



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Pengembangan Sistem *Monitoring* dan *Proteksi Battery Sepeda Listrik***” oleh Asrar Murian NIM 44423027 dan Rezky Wira Utama NIM 44423224 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik pada Program Studi Teknik Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung pandang.

Makassar, 2024

Menyetujui,

Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.  
NIP. 19590913 198803 1 001

Pembimbing II,



Paisal, S.T., M.T.  
NIP. 19810604 200604 1 003

Mengetahui

Koordinator Program Studi



Paisal, S.T., M.T.  
NIP. 19810604 200604 1 003

## HALAMAN PENERIMAAN

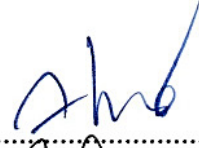
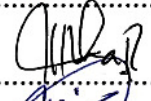

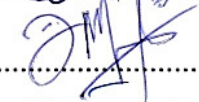
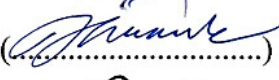

Pada hari Kamis, 05 September 2024, tim penguji sidang skripsi telah menerima hasil skripsi mahasiswa:

1. Asrar Murian NIM 44423207
2. Rezky Wira Utama NIM 44423224

Dengan judul **“Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik.”**

Makassar, 05 September 2024

Tim Seminar Skripsi:

- |                                       |               |   |
|---------------------------------------|---------------|---|
| 1. Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T., M.T. | Ketua         | (  ) |
| 2. Mukhtar, S.Pd., M.Eng.             | Sekretaris    | (  ) |
| 3. Firman Hamzah, S.T., M.T.          | Anggota 1     | (  ) |
| 4. Abdul Halim, S.T., M.T.            | Anggota 2     | (  ) |
| 5. Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.    | Pembimbing I  | (  ) |
| 6. Paisal, S.T., M.T.                 | Pembimbing II | (  ) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan skripsi ini yang berjudul “Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
2. Bapak selaku Dr. Ir. Syahrudin Rasyid, M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang;
3. Bapak Paisal, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Simon Ka’ka, M.T. dan Bapak Paisal, S.T., M.T. sebagai pembimbing yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Para dosen dan staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebut namanya satu persatu atas limpahan ilmu yang telah diberikan;
6. Rekan-rekan D4 Teknik Mekatronika RPL dan Reguler atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini;
7. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu

atas segala bentuk bantuan sehingga skripsi kami dapat terselesaikan;

8. Orang tua serta seluruh keluarga tercinta yang telah memberi bantuan materi maupun non-materi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembacanya.

Makassar, Agustus 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

	hlm.
HALAMAN SAMBUTAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
RINGKASAN .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
SURAT PERNYATAAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Penulisan .....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Sepeda Listrik .....	5
2.1.1 Baterai .....	5

2.1.2 Sistem Proteksi Pada <i>Battery</i> .....	6
2.1.3 Motor Listrik BLDC .....	7
2.1.4 <i>Controller</i> .....	7
2.1.5 <i>Hand Throttle</i> .....	8
2.2 Arduino UNO .....	9
2.3 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	10
2.4 <i>Relay</i> .....	11
2.5 Arduino IDE .....	12
2.6 Sensor ACS712 .....	12
2.7 <i>Voltage Divider</i> .....	13
2.8 <i>Voltage Sensor</i> .....	14
2.9 Penelitian Terdahulu .....	14
2.9.1 Tujuan Penelitian .....	14
2.9.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	15
2.9.3 Teknik Analisa Data .....	15
2.9.4 Desain Sepeda Listrik .....	15
2.9.5 Desain Sistem Catu Daya Sepeda Listrik .....	16
2.9.6 Pengujian Lama Penggunaan Sepeda Listrik Tanpa Beban .....	17
2.7.3 Road Map Pengembangan Sistem Catu Daya Sepeda Listrik pada Penelitian Sebelumnya .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	19

3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	20
3.3 Langkah Kerja .....	20
3.5 Perbandingan dari penelitian sebelumnya .....	23
3.6 Desain Pengembangan Sistem <i>Monitoring</i> dan Proteksi <i>Battery</i> Sepeda Listrik .....	25
3.7 Diagram Alir Sistem Catu Daya Sepeda Listrik .....	27
3.8 Prinsip Kerja Pengembangan Sistem <i>Monitoring</i> dan Proteksi <i>Battery</i> Sepeda Listrik .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Hasil Penelitian dan Eksperimen .....	39
4.1.1 Hasil Perancangan Mekanik .....	39
4.1.2 Hasil Perancangan Elektronik .....	43
4.1.3 Pengujian Alat .....	47
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>59</b>



## DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 3. 1 Alat yang digunakan pada penelitian .....	19
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan pada Penelitian .....	20
Tabel 4. 1 Pengujian battery lithium-ion .....	47
Tabel 4. 2 Pengujian proses charging .....	48
Tabel 4. 3 Tabel pengujian waktu tempuh pada setiap speed berdasarkan beban .....	49
Tabel 4. 4 Tabel pengujian penggunaan battery pada sepeda listrik. ....	52

## DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2. 1 Battery .....	5
Gambar 2. 2 Hand Throttle .....	8
Gambar 2. 3 Arduino UNO .....	9
Gambar 2. 4 LCD (Liquid Crystal Display) .....	11
Gambar 2. 5 Relay .....	11
Gambar 2. 6 Sensor ACS712 .....	12
Gambar 2. 7 Voltage Divider .....	13
Gambar 2. 8 Voltage Sensor .....	14
Gambar 2. 9 Desain Sistem Catu Daya pada Sepeda Listrik .....	15
Gambar 2. 10 Desain pada Sistem Catu Daya Sepeda Listrik .....	16
Gambar 2. 11 Road Map Pengembangan pada Sepeda Listrik pada Penelitian Sebelumnya .....	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 3. 2 Desain sistem catu daya sepeda listrik pada penelitian sebelumnya	23
Gambar 3. 3 Desain Pengembangan Sistem Monitoring dan Proteksi Battery Sepeda Listrik .....	24
Gambar 3. 4 Kondisi Sepeda Listrik Penelitian Sebelumnya .....	25
Gambar 3. 5 Desain Sepeda Listrik .....	25
Gambar 3. 6 Desain Pengembangan Sistem Monitoring dan Proteksi Battery Sepeda Listrik .....	26

Gambar 4. 1 Pengecatan ulang kerangka sepeda .....	39
Gambar 4. 2 Pembuatan box untuk komponen baterai .....	40
Gambar 4. 3 Pembatas battery pada box komponen .....	40
Gambar 4. 4 Pembuatan Box Komponen .....	41
Gambar 4. 5 Penempatan box battery dan box komponen .....	41
Gambar 4. 6 Motor listrik yang rusak .....	42
Gambar 4. 7 Handbrake dan Hand Throttle .....	42
Gambar 4. 8 Jok sepeda listrik .....	43
Gambar 4. 9 Wiring diagram sistem elektronik sepeda listrik .....	44
Gambar 4. 10 Pemasangan dan wiring komponen-komponen elektronik .....	45
Gambar 4. 11 Hasil dari penempatan komponen dan wiring pada box komponen .....	46
Gambar 4. 12 Tampilan pada LCD I2C .....	47
Gambar 4. 13 Grafik pengujian waktu tempuh berdasarkan jarak .....	51
Gambar 4. 14 Grafik antara waktu tempuh dan selisih presentase battery .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

	hlm.
Lampiran 1. Proses Pengerjaan Elektronik .....	59
Lampiran 2. Proses Pengerjaan Mekanik .....	61
Lampiran 3. Pengujian Alat .....	62
Lampiran 4. Tampak Sepeda Listrik Keseluruhan .....	63
Lampiran 5. Gambar Teknik Sepeda Listrik .....	64
Lampiran 6. Kartu Asistensi Skripsi Tugas Akhir 2024 .....	65
Lampiran 7. Lembar Revisi .....	69
Lampiran 8. Biodata Peneliti .....	71

# **PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN PROTEKSI BATTERY**

## **SEPEDA LISTRIK**

### **RINGKASAN**

Baterai sepeda listrik memiliki peran krusial dalam menunjang kinerja keseluruhan kendaraan sepeda listrik. Penelitian ini terinspirasi oleh kasus ledakan baterai pada sepeda listrik akibat *overcharge*. Dengan adanya sistem pemantauan yang baik, diharapkan dapat mencegah kejadian serupa pada sepeda listrik dan meningkatkan keamanan serta kinerja kendaraan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem proteksi baterai pada sepeda listrik. Sistem ini akan memberikan informasi kapasitas baterai dan fitur proteksi yang otomatis memutus pengisian daya saat baterai mencapai kapasitas penuh, guna menghindari kejadian yang serupa. Metode yang digunakan mencakup studi literatur, perancangan mekanik dan elektrik, perakitan, serta pengujian untuk pengambilan data.

