit semua komponen yang telah dipilih dan dirancang sebelumnya menjadi satu kesatuan alat yang utuh dan berfungsi sesuai tujuan.

Proses pembuatan dimulai dengan menyusun dan menghubungkan komponen elektronik, seperti ESP32, *converter step-up*, sensor arus dan tegangan, relay, serta

baterai bank. Semua kabel dan koneksi disusun rapi agar tidak terjadi kesalahan sambungan atau gangguan sinyal. Pengujian sederhana juga dilakukan saat perakitan, misalnya dengan mengecek apakah modul menyala dan sensor memberikan respon.

Selain merakit rangkaian elektronik, penulis juga menyiapkan bagian fisik atau casing alat, agar perangkat lebih aman, tahan lama, dan praktis saat digunakan. Penempatan setiap komponen diatur agar tidak saling mengganggu dan tetap mudah untuk diakses saat dilakukan perawatan atau perbaikan.

Selama proses ini, penulis juga melakukan penyesuaian program dan logika kontrol, sehingga sistem dapat berjalan otomatis sesuai perencanaan misalnya, memutus arus saat baterai penuh atau mengirim data tegangan ke aplikasi IoT.

Dengan selesainya tahap ini, alat tidak hanya bisa diuji secara individu, tetapi juga siap untuk diuji sebagai sistem utuh. Pembuatan alat menjadi tahap penting untuk mewujudkan rancangan yang sebelumnya hanya ada dalam bentuk gambar dan skema, menjadi alat nyata yang bisa langsung digunakan.

### **3.3 Pengujian Alat**

Pengujian-pengujian yang dilakukan pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut.

#### **3.3.1 Pengujian ESP32-WROOM-32**

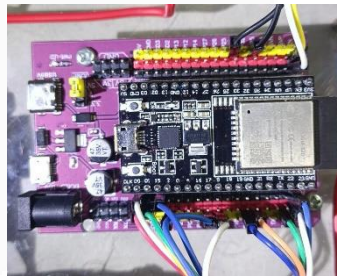
Pada tahap ini, penulis melakukan pengujian terhadap modul ESP32 untuk memastikan bahwa perangkat dapat berjalan dengan baik sebelum diintegrasikan ke seluruh sistem. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan ESP32 ke komputer melalui kabel USB, lalu mengunggah program sederhana menggunakan Arduino IDE, seperti perintah untuk menyalakan LED *internal* atau membaca sinyal dari sensor.

Langkah awal pengujian dilakukan dengan memastikan bahwa ESP32 dapat terhubung ke jaringan *WiFi* dengan stabil. Setelah berhasil terhubung, pengujian dilanjutkan dengan mengirim data sederhana seperti pembacaan tegangan dari sensor ke aplikasi *Blynk*, sebagai simulasi *monitoring* secara *real time*. Hal ini

bertujuan untuk mengecek apakah koneksi antara ESP32 dan *Blynk* berfungsi dengan baik.

Selain itu, penulis juga menguji pin *input* dan output pada ESP32, seperti pin ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk membaca sensor tegangan dan arus, serta pin digital untuk mengontrol relay. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa ESP32 dapat membaca data dengan akurat dan menjalankan perintah kendali sesuai program.

Melalui serangkaian pengujian ini, penulis dapat memastikan bahwa ESP32 berfungsi dengan baik, baik dalam hal pemrosesan data, komunikasi dengan sensor, maupun integrasi dengan *platform* IoT. Pengujian ini menjadi dasar sebelum ESP32 dipasang secara permanen ke dalam sistem pengisian daya sepeda listrik yang dirancang. ESP32 yang digunakan pada proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3. 5 berikut.



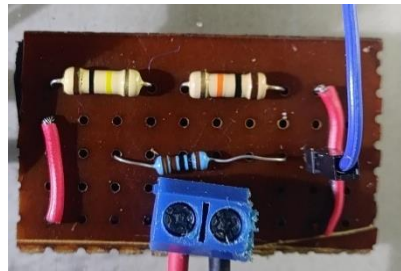
Gambar 3. 5 ESP32-WROOM -32

### 3.3.2 Pengujian Pembagi Tegangan

Pengujian pembagi tegangan dilakukan untuk memastikan bahwa komponen ini dapat membaca nilai tegangan dengan akurat dan stabil sebelum digunakan dalam sistem pengisian daya. Pengujian dimulai dengan menghubungkan sensor ke ESP32, lalu membaca nilai tegangan menggunakan program sederhana di Arduino IDE.

Penulis memberikan berbagai sumber tegangan, mulai dari 5V hingga 60V, untuk melihat apakah pembagi tegangan dapat mengukur perubahan tegangan dengan benar. Data hasil pembacaan ditampilkan melalui serial monitor dan juga dikirim ke aplikasi *Blynk* sebagai bagian dari sistem pemantauan jarak jauh.

Melalui pengujian ini, dapat dipastikan bahwa pembagi tegangan berfungsi dengan baik, memberikan nilai yang mendekati tegangan sebenarnya, serta responsif terhadap perubahan input, pengujian ini menjadi penting agar sistem dapat memantau kondisi baterai secara *real-time* dan menghindari *overvoltage*. Sensor tegangan yang digunakan pada proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3. 6 berikut.



Gambar 3. 6 Pembagi Tegangan

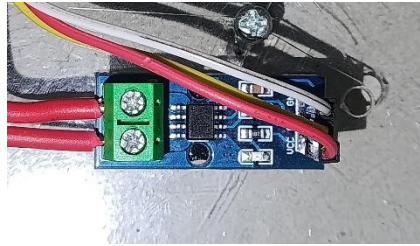
### 3.3.3 Pengujian Sensor Arus ACS712 30A

Pengujian sensor arus ACS712 30A dilakukan untuk memastikan sensor dapat membaca arus listrik dengan benar sebelum digunakan dalam sistem. Pengujian dimulai dengan menghubungkan sensor ke ESP32, lalu menggunakan program sederhana untuk membaca nilai arus melalui pin analog.

Untuk menguji keakuratan sensor, penulis memberikan beban arus berbeda misalnya dengan menghubungkan lampu atau motor DC dan mencatat hasil pembacaan sensor. Data kemudian dibandingkan dengan nilai arus sebenarnya yang diukur menggunakan multimeter sebagai alat pembanding.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ACS712 dapat membaca arus secara stabil dan *responsif*, serta cukup akurat untuk digunakan dalam sistem monitoring pengisian daya. Pengujian ini penting agar sistem dapat mendeteksi kondisi arus berlebih (*overcurrent*) dan menjaga keamanan proses pengisian baterai. Sensor arus ACS712 yang digunakan pada proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3. 7 berikut.





Gambar 3. 7 Sensor Arus ACS712 30A

#### 3.3.4 Pengujian *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A*

Pengujian *step-up converter 1200W 20A* dilakukan untuk memastikan bahwa alat ini dapat menaikkan tegangan (*boost*) dari sumber daya sesuai dengan kebutuhan sistem. Pengujian dimulai dengan memberikan tegangan *input* dari baterai 24V, lalu mengatur *output converter* agar sesuai dengan tegangan pengisian baterai sepeda listrik, yaitu sekitar 48V–54V.

