

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

Hybrid Charging Station for EV



Penyusun:

Mohamad Hosseini (20524089)

Ainun Sabrina (20524131)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Hybrid Charging Station for EV

Penyusun:

Mohamad Hosseini (20524089)

Ainun Sabrina (20524131)

Yogyakarta, 24 Juni 2024

Dosen Pembimbing 1



Husein Mubarak, S.T., M.Eng.

155241305

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Hybrid Charging Station for EV



Ketua Penguji

: Husein Mubarak, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 1

: R M Sisdarmanto Adinandra, S.T., M.Sc., Ph.D..

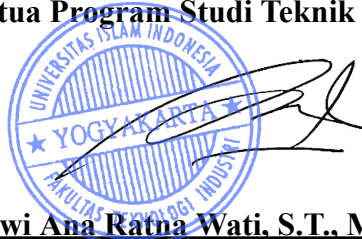
Anggota Penguji 2

: Rolag Junaedy Putra, S.E

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 31 Juli 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



035240102

PERNYATAAN

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 31 Juli 2024


METERAI TEMPEL
BB 40ALX264327723

Mohamad Hosseini (20524089)


METERAI TEMPEL
BB 45ALX264327722

Ainun Sabrina (20524131)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	2
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	3
PERNYATAAN.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR GAMBAR.....	7
DAFTAR TABEL.....	8
RINGKASAN.....	9
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	10
1.2 Rumusan Masalah.....	13
1.3 Tujuan.....	13
1.4 Batasan Masalah.....	14
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	14
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	15
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	15
2.2 Dasar Teori.....	17
2.2.1 Pengisian Daya Kendaraan Listrik.....	17
2.2.2 Tenaga Surya Sebagai Energi Terbarukan.....	18
2.2.3 Internet of Things (IoT).....	18
2.2.4 Mikrokontroler.....	19
2.3 Analisis Stakeholder.....	19
2.4 Analisis Aspek Yang Mempengaruhi Sistem.....	19
2.5 Spesifikasi Sistem.....	20
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	21
3.1 Usulan Solusi Ke-1.....	21
3.1.1 Desain Sistem Ke-1.....	21
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem Ke-1.....	29
3.1.3 Analisis Risiko Desain Ke-1.....	30
3.1.4 Pengukuran Performa Ke-1.....	30
3.2 Usulan Solusi Ke-2.....	31
3.2.1 Desain Sistem Ke-2.....	32
3.2.2 Rencana Anggaran Desain Ke-2.....	36
3.2.3 Analisis risiko Desain Ke-2.....	37
3.2.4 Pengukuran Performa Ke-2.....	38
3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	39
3.4 Gantt Chart.....	40
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	42
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	46

4.1 Hasil Rancangan Sistem.....	46
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	51
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	58
5.1. Analisis Hasil.....	58
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	58
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem.....	69
5.1.3 Pengalaman Pengguna.....	69
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	70
5.2 Dampak Implementasi Sistem.....	77
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
6.1 Kesimpulan.....	78
6.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32.....	19
Gambar 3.1 Single Line Diagram Sistem Ke-1.....	22
Gambar 3.2 Desain Skematik Ke-1 Keseluruhan Rangkaian.....	23
Gambar 3.3 Desain 3D.....	24
Gambar 3.4 Desain 3D Pada Bagian Casing. a. Bagian Jika Ditutup, b. Bagian LCD, c. Bagian Depan dan d. Bagian Samping Soket.....	26
Gambar 3.5 Diagram Alir Usulan Solusi Ke-1 (Flowchart).....	26
Gambar 3.6 Single Line Diagram Sistem Ke-2.....	33
Gambar 3.7 Desain Skematik Ke-2 Keseluruhan Rangkaian.....	33
Gambar 3.8 Desain 3D Pada Bagian Casing. a. Bagian Jika Ditutup, b. Bagian LCD, c. Bagian Depan dan d. Bagian Samping Soket.....	35
Gambar 3.9 Diagram Alir Usulan Solusi Kedua (Flowchart).....	35
Gambar 4.1 Diagram line sistem.....	46
Gambar 4.3 Rangkaian Sistem Yang Terinstal.....	47
Gambar 4.4 Aplikasi Blynk.....	49
Gambar 4.5 Website Blynk.....	49
Gambar 4.6 Diagram Alir (Flowchart).....	50
Gambar 5.1 Serial Monitor Hasil Keluaran Sensor PZEM 004T.....	58
Gambar 5.2 Serial Monitor Hasil Keluaran Sensor Voltage Baterai.....	61
Gambar 5.3 Hasil Tampilan Pada Aplikasi Blynk.....	63
Gambar 5.4 Hasil Keluaran Daya Sistem.....	64
Gambar 5.5 Hasil Keluaran Peralihan Sumber PLN.....	65
Gambar 5.6 Hasil Keluaran Kinerja Sistem.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil Survei Antara Pengembang dan Pengguna.....	11
Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis.....	16
Tabel 3.1. Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem Perangkat Keras.....	28
Tabel 3.2. Rencana Anggaran Pengembangan Sistem Usulan Solusi Ke-1.....	30
Tabel 3.3. Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem Perangkat Keras.....	36
Tabel 3.4. Rencana Anggaran Pengembangan Sistem Usulan Solusi Ke-2.....	37
Tabel 3.5 merupakan Analisis Matrix Decision Desain Terbaik.....	40
Tabel 3.6 Gantt chart Pelaksanaan Capstone Project Hybrid Charging station for EV.....	41
Tabel 3.7 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	43
Tabel 4.1 Logika Kerja Sistem.....	57
Tabel 5.1 Hasil Perbandingan Sensor Dengan Multimeter.....	59
Tabel 5.2 Hasil perbandingan antara multimeter dengan mikrokontroler.....	62
Tabel 5.3 Hasil Efisiensi Inverter.....	64
Tabel 5.4 Hasil Kapasitas Baterai.....	66
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 10.00 – 11.00.....	68
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 12.00 – 13.00.....	68
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 13.00 – 14.00.....	68
Tabel 5.8 Perbandingan Performa Antara Sistem Yang Dibuat Dengan Sistem Lain.....	69
Tabel 5.9 Perbandingan Usulan dan Hasil Perancangan Sistem.....	70
Tabel 5.10 Pengalaman Pengguna.....	71
Tabel 5.11 Kesesuaian Antara Usulan dan Realisasi Timeline Pengerjaan Tugas Akhir 2.....	72
Tabel 5.12 Kesesuaian RAB Tugas Akhir Antara Usulan dan Realisasi.....	72
Tabel 5.13 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 2.....	76

RINGKASAN

Proyek Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengembangkan stasiun pengisian daya kendaraan listrik hibrida, guna meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di daerah. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya listrik dari PLN dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), sehingga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan. Implementasi teknologi pemantauan melalui *website* atau aplikasi *Blynk* dan layar LCD OLED memungkinkan pengguna untuk memantau persentase baterai dan sumber tegangan secara *real-time*, yang meningkatkan fleksibilitas dan responsivitas operasional.

Proses pengembangan meliputi perancangan sistem, integrasi komponen, serta pengujian performa dan stabilitas. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi secara stabil dan akurat, dengan validitas data yang tinggi dan waktu respons yang cepat. Dengan demikian, proyek ini berhasil memberikan solusi inovatif dan berkelanjutan untuk pengisian daya kendaraan listrik, mendukung efisiensi energi, dan keberlanjutan lingkungan.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Pertumbuhan kendaraan listrik (EV) di Indonesia menunjukkan tren yang sangat positif dalam beberapa tahun terakhir. Semakin banyak masyarakat yang beralih ke kendaraan listrik sebagai upaya untuk mendukung lingkungan dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Namun, pesatnya peningkatan jumlah kendaraan listrik ini belum diimbangi dengan penyediaan infrastruktur pengisian daya yang memadai. Hal ini menjadi salah satu hambatan utama bagi adopsi kendaraan listrik yang lebih luas di Indonesia [1].

Menurut Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 13 Tahun 2020, penyediaan infrastruktur pengisian kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (SPKLU) adalah komponen penting dalam ekosistem kendaraan listrik. Peraturan ini mencakup berbagai aspek seperti penyediaan infrastruktur pengisian listrik, keselamatan infrastruktur pengisian, dan tarif tenaga listrik untuk pengisian kendaraan listrik. Meskipun regulasi ini sudah diberlakukan, jumlah SPKLU di Indonesia masih terbatas dan belum mencukupi untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya dari jumlah kendaraan listrik yang terus meningkat [2].

Data menunjukkan bahwa jumlah Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum atau SPKLU yang tersedia saat ini tidak sebanding dengan jumlah kendaraan listrik yang ada. Banyak pengguna EV mengalami kesulitan menemukan stasiun pengisian daya yang tersedia, terutama di luar kota besar. Keterbatasan ini menyebabkan ketidaknyamanan dan menjadi penghalang bagi pengguna yang ingin beralih ke kendaraan listrik.

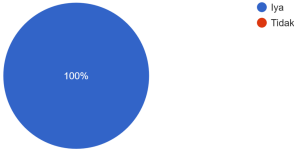
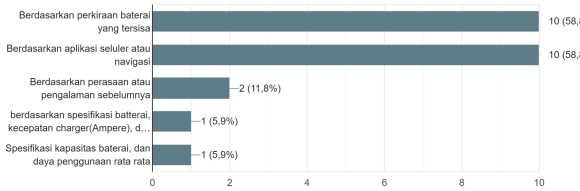
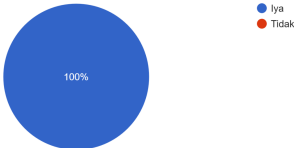
Dalam upaya untuk mengatasi masalah ini, pengembangan stasiun pengisian daya EV yang menggunakan tenaga surya dan baterai dapat menjadi solusi inovatif dan berkelanjutan. Pemanfaatan energi terbarukan seperti tenaga surya tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional, tetapi juga memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan panel surya dan sistem penyimpanan baterai, stasiun pengisian daya ini dapat menyediakan energi yang cukup untuk pengisian kendaraan listrik secara berkelanjutan.

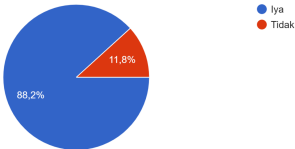
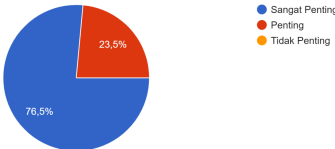
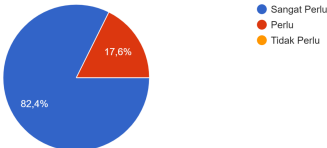
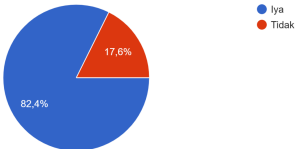
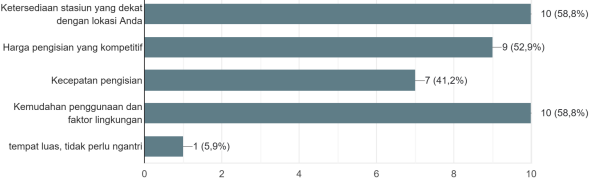
Selain itu, pengembangan SPKLU berbasis tenaga surya dan baterai juga dapat mendukung inisiatif pemerintah dalam meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Hal ini, sejalan dengan visi nasional untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mencapai target energi terbarukan. Dengan menyediakan infrastruktur pengisian daya yang lebih luas dan dapat diandalkan, diharapkan semakin banyak masyarakat yang akan beralih ke kendaraan listrik, yang pada akhirnya akan membantu mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas hidup [3].

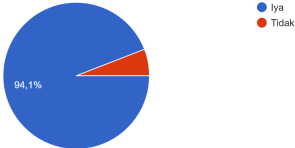
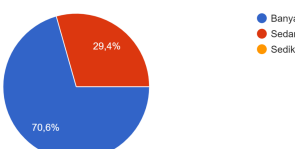
Capstone ini bertujuan untuk mengembangkan stasiun pengisian daya EV yang memanfaatkan tenaga surya dan baterai, guna meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas SPKLU di seluruh Indonesia. Dengan demikian, proyek ini diharapkan dapat mendukung pertumbuhan kendaraan listrik yang lebih luas dan berkelanjutan di Indonesia, serta mendorong masyarakat untuk beralih ke kendaraan yang lebih ramah lingkungan.

Sebagai contoh beberapa pertanyaan yang disiapkan dan respon dari responden, Berikut merupakan hasil survei dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1. Hasil Survei Antara Pengembang dan Pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan																		
<p>Apakah Anda merasa bahwa kendaraan listrik lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan konvensional?</p>	<p>Apakah Anda merasa bahwa kendaraan listrik lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan konvensional? 17 jawaban</p>  <p>Legend: ● Ya (Blue), ● Tidak (Red)</p>																		
<p>Bagaimana cara anda mengukur kebutuhan charging kendaraan EV saat merencanakan untuk menggunakan charging station di jalan?</p>	<p>Bagaimana cara anda mengukur kebutuhan charging kendaraan EV saat merencanakan untuk menggunakan charging station di jalan? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cara Mengukur</th> <th>Jumlah Jawaban</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Berdasarkan perkiraan baterai yang terasa</td> <td>10</td> <td>58,8%</td> </tr> <tr> <td>Berdasarkan aplikasi seluler atau navigasi</td> <td>10</td> <td>58,8%</td> </tr> <tr> <td>Berdasarkan perasaan atau pengalaman sebelumnya</td> <td>2</td> <td>11,8%</td> </tr> <tr> <td>berdasarkan spesifikasi baterai, kecepatan charger(Ampere), d...</td> <td>1</td> <td>5,9%</td> </tr> <tr> <td>Spesifikasi kapasitas baterai, dan daya penggunaan rata rata</td> <td>1</td> <td>5,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Cara Mengukur	Jumlah Jawaban	Persentase	Berdasarkan perkiraan baterai yang terasa	10	58,8%	Berdasarkan aplikasi seluler atau navigasi	10	58,8%	Berdasarkan perasaan atau pengalaman sebelumnya	2	11,8%	berdasarkan spesifikasi baterai, kecepatan charger(Ampere), d...	1	5,9%	Spesifikasi kapasitas baterai, dan daya penggunaan rata rata	1	5,9%
Cara Mengukur	Jumlah Jawaban	Persentase																	
Berdasarkan perkiraan baterai yang terasa	10	58,8%																	
Berdasarkan aplikasi seluler atau navigasi	10	58,8%																	
Berdasarkan perasaan atau pengalaman sebelumnya	2	11,8%																	
berdasarkan spesifikasi baterai, kecepatan charger(Ampere), d...	1	5,9%																	
Spesifikasi kapasitas baterai, dan daya penggunaan rata rata	1	5,9%																	
<p>Apakah Anda menganggap ketersediaan stasiun pengisian <i>Hybrid</i> sebagai faktor penting dalam keputusan pembelian kendaraan <i>Hybrid</i>?</p>	<p>Apakah Anda menganggap ketersediaan stasiun pengisian hybrid sebagai faktor penting dalam keputusan pembelian kendaraan hybrid? 17 jawaban</p>  <p>Legend: ● Ya (Blue), ● Tidak (Red)</p>																		

<p>Apakah Anda berencana untuk beralih ke kendaraan listrik penuh (BEV) di masa depan?</p>	<p>Apakah Anda berencana untuk beralih ke kendaraan listrik penuh (BEV) di masa depan? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jawaban</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Iya</td> <td>88,2%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>11,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Jawaban	Persentase	Iya	88,2%	Tidak	11,8%												
Jawaban	Persentase																		
Iya	88,2%																		
Tidak	11,8%																		
<p>Seberapa besar pentingnya Hybrid Charging Stations (HCS) untuk kendaraan listrik</p>	<p>Seberapa besar pentingnya Hybrid Charging Stations (HCS) untuk kendaraan listrik 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sangat Penting</td> <td>76,5%</td> </tr> <tr> <td>Penting</td> <td>23,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Penting</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Sangat Penting	76,5%	Penting	23,5%	Tidak Penting	0%										
Kategori	Persentase																		
Sangat Penting	76,5%																		
Penting	23,5%																		
Tidak Penting	0%																		
<p>Apakah Anda merasa perlu adanya peningkatan dalam penggunaan energi terbarukan untuk mengisi daya Hybrid Charging Stations (HCS), jika anda memiliki kendaraan listrik?</p>	<p>Apakah Anda merasa perlu adanya peningkatan dalam penggunaan energi terbarukan untuk mengisi daya Hybrid Charging Stations (HCS), jika anda memiliki kendaraan listrik? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sangat Perlu</td> <td>82,4%</td> </tr> <tr> <td>Perlu</td> <td>17,6%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Perlu</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Sangat Perlu	82,4%	Perlu	17,6%	Tidak Perlu	0%										
Kategori	Persentase																		
Sangat Perlu	82,4%																		
Perlu	17,6%																		
Tidak Perlu	0%																		
<p>Apakah Anda tahu tentang Hybrid Charging Stations (HCS) yang menggabungkan pengisian listrik dan bahan bakar lainnya?</p>	<p>Apakah Anda tahu tentang Hybrid Charging Stations (HCS) yang menggabungkan pengisian listrik dan bahan bakar lainnya? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jawaban</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Iya</td> <td>82,4%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>17,6%</td> </tr> </tbody> </table>	Jawaban	Persentase	Iya	82,4%	Tidak	17,6%												
Jawaban	Persentase																		
Iya	82,4%																		
Tidak	17,6%																		
<p>Apa yang menjadi faktor utama dalam memilih untuk menggunakan Hybrid Charging Stations?</p>	<p>Apa yang menjadi faktor utama dalam memilih untuk menggunakan Hybrid Charging Stations? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Faktor</th> <th>Jumlah Jawaban</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ketersediaan stasiun yang dekat dengan lokasi Anda</td> <td>10</td> <td>58,8%</td> </tr> <tr> <td>Harga pengisian yang kompetitif</td> <td>9</td> <td>52,9%</td> </tr> <tr> <td>Kecepatan pengisian</td> <td>7</td> <td>41,2%</td> </tr> <tr> <td>Kemudahan penggunaan dan faktor lingkungan</td> <td>10</td> <td>58,8%</td> </tr> <tr> <td>tempat luas, tidak perlu nganti</td> <td>1</td> <td>5,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Faktor	Jumlah Jawaban	Persentase	Ketersediaan stasiun yang dekat dengan lokasi Anda	10	58,8%	Harga pengisian yang kompetitif	9	52,9%	Kecepatan pengisian	7	41,2%	Kemudahan penggunaan dan faktor lingkungan	10	58,8%	tempat luas, tidak perlu nganti	1	5,9%
Faktor	Jumlah Jawaban	Persentase																	
Ketersediaan stasiun yang dekat dengan lokasi Anda	10	58,8%																	
Harga pengisian yang kompetitif	9	52,9%																	
Kecepatan pengisian	7	41,2%																	
Kemudahan penggunaan dan faktor lingkungan	10	58,8%																	
tempat luas, tidak perlu nganti	1	5,9%																	

<p>Apakah Anda merasa bahwa <i>Hybrid Charging Stations</i> mempengaruhi keputusan Anda dalam membeli kendaraan listrik? Jika ya, bagaimana pengaruhnya?</p>	<p>Keefektifan teknologi dan kemudahan dalam mengakses</p>								
<p>Apakah penggunaan sinar matahari sebagai sumber energi charging stasion dapat mendorong minat anda dalam menggunakan EV ke depannya?</p>	<p>Apakah penggunaan sinar matahari sebagai sumber energi charging stasion dapat mendorong minat anda dalam menggunakan EV ke depannya? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Iya</td> <td>94,1%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>5,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Iya	94,1%	Tidak	5,9%		
Kategori	Persentase								
Iya	94,1%								
Tidak	5,9%								
<p>Seberapa besar faktor kepedulian Anda terhadap lingkungan hingga mempengaruhi keputusan anda untuk membeli atau berganti ke kendaraan listrik (EV)?</p>	<p>Seberapa besar faktor kepedulian Anda terhadap lingkungan hingga mempengaruhi keputusan anda untuk membeli atau berganti ke kendaraan listrik (EV)? 17 jawaban</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Banyak</td> <td>70,6%</td> </tr> <tr> <td>Sedang</td> <td>29,4%</td> </tr> <tr> <td>Sedikit</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Banyak	70,6%	Sedang	29,4%	Sedikit	0%
Kategori	Persentase								
Banyak	70,6%								
Sedang	29,4%								
Sedikit	0%								

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi yang diberikan, rumusan masalah yang spesifik untuk Capstone dapat dirumuskan sebagai berikut:

“Bagaimana merancang dan mengimplementasikan stasiun pengisian daya kendaraan listrik yang efisien menggunakan tenaga surya, untuk meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas SPKLU di Daerah?”