Penelitian ini berhasil membuat alat pemantau baterai untuk sepeda listrik yang menunjukkan seberapa banyak kapasitas baterai yang tersisa secara *real-time* dan akurat. Selain itu, alat ini juga mempunyai fitur keamanan untuk mencegah baterai kelebihan daya yang bisa merusak sepeda listrik. Hasil uji coba menunjukkan semakin cepat sepeda listrik melaju, semakin cepat pula baterai habis dan juga fitur keamanan bekerja dengan baik untuk melindungi baterai dari kelebihan daya.

# **DEVELOPMENT OF ELECTRIC BICYCLE BATTERY MONITORING AND PROTECTION SYSTEM**

## **SUMMARY**

Electric bicycle batteries have a crucial role in supporting the overall performance of electric bicycle vehicles. This research was inspired by the case of a battery explosion on an electric bicycle due to overcharge. With a good monitoring system, it is expected to prevent similar incidents on electric bicycles and improve the safety and performance of the vehicle.

This research aims to develop a battery protection system for electric bicycles. This system will provide battery capacity information and a protection feature that automatically interrupts charging when the battery reaches full capacity, to avoid similar incidents. The methods used include literature study, mechanical and electrical design, assembly, and testing for data collection.

This research succeeded in making a battery monitoring device for electric bicycles that shows how much battery capacity is left in real-time and accurately. In addition, this tool also has a security feature to prevent battery overcharge that can damage electric bicycles. The test results show that the faster the electric bicycle goes, the faster the battery runs out and also the safety features work well to protect the battery from overcharge.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asrar Murian

NIM : 44423207

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul ”Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rezky Wira Utama

NIM : 44423224

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini yang berjudul "Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik" merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, Agustus 2024



Rezky Wira Utama  
44423224



## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pesatnya perkembangan teknologi dalam industri otomotif, termasuk sepeda motor, telah membawa dampak positif terhadap kenyamanan dan keamanan pengendara. Namun, semakin canggihnya fitur-fitur elektronik pada sepeda motor juga menimbulkan tantangan baru terkait pemeliharaan komponen krusial seperti baterai.

Baterai pada sepeda motor memiliki peran yang sangat penting dalam menyuplai daya untuk berbagai sistem elektronik, mulai dari sistem *starter* hingga sensor-sensor yang mendukung kinerja mesin. Baterai menjadi kunci utama dalam menjaga performa *optimal* sepeda motor. Namun, kendala umum yang dihadapi adalah kurangnya pemahaman pemilik sepeda motor mengenai kondisi baterai dan kapan waktu yang tepat untuk melakukan perawatan atau penggantian.

Pentingnya pemantauan secara *real-time* terhadap kondisi baterai sepeda motor menjadi landasan utama untuk penelitian ini. Dengan adanya sistem *monitoring* baterai yang dapat memberikan informasi secara akurat tentang tingkat daya baterai, pengendara dapat dengan mudah untuk merawat dan menjaga kinerja baterai.

Penelitian sebelumnya terkait sepeda listrik mengalami masalah pada sistem catu daya yang menyebabkan terjadinya ledakan pada baterai sepeda listrik yang disebabkan oleh *overcharge* pada baterai. Kondisi tersebut menyebabkan kerusakan pada beberapa bagian sepeda listrik, seperti sistem penggerak motor

dan komponen lainnya. Dalam penelitian ini, upaya ditempuh untuk memperbaiki sistem catu daya sepeda listrik tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mengambil judul skripsi, yang berjudul **Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik** dengan tujuan mengurangi risiko terjadinya kejadian serupa yang terdapat pada penelitian sebelumnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diselesaikan dalam kegiatan ini yaitu:

1. Bagaimana membuat dan merancang sistem *monitoring* kapasitas *battery* pada sepeda listrik yang mampu memberikan informasi secara *real-time* bagi pemilik sepeda listrik guna untuk memudahkan pemilik sepeda listrik untuk melakukan perawatan dan menjaga kinerja *battery* sepeda listrik?
2. Bagaimana membuat dan merancang sistem proteksi pada *battery* untuk mencegah *overcharging* yang mana akan memutuskan proses *charging* ketika kapasitas baterai mencapai 100% guna mengurangi risiko kerusakan pada *battery* sepeda listrik?

## **1.3 Ruang Lingkup Penulisan**

1. Membuat pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik ini untuk Prodi Teknik Mekatronika.

2. Melakukan re-kondisi terhadap sepeda listrik seperti rangka sepeda listrik, box atau penyimpanan baterai dan komponen elektronika, baterai, motor listrik dan *controller*.