Selama pengujian, penulis memantau tegangan *output* menggunakan multimeter dan mencatat apakah nilai tegangan stabil saat beban terhubung. Selain itu, suhu dan kipas pendingin *converter* juga diperhatikan untuk memastikan alat tidak *overheat* saat arus tinggi.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *converter* mampu menaikkan tegangan dengan baik dan stabil, serta mampu mengalirkan arus sesuai kebutuhan. Pengujian ini penting agar proses pengisian daya sepeda listrik bisa berlangsung efisien dan aman tanpa merusak baterai atau komponen lain. Adapun bentuk fisik dari *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



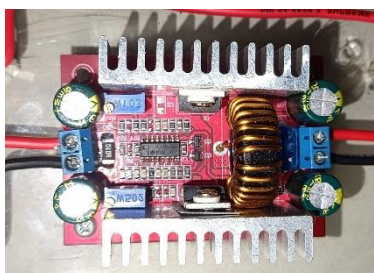
Gambar 3. 8 High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V 20A

### 3.3.5 Pengujian 400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A

Pengujian *converter* 400W 12A dilakukan untuk memastikan modul dapat menaikkan tegangan dari *power supply* 24V menjadi sekitar 28V, yang dibutuhkan untuk mengisi baterai bank 24V. Langkah pertama dimulai dengan menghubungkan input *converter* ke *power supply* 24V, lalu mengatur tegangan *output* menggunakan trimpot pada modul.

Selama pengujian, penulis memantau tegangan dan arus *output* menggunakan multimeter untuk memastikan bahwa nilai yang dihasilkan sesuai dan stabil. *Converter* juga diuji dengan beban ringan hingga sedang (misalnya lampu atau beban *dummy*) untuk melihat apakah arus bisa mengalir tanpa gangguan dan apakah suhu komponen tetap aman.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa converter mampu bekerja dengan baik, menaikkan tegangan secara stabil hingga 28 *Volt*, serta tetap dalam batas arus yang wajar. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa modul aman digunakan sebagai bagian dari sistem pengisian daya baterai bank. Adapun bentuk fisik dari 400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9 400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A

### 3.4 Pengujian Keseluruhan

Setelah semua komponen dirakit dan diuji satu per satu, tahap selanjutnya adalah pengujian keseluruhan sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh rangkaian dapat bekerja dengan baik secara terintegrasi, mulai dari input daya, proses konversi tegangan, hingga pemantauan melalui aplikasi.

Pengujian dimulai dengan menyalakan *power supply* 24V, kemudian memastikan tegangan berhasil dinaikkan oleh *converter* 400W untuk mengisi baterai bank 24V. Setelah itu, baterai bank digunakan sebagai input untuk *converter* 1200W, yang menaikkan tegangan menjadi sekitar 54V untuk mengisi baterai sepeda listrik.

Selama proses pengisian, penulis memantau tegangan dan arus menggunakan sensor serta mencatat data yang dikirim ke aplikasi Blynk melalui ESP32. Sistem juga diuji untuk memastikan fungsi otomatisasi, seperti pemutusan daya saat baterai penuh atau saat terjadi *overcurrent*.

Dari hasil pengujian, sistem menunjukkan bahwa semua komponen dapat bekerja dengan selaras dan stabil, dan proses pengisian berjalan efisien, aman, serta dapat dipantau secara *real-time*. Pengujian ini menjadi tahap akhir sebelum alat dinyatakan siap untuk digunakan.

### 3.5 Laporan Proyek Akhir

Pada bagian ini, penulis menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan selama proses pembuatan proyek akhir, mulai dari perencanaan hingga pengujian alat. Metode penelitian yang digunakan bersifat eksperimen terapan, di mana sistem dirancang, dibuat, dan diuji langsung secara nyata berdasarkan data dan referensi yang telah dikumpulkan sebelumnya.

#### 3.5.1 Studi Literatur

Tahap awal dimulai dengan melakukan studi literatur, yaitu mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan artikel *online* yang berkaitan dengan topik proyek. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam

memahami cara kerja komponen seperti ESP32, *converter step up*, sensor arus, sensor tegangan, serta sistem *Internet of Things* (IoT).

### **3.5.2 Konsultasi dengan Pembimbing**

Setelah menentukan ide dan tujuan proyek, penulis melakukan konsultasi rutin dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan arahan teknis dan validasi terhadap rancangan sistem yang akan dibuat. Proses ini penting agar alat yang dirancang tetap sesuai dengan konteks keilmuan dan kebutuhan pengguna.

### **3.5.3 Perancangan Sistem**

Pada tahap ini, penulis mulai merancang alat secara menyeluruh, baik dari sisi hardware (rangkaian komponen elektronik) maupun software (program kontrol menggunakan Arduino IDE dan aplikasi *Blynk*). Desain meliputi alur kerja sistem, pemilihan komponen, dan pembuatan skema rangkaian.

### **3.5.4 Perakitan dan Pemrograman**

Selanjutnya, komponen dirakit sesuai skema yang telah dibuat. ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE agar dapat membaca sensor, mengatur pengisian daya, dan mengirim data ke *Blynk*. Penyesuaian kode dilakukan secara bertahap untuk memastikan sistem berjalan sesuai harapan.

### **3.5.5 Pengujian Setiap Komponen**

Setiap komponen diuji secara mandiri, seperti ESP32, sensor arus ACS712, sensor tegangan, dan *converter step up*. Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah masing-masing bagian berfungsi dengan baik sebelum digabungkan ke dalam sistem utama.

### **3.5.6 Pengujian Keseluruhan Sistem**

Setelah semua bagian berhasil diuji, sistem dirangkai secara lengkap dan dilakukan pengujian menyeluruh. Pengujian ini melibatkan proses pengisian baterai dari awal hingga penuh, sambil dipantau melalui aplikasi *Blynk* untuk memastikan tegangan, arus, dan respon sistem berjalan normal.