1.3 Tujuan

Tujuan dari proposal Capstone ini adalah untuk mengembangkan dan mengimplementasikan stasiun pengisian daya kendaraan listrik berbasis tenaga surya yang efisien dengan menggunakan aplikasi *mobile* atau *website*, untuk meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas infrastruktur pengisian EV di Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, dapat dirumuskan batasan masalah dalam penelitian diantaranya :

1. Ketersediaan energi matahari sebagai sumber utama dalam pengisian kendaraan listrik (EV) akan dibatasi pada kondisi geografis dan cuaca tertentu.
2. Kemampuan sistem untuk dipindahkan akan dibatasi agar tetap menjaga fitur, fungsi, serta keamanan sistem.
3. Penggunaan *grid* listrik sebagai sumber daya cadangan akan dijadikan *alternatif* jika sumber energi matahari tidak mencukupi.
4. Alat hanya dapat digunakan pada kendaraan sepeda listrik dengan tegangan baterai maksimal hingga 36 V.
5. *Charger* yang dihubungkan pada alat kami tidak dapat memiliki kebutuhan daya input melebihi 500 Watt.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun batasan realistis aspek keteknikan pada sistem, diantaranya:

1. Alat Memenuhi Standar Keamanan dan Keselamatan PUIL 2011.

Dalam sistem Hybrid Charging Station for EV, untuk memastikan keselamatan dan keandalan, sistem kami menggunakan kabel berukuran 1,5mm² penting untuk menggunakan ukuran kabel yang mampu mengatasi jumlah arus yang akan melewatinya, sesuai dengan standar PUIL 2011. Selain itu, proteksi terhadap arus pendek dan beban lebih harus diterapkan dengan menggunakan pemutus sirkuit, seperti MCB (*Miniature Circuit Breaker*) Hal ini akan melindungi sistem dari kerusakan yang disebabkan oleh arus berlebih dan arus pendek, memastikan bahwa sistem beroperasi dengan aman dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh standar PUIL 2011.

2. Koneksi Kabel dan Keamanan Keseluruhan Alat Memenuhi Standar SNI

- 1) SNI 6629(seri IEC 60227)

Dalam sistem Hybrid Charging Station for EV, penggunaan daya listrik dari PLN harus disesuaikan dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 6629 (seri IEC 60227), yang mengatur spesifikasi kabel listrik dengan isolasi PVC. Kabel yang digunakan untuk menghubungkan berbagai komponen dalam stasiun pengisian memenuhi persyaratan SNI 6629 untuk memastikan

keamanan dan kinerja yang optimal. Ini termasuk kabel penghubung antara sumber daya PLN dan *output* pengisian kendaraan. Selain itu, penting untuk memilih kabel yang sesuai dengan arus dan tegangan operasional sistem untuk mencegah *overheat* dan kerusakan.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Dalam proses pengembangan dalam penelitian ini, dibutuhkan referensi sebagai dasar dari pengembangan alat yang akan dibuat agar sesuai dengan perkembangan teknologi yang ada. Referensi yang kami dapatkan tidak hanya berdasarkan penelitian terdahulu, namun juga dari alat yang telah diciptakan saat ini. Beberapa studi literatur yang telah didapatkan dilihat melalui Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Pembangkit Listrik Tenaga Surya <i>Off Grid</i> Untuk <i>Supply Charge Station</i> [4]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa Sistem untuk penghasil energi listrik ini menggunakan panel surya <i>off grid</i> yang ramah lingkungan.	Hasil: Sistem yang digunakan menggunakan panel surya <i>off grid</i> yang dimanfaatkan sebagai penghasil energi listrik. Kelebihan: Dapat menghasilkan panel surya dapat mengetahui panel surya dapat berfungsi untuk pengisian baterai atau tidak dan mengetahui durasi waktu untuk pengisian terisi sampai penuh. Kekurangan: Pada penelitian ini, sistem tersebut hanya berada di satu tempat saja dan tidak portable dapat ditambah pengaturan yang otomatis arah pada panel surya. Hal ini dapat menghasilkan output yang lebih besar lagi.
Desain Pengisian Optimal Kendaraan Listrik Berdasarkan	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa kontroler	Hasil : Sistem berbasis <i>fuzzy</i> dapat mengurangi dampak ke grid dengan

<p>Kebutuhan Daya <i>Grid</i> dan Kondisi <i>Grid</i> pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Menggunakan Kontroler Logika <i>Fuzzy</i>[5].</p>	<p><i>fuzzy logic</i>. Sistem ini menggunakan mikrokontroler <i>fuzzy logic</i> dimana dapat membantu hasil pengisian optimal pada pengisian daya kendaraan listrik dari sumber energi terbarukan.</p>	<p>adanya <i>peak shaving dan valley filling</i> berdasarkan kondisi <i>grid</i>, dan sistem berbasis <i>fuzzy logic</i> dapat menghemat pengeluaran biaya jika dibandingkan dengan sistem tidak menggunakan <i>fuzzy logic</i></p> <p>Kelebihan : Sistem ini menggunakan mikrokontroler <i>fuzzy logic</i> dimana dapat meratakan permintaan beban puncak sesuai dengan kondisi <i>grid</i></p> <p>Kekurangan : Pada penelitian ini pengguna sumber listrik masih belum seimbang dikarenakan masih banyak menggunakan sumber dari PLN.</p>
<p>Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16 [6]</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sistem untuk pengisian baterai menggunakan <i>rectifier, buck converter</i>, mikrokontroler ATMEGA16, sensor arus, dan sensor tegangan.</p>	<p>Hasil : Sistem ini untuk pengisian baterai menggunakan <i>rectifier, buck converter</i>, mikrokontroler ATMEGA 16, sensor arus, dan sensor tegangan.</p> <p>Kelebihan : Rangkaian <i>rectifier</i> digunakan untuk menyearahkan tegangan AC 220 V/50 Hz yang sudah diturunkan dengan trafo regulator berjalan dengan baik.</p> <p>Kekurangan : Pada penelitian ini perlu dikalibrasikan pada sensor arus dan tegangan agar mendapatkan hasil yang akurat serta menambahkan fitur LED untuk indikator keterangan.</p>
<p><i>Time Management</i> dan Monitoring <i>Voltase</i> Baterai Pada Sistem PLTS <i>Hybrid</i> [7]</p>	<p>Usulan solusi yang ditawarkan oleh peneliti berupa menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> dengan</p>	<p>Hasil : Sistem monitoring <i>persentase</i> baterai dan mengatur nilai pada daya dan kapasitas baterai menggunakan aplikasi <i>Blynk</i></p>

	mikrokontroler ESP32 dan sensor PZEM 004T	<p>Kelebihan : Pada peneliti tersebut, menggunakan sensor PZEM 004T dan ESP32 ini untuk mengetahui nilai indikatornya sebagai sumber dari PLN menggunakan <i>monitoring</i> dengan aplikasi <i>Blynk</i>.</p> <p>Kekurangan : Pada penelitian ini hanya mengganti mikrokontroler ADC stabil dan linier serta mengganti menggunakan <i>WiFi</i> modem agar mudah terhubung ke jaringan</p>
--	---	---

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengisian Daya Kendaraan Listrik

Pengisian daya kendaraan listrik (EV) merupakan proses krusial untuk mendukung adopsi kendaraan ramah lingkungan. Proses ini melibatkan transfer energi dari stasiun pengisian ke baterai EV, dengan dua jenis utama pengisian yaitu AC (Arus Bolak-Balik) dan DC (Arus Searah). Pada pengisian AC, arus listrik dari jaringan listrik konvensional diubah menjadi DC oleh pengisi daya *on-board* yang terpasang di dalam kendaraan. Proses ini lebih lambat, namun umumnya lebih murah dan sering digunakan di rumah atau tempat umum. Sebaliknya, pengisian DC, yang termasuk pengisian cepat atau lebih cepat mengirimkan arus DC langsung ke baterai EV dari stasiun pengisian eksternal, mempercepat proses pengisian secara signifikan. Hal ini memungkinkan pengisian baterai dalam waktu yang jauh lebih singkat dibandingkan dengan metode AC.

Stasiun pengisian daya menggunakan berbagai jenis konektor dan standar, seperti Tipe 1, Tipe 2, dan CHAdeMO, yang memastikan kompatibilitas antara kendaraan dan stasiun pengisian. Selain itu, sistem manajemen pengisian dan pemantauan sangat penting untuk efisiensi dan keamanan. Hal ini melibatkan penggunaan teknologi untuk memantau status pengisian, mengatur aliran energi, dan memberikan informasi kepada pengguna melalui *website* atau aplikasi informasi yaitu *Blynk*. Dengan perkembangan teknologi, inovasi dalam sistem pengisian seperti pengisian induktif dan pengisian cepat terus diperkenalkan, bertujuan untuk meningkatkan kecepatan dan kemudahan pengisian daya kendaraan listrik[8].

2.2.2 Tenaga Surya Sebagai Energi Terbarukan

Energi terbarukan merujuk pada sumber energi yang dapat diperbaharui secara alami dan berkelanjutan, tanpa menghabiskan sumber daya yang ada. Salah satu bentuk utama energi terbarukan adalah energi surya. Energi surya memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik atau panas. Proses ini dilakukan dengan menggunakan panel fotovoltaik, yang terdiri dari sel-sel semikonduktor seperti silikon. Sel fotovoltaik bekerja berdasarkan prinsip efek fotovoltaik, di mana cahaya matahari yang jatuh pada sel semikonduktor menghasilkan arus listrik.

Panel fotovoltaik mengkonversi energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan efisiensi yang tergantung pada kualitas sel semikonduktor, sudut penempatan, dan intensitas cahaya matahari. Sumber energi ini sangat menarik karena keberlanjutannya matahari akan terus memancarkan energi dalam jangka waktu yang sangat lama, dan jauh melebihi umur manusia.

Selain produksi listrik, energi surya juga digunakan untuk aplikasi pemanas air dalam sistem solar thermal, di mana sinar matahari digunakan untuk memanaskan air dalam kolektor yang dipasang di atap. Keuntungan utama dari energi surya adalah dampak lingkungan yang minimal. Penggunaan energi surya membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mengurangi polusi udara. Dengan teknologi yang terus berkembang, seperti panel surya yang lebih efisien dan sistem penyimpanan energi yang lebih baik, energi surya semakin menjadi solusi utama dalam transisi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

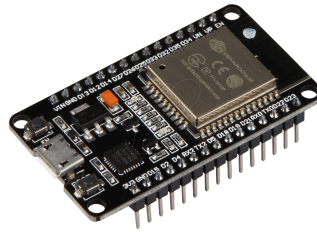
2.2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat jaringan internet yang terhubung satu sama lainnya secara terus menerus dengan mengumpulkan data, berkomunikasi dan berinteraksi dengan perangkat lain melalui jaringan internet.

Internet of Things (IoT) mempunyai banyak kegunaan yang bermanfaat untuk berbagai bidang. Pada bidang industri, IoT dapat membantu dan mengontrol peralatan serta mengoptimalkan rantai pasokan dan menerapkan ide Industri 4.0 dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam berbagai industri. Pada bidang transportasi, IoT dapat digunakan untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan dengan melacak kendaraan, memantau kondisi jalan, dan mengoptimalkan rute perjalanan. IoT juga dapat berguna untuk keperluan pribadi seperti dalam sistem *smart home* dapat mengotomatiskan penerangan, keamanan dan pendingin udara yang ada di rumah menjadi otomatis. Oleh karena itu, IoT dapat mematikan atau menghidupkan suatu sistem dengan kendali jarak jauh. Dalam proyek ini, IoT memiliki fungsi sebagai sarana untuk pengiriman data yang telah diambil dari sensor yang diberikan ke pengguna [9].

2.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan Chip IC (*Integrated Circuit*) yang dikemas dan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar komponennya sehingga sering disebut sebagai mikrokontroler satu chip dengan tugas yang sangat spesifik dikarenakan dapat menerima dan mengolah data atau sinyal masukan serta memberikan sinyal keluaran sesuai dengan perintah pada program. Contoh dari beberapa mikrokontroler yang sering dijumpai yaitu ATMEGA, ESP32, Arduino Uno dan Arduino Nano.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32.

(Sumber: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/A300/SBC-NODEMCU-ESP32-01.png)

2.3 Analisis Stakeholder

Produk yang dihasilkan dari tugas akhir ini akan menjadi alat yang penting bagi pengendara kendaraan listrik di daerah. Dimana pengembangan produk ini didasarkan pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan dan masalah yang dihadapi oleh pengguna kendaraan listrik seperti sepeda listrik. Alat ini dapat memberikan informasi pengisian daya melalui *smartphone* yang terhubung dan bersifat tidak permanen, sehingga dapat dibawa dan dipasang dengan mudah sesuai keinginan pengguna.

2.4 Analisis Aspek Yang Mempengaruhi Sistem

1. Bidang Ekonomi

Alat ini dalam penyusunannya memperhatikan aspek ekonomi dengan pemilihan komponen yang dapat digunakan secara merata dan dapat dimiliki dengan harga terjangkau, dengan pemilihan komponen yang dipilih sangat mempertimbangkan aspek ekonominya.

2. Bidang Infrastruktur

Infrastruktur untuk pengisian daya kendaraan listrik, termasuk sepeda listrik, sering kali kurang berkembang. Kondisi ini mengakibatkan keterbatasan akses pengguna untuk mengisi ulang baterai kendaraan pengguna dan fasilitas pengisian daya yang tersedia pun berada jauh dari lokasi pemukiman atau sulit dijangkau.

3. Bidang Lingkungan

Kondisi lingkungan di daerah pinggir kota dan pedesaan yang mungkin tidak selalu ideal, alat ini perlu dirancang dengan bahan yang tahan lama dan mampu bertahan dalam kondisi cuaca yang bervariasi, termasuk panas, hujan, dan debu.

2.5 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem mencakup hal-hal yang diperlukan untuk pembuatan alat monitoring pengisian daya kendaraan listrik secara umum, adapun spesifikasi yang digunakan alat sebagai berikut:

1. Alat dapat digunakan pada kendaraan listrik kapasitas kecil seperti sepeda.
2. Alat didesain agar tetap mudah untuk dipindahkan
3. Alat menggunakan tegangan baterai berjenis LiFePo4 berbentuk *pack* dengan besaran 12 V 50 Ah.
4. Sumber tegangan berasal dari baterai dan *grid* PLN.
5. Alat menggunakan akses jaringan *Wi-Fi*.
6. Tegangan baterai diukur dalam *range* 0 sampai 25V, dan tegangan AC diukur dalam *range* 80 sampai 260V

BAB 3. USULAN SOLUSI

Proyek capstone ini berjudul "Hybrid Charging Station for EV" bertujuan untuk menghadirkan solusi inovatif dalam pengisian daya kendaraan listrik (EV). Stasiun pengisian ini dirancang untuk mengisi daya EV secara efisien sambil memanfaatkan teknologi terbaru untuk memonitor jarak jauh. Sistem ini akan memanfaatkan prinsip *Internet of Things* (IoT) untuk menghubungkan sensor dengan mikrokontroler, yang kemudian mengirimkan data secara real-time ke perangkat *mobile* pengguna. Data yang dikumpulkan meliputi informasi penting seperti status pengisian dan konsumsi energi, yang ditampilkan secara langsung pada sistem dan pada aplikasi mobile untuk memudahkan pemantauan dan pengelolaan.

3.1 Usulan Solusi Ke-1

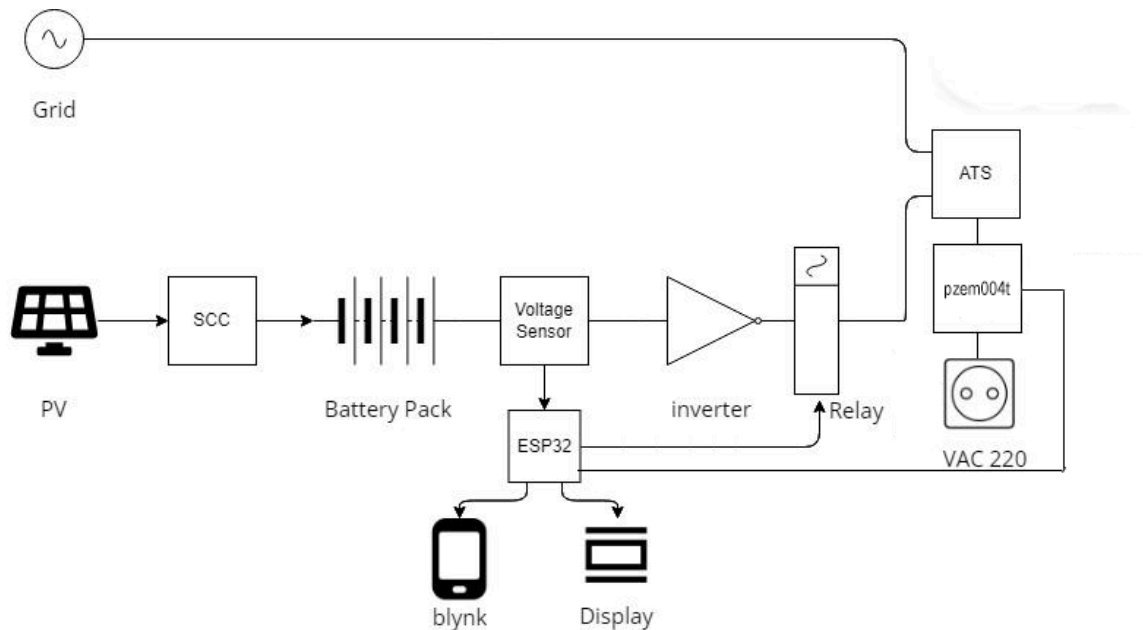
Sistem yang dikembangkan ini dapat memantau proses pengisian daya pada sepeda listrik, dengan memanfaatkan PLTS atau sistem tenaga surya sebagai sumber daya utama dan PLN sebagai cadangan. Pengalihan otomatis antara kedua sumber daya ini diatur menggunakan *Automatic Transfer Switch* (ATS). Komponen utama yang digunakan mencakup sensor PZEM 004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya pada jalur AC, serta sensor tegangan DC untuk memantau kondisi baterai. Pusat kendali sistem ini adalah mikrokontroler ESP32 yang bertugas mengolah data yang diterima dari sensor-sensor tersebut. Informasi penting seperti status pengisian daya dan parameter operasional lainnya ditampilkan pada layar LCD, sehingga mudah diakses oleh pengguna. Selain itu, sistem ini juga terintegrasi dengan *platform* yaitu aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara real-time melalui aplikasi di *smartphone* pengguna. Dengan pendekatan ini, sistem memberikan informasi yang komprehensif dan *real-time*.

3.1.1 Desain Sistem Ke-1

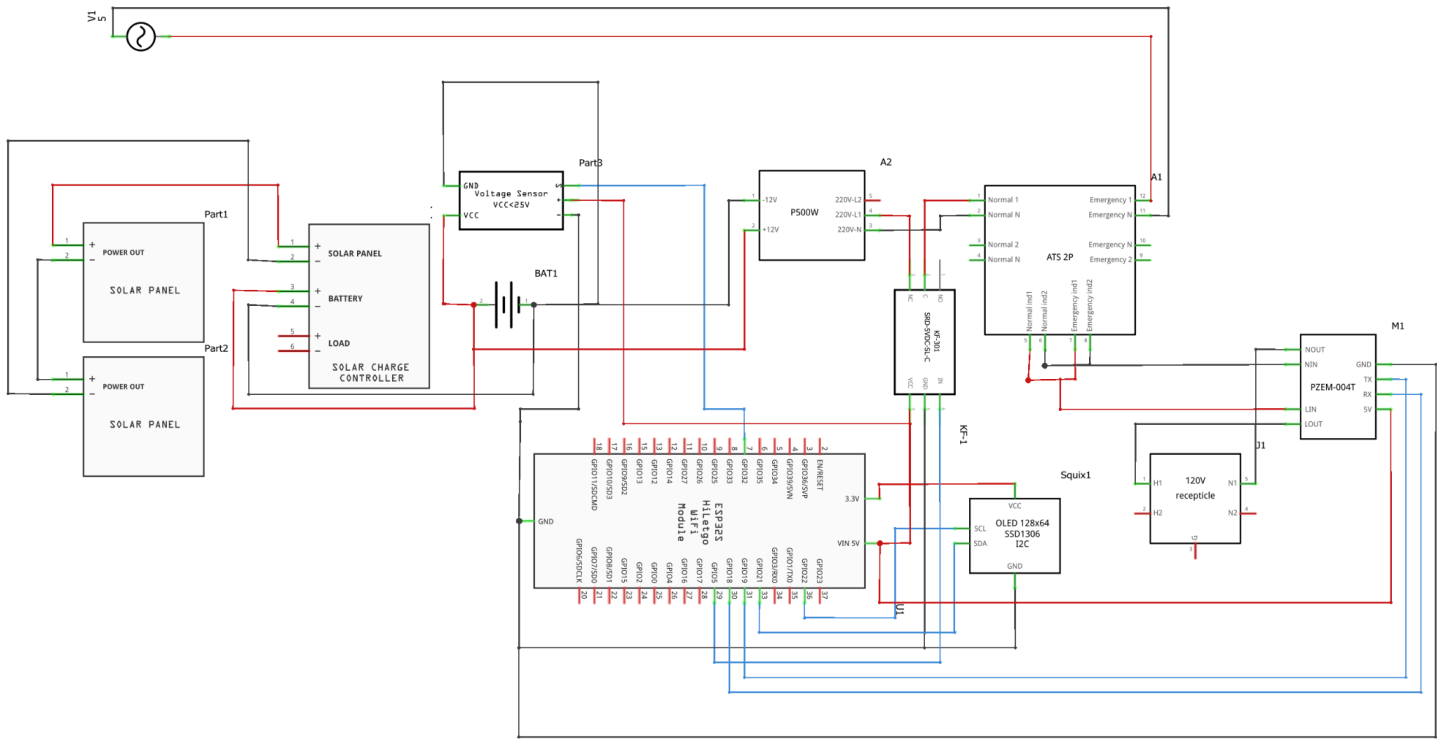
Pada Desain Sistem Ke-1, sistem dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memantau sumber energi yang digunakan, berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan. Sistem ini mengutamakan penggunaan daya dari baterai untuk menyuplai *output*, dan akan beralih secara otomatis ke sumber daya alternatif jika baterai tidak lagi mampu menyuplai daya dengan memadai. Proses *switching* ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32, yang berperan sebagai otak pengendali utama. Selain itu, sistem dilengkapi dengan modul *relay* yang mengatur pemutusan daya dari sumber PLTS untuk memastikan transisi yang lancar dan integrasi dengan teknologi IoT memudahkan pengguna dalam memonitor keadaan sistem, dengan aplikasi *Blynk* digunakan sebagai media untuk menampilkan informasi dari

sensor-sensor dalam sistem melalui jaringan *Wi-Fi* yang terdapat pada mikrokontroler ESP32. Alur kerja dimulai dengan pengumpulan data oleh sensor-sensor yang terpasang pada sistem. Mikrokontroler kemudian mengolah data pembacaan dan mengambil keputusan berdasarkan logika yang telah diprogram, dimana jika tegangan baterai berada di bawah batas yang telah ditentukan, maka *relay* akan memutuskan arus menuju ATS, sehingga memicu peralihan sumber daya yang digunakan oleh ATS menuju sumber cadangan.