#### 1.4 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat dan merancang sistem *monitoring* kapasitas *battery* pada sepeda listrik yang mampu memberikan informasi secara *real-time* bagi pemilik sepeda listrik guna untuk memudahkan pemilik sepeda listrik untuk melakukan perawatan dan menjaga kinerja *battery* sepeda listrik.
2. Untuk membuat dan merancang sistem proteksi pada *battery* untuk mencegah *overcharging* yang mana akan memutuskan proses *charging* ketika kapasitas baterai mencapai 100% guna mengurangi risiko kerusakan pada *battery* sepeda listrik.

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari sistem monitoring baterai pada sepeda listrik ini, diantaranya:

1. Bagi Perusahaan

Dengan sistem ini di harapkan akan meningkatkan reputasi Program Studi Teknik Mekatronika. Keberhasilan dalam menghadirkan solusi teknologi yang relevan dengan kebutuhan masyarakat dapat menjadi daya tarik bagi calon mahasiswa dan mitra industri.

2. Bagi Institusi

Keberhasilan proyek inovatif seperti sistem monitoring baterai dapat menjadi daya tarik tambahan bagi calon mahasiswa. Hal ini dapat meningkatkan jumlah pendaftar baru, memberikan dampak positif pada jumlah mahasiswa di Program Studi Teknik Mekatronika.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sepeda Listrik

Sepeda listrik merupakan subkategori kendaraan listrik yang berkembang dari sepeda tradisional. Sementara sepeda tradisional hanya didorong oleh pedalnya, sepeda listrik menggabungkan baterai dan motor listrik untuk membantu pergerakan. (Cahyono dkk., 2022)

Sepeda listrik mempunyai tiga komponen utama yaitu baterai, kontroller dan motor listrik. Baterai sebagai sumber daya listrik untuk menggerakkan sepeda listrik sedangkan motor listrik sebagai penggerak sepeda listrik yang pengontrolannya diatur oleh kontroller.

#### 2.1.1 Baterai



Gambar 2. 1 *Battery*

Baterai digolongkan menjadi dua berdasarkan proses yang terjadi, yaitu *primary battery* dan *secondary battery*. *Primary battery* adalah baterai yang hanya

dapat digunakan sekali saja lalu dibuang seperti baterai *zinc-carbon*, *alkaline*, *silver oxide*, dll. *Secondary battery* adalah baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali seperti *i* (Li-ion atau LIB), *Lithium Polymer* (Li-Po), Baterai *Lead Acid* (Accu) dan *Nickel-MetalAHydride* (Ni-MH). (Wijaya dkk., 2021)

Pada sepeda listrik, baterai yang digunakan umumnya adalah baterai Li-ion. Menurut Arman dkk. (2020) baterai lithium adalah baterai yang menggunakan logam lithium atau paduan lithium sebagai elektroda negatif (anoda) dan material lain seperti mangan dioksida ( $MnO_2$ ) sebagai elektroda positif. *i* adalah logam yang paling ringan dengan rasio elektron atau massa paling besar sehingga baterai lithium memiliki berat jenis energi yang tinggi dan tegangan yang tinggi. Adapun prinsip kerja dari baterai lithium adalah memanfaatkan reaksi reduksi dan oksidasi untuk menghasilkan aliran listrik pada kedua elektrodanya. Bahan dari baterai *lithium* adalah komposit yang berstruktur layer, dimana *Lithium Cobalt Oxide* atau  $LiCoO_2$  sebagai katoda sedangkan material karbon adalah anodanya.

### 2.1.2 Sistem Proteksi Pada *Battery*

Baterai Lithium-Ion dapat mengalami pemanasan seketika jika arus charging dan discharging terlalu besar atau mengalami hubung singkat. Selain itu, overvoltage karena charging berlebih (*overcharging*) dan *undervoltage* karena *discharge* berlebih (*overdischarging*) dapat merusak baterai dari mengurangi kapasitas, mengurangi siklus hidup sampai menyebabkan ledakan. Keadaan yang tidak terkontrol harus dihindari untuk memastikan baterai lithium-ion tidak

mengalami kenaikan dan penurunan tegangan secara seketika sehingga aman digunakan. Relay proteksi harus memutus semua rangkaian terhubung ke baterai agar tidak terjadi kenaikan suhu. Begitu pula dalam proses *charging* dan *discharging* proteksi dengan memutus rangkaian dapat mencegah *overvoltage* dan *undervoltage* pada baterai. Selain itu, Proteksi pada baterai juga berlaku pada baterai yang sedang diekualisasi dapat berupa pemutusan secara langsung semua saklar yang bekerja dengan mengatur agar gelombang keluaran mikrokontroler (PWM) menjadi nol sehingga baterai menjadi sirkuit terbuka dan menghentikan arus yang mengalir. (Arfianto, 2016)