### **3.5.7 Evaluasi dan Perbaikan**

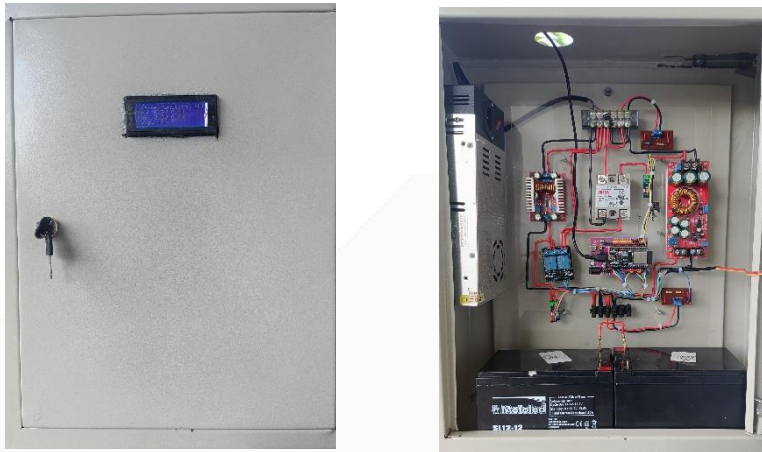
Jika ditemukan kendala selama pengujian, penulis melakukan analisis dan perbaikan baik dari sisi rangkaian maupun pemrograman. Evaluasi ini menjadi bagian penting dalam menyempurnakan alat sebelum dinyatakan selesai

## BAB IV

### HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Tampilan Keseluruhan

Tampilan tampak luar pada alat dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Tampilan Keseluruhan Pada Alat

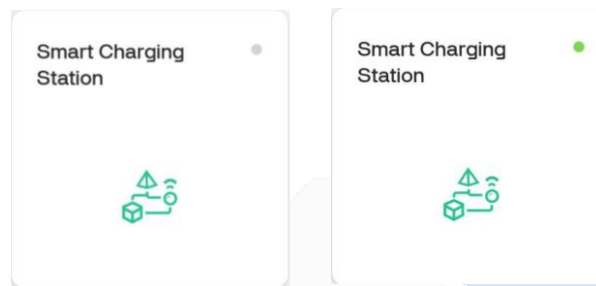
Gambar 4.1 menampilkan tampilan luar pada alat yang menggunakan panel sebagai cover maupun pelindung bagi komponen dan sistem yang ada didalamnya.

#### 4.2 Hasil Pengujian ESP32-Wroom 32

Pengujian koneksi *WiFi* pada ESP32 dilakukan untuk memastikan bahwa modul dapat terhubung ke jaringan *internet* dengan stabil, yang merupakan bagian penting dari sistem IoT yang dirancang. Langkah pengujian dimulai dengan mengisi data SSID (nama *WiFi*) dan *password* ke dalam program di Arduino IDE, kemudian diunggah ke ESP32.

Setelah ESP32 dinyalakan, koneksi diuji dengan melihat *output* di serial monitor. Hasilnya menunjukkan bahwa ESP32 berhasil tersambung ke *WiFi* dengan menampilkan alamat IP secara otomatis. Modul dapat terhubung dalam waktu kurang dari 10 detik setelah dinyalakan, yang menandakan proses koneksi berjalan lancar.

Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa koneksi *WiFi* pada ESP32 berfungsi dengan baik dan sangsiteat mendukung kebutuhan sistem untuk *monitoring* jarak jauh secara *real time*. Hal ini juga menjadi bukti bahwa ESP32 cocok digunakan dalam proyek berbasis IoT seperti stasiun pengisian daya cerdas ini. Tampilan *smartphone* pada aplikasi *Blynk* IoT saat *board* sudah terkoneksi dengan *internet* dapat dilihat pada Gambar 4. 2 berikut.



Gambar 4. 2 Tampilan antarmuka Blynk pada *smartphone*

Gambar 4. 2 sebelah kiri adalah tampilan antarmuka *Blynk* pada *smartphone* yang belum terkoneksi dengan jaringan sedangkan gambar sebelah kanan adalah tampilan antarmuka Blynk pada *smartphone* yang sudah terkoneksi dengan jaringan di tandai dengan indikator hijau di pojok kanan atas.

### 4.3 Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712 30A

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar arus yang mengalir saat pengisian aki 12V 12Ah menggunakan *converter step-up* 400W, di mana arus dibaca menggunakan sensor ACS712 30A dan dipantau melalui sistem berbasis ESP32. Rangkaian pengujian sensor arus ACS712 30A dapat dilihat pada Gambar 4. 3 berikut.



Gambar 4. 3 Pengujian Sensor Arus ACS712 30 A

Data hasil pengujian sensor arus ACS712 30A dapat dilihat pada Tabel 4. 1 berikut.

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Arus ACS712

Tegangan <i>Input (Volt)</i>	Arus ( <i>Ampere</i> )
14.01 <i>Volt</i>	0.52 <i>Ampere</i>
15.05 <i>Volt</i>	0.63 <i>Ampere</i>
15.51 <i>Volt</i>	0.88 <i>Ampere</i>
16.01 <i>Volt</i>	1.00 <i>Ampere</i>
16.51 <i>Volt</i>	1.13 <i>Ampere</i>
17.01 <i>Volt</i>	1.50 <i>Ampere</i>
17.50 <i>Volt</i>	1.94 <i>Ampere</i>
18.00 <i>Volt</i>	2.7 <i>Ampere</i>

Dari data tersebut, terlihat bahwa semakin tinggi tegangan pada aki, arus yang mengalir juga semakin besar. Ini menunjukkan bahwa sistem *converter* bekerja menaikkan tegangan secara bertahap dan arus pengisian pun meningkat sesuai kebutuhan baterai.

Sensor ACS712 memberikan pembacaan yang konsisten dan logis, mengikuti pola naiknya tegangan selama proses pengisian. Walaupun tidak dibandingkan langsung dengan multimeter, hasil yang diperoleh sudah cukup menggambarkan bahwa alat mampu membaca arus secara *real-time* dan mendukung proses *monitoring* dengan baik.

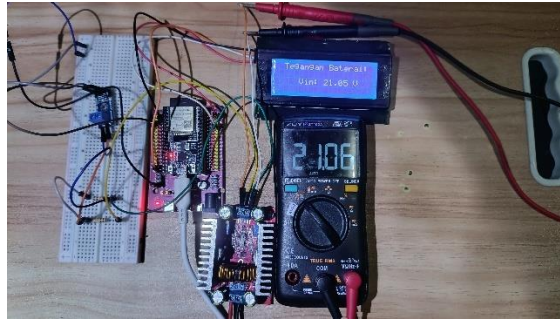
#### 4.4 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Pada tahap ini, kami melakukan pengujian terhadap sensor tegangan yang digunakan untuk membaca *output* dari sistem pengisian daya berbasis *converter* 400W. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana akurasi pembacaan sensor tegangan dibandingkan dengan alat ukur standar, yaitu multimeter digital.