Data yang terkumpul juga akan dikirim ke dua *output* lainnya, yaitu LCD dan aplikasi *Blynk*. Tegangan baterai akan direpresentasikan dalam bentuk persentase, sementara status *relay* akan digunakan sebagai indikator sumber listrik yang digunakan, untuk memungkinkan pengguna untuk memantau kinerja sistem secara langsung baik dari dekat melalui LCD maupun dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 merupakan *Single Line Diagram Ke-1* dan Desain Skematik Ke-1 Keseluruhan Rangkaian

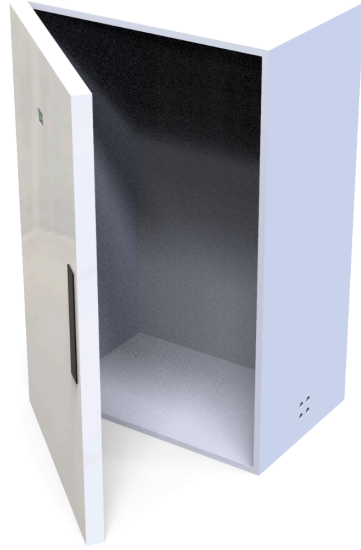


Gambar 3.1 *Single Line Diagram* Sistem Ke-1



fritzing

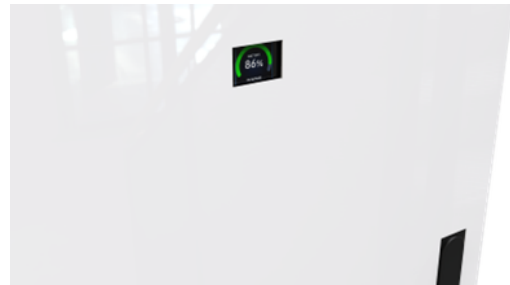
Gambar 3.2 Desain Skematik Ke-1 Keseluruhan Rangkaian



Gambar 3.3 Desain 3D



a. Bagian Ditutup



b. Bagian LCD

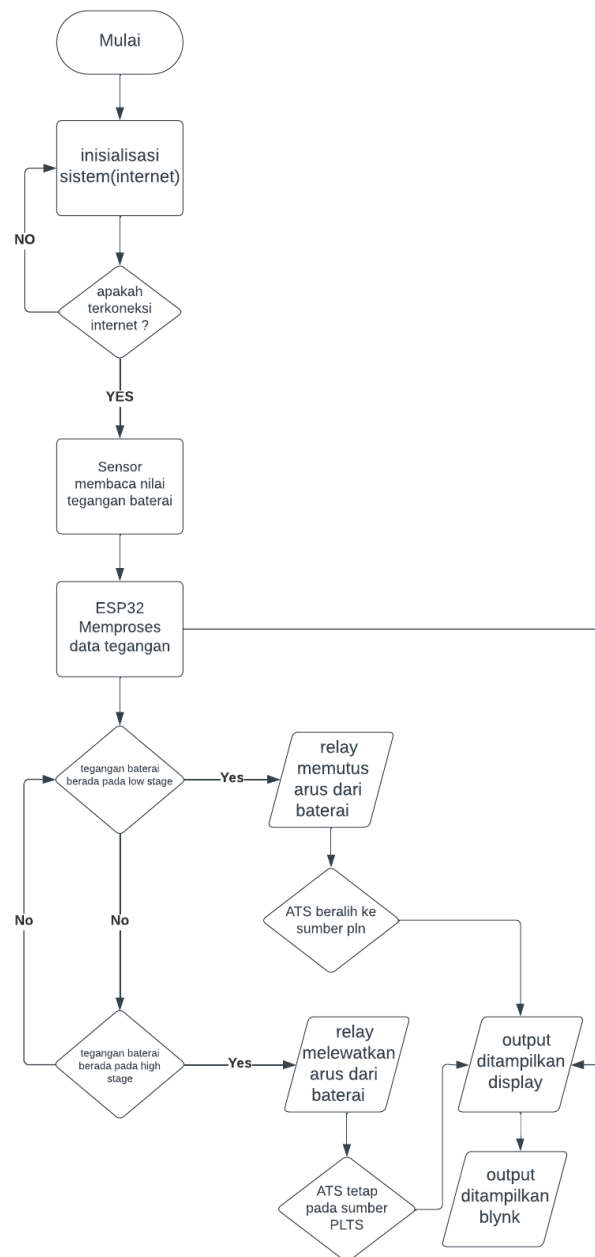


c. Bagian Depan



d. Bagian Samping Soket

Gambar 3.4 Desain 3D Pada Bagian *Casing*.



Gambar 3.5 Diagram Alir Usulan Solusi Ke-1 (*Flowchart*)

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1. Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem Perangkat Keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas.
2	PZEM 004T	PZEM 004T adalah modul sensor yang digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, dan konsumsi energi. Modul ini sering digunakan dalam aplikasi monitoring energi untuk memantau penggunaan listrik dalam waktu nyata. PZEM 004T dapat dihubungkan ke mikrokontroler atau sistem kontrol lainnya melalui antarmuka serial, memungkinkan data pengukuran ditampilkan atau dianalisis lebih lanjut.
3	Baterai LiFePo4	Baterai LiFePO ₄ (<i>Lithium Iron Phosphate</i>) adalah jenis baterai <i>lithium-ion</i> yang menggunakan senyawa kimia <i>lithium iron phosphate</i> sebagai material katoda. Baterai ini dikenal karena keamanannya yang tinggi, umur panjang, dan stabilitas termal yang baik, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk penyimpanan energi, kendaraan listrik, dan sistem energi terbarukan.
4	ESP32	Sebagai central processing unit dengan ukuran yang kecil, akurasi ADC 10 bit dan sudah terintegrasi dengan WiFi dan juga bluetooth sehingga dapat memudahkan pengiriman data
5	Inverter	Inverter pada sistem tenaga surya (PLTS) adalah perangkat yang mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC), sehingga listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk peralatan rumah tangga atau dialirkan ke jaringan listrik umum.
6	<i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	<i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) adalah perangkat yang secara otomatis mengalihkan sumber daya listrik dari sumber utama ke

No	Nama Alat	Keterangan
		sumber cadangan saat terjadi kegagalan atau gangguan pada sumber utama. ATS biasanya digunakan dalam sistem kelistrikan untuk memastikan kontinuitas daya.
7	Modul <i>Display</i> OLED	Modul display OLED dengan chip ST7789V3 adalah komponen tampilan grafis yang menggunakan teknologi OLED, menawarkan resolusi tinggi dan kemampuan rendering warna yang superior. Chip ST7789V3 mengendalikan layar ini, memungkinkan komunikasi dengan mikrokontroler melalui antarmuka SPI.
8	<i>Relay</i>	Relay adalah komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar yang dikendalikan oleh sinyal listrik. Relay terdiri dari kumparan elektromagnetik dan satu atau lebih set kontak saklar. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, medan magnet yang dihasilkan menarik atau melepaskan kontak saklar, memungkinkan atau memutuskan aliran arus listrik di sirkuit lain.
9.	<i>Solar charger controller</i> (SCC)	SCC (<i>Solar Charge Controller</i>) adalah perangkat elektronik yang mengatur pengisian baterai dari panel surya untuk mencegah <i>overcharging</i> dan <i>over-discharging</i> . SCC mengoptimalkan pengisian dengan menyesuaikan tegangan dan arus yang diterima dari panel surya sebelum diteruskan ke baterai.

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem Ke-1

Perancangan anggaran biaya dalam setiap desain diperlukan agar dapat diketahui biaya estimasi yang dibutuhkan. Pada rancangan anggaran biaya ini meliputi tahapan desain, pengerjaan, dan implementasi desain yang dirancang. Hasil dari rancangan anggaran biaya sebagai usulan solusi desain ke-1 dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Rencana Anggaran Pengembangan Sistem Usulan Solusi Ke-1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	PZEM 004T	Pcs	Rp100.000	1	Rp100.000
2	Baterai LiFePo4	Pcs	Rp1.500.000	1	Rp1.500.000
3	ESP32 DEVKITC V1	Pcs	Rp60.000	1	Rp60.000
4	Inverter 12 VDC to 220 VAC	Pcs	Rp450.000	1	Rp450.000
5	<i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i>	Pcs	Rp350.000	1	Rp350.000
6	<i>SCC Epever Landstar LS1024B 10A 12V/24V</i>	Paket	Rp365.000	1	Rp365.000
7	<i>Solar Panel</i>	Pcs	Rp495.000	2	Rp990.000
8	LCD OLED	Pcs	Rp60.000	1	Rp60.000
9	Modul <i>relay</i> 1 Channel	pcs	Rp30.000	1	Rp30.000
10	MCB	pcs	Rp30.000	3	Rp90.000
11	Modem	pcs	Rp249.000	1	Rp249.000
12	Jasa cetak 3D		Rp200.000	1	Rp200.000
Total Belanja					Rp4.444.000

3.1.3 Analisis Risiko Desain Ke-1

Sistem ini memiliki komponen yang cukup kompleks dengan beberapa titik potensial untuk Analisis Risiko Desain 1. Berikut adalah beberapa risiko atau kekurangan dalam realisasi *project* sistem Hybrid Charging Station for EV :

1. Indikator persentase baterai mungkin tidak memberikan representasi yang akurat dari kapasitas sebenarnya, karena pengukuran ini hanya didasarkan pada tegangan baterai. Tegangan dapat mengalami fluktuasi akibat beban yang terhubung, hal ini disebabkan oleh resistansi internal dalam baterai. Kondisi ini dapat mempengaruhi keakuratan persentase yang ditampilkan, karena

perubahan tegangan tidak selalu mencerminkan kapasitas energi yang tersisa. Oleh karena itu, bergantung semata-mata pada tegangan sebagai indikator kapasitas dapat memberikan hasil yang kurang valid.

2. Sistem ini menggunakan *Wi-Fi* untuk mengirim data pemantauan ke perangkat pengguna. Keandalan jaringan menjadi faktor penting, karena sistem sangat bergantung pada koneksi internet yang stabil. Jika koneksi internet mengalami gangguan, proses pengiriman data dapat terganggu, menyebabkan pemantauan menjadi tidak akurat atau terputus. Oleh karena itu, menjaga stabilitas dan keandalan koneksi internet adalah kunci untuk memastikan sistem monitoring berfungsi dengan optimal dan memberikan informasi yang akurat secara *real-time*.
3. Kegagalan komponen perangkat keras dalam sistem ini, seperti inverter, ATS (*Automatic Transfer Switch*), atau *relay*, dapat mengakibatkan gangguan pada fungsi operasional. Kerusakan pada inverter dapat menyebabkan kegagalan konversi daya dari DC ke AC merupakan proses penting untuk penyediaan energi menuju beban. Kegagalan pada ATS dapat menghambat transisi otomatis antara sumber daya utama dan cadangan, sehingga mengganggu kontinuitas suplai listrik.

3.1.4 Pengukuran Performa Ke-1

Pengukuran performa untuk usulan solusi ke-1 ini melibatkan beberapa parameter penting untuk memastikan bahwa sistem yang akan kami buat menjadi patokan kesuksesan atau keberhasilan sistem. Parameter-parameter tersebut akan diuji performa dan kemampuannya sebagai indikator sebagai keberhasilan sistem. Beberapa parameter tersebut antara lain :

1. Faktor pertama yang akan kami ukur adalah efisiensi inverter yang mengubah tegangan 12VDC menjadi 220VAC dan kami mengukur rugi-rugi daya selama proses peningkatan tegangan pada transformator di dalam inverter. Selain itu, kami juga harus memastikan bahwa keluaran dari inverter berada pada 220VAC, karena deviasi yang signifikan dari nilai ini dapat menyebabkan masalah pada perangkat yang terhubung. Stabilitas keluaran inverter, termasuk tegangan dan frekuensi, juga harus diuji untuk menjaga konsistensi daya yang diberikan kepada perangkat yang terhubung.
2. Faktor kedua adalah performa baterai. Untuk evaluasi menyeluruh terhadap baterai 12V 50Ah, beberapa pengukuran dan analisis perlu dilakukan. Pertama, ukur kapasitas aktual baterai untuk menilai efisiensinya dalam menyimpan energi. Selanjutnya, amati tegangan baterai saat penuh

dan selama penggunaan normal untuk menilai kestabilan tegangan yang dihasilkan. Pengukuran daya keluaran selama operasi normal penting untuk menentukan durasi baterai dalam menyediakan daya sebelum perlu diisi ulang. Evaluasi efisiensi pengisian dan pemakaian daya, termasuk waktu pengisian dan penggunaan, juga diperlukan. Selain itu, perhatikan apakah ada peningkatan suhu yang signifikan selama penggunaan, karena suhu yang tinggi dapat menunjukkan masalah pada baterai.

3. Faktor ketiga yang akan kami ukur adalah sistem monitoring menggunakan aplikasi *Blynk*. Sistem monitoring ini berguna untuk menampilkan informasi tentang sistem, seperti sumber yang digunakan, daya yang digunakan dan kapasitas baterai yang tersisa.
4. Faktor keempat proses *switching* dimana kami harus mengukur dan memastikan sistem dapat melakukan *switching* secara cepat, tepat dan baik sehingga dapat menghindari kegagalan sistem atau *charging station* dalam menyuplai daya untuk kendaraan listrik.

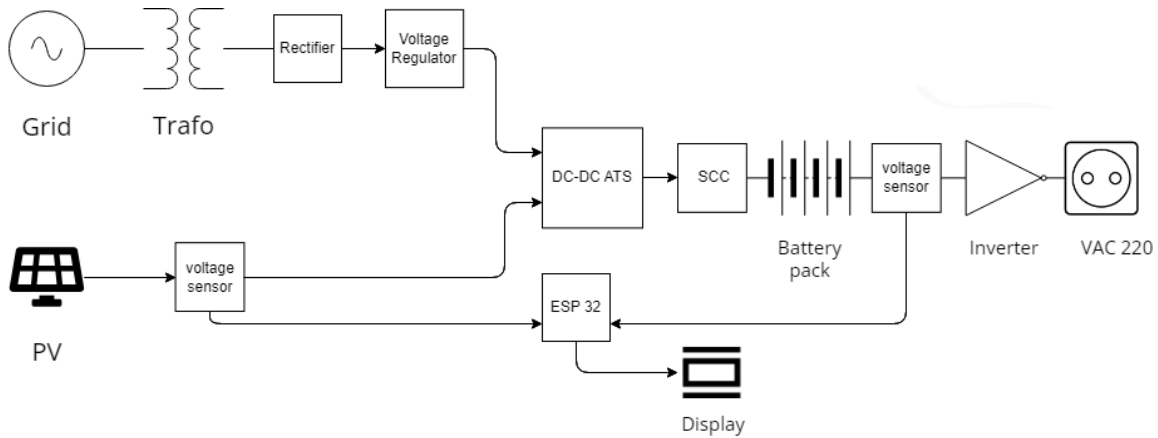
3.2 Usulan Solusi Ke-2

Sistem yang dikembangkan ini dapat memantau proses pengisian baterai untuk sepeda listrik. dengan memanfaatkan PLTS atau sistem tenaga surya sebagai sumber daya utama dan PLN sebagai cadangan. Pengalihan otomatis antara kedua sumber daya ini diatur menggunakan *Automatic Transfer Switch (ATS)*. Komponen utama yang digunakan mencakup sensor tegangan untuk memantau tegangan dari panel surya dan baterai, serta inverter untuk mengkonversi daya DC dari baterai menjadi AC 220V untuk penggunaan, komponen ini yang sedikit berbeda dengan usulan solusi ke-1. Selain itu, pusat kendali sistem ini adalah mikrokontroler ESP32 yang bertugas mengolah data yang diterima dari sensor-sensor tersebut. Informasi penting seperti status pengisian daya dan parameter operasional lainnya ditampilkan pada layar LCD, sehingga mudah diakses oleh pengguna. Selain itu, sistem ini juga terintegrasi dengan *platform* yaitu aplikasi *Blynk*, yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara real-time melalui aplikasi di *smartphone* pengguna. Dengan pendekatan ini, sistem memberikan informasi yang komprehensif dan *real-time*.