### 2.1.3 Motor Listrik BLDC

Pada dasarnya motor BLDC bekerja dengan menggunakan prinsip gaya tarik antara dua magnet yang berlainan kutub atau gaya tolak antara dua magnet dengan kutub yang sama. Rotor pada motor BLDC tersusun dari magnet permanen sehingga kutubnya tetap sedangkan stator terbuat dari belitan sehingga kutub magnet tersebut dapat berubah tergantung polaritas arus belitan stator yang diberikan. (Akbar dan Riyadi, 2018)

### 2.1.4 *Controller*

Kontroler adalah salah satu komponen sistem pengaturan yang berfungsi untuk mengolah sinyal umpan balik serta sinyal masukan acuan (*setpoint*)/sinyal *error* mejadi sinyal kontrol. Sinyal *error* maksudnya merupakan selisih antara sinyal umpan balik yang dapat berupa sinyal keluaran *plant* sesungguhnya atau sinyal laran yang terukur dengan sinyal yang masuk sebagai acuan (*setpoint*).

Pada motor BLDC, kontroler memiliki fungsi mengatur arus masuk dan yang harus dialirkan ke kumparan *stator* agar dapat menimbulkan medan *electromagnet* yang sesuai dalam rangka memutar *rotor*. Inilah yang membedakan dengan motor DC konvensional, dan menggantikan kerja komutasi yang bekerja secara mekanis. (Arman dkk., 2020)

#### 2.1.5 *Hand Throttle*



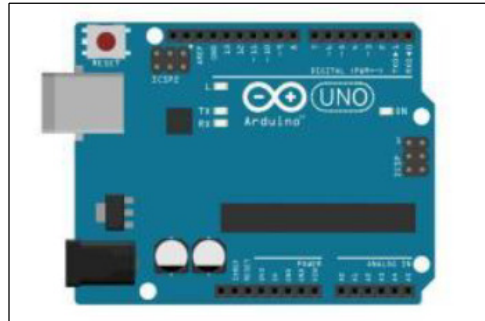
Gambar 2. 2 *Hand Throttle*

Sumber: Azis dkk., 2021

*Hand Throttle* merupakan alat untuk mengendalikan kecepatan sepeda motor listrik. *Hand Throttle* memiliki fungsi sama halnya handel gas motor biasa, saat memutar *Hand Throttle* sepeda motor listrik akan bergerak. (Azis dkk., 2021)



## 2.2 Arduino UNO



Gambar 2. 3 Arduino UNO

Sumber: Sunardi dkk., 2022

Arduino adalah jenis *software* pengedali mikro berupa *single board* dengan lisensi *open-source* yang merupakan turunan dari *wiring platform*. Tujuan dirancangnya arduino adalah untuk memudahkan penggunaan rekayasa elektronik untuk diaplikasikan pada berbagai bidang. Sedangkan perangkat kerasnya menggunakan prosesor Atmel AVR dengan bahasa pemrograman sendiri. (Sunardi dkk., 2022)

Papan mikrokontroler yang disebut Arduino UNO didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO memiliki 14 pin input dan output digital, 6 di antaranya, pin 11, 10, 9, 6, 5, dan 3 dengan resolusi 8 bit, dapat digunakan sebagai *output* PWM. Selain itu, Arduino UNO berisi osilator kristal 16MHz, enam pin *input analog* (A0-A5) dengan resolusi 10 bit, port USB, konektor daya, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Arduino UNO hadir dengan semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler. Baterai dapat digunakan sebagai sumber, menghubungkannya ke komputer dengan koneksi USB, atau menggunakan konverter AC ke DC untuk menyalakannya. (Hasibuan dkk., 2023)

### 2.3 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD 16 x 2 adalah LCD (*Liquid Crystal Display*) yang tampilannya terbatas pada tampilan karakter, khususnya karakter ASCII (seperti karakter-karakter yang tercetak pada keyboard komputer). LCD 16 x 2, artinya terdapat 16 kolom dalam 2 baris ruang karakter, yang berarti total karakter yang dapat dituliskan adalah 32 karakter. LCD adalah salah satu modul yang digunakan untuk memunculkan hasil berbentuk karakter yang sesuai dengan yang kita inginkan, Layar LCD menggunakan dua buah lembaran bahan yang dapat mempolarisasikan dan Kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. (Lesmana dkk., 2023)