Pengujian dilakukan dengan cara membaca nilai tegangan secara bersamaan menggunakan dua alat, yaitu sensor tegangan yang terhubung ke ESP32, dan



multimeter sebagai acuan. Setiap data yang dicatat mencerminkan kondisi *real-time* dari tegangan *output* saat proses pengisian berlangsung. Rangkaian uji coba sensor tegangan dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4. 4 Rangkaian uji coba sensor tegangan

Data hasil pengujian pembagi tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor tegangan

Tegangan <i>Input</i> ( <i>Volt</i> )	Multimeter ( <i>Volt</i> )	Sensor Tegangan ( <i>Volt</i> )	Error (%)
20 <i>Volt</i>	20.27 <i>Volt</i>	20.05 <i>Volt</i>	1.09 %
20.5 <i>Volt</i>	20.51 <i>Volt</i>	20.42 <i>Volt</i>	0.44 %
21 <i>Volt</i>	21.06 <i>Volt</i>	21.05 <i>Volt</i>	0.05 %
21.5 <i>Volt</i>	21.51 <i>Volt</i>	21.52 <i>Volt</i>	0.05 %
22 <i>Volt</i>	22 <i>Volt</i>	22.03 <i>Volt</i>	0.14 %
22,5 <i>Volt</i>	22.50 <i>Volt</i>	22.63 <i>Volt</i>	0.58 %
23 <i>Volt</i>	23.01 <i>Volt</i>	23.21 <i>Volt</i>	0.87 %
23.5 <i>Volt</i>	23 .51 <i>Volt</i>	23.51 <i>Volt</i>	0.00 %
24 <i>Volt</i>	24.02 <i>Volt</i>	24.34 <i>Volt</i>	1.33 %
24.5 <i>Volt</i>	24.53 <i>Volt</i>	24.67 <i>Volt</i>	0.57 %

Dari data pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa perbedaan antara pembacaan pembagi tegangan dan multimeter bisa terjadi karena beberapa hal yang cukup umum. Proses kalibrasi yang belum tepat juga bisa menyebabkan pembacaan tidak akurat. Selain itu, gangguan sinyal (*noise*) dari rangkaian atau kabel yang



berdekatan dengan sumber arus tinggi bisa memengaruhi hasil sensor. Terakhir, keterbatasan resolusi pada *mikrokontroler* seperti ESP32 juga berpengaruh. Meskipun ada sedikit *error*, hasil sensor masih cukup baik untuk pemantauan pengisian daya.

Dari data hasil pengujian pada Tabel 4.2, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara pembagi tegangan dari multimeter, hasil pengukuran menggunakan multimeter dan nilai yang terbaca oleh pembagi tegangan. Maka perlu dilakukan perhitungan persentase *error* dari sensor yang digunakan. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan persentase *error*.

$$Error (\%) = \left| \frac{\text{Hasil Pembacaan Sensor} - \text{Hasil Pembacaan Multimeter}}{\text{Hasil Pembacaan Multimeter}} \right| \times 100\%$$

Berikut perhitungan *error* pada setiap tegangan tabel 4. 2

1. Perhitungan *error* pada tegangan 20V.

$$Error (\%) = \left| \frac{20.05 - 20.27}{20.27} \right| \times 100\% = 1.09\%$$

2. Perhitungan *error* pada tegangan 20.5V.

$$Error (\%) = \left| \frac{20.42 - 20.51}{20.51} \right| \times 100\% = 0.44\%$$

3. Perhitungan *error* pada tegangan 21V.

$$Error (\%) = \left| \frac{21.05 - 21.06}{21.06} \right| \times 100\% = 0.05\%$$

4. Perhitungan *error* pada tegangan 21.5V.

$$Error (\%) = \left| \frac{21.52 - 21.51}{21.51} \right| \times 100\% = 0.05\%$$

5. Perhitungan *error* pada tegangan 22V.

$$Error (\%) = \left| \frac{22.03 - 22.00}{22.00} \right| \times 100\% = 0.14\%$$

6. Perhitungan *error* pada tegangan 22.5V.

$$Error (\%) = \left| \frac{22.63 - 22.50}{22.50} \right| \times 100\% = 23\%$$

7. Perhitungan *error* pada tegangan 23.5V.

$$Error (\%) = \left| \frac{23.21 - 23.01}{23.01} \right| \times 100\% = 0.87\%$$

8. Perhitungan *error* pada tegangan 24V.

$$Error (\%) = \left| \frac{24.43 - 24.02}{24.02} \right| \times 100\% = 1.33\%$$

9. Perhitungan *error* pada tegangan 24.5V.

$$Error (\%) = \left| \frac{24.67 - 24.53}{24.53} \right| \times 100\% = 0.57\%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tegangan mampu membaca nilai dengan cukup akurat jika dibandingkan dengan multimeter. Meskipun ada sedikit selisih, dengan rata-rata error 0.51%, sehingga sensor ini sudah cukup layak digunakan untuk pemantauan tegangan secara *real-time* dalam sistem pengisian daya sepeda listrik berbasis IoT.

#### 4.5 Hasil Pengujian 400W High Power DC-DC Step Up Boost Converter 12A

Pada pengujian ini, kami menggunakan dua buah aki 12V 12Ah yang disusun secara seri untuk menghasilkan tegangan total sebesar 24V 12Ah. Tegangan ini kemudian dijadikan sumber *input* bagi *High Power DC-DC Step Up Converter* 400W 12A, yang berfungsi untuk menaikkan tegangan (*boost*) hingga ke level yang dibutuhkan oleh sistem pengisian baterai bank atau beban lainnya. Rangkaian uji coba 400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A dapat dilihat pada Gambar 4. 5 berikut.



Gambar 4. 5 Rangkaian uji coba 400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A

Data hasil pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Hasil pengujian 400W *High Power DC-DC Step Up Boost Converter* 12A

<i>Power Supply (Vinpiut)</i>	<i>Output (Voutput)</i>	Error (%)
26 Volt	25.97 Volt	0.12 %
28 Volt	27.96 Volt	0.14 %
30 Volt	29.96 Volt	0.13 %
32 Volt	31.94 Volt	0.19 %
34 Volt	33.95 Volt	0.15 %
36 Volt	35.93 Volt	0.19 %

Selama pengujian, kami meningkatkan tegangan *input (power supply)* secara bertahap mulai dari 26V hingga 36V, dan mencatat tegangan *output* yang dihasilkan oleh *converter*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa *converter* bekerja dengan baik dan efisien, karena setiap perubahan tegangan *input* diikuti oleh peningkatan tegangan *output* yang sangat mendekati nilai *input*. Misalnya, saat *input* 26V, *output*-nya 25.97V, dan saat *input* 36V, *output* mencapai 35.93V.

Perbedaan antara *input* dan *output* sangat kecil, hanya sekitar 0.04V hingga 0.07V. Ini menunjukkan bahwa *converter* mampu mempertahankan efisiensi tinggi dalam menaikkan tegangan tanpa mengalami penurunan tegangan yang signifikan. Dengan kata lain, daya yang dihasilkan tetap stabil dan tidak banyak energi yang hilang dalam proses konversi.