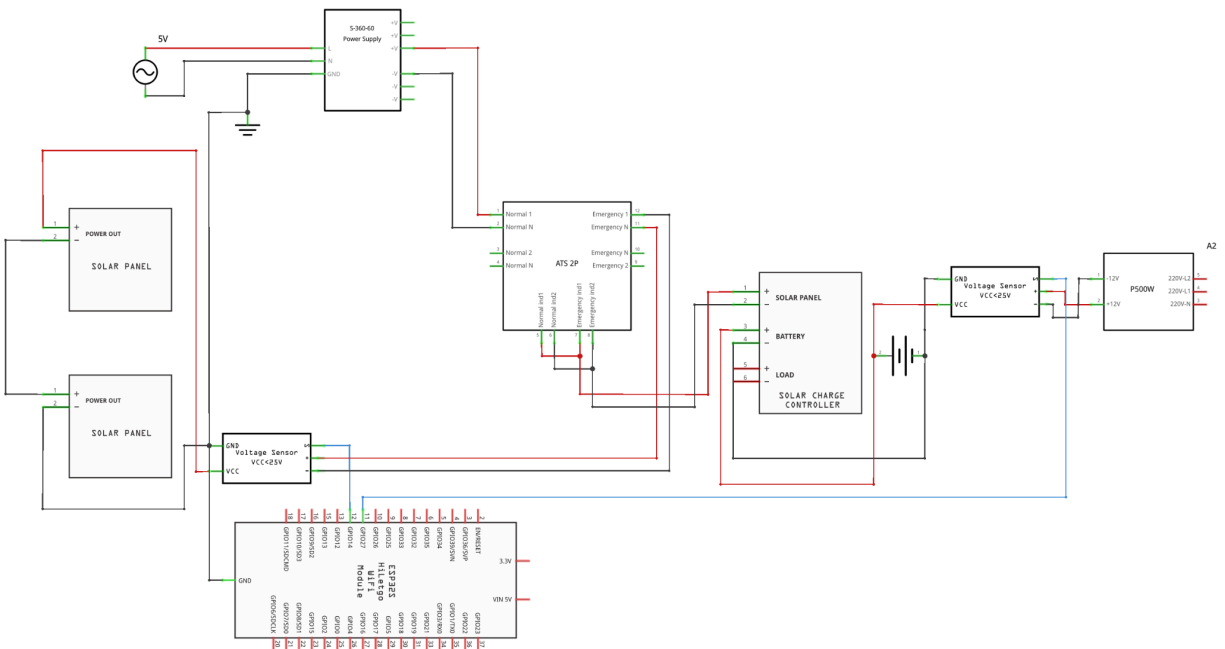
3.2.1 Desain Sistem Ke-2

Pada Desain Solusi Ke-2, sistem dirancang untuk memudahkan pengguna dalam memantau sumber energi yang digunakan, berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan, kami merancang sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengisi baterai sepeda listrik menggunakan sumber energi terbarukan. Konsep utamanya adalah memberikan prioritas pada penggunaan energi surya, dengan cadangan dari sumber listrik PLN untuk memastikan kelancaran sistem saat cahaya matahari minim. Untuk memantau sistem ini, kami menggunakan mikrokontroler ESP32 yang memiliki output LCD OLED, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengakses data mengenai kapasitas baterai yang

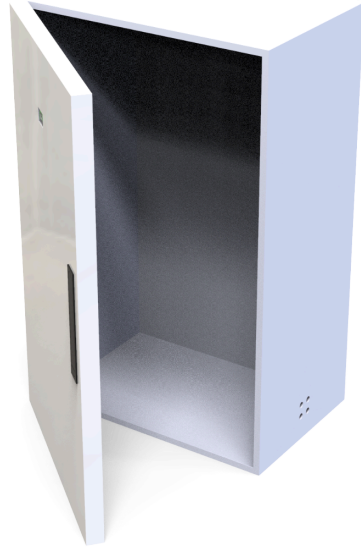
tersedia dan sumber energi yang sedang digunakan. Pemilihan ESP32 didasarkan pada spesifikasi yang cukup untuk kebutuhan sistem kami. Selain itu, sistem ini dilengkapi sensor tegangan untuk mengetahui nilai tegangan pada baterai. Indikator tegangan digunakan untuk menentukan energi listrik dalam keadaan darurat saat sumber PLTS tidak dapat digunakan. Dalam usulan kedua, output yang digunakan dari baterai dan untuk terkait pengisian menggunakan kedua sumber, dimana PLN dan PLTS akan menyuplai daya ke baterai. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 merupakan *Single Line Diagram Ke-2* dan Desain Skematik Ke-2 Keseluruhan Rangkaian



Gambar 3.6 *Single Line Diagram* Sistem Ke-2



Gambar 3.7 Desain Skematik Ke-2 Keseluruhan Rangkaian



Gambar 3.10 Desain 3D



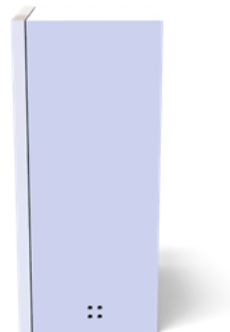
a. Bagian Ditutup



b. Bagian LCD

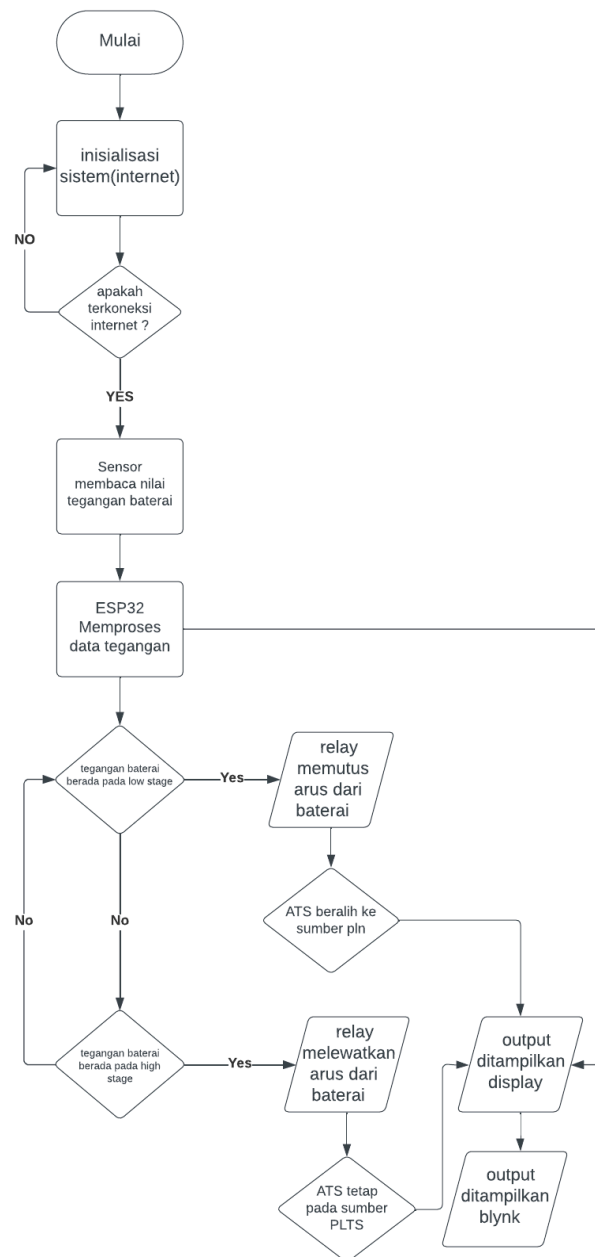


c. Bagian Depan



d. Bagian Samping Soket

Gambar 3.8 Desain 3D Pada Bagian *Casing*.



Gambar 3.9 Diagram Alir Usulan Solusi Kedua (*Flowchart*)

Agar dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.3 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.3. Inventarisasi Kebutuhan Usulan Sistem Perangkat Keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Perangkat untuk kemasan alat	Dibuat untuk menjadi tempat <i>mounting</i> alat yang telah didesain agar dapat melindungi dari hujan dan panas. Perangkat ini dapat dibuat dari bahan filament 3D <i>printing</i> maupun bahan sejenis.
2	Sensor Tegangan	Sensor tegangan ini digunakan karena sebagai pembaca nilai tegangan AC yang dapat membaca tegangan 110-250VA
3	Baterai LiFePo4	Baterai yang dapat dengan mudah diganti dan terpisah dari modul utama. Dalam hal ini kami cenderung mencari tipe baterai <i>Li-Po cell</i> dengan tegangan kerja 48 V dan kapasitas 1000 mAh. Hal ini akan meningkatkan efisiensi dan memuat tegangan baterai yang mencukupi
4	ESP32 DEV KIT V1	Sebagai central processing unit dengan ukuran yang kecil, akurasi ADC 10 bit dan sudah terintegrasi dengan WiFi dan juga bluetooth sehingga dapat memudahkan pengiriman data
5	Inverter 36 VDC to 220 VAC	Digunakan sebagai pengubah daya listrik DC menjadi arus AC
6	<i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	Digunakan untuk <i>switching</i> dari PLN ke PLTS maupun sebaliknya
7	Modul Display OLED	Digunakan sebagai menampilkan pengguna sumber energi listrik yang digunakan. Pada OLED memiliki tegangan masuk sebesar 3.3V.
8	<i>Relay</i>	Digunakan untuk pengendalian ATS yang telah terintegrasi dengan ESP32

3.2.2 Rencana Anggaran Desain Ke-2

Perancangan anggaran biaya dalam setiap desain diperlukan agar dapat diketahui biaya estimasi yang dibutuhkan. Pada rancangan anggaran biaya ini meliputi tahapan desain, pengerjaan, dan

implementasi desain yang dirancang. Hasil dari rancangan anggaran biaya sebagai usulan solusi desain ke-2 dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4. Rencana Anggaran Pengembangan Sistem Usulan Solusi Ke-2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sensor Tegangan	Pcs	Rp100.000	1	Rp100.000
2	Baterai LiFePo4	Pcs	Rp3.500.000	1	Rp3.500.000
3	ESP32 DEVKITC V1	Pcs	Rp60.000	1	Rp60.000
4	Inverter 36VDC to 220 VAC	Pcs	Rp1.300.000	1	Rp1.300.000
5	Modul USP Auto Switch DC ATS	Pcs	Rp200.000	1	Rp200.000
6	<i>SCC Epever Landstar</i> LS1024B 10A 12V/24V	Paket	Rp365.000	1	Rp365.000
7	<i>Solar Panel</i>	Pcs	Rp495.000	2	Rp990.000
8	<i>LCD OLED</i>	Pcs	Rp60.000	1	Rp60.000
9	Converter AC-DC	pcs	Rp 556.000	1	Rp 556.000
11	MCB	pcs	Rp30.000	3	Rp90.000
12	Modem	pcs	Rp249.000	1	Rp249.000
13	Jasa cetak 3D	pcs	Rp200.000	1	Rp200.000
Total Belanja					Rp7.670.000

3.2.3 Analisis risiko Desain Ke-2

Sistem ini memiliki komponen yang cukup kompleks dengan beberapa titik potensial untuk analisis risiko desain ke-2. Berikut adalah beberapa risiko atau kekurangan dalam realisasi *project* sistem Hybrid Charging Station for EV :

1. Bidang Teknis

Pada desain usulan solusi ke-2, terdapat beberapa risiko yang muncul pada Bidang teknis. Dimana performa panel surya bisa terganggu karena cuaca buruk, mengurangi produksi daya yang diharapkan. Selain itu, kinerja *battery pack* yang kadang harus digunakan dan diisi dayanya

secara bersamaan dapat memperpendek umur atau *cycle* dari baterai, lalu ketidakstabilan inverter DC ke AC dapat menghasilkan arus AC yang tidak konsisten sehingga dapat mengganggu pengisian perangkat yang terhubung. Disisi lain kegagalan *relay* atau ATS dalam melakukan peralihan dapat menyebabkan kegagalan sistem mengisi daya kendaraan.

2. Risiko Keandalan Sistem

Dalam pembuatan usulan solusi ke-2, terdapat beberapa risiko yang dimiliki oleh keandalan sistemnya. Dimana penggunaan ESP32 untuk kontrol dan pemantauan berarti ketergantungan pada koneksi internet yang stabil. Jika koneksi terganggu, pemantauan dan kontrol sistem dapat terhambat.

3. Bidang Keselamatan

Dalam pembuatan usulan solusi ke-2, terdapat beberapa risiko yang dimiliki dalam Bidang Keselamatan. Dimana dalam ketidakstabilan atau kegagalan peralatan listrik dapat menyebabkan risiko kebakaran atau kejutan listrik, terutama pada komponen-komponen yang beroperasi pada tegangan tinggi seperti inverter.

4. Rencana Mitigasi Risiko

Dalam pembuatan usulan ke-2, terdapat beberapa risiko dengan mengimplementasikan sistem pengujian yang baik untuk memeriksa kinerja sistem secara detail dan mengidentifikasi masalah dengan cepat. Hal ini, dapat dilakukan dengan pengujian keselamatan untuk memastikan sistem mematuhi standar keselamatan listrik yang berlaku.

3.2.4 Pengukuran Performa Ke-2

Pengukuran performa untuk usulan solusi ke-2 ini melibatkan beberapa parameter penting untuk memastikan bahwa sistem yang akan kami buat dapat berjalan dengan baik dan sistem dinyatakan berhasil, sistem perlu diuji performa dan kemampuannya sebagai indikator keberhasilan sistem beberapa parameter pengukuran tersebut antara lain :

1. Performa baterai

Baterai menjadi komponen kunci dari usulan solusi ke-2 ini, dimana satu satunya sumber pengisian kendaraan listrik adalah baterai. Pengisian daya baterai akan disokong oleh dua sumber yaitu PLTS dan *grid* PLN, dengan memaksimalkan PLTS sebagai sumber daya utama. Oleh karena itu, kami memerlukan baterai dengan kapasitas yang cukup untuk menjadi sumber daya utama dari output sistem kami.

2. Performa inverter

Faktor kedua yang akan kami ukur adalah rugi-rugi atau efisiensi dari inverter yang akan mengubah arus 36VDC menjadi 220VAC. Kami akan mencari rugi rugi daya pada proses *step up*

dari trafo yang ada di dalam inverter. Selain itu, memastikan keluaran dari inverter berada pada 220VAC, deviasi yang signifikan dari nilai ini dapat menyebabkan masalah pada perangkat yang terhubung dengan inverter. Stabilitas output inverter, termasuk tegangan dan frekuensi output harus diuji untuk menjaga konsistensi daya yang diberikan kepada perangkat yang terhubung

3. Peralihan ATS

Peralihan atau *switching* ATS menjadi faktor penting dan harus dianalisis karena peralihan ini akan menjadi kunci dari efektivitas penggunaan sumber energi terbarukan untuk mengisi daya baterai dan memastikan jika pengisian baterai tidak terputus ketika sumber PLTS berhenti memasok atau menghasilkan daya untuk baterai.

4. Performa converter AC-DC

Konversi arus AC *grid* menuju DC harus dilakukan dengan baik dan efisien. Sebelum masuk ATS, kedua sumber PLTS dan PLN harus sama yaitu 36VDC sehingga sistem ATS dapat bekerja dengan baik

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Penentuan usulan solusi atau desain terbaik ditentukan dari studi literatur sesuai dengan analisis matriks keputusan (*Decision Matrix*) yang telah kami buat. Metode *Decision Matrix* sangat efektif untuk evaluasi dan seleksi solusi karena menyediakan pendekatan yang objektif dan terstruktur. Dengan menyusun informasi dalam Tabel, metode ini memungkinkan perbandingan langsung antara berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, memastikan bahwa keputusan didasarkan pada data yang sistematis dan bukan sekadar intuisi. Hal ini, sangat bermanfaat ketika ada banyak kriteria yang harus dipertimbangkan, karena *Decision Matrix* dapat memberikan nilai untuk setiap kriteria dan alternatif, serta menyesuaikan bobot sesuai dengan prioritas yang berbeda. Selain itu, format Tabel mempermudah pemahaman dan diskusi hasil evaluasi, sekaligus mengakomodasi baik kriteria kuantitatif maupun kualitatif. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya untuk mendokumentasikan keputusan dan alasan di baliknya, yang memudahkan komunikasi dengan pemangku kepentingan dan menyediakan referensi untuk masa depan. Dengan demikian, *Decision Matrix* adalah alat yang sangat berguna dalam membuat keputusan yang kompleks dan multifaset. Oleh karena itu kami memilih untuk menggunakan metode penentuan usulan solusi terbaik menggunakan *Decision Matrix*.

Pemilihan dan penentuan desain terbaik kami ini dipilih dari membandingkan harga, berat, mobilitas, risiko spesifikasi dari kedua desain yang telah kami buat. Desain Ke-1 yang kami pilih ini lebih baik dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 merupakan Analisis *Decision Matrix* Desain Terbaik

	1. Cukup	2. Baik	3. Sangat Baik
PARAMETER	BOBOT	DESAIN 1	DESAIN 2
Harga	3	2	1
Berat	2	2	1
Mobilitas	3	2	1
Risiko Spesifikasi	2	3	2
TOTAL		22	10

Berdasarkan uraian yang ada pada Tabel 3.5, Desain Ke-1 merupakan pilihan terbaik dibandingkan dengan Desain Ke-2. Evaluasi dilakukan berdasarkan empat parameter utama: harga, berat, mobilitas, dan risiko spesifikasi, dengan bobot masing-masing parameter ditetapkan untuk menilai pentingnya. Desain Ke-1 memperoleh nilai 2 pada parameter harga, berat, dan mobilitas, serta nilai 3 pada parameter risiko spesifikasi, sementara Desain Ke-2 memperoleh nilai 1 pada ketiga parameter pertama dan nilai 2 pada parameter risiko spesifikasi. Dengan total nilai 22 untuk Desain Ke-1, dibandingkan dengan 10 untuk Desain Ke-2, jelas bahwa Desain 1 memiliki performa yang lebih unggul secara keseluruhan. Hasil ini menunjukkan bahwa Desain Ke-1 memenuhi kriteria evaluasi lebih baik dan dianggap sebagai solusi terbaik berdasarkan analisis ini.

3.4 *Gantt Chart*

Dalam rangka mencapai distribusi tugas yang efisien dan pencapaian target yang dapat dipenuhi maka diperlukan suatu perencanaan dan manajemen waktu agar mempermudah pengerjaan. Pada perencanaan mencakup kegiatan apa yang harus dilakukan dan siapa yang bertanggung jawab melakukannya atau PIC (*Person In Charge*) setiap kegiatannya dalam setiap bulan dengan menggunakan *Gantt Chart*. Pada Tabel 3.6 merupakan *Gantt Chart* kegiatan yang dimulai dari bulan Oktober 2023 hingga bulan Juli 2024.

Tabel 3.6 *Gantt Chart* Pelaksanaan *Capstone Project* Hybrid Charging station for EV

No	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Survei dan identifikasi permasalahan	H, S									
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	H, S	H, S								
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem serta manajemen dan rancangan belanja		H, S	H, S	H, S						
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				H, S						
5	Pembelian alat dan bahan					H, S	H, S				

No	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Perancangan sistem sesuai proposal					H, S	H, S	H, S	H, S		
7	Testing dan Validasi								H, S	H, S	H, S
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir										H, S

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) H : Mohamad Hossein,
S : Ainun Sabrina

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tabel 3.7 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 26 September 2023, 2 jam	Survei literatur jurnal <i>project</i> terkait	Hossein Sabrina
2	Rabu, 27 September 2023, 1 jam	Bimbingan pertama (Pembahasan template dan pembahasan project secara garis besar)	Dosen pembimbing
3	Sabtu, 30 September 2023, 3 jam	Penyusunan BAB 1 (Latar Belakang & Pendahuluan)	Hossein Sabrina
4	Senin, 02 Oktober 2023, 1 jam	Pembuatan form observasi	Sabrina

5	Selasa, 03 Oktober 2023, 1 jam	Bimbingan kedua (Pembahasan project secara garis besar)	Dosen Pembimbing
6	Rabu, 04 Oktober 2023	Penyebaran form observasi	Hossein Sabrina
7	Kamis, 05 Oktober 2023, 2 jam	Penyusunan BAB 1 (Latar Belakang & Pendahuluan)	Hossein Sabrina
8	Sabtu, 07 Oktober 2023, 3 Jam	Penyusunan BAB 1 (Hasil observasi, Rumusan Masalah, Tujuan)	Hossein Sabrina
9	Jum'at, 13 Oktober 2023, 1 jam	Bimbingan ke tiga	Dosen Pembimbing
10	Senin, 16 Oktober 2023, 2 jam	Penyusunan BAB 1 (Batasan Masalah, Batasan masalah aspek keteknikan)	Hossein Sabrina
11	Selasa, 17 Oktober 2023, 3 jam	Penyusunan BAB 2 (Studi literatur & Observasi)	Hossein Sabrina
12	Jum'at, 20 Oktober 2023, 1 jam	Bimbingan ke empat	Dosen Pembimbing
13	Kamis, 28 Oktober 2023, 4 Jam	Penyusunan BAB 2 (dasar teori, analisis stakeholder, analisis aspek yang mempengaruhi sistem)	Hossein Sabrina
14	Rabu, 01 November 2023, 2 Jam	Penyusunan BAB 3 (Design Thinking, usulan solusi 1, desain sistem 1)	Hossein Sabrina
15	Senin, 13 November 2023, 5 jam	REVISI BAB 1, BAB 2, & BAB 3	Hossein Sabrina

16	Selasa, 14 November 2023, 2 jam	Bimbingan ke lima	Dosen Pembimbing
17	Senin, 20 November 2023, 2 jam	Revisi BAB 2	Sabrina
18	Senin, 20 November 2023, 2 jam	Penyusunan BAB 3 (usulan solusi 1)	Hossein
19	Rabu, 22 November 2023, 5 jam	Revisi BAB 1 (Rumusan masalah, Batasan Masalah, Batasan masalah aspek keteknikan) dan Penyusunan BAB 3 (usulan solusi 1)	Hossein Sabrina
20	Jum'at, 24 November 2023, 5 Jam	REVISI BAB 1	Hossein Sabrina
21	Senin, 27 November 2023	REVISI BAB 2	Hossein Sabrina
22	Senin, 04 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (Desain 1&2)	Hossein Sabrina
23	Selasa, 06 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (Desain 1&2)	Hossein Sabrina
24	Jum'at, 08 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (Desain 1&2)	Hossein Sabrina
25	Sabtu, 09 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (melengkapi)	Hossein Sabrina
26	Senin, 11 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (melengkapi)	Hossein Sabrina
27	Rabu, 13 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (melengkapi)	Hossein Sabrina

28	Kamis, 14 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (melengkapi)	Hossein Sabrina
29	Sabtu, 16 Desember 2023	Penyusunan BAB 3 (revisi solusi 2)	Hossein Sabrina
30	Senin, 18 Desember 2023	Revisi BAB 1,2,3 dan Pembuatan PPT	Hossein Sabrina

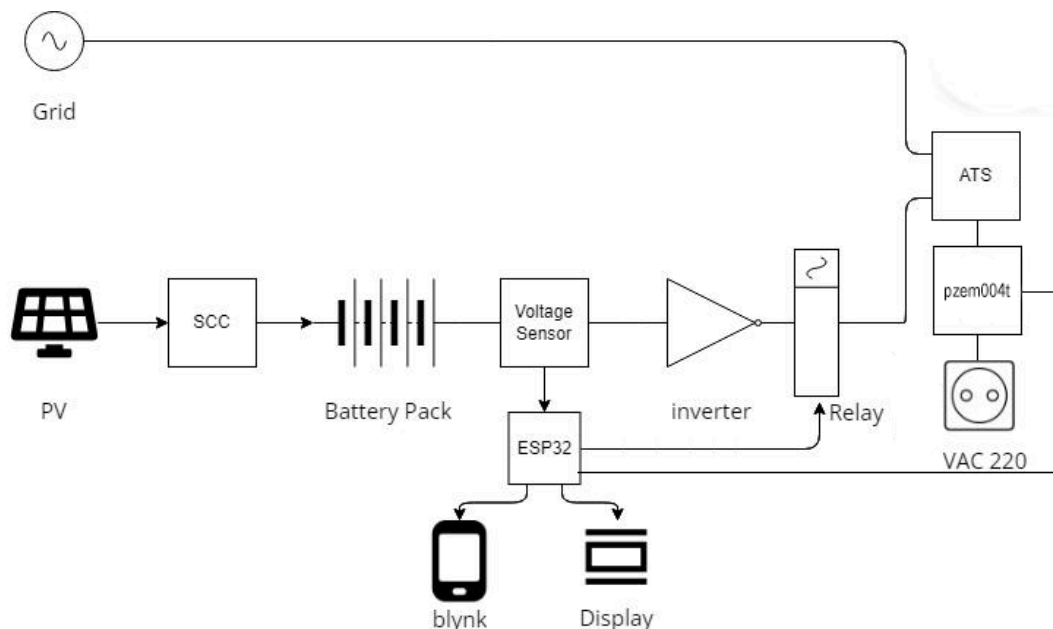
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Pada proses perancangan sistem Hybrid Charging Station for EV ini, kami menggunakan desain pertama saat memilih desain pada Tugas Akhir 1. Dimana pada proses pengerjaannya terdapat penambahan parameter yang diukur seperti total daya keluar dalam satuan W (*Watt*) dan total energi keluar per beban dalam satuan Wh.