LCD adalah lapisan dari campuran *organic* antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya *horizontal* belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. (Natsir dkk., 2019)



Gambar 2. 4 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Sumber: Natsir dkk., 2019

#### 2.4 Relay

*Relay* adalah *switch* yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical*. *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *Electromagnet Coil* dan *Mechanical* seperangkat Kontak Saklar/Switch. Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5 Volt dan 50 mA mampu menggerakkan Armature *relay* yang berfungsi sebagai saklarnya. (Hafrizal Kurniawan dkk., 2019)



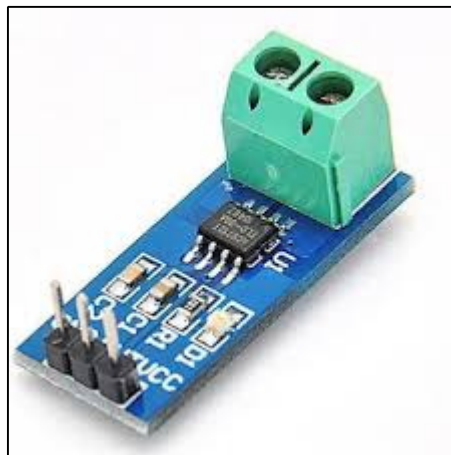
Gambar 2. 5 Relay

Sumber: Sulistyorini dkk., 2022

## 2.5 Arduino IDE

IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootlader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan mikrokontroler. (Septian & Aji, 2020)

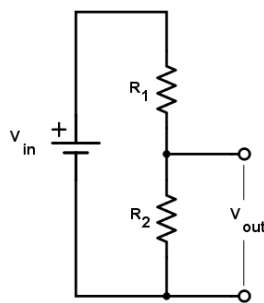
## 2.6 Sensor ACS712



Gambar 2. 6 Sensor ACS712

Penggunaan sensor arus ACS712 dalam merancang prototipe pencegahan listrik untuk mengukur jumlah penggunaan listrik secara berulang memiliki output ke LCD sebagai data yang dibaca oleh sensor arus ACS712. Prinsip kerja sensor arus dari ACS712 adalah *Hall Effect* untuk mengukur arus listrik. Sensor ini dapat mengukur arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Sensor ini dapat digunakan dengan sinyal analog yang memiliki noise rendah dan tingkat kesalahan yang lebih rendah, yaitu 1,5% pada  $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , dan 4% pada  $-40\text{ }^\circ\text{C}$  hingga  $85\text{ }^\circ\text{C}$ .(Yusri AM Ambabunga, dkk. 2023)

## 2.7 Voltage Divider



Gambar 2. 7 Voltage Divider

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) disebut juga sebagai rangkaian pembagi potensial (*potential divider*). Input ke sebuah rangkaian pembagi tegangan adalah tegangan  $V_{in}$ . Tegangan  $V_{in}$  tersebut menggerakkan arus  $I$  untuk mengalir melewati kedua resistor. Karena kedua resistor terhubung secara seri, maka arus yang sama mengalir melewati tiap-tiap resistor. Tahanan efektif dari kedua resistor seri adalah  $R_1 + R_2$ . Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah  $V_{in}$ .(Bagas Risky, dkk. 2021)

## 2.8 Voltage Sensor



Gambar 2. 8 Voltage Sensor

*Voltage sensor* atau sensor tegangan dengan tipe B25 merupakan modul yang digunakan sebagai sensor yang dapat mengukur tegangan AC dan DC. masukan dari sensor ini adalah berupa sinyal tegangan, dan keluarannya berupa sinyal tegangan atau arus analog. Sensor ini merupakan sensor tegangan resistif yang dapat mendeteksi tegangan sederhana dengan batas pengukuran tegangan maksimum 25V atau kurang. Komponen ini menggunakan resistor dengan konsep pembagi tegangan.(Desmira, dkk. 2024)

## 2.9 Penelitian Terdahulu

### 2.9.1 Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan mekanisme pengereman sepeda listrik agar bekerja dengan baik
2. Mengembangkan catu daya agar sepeda listrik tersebut bisa mencapai jarak tempuh di atas 20 km

## 2.9.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian “Pengembangan Sistem Pengereman dan Catu Daya Sepeda Listrik Roda Dua”, bertempat di Laboratorium Mekatronika dan Sistem Otomasi Teknik Mesin PNUP dan Laboratorium Riset Pascasarjana PNUP. Adapun waktu pelaksanaan penelitian “Pengembangan Sistem Pengereman dan Catu Daya Sepeda Listrik Roda Dua”, yaitu pada bulan Maret 2023 sampai September 2023.