Dari data hasil pengujian pada Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara tegangan *output conveter step up* 400W dengan multimeter. Maka perlu dilakukan perhitungan persentase *error* dari sensor yang digunakan. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan persentase *error*:

$$Error (\%) = \left| \frac{V_{output} - V_{input}}{V_{input}} \right| \times 100\%$$

Berikut perhitungan *error* pada setiap tegangan tabel 4.3 :

1. Perhitungan *error* pada tegangan 26V.

$$Error (\%) = \left| \frac{25.97 - 26.00}{26.00} \right| \times 100\% = 0.12\%$$

2. Perhitungan *error* pada tegangan 28V.

$$Error (\%) = \left| \frac{27.96 - 28.00}{28.00} \right| \times 100\% = 0.14\%$$

3. Perhitungan *error* pada tegangan 30V.

$$Error (\%) = \left| \frac{29.96 - 30.00}{30.00} \right| \times 100\% = 0.13\%$$

4. Perhitungan *error* pada tegangan 32V.

$$Error (\%) = \left| \frac{31.94 - 32.00}{32.00} \right| \times 100\% = 0.19\%$$

5. Perhitungan *error* pada tegangan 34V.

$$Error (\%) = \left| \frac{33.95 - 34.00}{34.00} \right| \times 100\% = 0.15\%$$

6. Perhitungan *error* pada tegangan 36.

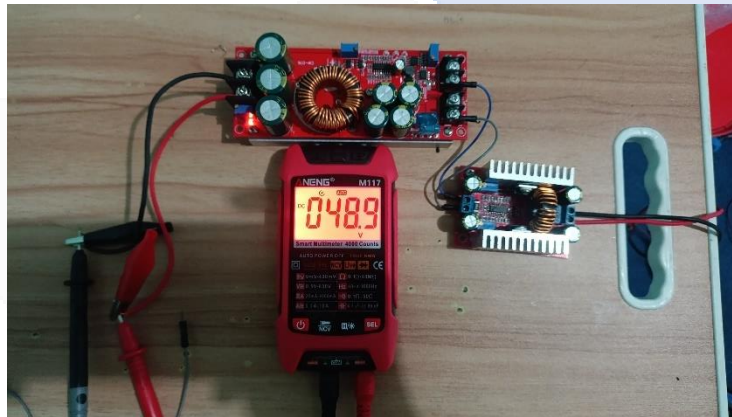
$$Error (\%) = \left| \frac{35.93 - 36.00}{36.00} \right| \times 100\% = 0.19\%$$

Pengujian ini membuktikan bahwa *boost converter* 400W 12A mampu bekerja secara konsisten saat digunakan dengan sumber *power supply* 24V 15A. *Output* yang stabil sangat penting dalam sistem pengisian kendaraan listrik karena membantu mencegah *overvoltage* atau *undervoltage* yang bisa merusak baterai sepeda listrik.

Secara keseluruhan, performa dari DC-DC *step up converter* ini layak dan andal digunakan dalam sistem stasiun pengisian daya cerdas yang sedang kami rancang, karena tidak hanya menaikkan tegangan secara efisien, tetapi juga memberikan kestabilan *output* yang sesuai dengan kebutuhan pengisian sepeda listrik 48V.

#### 4.6 Hasil Pengujian *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A*

Pada pengujian ini, kami menggunakan *power supply* 24V 15A sebagai sumber utama energi. *Output* dari *power supply* ini dinaikkan terlebih dahulu menggunakan *Boost Converter 400W 12A*, dan hasilnya kemudian menjadi input bagi *DC-DC Step Up 1200W 20A*. Tujuannya adalah untuk menguji kemampuan *converter* dalam menaikkan tegangan hingga ke level tinggi yang dibutuhkan untuk pengisian sepeda listrik atau beban 48V ke atas. Rangkaian uji coba *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Rangkaian uji coba *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A*

Data hasil pengujian sensor tegangan dapat dilihat pada Tabel 4. 4 berikut.

Tabel 4.4 Hasil pengujian *High Power DC-DC Step Up 10–60V to 12–80V Boost Converter 1200W 20A*

<i>Power Supply (V<sub>input</sub>)</i>	<i>Output (V<sub>output</sub>)</i>	<i>Error (%)</i>
50 Volt	48.9 Volt	2.20 %
52 Volt	51.9 Volt	0.19 %
54 Volt	53.8 Volt	0.37 %
56 Volt	55.8 Volt	0.36 %
58 Volt	57.8 Volt	0.34 %
60 Volt	59.9 Volt	0.17 %

Kami melakukan pengujian dengan menaikkan *input* dari 50V hingga 60V, kemudian mencatat *output* yang dihasilkan oleh *converter 1200W*. Hasilnya menunjukkan bahwa *converter* mampu menghasilkan output tegangan yang sangat dekat dengan nilai *input*-nya. Misalnya, pada input 50V, *output*-nya adalah 48.9V. Begitu pula pada *input* 60V, *output*-nya adalah 59.9V.

Dari data hasil pengujian pada Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara tegangan *output conveter step up 1200W* dengan multimeter. Maka perlu dilakukan perhitungan persentase *error* dari sensor yang digunakan. Berikut rumus yang digunakan untuk perhitungan persentase *error*:

$$Error (\%) = \left| \frac{V_{output} - V_{input}}{V_{input}} \right| \times 100\%$$

Berikut perhitungan *error* pada setiap tegangan tabel 4.4

1. Perhitungan *error* pada tegangan 50.

$$Error (\%) = \left| \frac{48.9 - 50.0}{50.0} \right| \times 100\% = 2.20\%$$

2. Perhitungan *error* pada tegangan 52V.

$$Error (\%) = \left| \frac{51.9 - 52.0}{52.0} \right| \times 100\% = 0.19\%$$

3. Perhitungan *error* pada tegangan 54V.

$$Error (\%) = \left| \frac{53.8 - 54.0}{54.0} \right| \times 100\% = 0.37\%$$

4. Perhitungan *error* pada tegangan 56V.

$$Error (\%) = \left| \frac{55.8 - 56.0}{56.0} \right| \times 100\% = 0.36\%$$

5. Perhitungan *error* pada tegangan 58V.

$$Error (\%) = \left| \frac{57.8 - 58.0}{58.0} \right| \times 100\% = 0.34\%$$

6. Perhitungan *error* pada tegangan 60V.

$$Error (\%) = \left| \frac{59.9 - 60.0}{60.0} \right| \times 100\% = 0.17\%$$

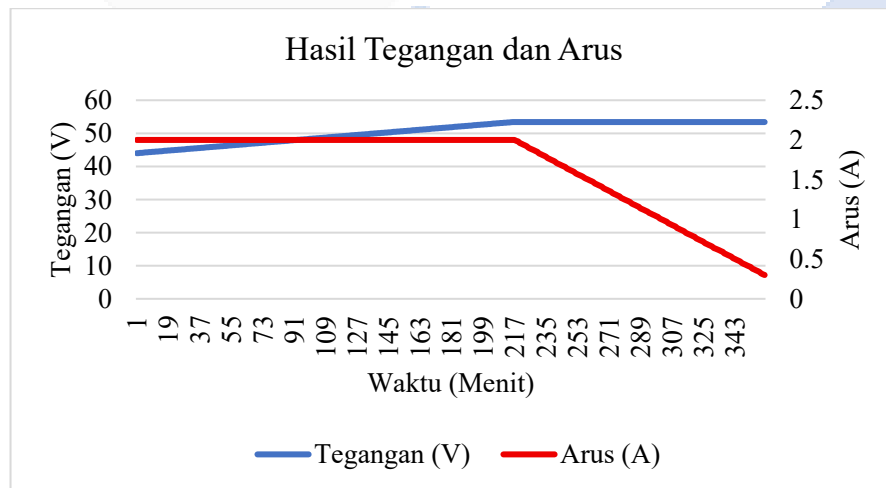
Selisih antara *input* dan *output* sangat kecil, hanya berada di kisaran 0.1 *volt* hingga 1.1 *volt*. Ini menunjukkan bahwa *converter* 1200W bekerja sangat efisien, bahkan ketika digunakan dalam kondisi beban yang menengah tanpa kehilangan daya yang berarti. Kinerja seperti ini sangat penting untuk mendukung sistem pengisian kendaraan listrik yang menuntut kestabilan tegangan tinggi agar proses pengisian berjalan cepat namun tetap aman.