1. Rangkaian elektronik

Dalam desain sistem yang telah dibuat sejak awal ada sedikit perubahan dimana *relay* posisinya kita pasang setelah listrik melewati inverter penyesuain ini kita lakukan dikarenakan inverter sendiri butuh waktu untuk inialisasi hingga benar-benar menyala sehingga waktu tersebut akan mengganggu proses peralihan dari ATS perubahan pada sistem memang diperlukan dalam proses pembuatan sebuah alat untuk memudahkan dalam mencapai tujuan sistem. Berikut merupakan desain sistem yang dibuat:

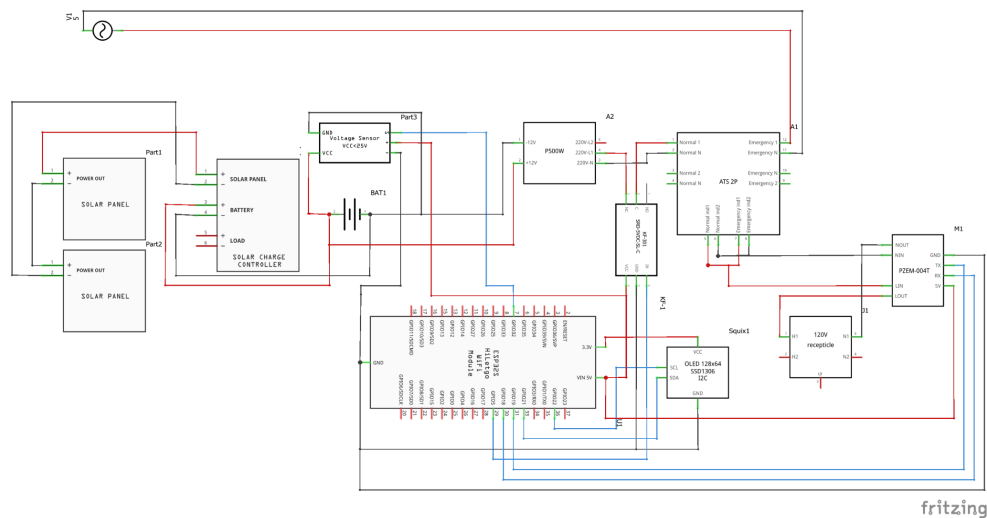


Gambar 4.1 Diagram *line* sistem

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa sistem ini memiliki 2 Pcs sumber , PLN dan PLTS. Dimana PLTS menjadi sumber daya utama dari sistem kami dengan cadangan sumber PLN dengan tujuan ketika baterai dari PLTS terdeteksi melemah maka ESP32 akan memicu *relay* untuk memutus arus sehingga ATS akan terpicu untuk melakukan *switching* secara otomatis dari sumber utama baterai PLTS menuju sumber PLN untuk menghindari kehabisan daya di tengah proses pengisian daya kendaraan

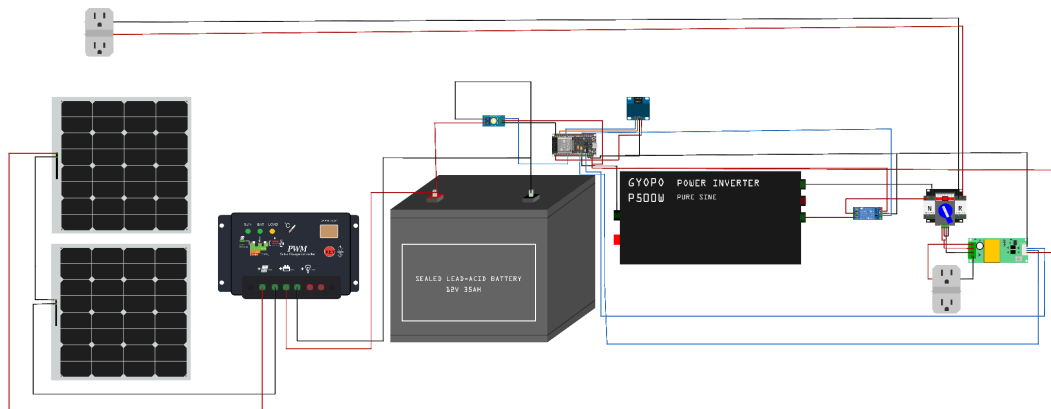
pengguna. ESP32 memiliki peran sebagai modul *Wi-Fi* dan sebagai kontrol sistem IoT. Data yang didapat dari sensor tegangan AC dan DC kemudian di olah oleh ESP32 dan akan diteruskan menuju perangkat lunak aplikasi *Blynk*. Pada *Blynk* terdapat beberapa indikator monitoring antara lain persentase baterai, informasi sumber daya listrik yang digunakan apakah sedang menggunakan sumber PLTS atau PLN, daya yang dikeluarkan dalam satuan Watt (W) dan juga total energi yang dikeluarkan per beban dalam satuan Wh . Data yang ditampilkan pada LCD OLED berupa tegangan baterai, sumber energi yang digunakan (PLTS atau PLN), jumlah energi yang dikeluarkan, dan yang terakhir total daya keluar.

Berikut merupakan desain skematik sistem :



Gambar 4.2 Desain Skematik Keseluruhan Rangkaian

Gambar 4.2 merupakan Desain Skematik Keseluruhan Rangkaian. Dalam rangkaian skematik ini memiliki komponen penyusunnya adalah solar panel, SCC, baterai, *battery voltage* sensor, ESP32, inverter, *relay*, PZEM 004T, LCD OLED, dan ATS. Rangkaian ini merupakan rangkaian umum PLTS dengan penambahan fitur monitoring dan IoT.

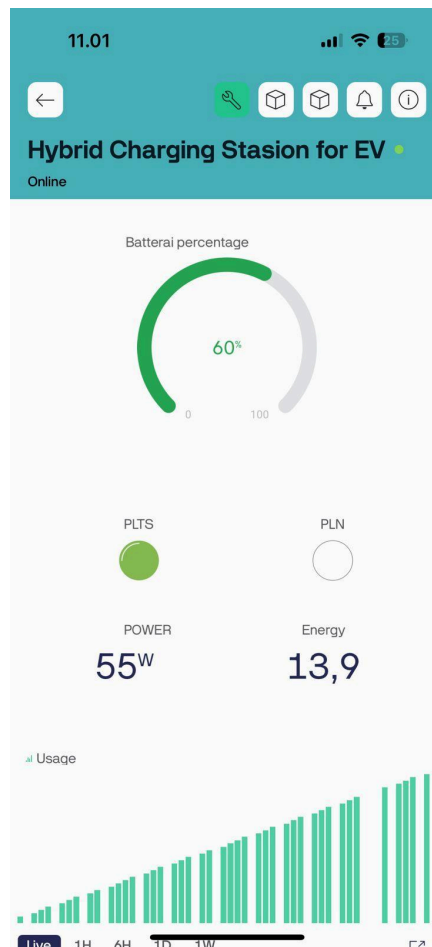


Gambar 4.3 Rangkaian Sistem Yang Terinstal

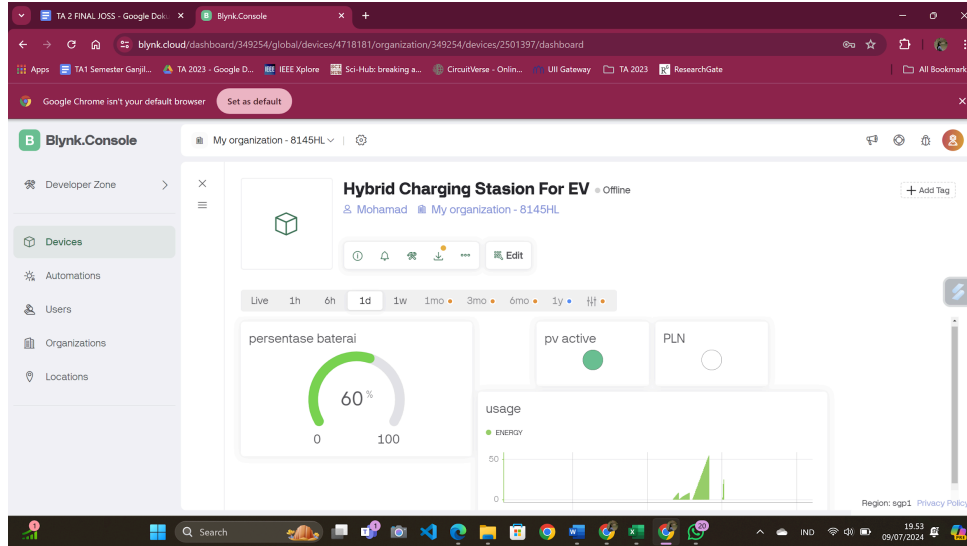
2. Software atau Interface

a. Website atau Aplikasi *Blynk*

Pada sistem yang dirancang berbasis IoT ini menggunakan *website* atau aplikasi *Blynk*, pengguna dapat melakukan pemantauan melalui *website* atau aplikasi *Blynk*. Hal ini memungkinkan pengguna dapat memantau kinerja sistem dari jarak jauh. Ada beberapa indikator yang dapat dipantau antara lain daya beban, tegangan baterai, sumber listrik yang digunakan, persentase baterai yang tersedia. Dan jumlah energi yang keluar Hasil dari keluaran tersebut terdapat dalam desain tampilan pada *website* atau aplikasi *Blynk* dapat dilihat pada gambar 4.4 dan 4.5



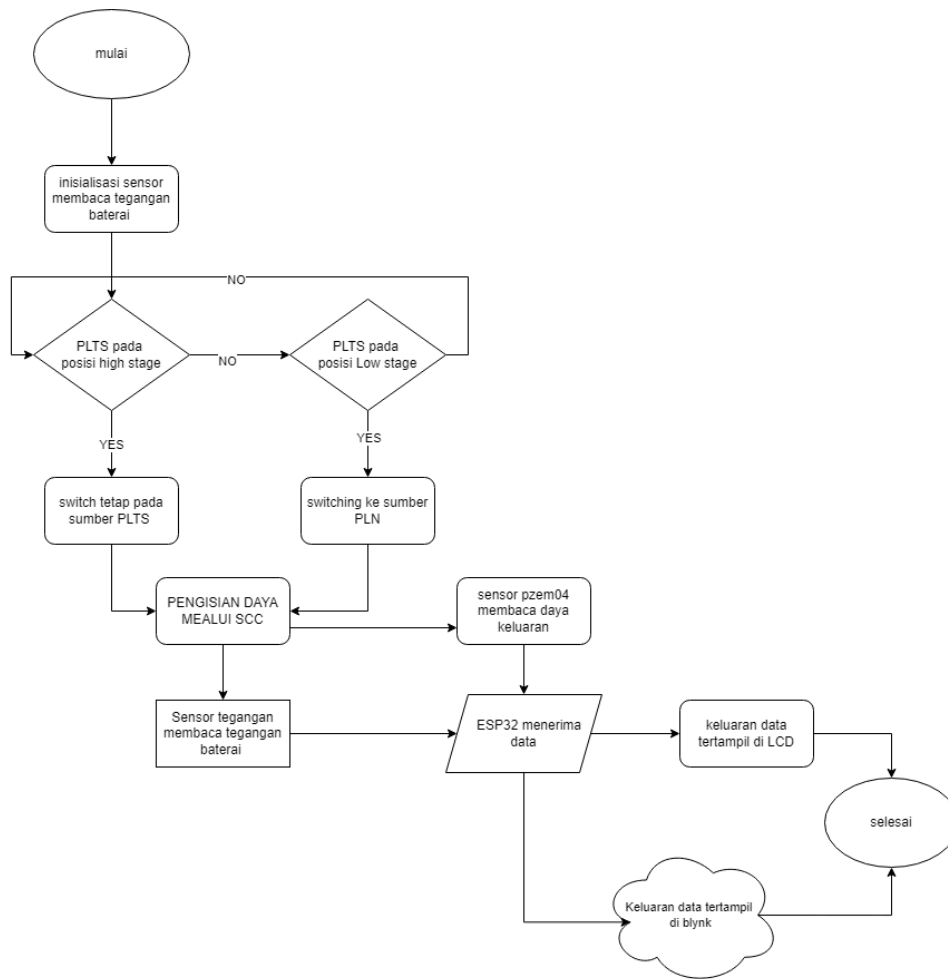
Gambar 4.4 Aplikasi *Blynk*



Gambar 4.5 Website Blynk

b. Kode Program Sistem

Kode program pada sistem yang kami buat memiliki beberapa fungsi utama, komponen komponen yang terhubung ke ESP32 seperti sensor tegangan baterai, PZEM, LCD OLED, dan *Relay* untuk konsep kerja dari kode program yang dibuat cukup sederhana dimana tugas dibagi menjadi 3 kelompok antara lain kendali dimana komponen relay bertanggung jawab untuk memutus arus dari plts menuju sistem jika terdeteksi *voltage* baterai yang dibaca oleh sensor tegangan batre telah mencapai batas bawah atau >11.3 V dan kembali meloloskan arus jika tegangan baterai telah naik atau melewati batas bawah yang kedua ada kelompok monitoring dimana ada 2 Pcs sensor yang ditugaskan untuk memonitor tegangan pada baterai dan daya keluar dari sistem yaitu baterai voltage sensor dan PZEM 004T fungsi utama atau *loop* dari kedua sensor ini adalah membaca data dan mengirimnya ke ESP32 untuk selanjutnya diolah dan diteruskan ke kelompok ketiga yaitu Antar muka pengguna untuk kelompok ini ada 2 Pcs perangkat yang ditugaskan sebagai keluaran informasi untuk ditampilkan pada pengguna alat, yaitu LCD OLED dan perangkat lunak *Blynk* dimana kedua perangkat ini akan menampilkan kondisi terkini dari sistem dan juga menampilkan beberapa parameter pembacaan sensor pada sistem agar pengguna dapat mengetahui kondisi alat ini. Berikut dibawah ini kami lampirkan sistem kerja kode program dalam bentuk diagram alir pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Diagram Alir (*Flowchart*)

3. *Hardware*

Pada rangkaian *hardware* sistem yang telah dilakukan pemasangan setiap komponen ke dalam panel box. *Hardware* yang dibuat sesuai dengan hasil perancangan sebelumnya yang terdiri dari PZEM 004T, *relay*, *battery voltage* sensor, LCD OLED, ATS, inverter dan ESP32.

a. Sensor Tegangan PZEM 004T

Sensor tegangan PZEM 004T digunakan untuk mengukur daya, tegangan, arus, dan energi yang dikeluarkan oleh sistem saat ada beban yang terhubung Sensor PZEM 004T bekerja dengan mengukur tegangan, arus, daya, dan energi listrik yang mengalir melalui sistem. Sensor ini terhubung langsung ke sumber listrik untuk mengukur tegangan dan menggunakan CT (*Current Transformer*) *clamp* yang dipasang pada kabel arus untuk mengukur arus listrik tanpa memutus jalur listrik. Berdasarkan tegangan dan arus yang terukur, PZEM 004T menghitung daya dalam Watt menggunakan rumus daya ($P = V \times I$). Selanjutnya, dengan mengintegrasikan daya yang terukur selama periode waktu tertentu, sensor PZEM 004T dapat menghitung total energi

yang dikonsumsi (dalam Wh). Informasi yang diperoleh dari sensor ini kemudian akan diteruskan menuju mikrokontroler ESP32 untuk keperluan monitoring.

b. *Relay*

Relay adalah perangkat saklar listrik yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik dan menggunakan sinyal listrik. Relay digunakan untuk mengendalikan perpindahan logika. Ada dua jenis *relay* berdasarkan kontakannya: *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC). Dalam sistem ini, relay jenis NO berfungsi mengontrol arus dari sumber utama PLTS menuju *Automatic Transfer Switch* (ATS), sementara COM terhubung dengan sumber tegangan dari baterai melalui inverter. Logika Relay dikendalikan oleh ESP32 untuk mengaktifkan atau memutus saklar sesuai kondisi yang ditentukan pada program.

c. *Battery voltage sensor*

Battery voltage sensor ini menggunakan cara kerja paling umum dalam mengukur tegangan, yaitu dengan menggunakan 2 resistor untuk membagi tegangan nya fungsi dari sensor ini selain sebagai indikator persentase baterai juga sebagai pemicu relay untuk melakukan switching dimana jika sensor tegangan mengukur bahwa tegan baterai sudah mencapai batas bawah (11,3V) maka ESP32 akan memicu relay untuk memutuskan arus dimana hal ini juga akan memicu ATS untuk melakukan peralihan ke sumber PLN sehingga pengisian daya tetap dapat sebelum baterai benar benar habis. Untuk mengukur tingkat akurasi dari hasil pembacaannya kami melakukan perbandingan dengan multimeter analog untuk mencari selisih antara pembacaan sensor dengan pengukuran realita.

d. LCD OLED

LCD OLED ini berfungsi sebagai penampil antarmuka untuk pengguna dimana hasil pembacaan sensor sensor di dalam sistem akan ditampilkan sehingga pengguna dapat mengakses informasi mengenai alat dengan mudah. Hasil yang dikeluarkan dalam LCD OLED ini berupa persentase baterai, sumber listrik yang digunakan, dan daya yang dikeluarkan oleh sistem.

e. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang sangat populer dalam bidang IoT (*Internet of Things*). Pada pemilihan ESP32 ini pengguna dapat menghubungkan perangkat ke internet dan berinteraksi dengan aplikasi, layanan *cloud*, dan perangkat lunak lainnya dengan mudah dengan berbagai *platform* pengembangan, yang memudahkan integrasi dengan perangkat lunak dan perangkat keras lainnya.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Pada tahap ini sangat penting untuk melakukan pengujian terhadap setiap komponen maupun keseluruhan sistem untuk menilai tingkat akurasi dan kinerja keseluruhan sistem. Pengujian ini terdiri dari

3 tahap yaitu pengujian komponen secara individu, pengujian *software*, dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian komponen individu melibatkan setiap sensor seperti sensor tegangan AC sensor tegangan DC, pengujian *software* melibatkan pengujian pada aplikasi *Blynk* dan pengambilan data

a. Pengujian sensor tegangan AC

Pengujian sensor tegangan AC adalah langkah krusial untuk menjamin akurasi dan keandalan pengukuran tegangan AC dalam sistem. Dalam pengujian ini, sensor tegangan AC dikalibrasi menggunakan pengukuran realita menggunakan multimeter. Proses kalibrasi melibatkan perbandingan antara nilai yang dihasilkan oleh sensor dengan nilai pengukuran multimeter. Dengan membandingkan kedua nilai ini, dapat dievaluasi apakah sensor tegangan AC memberikan hasil pengukuran yang tepat. Dengan pengujian ini kita dapat mencari *error rate* dan akurasi dari sensor PZEM 004T yang digunakan oleh sistem kami. Jika terdapat perbedaan signifikan antara nilai dari sensor dan pengukuran multimeter, maka perlu dilakukan penyesuaian pada sensor untuk memastikan bahwa pengukuran tegangan AC oleh sistem menjadi lebih akurat dan andal.