## 2.9.3 Teknik Analisa Data

Analisa data di lakukan dengan cara pengumpulan data berdasarkan hasil pengujian pada sepeda listrik roda dua.

## 2.9.4 Desain Sepeda Listrik

Berikut ini adalah gambar desain dari sepeda listrik yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.

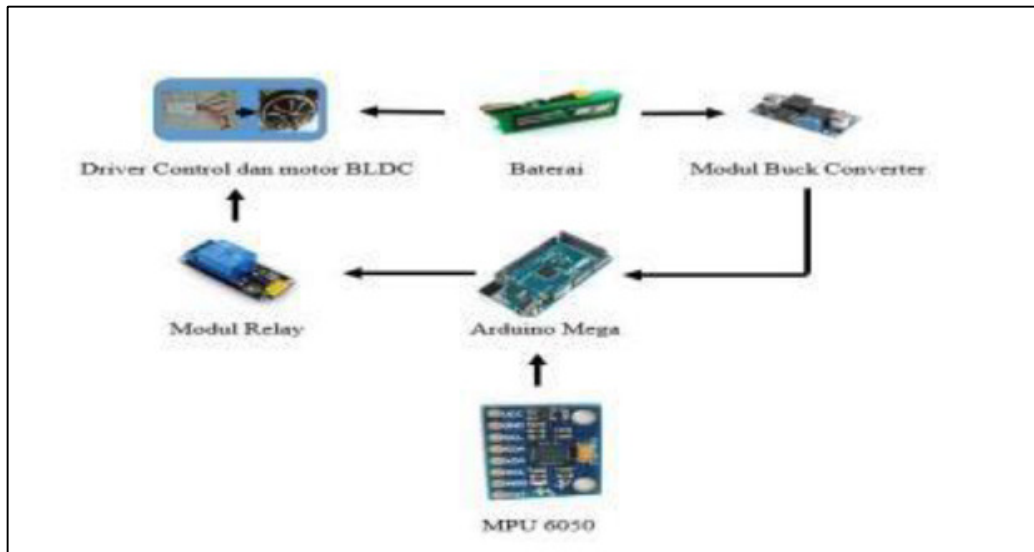


Gambar 2. 9 Desain Sistem Catu Daya pada Sepeda Listrik

Sumber: Diyanto dan Anwar Satrio Andhy (2023)

## 2.9.5 Desain Sistem Catu Daya Sepeda Listrik

Berikut ini adalah gambar desain dari sistem catu daya pada sepeda listrik yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 10 Desain pada Sistem Catu Daya Sepeda Listrik

Sumber: Diyanto dan Anwar Satrio Andhy (2023)

Berikut ini adalah bagian-bagian yang terdapat pada sistem catu daya sepeda listrik, diantaranya:

1. Arduino UNO
2. MPU 6050
3. Modul *Relay*
4. *Buck Converter (stepdown)*
5. *Driver Control* dan motor BLDC
6. *Battery*



### 2.9.6 Pengujian Lama Penggunaan Sepeda Listrik Tanpa Beban

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu penggunaan sepeda listrik tanpa beban dalam keadaan baterai penuh (*full*) sampai baterai dalam keadaan lemah (*low*) dengan menggunakan *stopwatch*, pengujian ini dilakukan 3 kali yaitu pada *speed 1*, *speed 2* dan *speed 3*. Berikut merupakan data hasil pengujian sepeda listrik tanpa beban dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2. 1 Data hasil pengujian sepeda listrik tanpa beban

<b>No</b>	<b>SPEED</b>	<b>LAMA PENGGUNAAN</b>
1	1	2 jam 28 menit
2	2	2 jam 1 menit
3	3	1 jam 28 menit