#### 4.7. Hasil Pengujian Keseluruhan



Gambar 4.7 Pengujian Alat ke Sepeda Listrik

Pengujian keseluruhan ini merupakan pengujian proses pengisian baterai dengan menggunakan sistem kontrol dan sistem monitoring melalui aplikasi *Blynk* IoT. Data hasil pengujian pengisian baterai dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 berikut.

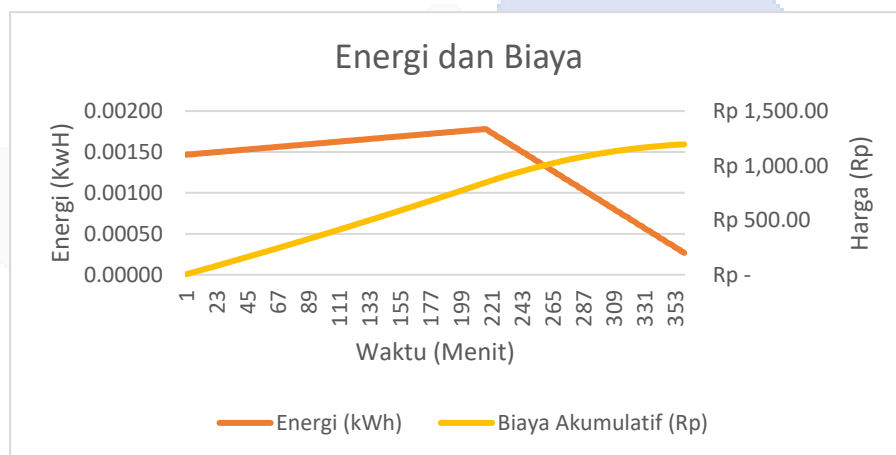


Gambar 4.8 Grafik Hasil Tegangan dan Arus Pengisian

Berdasarkan grafik hasil tegangan dan arus, terlihat bahwa selama proses pengisian baterai, nilai tegangan mengalami peningkatan secara bertahap dari awal hingga sekitar menit ke 217, kemudian cenderung stabil hingga proses pengisian selesai. Sementara itu, arus menunjukkan pola yang berbeda pada awalnya meningkat seiring naiknya tegangan, namun setelah mencapai titik tertentu, arus



mulai menurun secara signifikan hingga mendekati nol di akhir proses. Pola ini menunjukkan bahwa proses pengisian baterai sepeda listrik berlangsung dalam dua tahap utama, yaitu tahap pengisian dengan arus konstan (*constant current*) dan dilanjutkan dengan tahap tegangan konstan (*constant voltage*). Pada tahap awal, baterai diisi dengan arus yang relatif besar untuk mempercepat pengisian daya. Setelah tegangan baterai mencapai batas maksimum, sistem pengisian otomatis mengurangi arus untuk menjaga keamanan baterai dan mencegah terjadinya *overcharge*. Hal ini menandakan bahwa sistem pengisian bekerja dengan baik dan mengikuti karakteristik umum pengisian baterai lithium-ion yang efisien dan aman.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Energi dan Biaya Pengisian

Berdasarkan Gambar 4.9 grafik hasil energi dan biaya selama pengisian dapat dilihat bahwa energi listrik yang digunakan (dalam satuan kWh) meningkat secara bertahap hingga mencapai puncak sekitar menit ke 221, kemudian mengalami penurunan seiring menurunnya arus pengisian. Penurunan ini menunjukkan bahwa konsumsi energi berkurang karena baterai hampir penuh dan proses pengisian beralih ke tahap stabilisasi tegangan. Sementara itu, biaya akumulatif yang dihitung berdasarkan pemakaian energi listrik terus mengalami peningkatan hingga mencapai nilai maksimum pada akhir proses pengisian. Hal ini menggambarkan total biaya listrik yang dikeluarkan selama pengisian berlangsung. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa penggunaan energi selama pengisian sepeda listrik berlangsung dengan efisien. Pada tahap awal, energi terserap lebih besar untuk mempercepat pengisian, sedangkan pada tahap akhir, energi yang

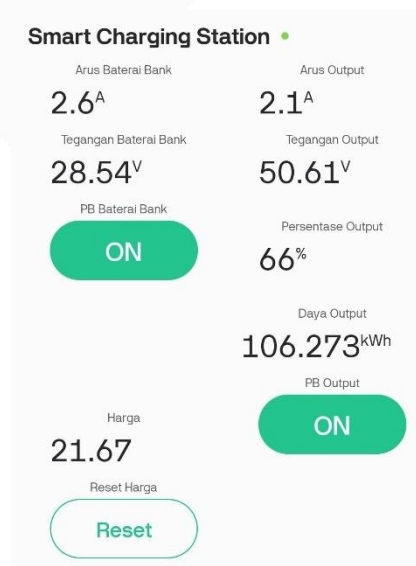
digunakan menurun untuk menjaga kestabilan baterai. Biaya listrik yang dikeluarkan pun meningkat secara proporsional terhadap waktu dan energi yang digunakan, mencerminkan sistem pengisian yang efektif dan ekonomis.

Tampilan pada LCD dan aplikasi *Blynk* IoT dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.10 Tampilan di LCD

Berdasarkan Gambar 4.10 tegangan dan arus yang tertera merupakan tegangan baterai dan arus *real time* pada saat pengisian ke *output*, Daya adalah tegangan dan arus yang masuk ke baterai pada saat pengisian ke *output* dan biaya adalah total biaya yang harus dibayar dari proses pengisian.



Gambar 4.11 Tampilan pada Aplikasi Blynk IoT

Pada Gambar 4.11 tampilan pada aplikasi *Blynk* IoT terdapat tampilan dari *Smart Charging Station* yang menunjukkan kondisi dan aktivitas pengisian daya secara *real time* dengan cara yang mudah dipahami. Pada bagian kiri, terdapat

informasi tentang arus yang masuk ke baterai bank sebesar 2.6 A, yang menandakan proses pengisian berjalan stabil, serta tegangan baterai bank sebesar 28.54 V yang menunjukkan tingkat energi yang sedang diserap baterai. Indikator PB Baterai Bank yang berstatus ON menegaskan bahwa pengisian baterai benar-benar aktif. Sementara itu, di sisi kanan terlihat arus output sebesar 2.1 A dan tegangan *output* 50.61 V, yang merupakan daya yang sedang disalurkan ke kendaraan atau perangkat lain.