Alat dan Bahan

- | | | | |
|-------------------------------|--------------|---------------|-----------|
| - Sensor PZEM 004T | : 1 Pcs | - Stop Kontak | : 1 Pcs |
| - Kabel jumper 30 cm | : 4 Pcs | - Kabel NYA | : 2 Meter |
| - Multimeter | : 1 Pcs | - Kabel USB | : 1 Pcs |
| - <i>Software</i> Arduino IDE | : 1 Aplikasi | - ESP32 | : 1 Pcs |

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Merakit sensor PZEM 004T dan dihubungkan dengan ESP32
- 2) Menghubungkan sensor PZEM 004T dengan sumber keluaran ATS
- 3) Menghubungkan ATS dengan stop kontak
- 4) Mengunggah kode program ke ESP32 untuk mengetahui nilai tegangan yang diperoleh sensor PZEM 004T
- 5) Menghubungkan beban ke stop kontak
- 6) Mengamati hasil pembacaan PZEM 004T
- 7) Melakukan pengukuran tegangan, arus, dan daya dengan multimeter
- 8) Melakukan perhitungan selisih antara pembacaan sensor dengan pengukuran multimeter
- 9) Mencari *error rate* dan akurasi sensor PZEM 004T

b. Pengujian sensor tegangan DC

Pada pengujian kalibrasi sensor tegangan DC ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengukuran tegangan dapat konsisten dan akurat. Selama pengujian, rangkaian pembagi tegangan atau sensor tegangan DC atau *voltage* baterai ditempatkan dalam kondisi yang diketahui untuk menghasilkan tegangan referensi yang akurat. Pengujian dilakukan dengan beberapa kali pengambilan data tegangan baterai pada berbagai kondisi tegangan. Hal ini, akurasi dalam pembaca sensor tegangan DC dibandingkan dengan multimeter.

Alat dan Bahan

- | | | | |
|-------------------|---------|----------------------|-----------|
| - Baterai LiFePo4 | : 1 Pcs | - ESP32 | : 1 Pcs |
| - Project Board | : 1 Pcs | - Kabel NYA | : 1 Meter |
| - Multimeter | : 1 Pcs | - Kabel jumper 30 cm | : 3 Pcs |

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Membuat rangkaian *battery voltage sensor* dan dihubungkan dengan ESP32
- 2) Menghubungkan sensor *voltage battery* dengan baterai
- 3) Mengunggah kode program ke ESP32 untuk mengetahui nilai tegangan yang diperoleh sensor *voltage battery*
- 4) Mengamati hasil pembacaan tegangan baterai oleh sensor
- 5) Melakukan pengukuran tegangan baterai dengan multimeter
- 6) Menghitung selisih pembacaan sensor dengan pengukuran realita
- 7) Mencari nilai *error rate* dan akurasi dari sensor

c. Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Data Pada Aplikasi *Blynk*

Pengujian ini menguji kemampuan aplikasi *Blynk* untuk mengirim dan menerima data antara *Blynk* dan ESP32. Itu berhasil jika tampilan aplikasi *Blynk* sebanding dengan nilai sebenarnya.

Alat dan Bahan

- | | | | |
|------------------------|--------------|---------|---------|
| - Jaringan Internet | : 1 Pcs | - ESP32 | : 1 Pcs |
| - Kabel USB | : 1 Pcs | | |
| - Software Arduino IDE | : 1 Aplikasi | | |

- Aplikasi *Blynk/website* : 1 Aplikasi

Langkah Pengambilan Data :

- 1) Menginstal aplikasi Blynk pada ponsel dan membuka *dashboard* pada *website* Blynk
- 2) Membuat *project* baru di Blynk untuk mendapatkan token Blynk agar dapat terhubung dengan ESP32
- 3) Mengkode program dan membuat *data stream* aplikasi *Blynk* pada perangkat lunak arduino IDE
- 4) Membuat widget di Blynk yang dapat mengirim dan menerima data. Dalam sistem ini menggunakan widget seperti *gauge*, *LED*, *labeled value*, dan *chart*
- 5) Menguji koneksi antara ESP32 dan Blynk dengan mengirim data secara berulang
- 6) Mengamati waktu respon dari ESP32 dan aplikasi *Blynk* untuk memastikan koneksi dan responsivitas yang baik
- 7) Mengidentifikasi dan memperbaiki masalah jika terjadi keterlambatan atau kegagalan koneksi

d. Pengujian Efisiensi Inverter

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi konversi arus searah menuju arus AC yang dilakukan oleh inverter. Berdasarkan spesifikasi yang telah disebutkan di Bab 2 yaitu:

Alat dan Bahan

- | | | | |
|--------------|-----------|------------------|---------|
| - Inverter | : 1 Pcs | - Beban resistif | : 1 Pcs |
| - Multimeter | : 1 Pcs | - Stop kontak | : 1 Pcs |
| - Baterai | : 1 Pcs | | |
| - Kabel NYA | : 2 Meter | | |

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Pertama koneksikan seluruh perangkat hingga sistem berjalan dengan baik gunakan beban resistif untuk menghindari faktor daya kompleks serta agar mendapat hasil yang stabil dan linier
- 2) Ukur tegangan pada terminal input inverter dengan multimeter lalu catat nilainya
- 3) Atur multimeter ke mode pengukuran arus DC (ADC) dihubungkan seri dengan kabel input inverter dan catat hasilnya.
- 4) Lakukan pengukuran yang sama pada output inverter (VAC dan AAC)
- 5) Hitung daya masukan dan keluaran dengan rumus daya

$$P = V \times I \quad (1)$$

6) Hitung efisiensi inverter dengan rumus berikut

$$Efisiensi = \frac{\text{daya keluar}}{\text{daya masuk}} \times 100\% \quad (2)$$

e. Pengujian Kemampuan Penghantaran Daya Sistem

Pada pengujian daya maksimum sumber listrik ini bertujuan untuk menguji daya maksimal yang bisa diproduksi oleh alat ini dengan tujuan untuk mengetahui apakah alat ini mampu digunakan untuk mengisi daya sepeda listrik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan beban daya listrik kendaraan listrik. Secara teoritis alat ini mampu memberi daya hingga 880 W dimana tegangan output dari alat ini adalah 220V dan arus yang dapat melewati sistem kami memiliki batas maksimal dengan memanfaatkan *circuit breaker* di besaran 4 Ampere. Keberhasilan pengujian terindikasi dari kemampuan alat untuk menghantarkan daya sebesar hingga 500 W angka ini dipilih berdasarkan kebutuhan daya dari *charger* sepeda listrik pada umumnya dimana charger sepeda listrik dengan baterai hingga 36 V umumnya menggunakan *charger* dengan input daya 60W- 360 W

Alat dan Bahan

- Multimeter : 1 Pcs
- Beban daya listrik : 500W
- Sistem yang dibuat : 1 Aplikasi

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Menghubungkan sistem beban daya listrik
- 2) Ukur tegangan keluaran sistem menuju beban.
- 3) Ukur arus keluaran sistem menuju beban.
- 4) Tambahkan beban daya listrik yang digunakan hingga jumlah daya yang ditentukan.
- 5) Catat hasil daya beban yang berhasil dikeluarkan sistem dan evaluasi hasilnya.

f. Pengujian Kapasitas Baterai

Pada pengujian ini, dilakukan untuk mengetahui waktu yang dihabiskan oleh baterai untuk mencapai nilai tegangan minimal dan waktu yang dibutuhkan baterai untuk mencapai tegangan maksimal. Pengukuran tersebut digunakan untuk menentukan kondisi pengguna Pengukuran waktu ini digunakan untuk menentukan kondisi penggunaan sumber listrik. Hal ini karena sistem akan menggunakan indikator

waktu yang dapat dikombinasikan dengan sisa waktu baterai untuk memaksimalkan penggunaan energi listrik dari baterai. Pengujian dilakukan dengan memastikan daya yang digunakan sesuai kapasitas baterai.

Alat dan Bahan

- | | | | |
|-------------------|----------|--------------------|---------|
| - Baterai LiFePo4 | : 1 Pcs | - Multimeter | : 1 Pcs |
| - Beban resistif | : 2 Pcs | - Alat yang dibuat | : 1 Pcs |
| - Solar panel | : 200 Wp | | |
| - Multimeter | : 1 Pcs | | |

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Menghubungkan beban resistif ke alat yang dibuat
- 2) Habiskan daya yang ada pada baterai sampai tidak dapat menyuplai daya
- 3) ukur tegangan minimal baterai setelah baterai kehabisan daya
- 4) Isi kembali baterai dengan menggunakan solar panel hingga baterai terisi penuh.
- 5) hitung tegangan nominal baterai berdasarkan tegangan dengan rumus berikut

$$V_{nom} = \frac{V_{min} + V_{max}}{2} \quad (3)$$

- 6) Hitung kapasitas baterai dalam Wh dengan rumus berikut

$$\text{Kapasitas (Wh)} = V_{nom} \times Ah. \quad (4)$$

- 7) evaluasi dan catat hasil perhitungan kapasitas baterai

g. Pengujian Kinerja Sistem

Pada pengujian ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan kinerja sistem kontrol, Oleh karena itu, pengujian sistem secara menyeluruh diperlukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Metode pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan beban ke sistem yang telah dibuat. Pengujian dibagi menjadi tiga kondisi waktu, yaitu pukul 10.00 - 11.00, 12.00 - 13.00, dan 13.00 – 14.00, karena setiap waktu memiliki kondisi sistem yang berbeda. Tabel 4.1 menunjukkan pengujian sistem pada pukul 10.00 – 11.00. Pada tahap pengujian ini, terdapat dua indikator utama: kondisi PLN dan persentase baterai. Berdasarkan data pengujian dikatakan berhasil jika sudah sesuai dengan hal berikut:

- a) Logika Kerja sistem

Tabel 4.1 Logika Kerja Sistem

Kondisi PLN	Tegangan baterai dan Persentase baterai	Sumber Listrik
ON	Tegangan baterai > 11,3V	PLN
	Persentase baterai <= 20%	PLN
OFF	Tegangan baterai >20%	PLTS
	Persentase baterai <= 20%	PLTS

Alat dan Bahan

- | | | | |
|-------------------|----------|--------------|-----------|
| - ESP32 | : 1 Pcs | - SCC | : 1 Pcs |
| - MCB | : 5 Pcs | - Inverter | : 1 Meter |
| - Baterai LiFePo4 | : 1 Pcs | - Beban | : 150W |
| - Solar panel | : 200 Wp | - Multimeter | : 1 Pcs |
| - Inverter | : 1 Pcs | - ATS | : 1 Pcs |

Langkah Pengambilan Data:

- 1) Membuat rangkaian sesuai sistem
- 2) Masukan informasi monitoring seperti kapasitas baterai, dan daya beban pada aplikasi *Blynk*
- 3) Mengupload kode program pengujian sistem pada alat
- 4) Menyamakan indikator pada tabel pengujian dan membandingkan hasil dari tabel pengujian sistem
- 5) Melakukan pengambilan data berupa hasil kondisi yang telah dicapai oleh sistem

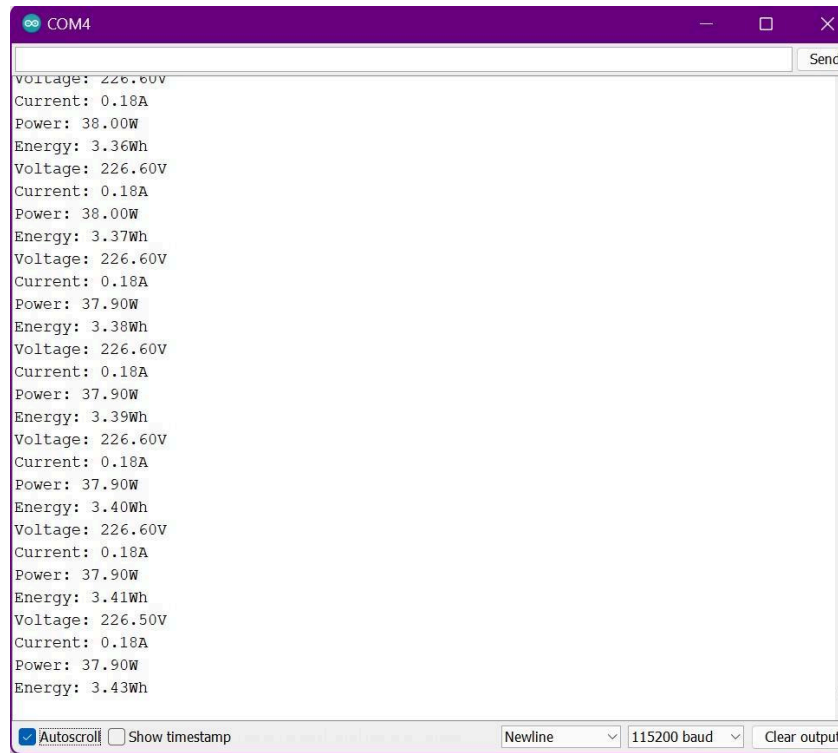
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

a. Pengujian Tegangan Keluaran Dengan Sensor PZEM 004T

Pada proses pengujian sensor tegangan AC menggunakan sensor PZEM 004T dan ESP32 dilakukan bahwa nilai tegangan dapat dideteksi dengan baik oleh sensor, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 dibawah pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan menemukan bahwa nilai tegangan menunjukkan bahwa sumber daya listrik PLN dihidupkan.



Gambar 5.1 Serial Monitor Hasil Keluaran Sensor PZEM 004T

Proses pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran yang dihasilkan dari multimeter dan sensor. Dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Hasil Perbandingan Sensor Dengan Multimeter

No.	Hasil Pembacaan Tegangan Output	
	Multimeter (V)	Sensor (V)
1.	226	226,60
2.	225	226,50

3.	226	225,90
4.	224	226,40
5.	226	226,60
6.	226	226,40
7.	224	224,90
8.	224	224,50
9.	225	224,50
10.	226	225,30

Pada Tabel 5.1 dapat kita lihat hasil dari pembacaan sensor PZEM 004T dan juga hasil dari pengukuran keluaran tegangan alat dari multimeter dari data diatas dapat kita lakukan perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan rumus berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - M_i)^2} \quad (5)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (S_i - M_i)^2}$$

Menghitung selisih kuadrat

$$Data 1 = (226 - 226,60)^2 = 0,36$$

$$Data 2 = (225 - 226,50)^2 = 2,25$$

$$Data 3 = (226 - 225,90)^2 = 0,01$$

$$Data 4 = (224 - 226,40)^2 = 5,76$$

$$Data 5 = (226 - 226,60)^2 = 0,36$$

$$Data 6 = (226 - 226,40)^2 = 0,16$$

$$Data 7 = (224 - 224,90)^2 = 0,81$$

$$Data 8 = (224 - 224,50)^2 = 0,25$$

$$Data 9 = (225 - 224,50)^2 = 0,25$$

$$Data 10 = (226 - 225,30)^2 = 0,49$$

Jumlahkan semua nilai kuadrat

$$0,36 + 2,25 + 0,01 + 5,76 + 0,36 + 0,16 + 0,81 + 0,25 + 0,25 + 0,49 = 10,70$$

Bagi dengan jumlah pengamatan diatas :

$$\frac{10,70}{10} = 1,07$$

Jika, di akar kuadrat :

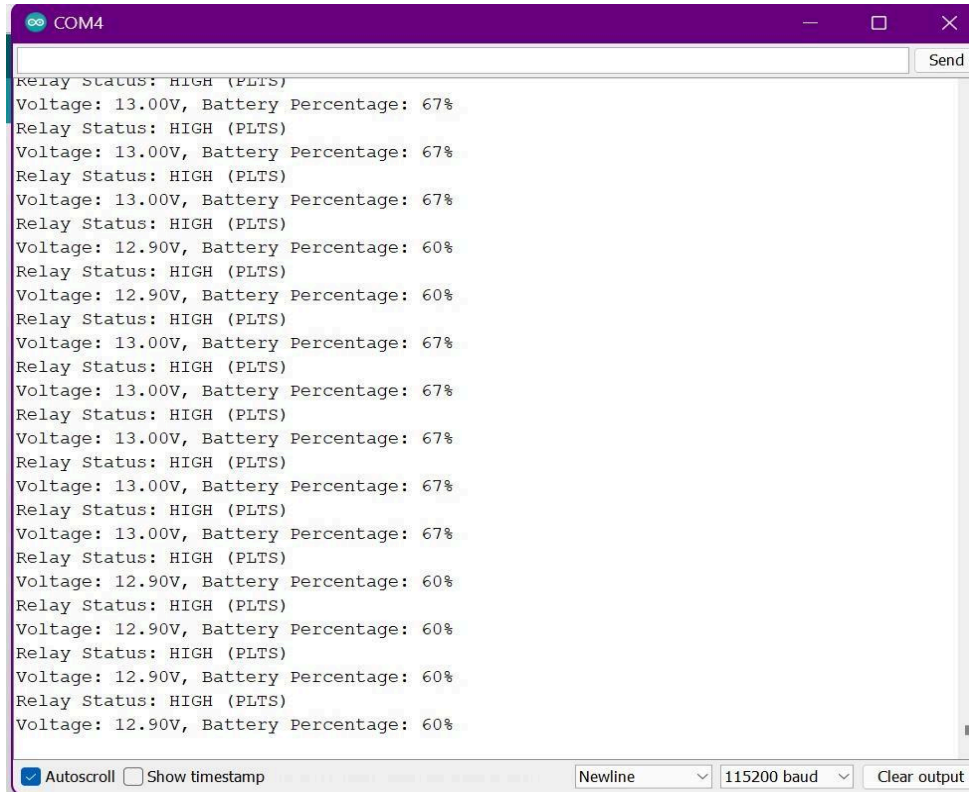
$$\sqrt{1,07} \approx 1,03$$

Dari hasil pengujian sensor tegangan AC PZEM 004T, nilai RMSE yang diperoleh adalah 1,03. Nilai ini menunjukkan performa yang baik, sehingga dapat dikatakan bahwa sensor tersebut memiliki akurasi yang cukup baik.

b. Pengujian Sensor Tegangan DC

Pada proses ini menggunakan sensor *voltage* dimana kami merangkai rangkaian sensor tegangan dengan ESP32 dan membandingkan nilai keluaran yang dihasilkan di ESP32 dengan multimeter. Dalam melakukan pengujian, sensor tegangan DC menggunakan sensor *voltage* baterai dengan ESP32 dilakukan bahwa nilai tegangan dapat dideteksi dengan baik oleh sensor dan dibandingkan dengan menggunakan multimeter. Pengujian dilakukan dalam beberapa kali pengambilan data tegangan baterai 12V DC. hal ini dikarenakan hanya pada tegangan yang diperoleh dibandingkan dengan hasil pembacaan pada mikrokontroler dan multimeter.

Pengujian ini telah dilakukan sebanyak 10 kali. Pada Tabel merupakan hasil pengujian dalam *voltage* baterai. Dimana, didapat nilai rata-rata selisih 1.9. Namun, ada kekurangan dalam pengujian ini: tegangan sistem tidak stabil. Sehingga dapat terjadi perpindahan tegangan sekitar 0,10 selisih yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Serial Monitor Hasil Keluaran Sensor *Voltage* Baterai

Proses pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran yang dihasilkan dari multimeter dan mikrokontroler. Dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Hasil Perbandingan Antara Multimeter Dengan Mikrokontroler

No.	Hasil Pembacaan Tegangan Baterai	
	Multimeter (V)	Mikrokontroler (V)
1.	13	13,00
2.	13	13,00
3.	13	13,00
4.	13	12,90
5.	13	12,90
6.	13	13,00
7.	13	13,00
8.	13	13,00
9.	13	13,00
10.	13	13,00

Pada Tabel 5.2 dapat kita lihat hasil sampling untuk menguji tingkat akurasi sensor tegangan DC yang terpasang pada batre mari kita hitung RMSE dari sensor ini menggunakan rumus berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - M_i)^2} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (S_i - M_i)^2}$$

Menghitung selisih kuadrat

$$Data 1 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 2 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 3 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 4 = (13 - 12,90)^2 = 0,01$$

$$Data 5 = (13 - 12,90)^2 = 0,01$$

$$Data 6 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 7 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 8 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 9 = (13 - 13)^2 = 0$$

$$Data 10 = (13 - 13)^2 = 0$$

Jumlahkan semua nilai kuadrat

$$0,0 + 0,0 + 0,0 + 0,01 + 0,01 + 0,0 + 0,0 + 0,0 + 0,0 + 0,0 = 0,02 = 1,9$$

Bagi dengan nilai pengamatan

$$\frac{0,02}{10} = 0,002$$

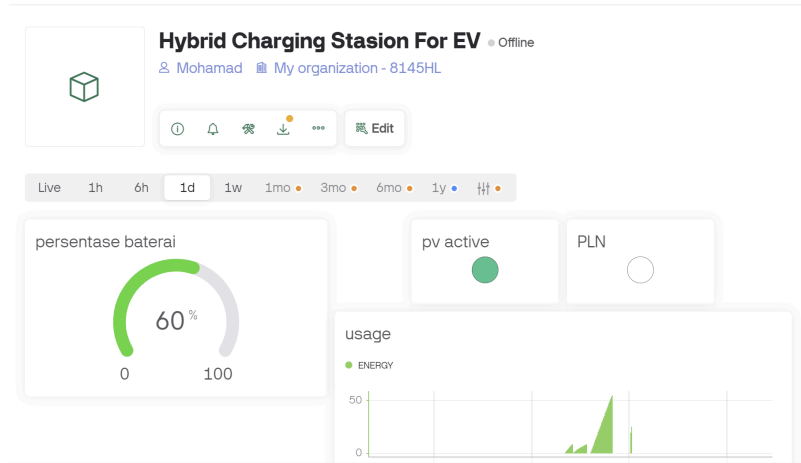
Akar kuadrat

$$\sqrt{0,002} \approx 0,0045 \quad (7)$$

Nilai yang diperoleh dari sensor tegangan dc menunjukkan akurasi yang cukup baik, seperti yang dibuktikan oleh nilai RMSE yang kecil dari hasil pengujian tersebut

c. Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Data Pada *Website* atau Aplikasi *Blynk*

Pada pengujian *website* atau aplikasi *Blynk* ini dilakukan untuk memastikan ESP32 atau *hardware* yang terhubung dapat terkoneksi dengan *website* atau aplikasi *Blynk* dengan baik. Dan pengujian ini melibatkan interaksi pengguna dengan widget-widget yang sudah tersedia oleh *Blynk* seperti *switch*, *slider* dan *display* (LED, *label*, *gauge*, dan *chart*). Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa widget beroperasi dengan benar dan dapat merespon perintah. Berikut merupakan hasil pembacaan dari *website* atau aplikasi *Blynk*.