Ada pula indikator Persentase *output* mencapai 66%, menandakan kapasitas sistem yang sedang digunakan, serta Daya *output* tercatat 106.273 kWh sebagai total energi yang telah dikeluarkan. Bagian bawah menampilkan biaya penggunaan sebesar Rp. 21.67, yang dihitung berdasarkan energi yang dipakai, dan tersedia tombol reset harga untuk mengatur ulang perhitungan ketika sesi pengisian selesai. Keseluruhan panel memberikan gambaran lengkap mengenai aliran daya masuk ke baterai dan daya keluar ke pengguna, sehingga memudahkan pemantauan proses pengisian kendaraan listrik secara cerdas dan aman.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian kegiatan mulai dari perancangan, perakitan, hingga pengujian sistem, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 5.1.1 Stasiun pengisian daya cerdas berhasil dibangun dan berfungsi sesuai harapan. Sistem mampu menaikkan tegangan, memantau arus serta tegangan secara *real-time*, dan mengirimkan data melalui koneksi *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32 dan aplikasi *Blynk*.
- 5.1.2 Proses pengisian dirancang dalam dua tahap untuk efisiensi energi. Pengisian dilakukan dari *power supply* 24V ke baterai bank 24V dengan *converter* 400W, lalu dari baterai bank ke baterai sepeda listrik 48V dengan *converter* 1200W. Konsep ini terbukti bekerja dengan baik dalam praktik.
- 5.1.3 Pemantauan dan kendali jarak jauh berjalan stabil dan responsif. Pengguna dapat memantau proses pengisian serta melihat data sensor melalui perangkat mobile, sehingga memberikan kemudahan dalam penggunaan sehari-hari.
- 5.1.4 Sensor arus dan tegangan bekerja cukup baik meskipun masih terdapat sedikit deviasi. Tingkat akurasi masih dalam batas wajar untuk sistem berbasis sensor sederhana, dan tidak mengganggu fungsi utama sistem.
- 5.1.5 Sistem menunjukkan performa yang cukup stabil selama pengujian. Tidak ditemukan kendala signifikan yang menghambat proses pengisian atau komunikasi data, sehingga sistem layak untuk digunakan secara nyata.
- 5.1.6 Potensi pengembangan sistem ini masih terbuka lebar. Dengan perbaikan pada akurasi sensor dan pengelolaan daya yang lebih efisien, sistem ini bisa menjadi solusi praktis dan ekonomis bagi masyarakat pengguna kendaraan listrik, khususnya sepeda listrik.

#### 5.2. Saran

Berdasarkan pengalaman selama pengerjaan proyek ini, ada beberapa hal yang kami rekomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut:

5.2.1 Penggunaan sensor tegangan dengan rentang yang lebih tinggi, agar dapat membaca tegangan di atas 25V secara lebih akurat dan stabil.

5.2.2 Penambahan sistem proteksi seperti *fuse*, *overvoltage protection*, atau arus lebih untuk meningkatkan keamanan sistem penggunaan jangka panjang.

5.2.3 Penerapan metode pembayaran digital, seperti *e-wallet* atau *QR code*, agar stasiun ini bisa digunakan secara komersial di masa depan.

5.2.4 Peningkatan tampilan dan fitur *dashboard Blynk*, misalnya dengan grafik histori pengisian atau notifikasi otomatis saat baterai penuh.

5.2.5 Proyek ini diharapkan dapat menjadi langkah awal yang bermanfaat untuk mendukung perkembangan kendaraan listrik di Indonesia dan mendorong terciptanya teknologi pengisian daya yang lebih efisien dan ramah lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. T. P. Sidabutar, “Kajian pengembangan kendaraan listrik di Indonesia: prospek dan hambatannya,” *J. Paradig. Ekon.*, vol. 15, no. 1, pp. 21–38, 2020.
- [2] C. Mamahit, J. Tico, N. Sangi, and H. Angmalisang, “Studi Sistem Pengisian Cepat Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Papan Pengendali OpenEVSE,” *J. EDUNITRO J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 61–70, 2022.
- [3] M. Zweistra, S. Janssen, and F. Geerts, “Large scale smart charging of electric vehicles in practice,” *Energies*, vol. 13, no. 2, p. 298, 2020.
- [4] W. C. Budianto, M. Muladi, and I. M. Wirawan, “Sistem pengisian baterai sepeda listrik berbasis Internet of Things (IoT),” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 23–30, 2023.
- [5] Nyoman S kumara, “Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang,” *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 89–96, 2019.
- [6] A. I. Hudaya and S. T. Heru Supriyono, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Suhu Pada Box Pengiriman Makanan Atau Minuman Berbasis Internet Of Things,” 2025, *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- [7] M. Babiuch, P. Foltýnek, and P. Smutný, “Using the ESP32 microcontroller for data processing,” in *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, IEEE, 2019, pp. 1–6.
- [8] M. Fezari and A. Al Dahoud, “Integrated development environment ‘IDE’ for Arduino,” *WSN Appl.*, vol. 11, pp. 1–12, 2018.
- [9] Z. He, “High step up DC-DC converter topology for PV systems and electric vehicles,” 2018, *Aston University*.
- [10] K. Alremeithi, “Scalable Multi Input Multi Output DC Buck Converter Using Multistage and Multiphase Techniques,” 2024, *Purdue University*.
- [11] Siswoyo, Haikal Rayya Bramanta, and Yoseph Santosa, “Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid

- State Relay (Ssr),” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 15, no. 1, pp. 233–239, 2024, doi: 10.35313/irwns.v15i1.6197.
- [12] M. S. D. Utomo *et al.*, “Analisis perhitungan teori dengan menggunakan variasi simulator online pada rangkaian pembagi tegangan,” *Telecommun. Networks, Electron. Comput. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–70, 2021.
- [13] A. Senen, “Perancangan prototipe alat ukur arus listrik Ac dan Dc berbasis mikrokontroler arduino dengan sensor arus Acs-712 30 ampere,” *Sutet*, vol. 8, no. 1, pp. 28–33, 2018.
- [14] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, “The internet of things: An overview,” *internet Soc.*, vol. 80, no. 15, pp. 1–53, 2015.
- [15] M. A. Hailan, B. M. Albaker, and M. S. Alwan, “Transformation to a smart factory using NodeMCU with Blynk platform,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 30, no. 1, pp. 237–245, 2023.