Gambar 5.3 Hasil Tampilan Pada Aplikasi *Blynk*

d. Pengujian Efisiensi Inverter

Pada pengujian inverter kita akan menggunakan multimeter untuk mengukur tegangan dan arus masuk lalu tegangan dan arus keluaran dari inverter dapat yang kami dapatkan pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Hasil Efisiensi Inverter

Tegangan masuk	12,83 V	Tegangan keluaran	219 V
Arus masuk	2,43 A	Arus keluaran	0,13 A
Daya masuk	31,1469 W	Daya keluaran	28,47 W

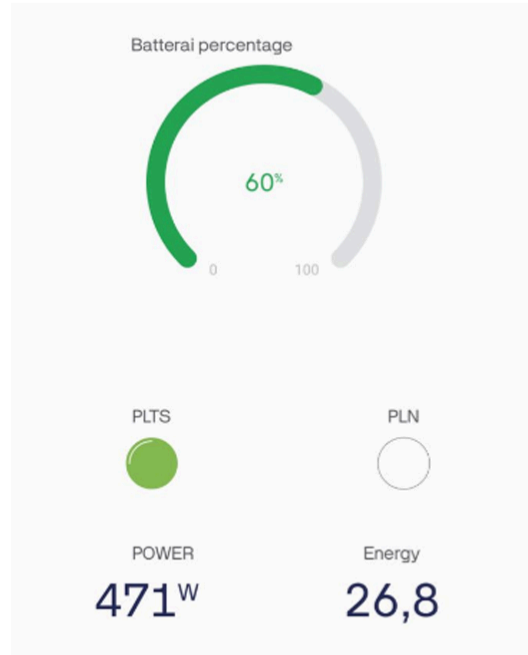
$$Efisiensi = \frac{daya\ keluar}{daya\ masuk} \times 100\% \quad (8)$$

$$Efisiensi = \frac{28,47}{31,1469} \times 100\% \approx 91,42\%$$

Pada pengujian efisiensi inverter, efisiensi yang dicapai adalah 91,42%, yang sesuai dengan kisaran umum untuk inverter PWM (*Pulse Width Modulation*), yaitu 80 hingga 95% [10]. Nilai efisiensi ini menunjukkan bahwa inverter pada sistem beroperasi secara efisien.

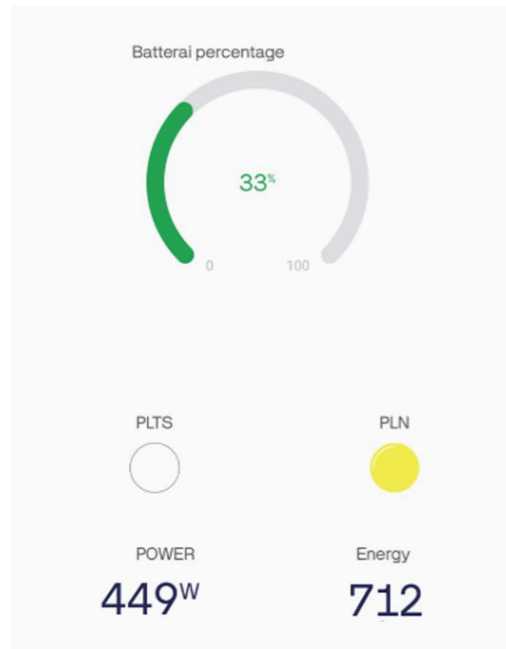
e. Pengujian Kemampuan Penghantaran Daya Sistem dan Peralihan *Relay*

Pada pengujian ini kami melakukan ujicoba dengan menggunakan beban sebesar 500 W hingga daya baterai habis hal ini bertujuan untuk menguji 2 hal pertama kemampuan sistem dalam menghantarkan daya tinggi kedua untuk menguji sistem switching otomatis dari sistem kami berikut hasil dari percobaan tersebut.



Gambar 5.4 Hasil Keluaran Daya Sistem

Pengujian ini menggunakan beban listrik pemanas air dengan spesifikasi kerja 500W hasil dari pengujian kami membuktikan bahwa sistem kami dapat menghantarkan daya hingga 500 W dengan baik angka ini kami gunakan untuk mengantisipasi kebutuhan daya *charger* sepeda listrik yang bervariasi antara 150W-360W sehingga sistem kami mampu dan aman untuk digunakan untuk mengisi daya sepeda listrik.



Gambar 5.5 Hasil Keluaran Peralihan Sumber PLN

Setelah kita jalankan selama kurang lebih 1 jam 30 menit relay akhirnya melakukan pemutusan mungkin dikarenakan sensor tegangan baterai mendeteksi *voltase* baterai sudah memasuki batas bawah sehingga relay memutus arus dari PLTS dan hal ini memicu ATS melakukan peralihan ke sumber PLN secara instan sehingga proses pemanasan air tetap berjalan.

f. Pengujian Hasil Pengukuran Kapasitas Baterai

Pada pengujian pengukuran kapasitas baterai kita gunakan perhitungan manual dimana kita akan mencari nilai *voltase* minimal (V_{min}) dan *voltase* maksimal (V_{max}) lalu kita akan gunakan rumus untuk menghitung kapasitas baterai dalam *Watt-hour*. Dapat dilihat pada Tabel 5.4 merupakan Hasil Kapasitas Baterai.

Tabel 5.4 Hasil Kapasitas Baterai

Parameter	Tegangan per sel (V)	Total tegangan (4 sel)
Tegangan minimum	2,8 V	11,2 V
Tegangan maksimum	3,6 V	14,6 V

Setelah mengetahui tegangan minimum dan maksimum dari baterai kita dapat menghitung kapasitas baterai dengan rumus berikut pertama mari kita cari *voltase* nominal atau *voltase* rata rata di mana baterai biasanya beroperasi dengan rumus berikut:

$$V_{nom} = \frac{V_{min} + V_{max}}{2} \quad (9)$$

$$V_{nom} = \frac{11,2 + 14,6}{2} = 12,9 V$$

Setelah mendapatkan nilai V_{nom} kita akan lanjut mencari kapasitas baterai dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$kapasitas = V_{nom} \times kapasitas Ah \quad (10)$$

$$kapasitas = 12,3 V \times 50 Ah = 645 Wh$$

Dengan menguji *Voltase* minimum dan maksimum baterai lalu mengalikan dengan kapasitasnya (Ah) yang kita bisa temukan dari spesifikasi baterai kita dapat menghitung kapasitas baterai yang kita gunakan. Disisi lain penggunaan persentase sebagai indikator.

Acuan kapasitas baterai pada sistem kami dirasa sebenarnya kurang optimal hal ini dikarenakan persentase baterai yang kami buat hanya didasari oleh level tegangan baterai yang mengakibatkan adanya kesalahan pembacaan persentase kapasitas baterai ketika sistem dihubungkan dengan load berdaya besar maka tegangan baterai akan menurun hal ini umum terjadi karena beban berdaya besar akan menarik arus yang lebih besar sehingga menyebabkan penurunan tanganan hal ini sesuai dengan hukum segitiga daya

$$I = \frac{P}{V} \quad (11)$$

Faktor yang kedua untuk menjelaskan fenomena ini adalah Impedansi Internal Baterai dimana setiap baterai memiliki resistansi internal R_i Ketika arus (I) meningkat karena beban besar, tegangan V_{drop} di resistansi internal juga akan meningkat sesuai dengan hukum Ohm

$$V_{drop} = I \times R_i \quad (12)$$

g. Pengujian Kinerja Sistem

Pada pengujian ini, metode yang dilakukan dengan menghubungkan beban dengan sistem yang telah dibuat. Pengujian ini dibagi menjadi 3 kondisi yaitu pada waktu 10.00- 11.00, 12.00-13.00, dan 13.00- 14.00. hal tersebut dikarenakan pada setiap waktu memiliki kondisi sistem yang berbeda-beda. Ketika sistem berhasil melakukan setiap indikator di Tabel pengujian, pengujian ini berhasil. Hal ini, dilakukan dengan menguji indikator yang digunakan oleh sistem. Tabel 5.5 , Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 merupakan tabel pengujian sistem yang dilakukan dengan tiga kondisi jam yang berbeda. Sistem dapat beroperasi sesuai dengan desain setelah setiap kondisi diidentifikasi melalui pengujian yang dilakukan. Dan setiap hasil pengujian dapat dilihat di lampiran.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 10.00 – 11.00

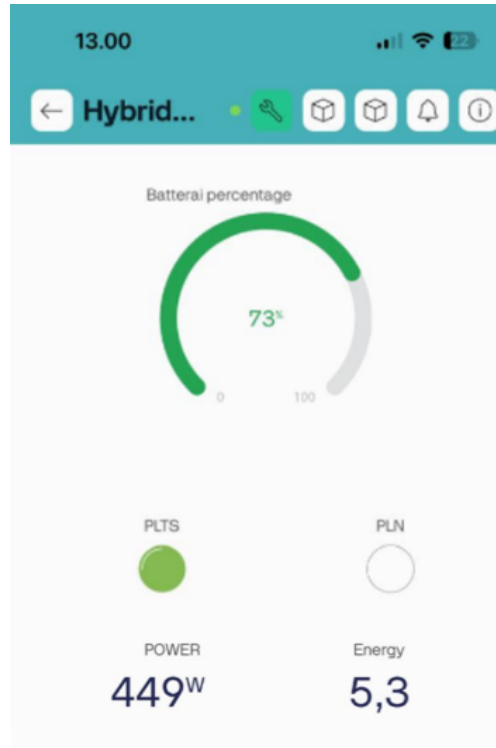
No.	Waktu	Presentase Baterai	Hasil Pengujian	
			Persentase Baterai pada Blynk (%)	Sumber Listrik ke Beban
1.	10.00	Persentase baterai >20%	60%	PLTS
2.	10.48	Persentase baterai > 20%	60%	PLTS
3.	11.00	Persentase baterai >20%	60%	PLTS
Beban Listrik		58 W		

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 12.00 – 13.00

No.	Waktu	Presentase Baterai	Hasil Pengujian	
			Persentase Baterai pada Blynk (%)	Sumber Listrik ke Beban
1.	12.02	Persentase baterai >20%	67%	PLTS
2.	12.24	Persentase baterai > 20%	67%	PLTS
3.	13.00	Persentase baterai >20%	73%	PLTS
Beban Listrik		0 W		

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sistem Pada Jam 13.00 – 14.00

No.	Waktu	Presentase Baterai	Hasil Pengujian		Beban listrik
			Persentase Baterai pada Blynk (%)	Sumber Listrik ke Beban	
1.	13.00	Persentase baterai >20%	73%	PLTS	449 W
2.	13.14	Persentase baterai > 20%	60%	PLTS	465 W
3.	14.00	Persentase baterai >20%	67%	PLTS	0



Gambar 5.6 Hasil Keluaran Kinerja Sistem

Pada Tabel 5.8 merupakan perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lainnya pada hasil observasi yang sudah ditentukan pada Bab 2. Berikut merupakan hasil perbandingan performa sistem yang sudah dibuat dengan sistem lain.

Tabel 5.8 Perbandingan Performa Antara Sistem Yang Dibuat Dengan Sistem Lain

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	Rohmat Khoirul. S	Onang Surya N	Batasindro dan Indah K
1	Sistem Monitoring	<i>Blynk</i>	LCD	-	<i>Blynk</i>
2	Mikrokontroler	ESP32	ATMEGA16	Logika <i>Fuzzy</i>	ESP32
3	Sensor Tegangan	PZEM 004T	ACS712-20A	Bidirectional inverter	PZEM 004T
4	<i>Relay</i>	Aktif, berdasarkan kondisi tegangan baterai	Aktif, berdasarkan tegangan baterai	Aktif, berdasarkan kondisi grid dan	Aktif, berdasarkan waktu dan kondisi baterai

				kebutuhan daya	
--	--	--	--	-------------------	--

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Pada Tugas Akhir 1, rencana usulan perancangan dan spesifikasi yang kami akan dibuat sudah ditetapkan. Penjelasan ini mencakup perbandingan langsung menggunakan Tabel untuk memberikan perbandingan antara spesifikasi yang diusulkan dan realisasi. Namun, perubahan pada dimensi, berat, bahan, warna casing pada panel box dapat diterima oleh penggunaannya. Oleh karena itu, spesifikasi sistem yang direalisasikan tetap memenuhi tujuan dan fungsi yang diharapkan dalam berbagai penggunaan, meskipun ada beberapa perbedaan antara konsep dan implementasi. Pemenuhan spesifikasi sistem dapat dianggap terpenuhi dengan adanya penyesuaian yang tepat dan rasional dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Perbandingan Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	65 x 40 x 20 cm	60 x 40 x 20 cm
2	Berat (KG)	2 KG	3 KG
3	Bahan	Plat MS 1 mm	Plat MS 1mm
4	Warna <i>Casing</i>	Putih	Abu-abu

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Dalam pengembangan perangkat Hybrid Charging Station for EV ini, pengalaman pengguna sangat penting. Pengalaman pengguna menunjukkan seberapa mudah dan baik fungsi atau fitur perangkat ini dijalankan untuk memenuhi tujuan utamanya. Ada beberapa kemajuan dalam pengetesan. Ada yang dipertahankan dan yang lain diganti atau diperbaiki. Dapat dilihat Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Berhasil menampilkan informasi baik aplikasi <i>Blynk</i> maupun LCD OLED	Dipertahankan

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
2	Kemudahan	Alat mudah dioperasikan	Dipertahankan
3	Keamanan	Keamanan monitoring harus melalui aplikasi <i>Blynk</i> . Penggunaan <i>username</i> dan <i>password Wi-Fi</i> harus sesuai dengan yang sudah diatur pada kode program	Dipertahankan
4	Koneksi	Koneksi yang kami gunakan dalam sistem ini menggunakan <i>Wi-Fi</i> . Sistem ini dapat terhubung dengan mudah	Dipertahankan
5	Mikrokontroller	Penggunaan mikrokontroler ESP32 dengan PZEM 004T kinerjanya sudah optimal	Dipertahankan

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada penyesuaian usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2, terdapat ketidaktepatan antara waktu yang direncanakan dalam usulan dengan waktu realisasinya terdapat pada *timeline* dan RAB. Hal ini dikarenakan jadwal implementasi dan perancangan sistem berubah. Ketidaksesuaian waktu pengerjaan antara realisasi dan usulan ditunjukkan dalam *timeline* Tabel 5.11. Hal ini tertunda karena beberapa hari libur akademik dan libur lebaran.

Dalam RAB (Rancangan Anggaran Biaya) Pada usulan dan realisasi terdapat perbedaan. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa komponen tambahan yang diperlukan yang tidak disebutkan pada saat melakukan perancangan di Tugas Akhir 1 sehingga berpengaruh pada Tugas Akhir 2 saat realisasi RAB. Berikut merupakan RAB Tugas Akhir 2 pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.11 Kesesuaian Antara Usulan dan Realisasi *Timeline* Pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember - Maret	Maret

2	Perancangan sistem dengan usulan	Desember - Maret	Maret- Juni
3	Testing dan Validasi	April - Mei	Mei - Juni
4	Expo dan Pengumpulan laporan akhir	Juli	Juli

Tabel 5.12 Kesesuaian RAB Tugas Akhir Antara Usulan dan Realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Sensor Tegangan PZEM 004T	1 pcs	Rp100.000,00	1 pcs	Rp100.000,00
2	Baterai LiFePo4	1 pcs	Rp1.500.000,00	1 pcs	Rp1.650.000,00
3	ESP32 DEVKITC V1	1 pcs	Rp60.000,00	1 pcs	Rp85.000,00
4	Inverter 12 VDC to 220 VAC	1 pcs	Rp450.000,00	1 pcs	Rp493.764,00
5	<i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i>	1 pcs	Rp350.000,00	1 pcs	Rp338.740,00
6	<i>SCC Epever Landstar LS1024B 10A 12V/24V</i>	1 pcs	Rp365.000,00	1 pcs	Rp376.350,00
7	<i>Solar Panel</i>	2 pcs	Rp990.000,00	2 pcs	Rp1.046.620,00
8	<i>LCD OLED</i>	1 pcs	Rp60.000,00	1 pcs	Rp70.000,00

9	Modul <i>relay</i> 1 Channel	1 pcs	Rp30.000,00		Rp12.000,00
10	MCB 6 A	3 pcs	Rp90.000,00	6 pcs	Rp270.000,00
	MCB 10 A	1 pcs	Rp249.000,00	1 pcs	Rp45.000,00
11	Modem	1 pcs	Rp200.000,00	-	-
12	Jasa cetak 3D	1 pcs	Rp100.000,00	1 pcs	Rp36.000,00
13	Kabel Solar Panel	-	-	1 pcs	Rp23.000,00
14	Panel box	-	-	1 pcs	Rp553.500,00
15	Sensor Tegangan Voltage Sensor	-	-	1 pcs	Rp3.600,00
16	LCD <i>Display</i> OLED	-	-	1 pcs	Rp63.000,00
17	Terminal T kabel	-	-	10 pcs	Rp37.300,00
18	Terminal T kabel	-	-	4 pcs	Rp60.500,00
19	Rel MCB	-	-	3 pcs	Rp51.400,00
20	Kabel <i>Duct</i> 25 x 25 Bolong	-	-	1 pcs	Rp13.000,00
21	Kabel <i>Duct</i> 45 x 45 Bolong	-	-	2 pcs	Rp50.000,00
22	Stop Kontak Terbuka	-	-	2 pcs	Rp34.000,00
23	Stop kontak tertutup	-	-	1 pcs	Rp42.500,00

24	Las Bengkel	-	-	2 kali	Rp300.000,00
25	Kabel NYA 2 X 2	-	-	6 m	Rp90.000,00
26	Kabel NYA 1.5 X 1.5	-	-	2 m	Rp40.000,00
27	Sekun 12 mm	-	-	4 pcs	Rp10.000,00
28	Mounting Power Supply Adaptor AC-DC reg. 5V	-	-	1 pcs	Rp40.000,00
29	TTL to RS485 Power Supply Converter 3.3 V	-	-	1 pcs	Rp26.250,00
30	PCB Berlubang IC	-	-	2 pcs	Rp40.000,00
31	Sensor Tegangan Modul	-	-	1 pcs	Rp4.000,00
32	Modul Relay 1 Channel	-	-	2 pcs	Rp13.000,00
33	Kabel Micro	-	-	1 pcs	Rp4.500,00
34	Kabel Jumper	-	-	12 pcs	Rp6.000,00
35	Terminal T Block Kabel	-	-	2 pcs	Rp40.000,00
36	PZEM 004T	-	-	1pcs	Rp110.000,00

37	Socket Header	-	-	6 pcs	Rp9.600,00
38	Kabel Jumper	-	-	40 pcs	Rp32.000,00
39	Kabel NYAF	-	-	6 m	Rp34.000,00
40	Mounting Bracket Panel Surya	-	-	2 pcs	Rp 510.000,00
TOTAL			Rp4.544.000,00		Rp6.764.624,00

Dapat dilihat Tabel 5.13 di bawah proyek Hybrid Station Charging for EV dimulai pada tanggal 5 Maret 2024 dengan pembelian komponen-komponen via *online*, lalu setelah itu tanggal 26 Maret 2024 untuk melakukan pengecekan komponen-komponen seperti panel surya, ATS, SCC, baterai, dan inverter setelah pengecekan komponen dilanjutkan untuk pembelian kabel via *offline* pada tanggal 28 Maret 2024. Setelah itu, melakukan perakitan *hardware* yang nantinya akan disimpan di box panel pada tanggal 23 April 2024 dan dilanjutkan untuk memposisikan perakitan sebelum komponen terpasang. Tanggal 29 April 2024 box panel di custom dimana untuk memasang rail pada komponen agar dapat di pasang pada panel. Untuk pembuatan kode program dilakukan secara bertahap oleh Hossein dan Sabrina dari tanggal 3 Juni - 10 Juni 2024. Setelah itu, dilanjutkan melakukan pembuatan laporan Tugas Akhir 2 secara bertahap oleh Sabrina tanggal 13 Juni 2024. Lalu pada tanggal 15 Juni 2024 melakukan uji coba IoT oleh Hossein dan Sabrina dan tanggal 20 Juni 2024 melakukan uji coba baterai dengan inverter dilanjutkan coba SCC ke inverter, SCC ke baterai dan *switching* ATS sensor tegangan AC dan DC sampai tanggal 25 Juni 2024 dan tanggal 26 Juni 2024 pengujian secara keseluruhan Hossein dan Sabrina. Tanggal 27 Juni - 5 Juli 2024 dilakukan untuk pengambilan data oleh Hossein dan Sabrina dan tanggal 6 Juli - 7 Juli 2024 penyusunan laporan TA dan tanggal 8 Juli Perbaikan pengujian data ulang akibat sensor kebakaran oleh Hossein dan Sabrina. Tanggal 9 Juli 2024 Perbaikan pengujian data dan penyusunan laporan TA2 oleh Hossein dan Sabrina.

Tabel 5.13 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
----	---------------------------------------	-----------	-----------

1	Rabu, 05 Maret 2024 (6 jam)	Pembelian komponen-komponen yang dibutuhkan via toko online	Hossein Sabrina
2	Selasa, 26 Maret 2024 (2 hari)	Pengecekan alat/komponen (Panel surya, ATS, SCC, baterai dan Inverter)	Hossein Sabrina
3	Kamis, 28 Maret 2024 (1 jam)	Pembelian Kabel toko <i>offline</i>	Hossein Sabrina
4	Jum'at, 29 Maret 2024 (2 jam)	Perakitan Hardware sebelum masuk box panel	Hossein Sabrina
5	Selasa, 23 April 2024 (1 jam)	Pembelian box panel via <i>online</i>	Hossein Sabrina
6	Jum'at, 26 April 2024 (2 jam)	Perakitan Hardware menyesuaikan box panel	Hossein Sabrina
7	Senin, 29 April 2024 (2 hari)	Costume box panel ke tukang las (memasang komponen dengan rail, membuat lubang untuk stopkontak, kabel panel surya, ventilasi angin)	Hossein Sabrina
8	Selasa, 07 Mei 2024 (6 jam)	Pemasangan kabel ke komponen	Hossein Sabrina
9	Rabu, 08 Mei 2024 (1 jam)	Pembelian <i>duct</i> kabel	Hossein Sabrina
10	Jum'at, 09 Mei 2024 (3 jam)	Costume box panel ke tukang las (pemasangan duct kabel)	Hossein Sabrina
11	Selasa, 28 Mei 2024 (6 jam)	Pemasangan kabel ke komponen + merapikan box panel	Hossein Sabrina

12	Senin, 03 Juni 2024 (1 jam)	Membuat kode program IoT	Hossein
13	Selasa, 10 Juni 2024 (3 jam)	Membuat kode program IoT	Hossein Sabrina
14	Kamis, 13 Juni 2024 (2 jam)	Menyusun laporan TA 2	Sabrina
14	Selasa, 15 Juni 2024 (3 jam)	Melakukan uji coba IoT	Hossein Sabrina
17	Rabu, 20 Juni 2024 (1 jam)	Melakukan uji coba baterai dengan inverter	Hossein Sabrina
18	Kamis, 21 Juni 2024 (3 jam)	Melakukan uji coba SCC ke inverter, SCC ke baterai dan switching ATS	Hossein Sabrina
19	Jum'at, 22 Juni 2024 (3 jam)	Melakukan uji coba Tegangan AC dan DC	Hossein
20	Selasa, 24 Juni 2024	Melakukan uji coba tegangan AC dan DC	Hossein Sabrina
20	Selasa, 25 Juni 2024	Melakukan percobaan uji coba	Hossein
21	Kamis, 27 Juni 2024 (8 jam)	Pengambilan data pertama	Hossein Sabrina
22	Senin, 02 Juli 2024 (8 jam)	Pengambilan data kedua	Hossein Sabrina
23	Selasa, 03 Juli 2024 (8 jam)	Pengambilan data ketiga	Hossein Sabrina
24	Jum'at, 05 Juli 2024 (2 jam)	Pengambilan data keempat	Hossein Sabrina

25	Sabtu, 06 Juli 2024 (4 jam)	Penyusunan laporan TA2	Hossein Sabrina
26	Minggu, 07 Juli 2024 (3 jam)	Penyusunan laporan TA2	Hossein Sabrina
27	Senin, 08 Juli 2024 (1 hari)	Perbaiki data ulang akibat sensor kebakar	Hossein Sabrina
27	Selasa, 09 Juli 2024	Perbaiki data dan penyusunan laporan TA2	Hossein Sabrina

5.2 Dampak Implementasi Sistem

1. Ekonomi

Sistem kami dapat membantu pengguna kendaraan listrik (EV) dalam menghemat biaya pengisian daya. Meskipun penghematan tersebut mungkin tidak signifikan secara individual, secara kumulatif hal ini tetap memiliki dampak yang berarti. Sistem kami tidak sepenuhnya bergantung pada PLN, yang tidak hanya bermanfaat untuk lingkungan tetapi juga menguntungkan bagi keuangan pengguna.

2. Teknologi:

Implementasi sistem ini berhasil mengoptimalkan penggunaan sumber daya listrik dari PLN dan PLTS untuk pengisian daya kendaraan listrik. Penggunaan aplikasi Blynk dan LCD OLED memungkinkan pemantauan jarak jauh yang efektif, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melihat status pengisian dan kondisi baterai secara langsung.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem stasiun pengisian daya kendaraan listrik berbasis tenaga surya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Keberhasilan Alat: Sistem ini berhasil memanfaatkan sumber daya listrik dari PLN dan PLTS secara optimal, mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Stasiun pengisian daya berfungsi dengan stabil dan akurat dalam berbagai kondisi waktu. Selain itu, sistem ini dapat memonitor kapasitas baterai dan sumber tegangan secara real-time melalui aplikasi Blynk atau LCD OLED.
2. Performa Alat: Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi stabil dan akurat, dengan validitas data yang tinggi dan waktu respons yang cepat. Kemampuan untuk mengakses data dari jarak jauh melalui aplikasi meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas operasional.
3. Dampak Positif: Implementasi stasiun pengisian daya ini meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas SPKLU di daerah. Sistem ini memberikan solusi yang inovatif dan berkelanjutan untuk pengisian daya kendaraan listrik.

Secara keseluruhan, proyek ini berhasil menjawab rumusan masalah dengan menyediakan solusi yang inovatif untuk meningkatkan ketersediaan dan aksesibilitas SPKLU di daerah, serta memberikan kontribusi positif pada transisi penggunaan kendaraan listrik di daerah-daerah.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai sistem monitoring persentase baterai dan , terdapat beberapa saran yang berpotensi berguna bagi penelitian dan pengembangan di masa depan, diantaranya:

1. Mengganti LCD OLED dengan ukuran yang lebih besar
2. Mengganti inverter dengan spesifikasi yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Fikriyyah, N. A. Sasongko, S. Thamrin, and M. S. Boedoyo, "Analisis Studi Life C Assessment Pembangkit Listrik Umum Life Cycle Assessment Study Analysis of Fossil Fuel Power Plants To Support the Fulfillment of Electricity Needs," in Seminar Teknologi Bahan dan Barang Teknik 2020, pp. 195-200, 2020.
- [2] Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. [Online]. Available: <http://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/aturan-penyediaan-infrastrukturu> [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [3] E. J. Traut, "Life Cycle and Environmental Implications of U.S. Electric Vehicle and Charging Infrastructure Scenarios," ProQuest Dissertations and Theses, p. 197, 2013. Gaikindo, "Kemenperin Dorong Industri Otomotif Nasional Kembangkan Mobil Listrik," 2016. [Online]. Available: <https://www.gaikindo.or.id/kemenperindorong-industri-otomotif-nasional-kembangkan-mobil-listrik/>. [Accessed: Dec. 17, 2023].
- [4] A. Setyawan and A. Ulinuha, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid untuk supply charge station," Transmisi, vol. 24, no. 1, pp. 23-28, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.23-28.
- [5] O. S. Nugroho, D. A. Asfani, and D. Fahmi, "Desain Pengisian optimal Kendaraan Listrik berdasarkan kebutuhan daya grid Dan Kondisi grid Pada Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Menggunakan kontroler logika fuzzy," Jurnal Teknik ITS, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16027.
- [6] S. K. Rohmat, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGISI BATERAI MOBIL LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16," Jurnal Teknik UNEJ, 2015.
- [7] Batasindro and I. Khomariyah, "Time Management dan Monitoring *Voltase* Baterai Pada Sistem PLTS Hybrid," 19524010, 2023.
- [8] J. Smith, "A review of fast charging technologies for electric vehicles," Journal of Power Sources, vol. 500, pp. 123456, 2023.
- [9] J. Smith, "The impact of IoT on industrial productivity," Journal of Industrial Engineering, vol. 42, no. 3, pp. 123-145, 2023.
- [10] M. W. Kim and J. J. Kim, "A PWM/PFM Dual-Mode DC-DC Buck Converter with Load-Dependent Efficiency-Controllable Scheme for Multi-Purpose IoT Applications," *Energies*, vol. 13, no. 6, p. 1482, Mar. 2020. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/6/1482>. [Accessed: Jul. 26, 2024].

LAMPIRAN

- Dokumentasi Kegiatan



Melakukan uji coba software dan hardware



Pengambilan PLTS



Perakitan komponen dan wiring kabel

```
int main() {
    // Inisialisasi serial untuk monitor serial
    Serial.begin(9600);

    // Inisialisasi komunikasi serial
    Serial.begin(9600, SERIAL_8N1, RXD2, TXD2); // Baud rate dari 9600-0007

    // Tambahkan pin output untuk memeriksa apakah setiap berfungsi
    Serial.println("Pin output serial. Memulai pembebasan 9600-0007.");

    // Mengatur pin output sebagai output
    pinMode(SOLAR_PIN, OUTPUT);

    // Inisialisasi semua pembebasan dengan 0
    for (int i = 0; i < NUM_MOTOR + 1; i++) {
        digitalWrite(i, 0);
    }

    // Menunggu sampai 2000 ms ke Wi-Fi dan diuji
    digitalWrite(SOLAR_PIN, HIGH);

    while (true) {
        // Membaca nilai dari 9600-0007
        float v = analogRead(A0);
        int i = 0;
        Serial.println("Serial port 1");
        delay(1000);
    }
}
```

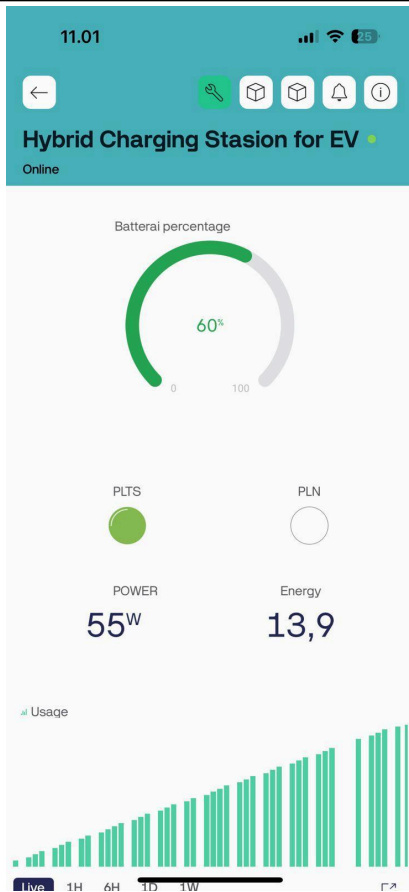
Pembuatan Kode Program



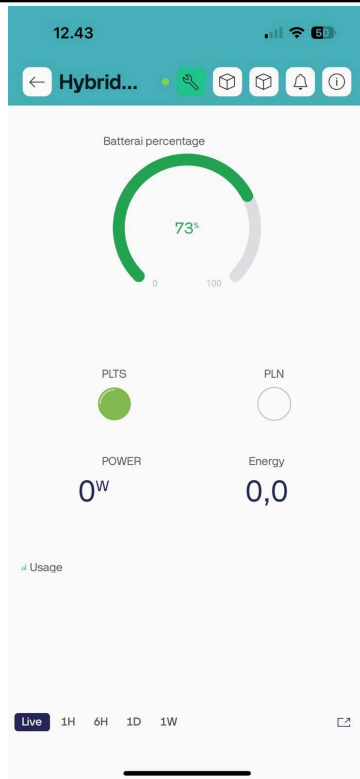
Melakukan Pengujian Data



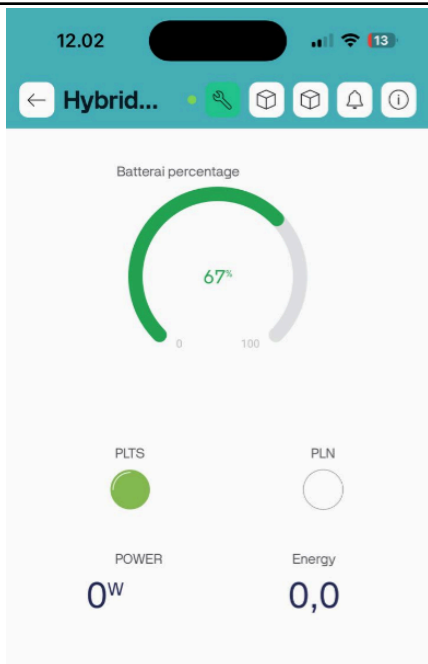
Melakukan Uji Coba PV dengan multimeter



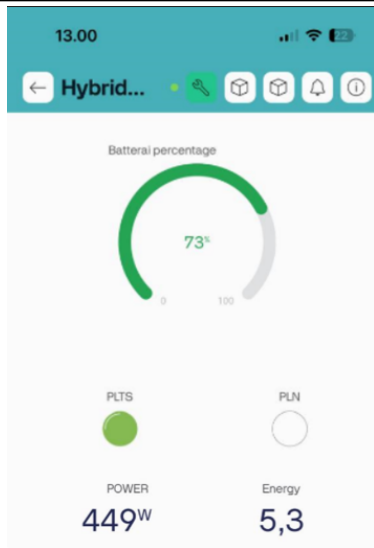
Tampilan Hasil Pengujian Sistem jam 10.00 – 11.00



Tampilan hasil pengujian Sistem jam 12.00 – 13.00



Tampilan hasil Pengujian Sistem jika switching ke PLN pada jam 13.00 – 14.00



- Dokumentasi Skematik Elektronik Keseluruhan Yang Dipilih

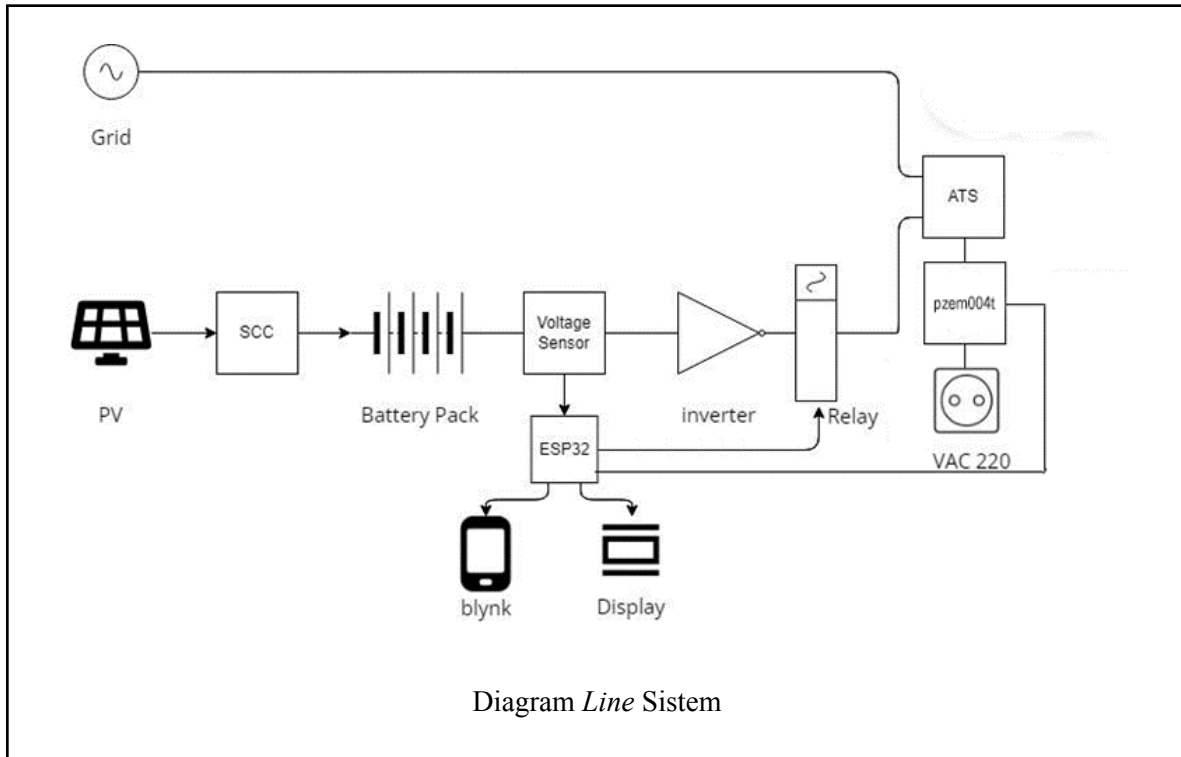
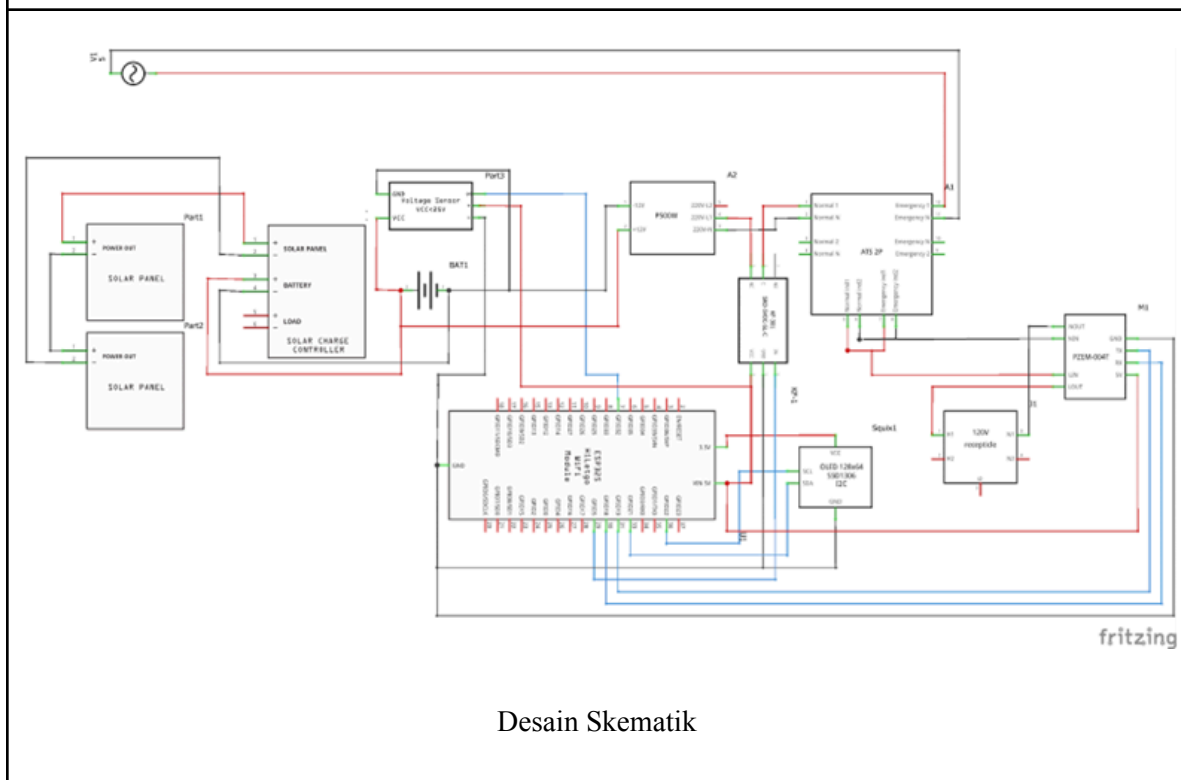


Diagram *Line System*



Desain Skematik