## **LAMPIRAN 1**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama lengkap : Gillang Saputra  
Tempat & tanggal lahir : Koba, 06 April 2004  
Alamat rumah : Jl. Sinar Surya, Gg. Aster 2,  
Padang Mulya, Koba, Bangka  
Tengah  
Hp : 0831-6356-4424  
Email : saputragillang06@gmail.com  
Jenis kelamin : Laki - laki  
Agama : Islam



### Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Koba	Lulus 2016
SMP Negeri 1 Koba	Lulus 2020
SMK Negeri 1 Koba	Lulus 2022
Politeknik Manufaktur Bangka Belitung	2022 - Sekarang

### Pendidikan Non-Formal

Praktik Kerja Lapangan di PT. DAK Selindung, Pangkal Pinang	Tahun 2021
Praktik Kerja Lapangan di PT. Tri Terus Jaya Makmur, Tanggerang	Tahun 2024

Sungailiat, 3 September 2025

  
Gillang Saputra

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama lengkap : Ares Setiawan  
Tempat & tanggal lahir : Pangkalpinang, 10 April 2004  
Alamat rumah : Jl. Pahlawan 12, Kel. Keramat,  
Kec. Rangkui, Pangkalpinang  
Hp : 0895-6029-35380  
Email : aressetiawan10@gmail.com  
Jenis kelamin : Laki - laki  
Agama : Islam



### Riwayat Pendidikan

SD Negeri 11 Pangkalpinang	Lulus 2016
SMP Negeri 5 Pangkalpinang	Lulus 2020
SMK Negeri 2 Pangkalpinang	Lulus 2022
Politeknik Manufaktur Bangka Belitung	2022 - Sekarang

### Pendidikan Non-Formal

PKL di CV. Mentari Elektronik Service Kampung Bintang, Pangkalpinang	Tahun 2021
Praktik Kerja Lapangan di PT. Tri Terus Jaya Makmur, Tanggerang plai	Tahun 2024

Sungailiat, 3 September 2025

Ares Setiawan



## **LAMPIRAN 2**

### List Program

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL65V2aJRCM"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Charging Station"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "bvL6OyScRWsHt7jIeWIa5mO-WYH7g6qU"
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
char ssid[] = "poco m6 pro";
char pass[] = "3sampai13";
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
// === Pin ===
#define RELAY_BANK_VCC 17
#define RELAY_SSR_CTRL 16
#define PIN_ARUS_BANK 15
#define PIN_ARUS_OUTPUT 35
#define PIN_TEG_BANK 19
#define PIN_TEG_OUTPUT 33
// === Tegangan batas ===
#define MAX_TEG_BANK 29.0
#define MIN_TEG_BANK 22.0
#define MAX_TEG_SEPEDA 54.2
#define MIN_TEG_SEPEDA 42.0
#define HYSTERESIS 0.5
// === Harga dan tracking ===
float harga_per_Ah = 1500.0;
float total_Ah = 0;
float total_harga = 0;
// === Status ===
bool pengisianBank = false;
bool pengisianOutput = false;
BlynkTimer timer;
```

```

// === Fungsi pembacaan tegangan rata-rata ===
float bacaTeganganADC(int pin, float r1, float r2, float kalibrasi = 1.00) {
    long total = 0;
    const int jumlah_sample = 10;
    for (int i = 0; i < jumlah_sample; i++) {
        total += analogRead(pin);
        delayMicroseconds(100);
    }
    float adc_avg = (float)total / jumlah_sample;
    float volt = (adc_avg / 4095.0) * 3.3;
    return volt * ((r1 + r2) / r2) * kalibrasi;
}

// === Fungsi pembacaan arus ACS712 ===
float bacaArus(int pin, float kalibrasi = 1.00) {
    long total = 0;
    const int jumlah_sample = 10;
    for (int i = 0; i < jumlah_sample; i++) {
        total += analogRead(pin);
        delayMicroseconds(100);
    }
    float adc_avg = (float)total / jumlah_sample;
    float volt = (adc_avg / 4095.0) * 3.3;
    float arus = (volt - 2.5) / 0.066;
    arus = arus < 0 ? 0 : arus;
    return arus * kalibrasi;
}

// === BLYNK ===
BLYNK_WRITE(V2) {
    pengisianBank = param.asInt();
}

BLYNK_WRITE(V5) {

```

```

    pengisianOutput = param.asInt();
}
BLYNK_WRITE(V9) {
    total_Ah = 0;
    total_harga = 0;
    Blynk.virtualWrite(V7, 0);
}
// === SETUP ===
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
    pinMode(RELAY_BANK_VCC, OUTPUT);
    pinMode(RELAY_SSR_CTRL, OUTPUT);
    digitalWrite(RELAY_BANK_VCC, HIGH);
    digitalWrite(RELAY_SSR_CTRL, HIGH);

    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Sistem Pengisian IOT");
    timer.setInterval(500L, kirimData);
}
// === LOOP ===
void loop() {
    Blynk.run();
    timer.run();
}
// === FUNGSI UTAMA ===
void kirimData() {
    float teg_bank = bacaTeganganADC(PIN_TEG_BANK, 100000, 10000, 1.00); //
    kalibrasi 1.00 bisa diubah

```

```

float teg_out = bacaTeganganADC(PIN_TEG_OUTPUT, 180000, 10000, 1.00);
float arus_bank = bacaArus(PIN_ARUS_BANK, 1.00);
float arus_out = bacaArus(PIN_ARUS_OUTPUT, 1.00);
float daya = teg_out * arus_out;
// === Kontrol relay dengan hysteresis ===
static bool relay_bank_on = false;
static bool relay_output_on = false;
if (pengisianBank) {
    if (teg_bank < (MAX_TEG_BANK - HYSTERESIS)) {
        relay_bank_on = true;
    } else if (teg_bank > (MAX_TEG_BANK + HYSTERESIS)) {
        relay_bank_on = false;
    }
} else {
    relay_bank_on = false;
}
if (pengisianOutput) {
    if (teg_out < (MAX_TEG_SEPEDA - HYSTERESIS)) {
        relay_output_on = true;
    } else if (teg_out > (MAX_TEG_SEPEDA + HYSTERESIS)) {
        relay_output_on = false;
    }
} else {
    relay_output_on = false;
}
digitalWrite(RELAY_BANK_VCC, relay_bank_on ? LOW : HIGH);
digitalWrite(RELAY_SSR_CTRL, relay_output_on ? LOW : HIGH);
// === Hitung harga ===
float Ah = arus_out * (0.5 / 3600.0); // 500ms
total_Ah += Ah;
total_harga = total_Ah * harga_per_Ah;

```

```

// === Kirim ke Blynk ===
Blynk.virtualWrite(V0, arus_bank);
Blynk.virtualWrite(V1, teg_bank);
Blynk.virtualWrite(V3, arus_out);
Blynk.virtualWrite(V4, teg_out);
Blynk.virtualWrite(V6, daya);
Blynk.virtualWrite(V7, total_harga);
Blynk.virtualWrite(V8,          map(teg_out,          MIN_TEG_SEPEDA,
MAX_TEG_SEPEDA, 0, 100));
// === LCD ===
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Bank ");
lcd.print(teg_bank, 1);
lcd.print("V ");
lcd.print(arus_bank, 1);
lcd.print("A ");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Out ");
lcd.print(teg_out, 1);
lcd.print("V ");
lcd.print(arus_out, 1);
lcd.print("A ");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Harga: Rp ");
lcd.print((int)total_harga);
lcd.print("      ");
}

```