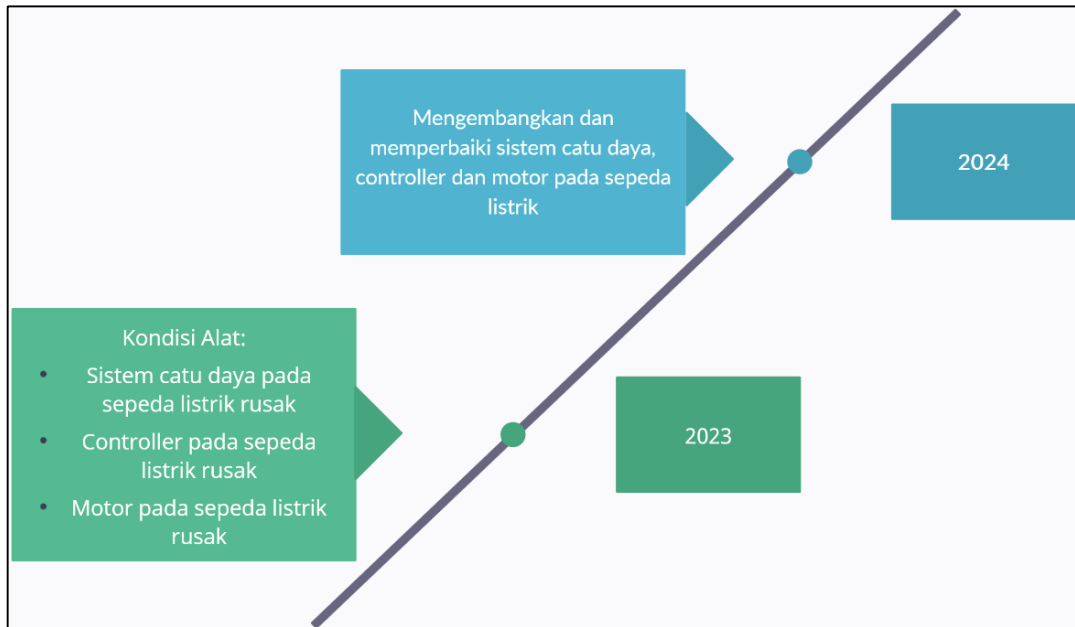
Berikut merupakan data hasil konversi rpm ke rps dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Data Hasil Konversi rpm ke rps

<b>No</b>	<b>SPEED</b>	<b>RPM</b>	<b>RPS</b>
1	1	380.6	6,343
2	2	428.4	7,14
3	3	566.1	9,435

### 2.7.3 Road Map Pengembangan Sistem Catu Daya Sepeda Listrik pada Penelitian Sebelumnya

Adapun kekurangan dari penelitian pada sepeda listrik sebelumnya adalah ketiadaan sistem proteksi pada saat melakukan *charging battery*, yang dapat meningkatkan risiko terjadinya *overcharging* dan mengakibatkan kerusakan pada *battery* serta kurangnya *safety* pada sistem catu daya pada sepeda listrik. Berikut ini adalah road map dari pengembangan pada sepeda listrik dari penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 11 Road Map Pengembangan pada Sepeda Listrik pada Penelitian  
Sebelumnya

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Lab Mekatronika, kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang. Adapun waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Agustus 2024.

### 3.2 Alat dan Bahan

Untuk mendukung pelaksanaan dalam penelitian ini, terdapat beberapa alat dan bahan yang diperlukan agar tugas akhir dapat dikerjakan sesuai rencana. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 di bawah ini.

#### 3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada kegiatan tugas akhir ini dapat dilihat pada

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan pada penelitian

NO	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1 unit
2	Gerinda Listrik	1 unit
3	Trafo Las Listrik	1 unit
4	Solder	1 unit
5	Obeng	1 unit
6	<i>Multimeter</i>	1 unit
7	<i>Cutter</i>	1 unit
8	Gunting	1 unit
9	Tang Potong	1 unit

### 3.2.2 Bahan

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa bahan. Berikut ini merupakan beberapa bahan yang dipergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan pada Penelitian

NO	Nama Bahan	Jumlah
1	Arduino UNO	1 buah
2	<i>Voltage Divider</i>	1 buah
3	<i>Voltage Sensor</i>	1 buah
4	<i>Sensor ACS 712</i>	2 buah
5	LCD 16x2	1 buah
6	<i>Battery</i>	1 batang
7	<i>Controller BLDC</i>	1 buah
8	Motor BLDC	1 buah

### 3.3 Langkah Kerja

Metode penelitian yang telah digunakan dalam proses pelaksanaan, pembuatan, dan analisis penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Untuk memperoleh landasan teori dalam penelitian dan pembuatan alat, maka tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan sistem catu daya pada sepeda listrik.

Adapun referensi yang digunakan adalah buku-buku acuan, jurnal-jurnal, artikel-artikel, serta informasi yang diperoleh dari internet.

## 2. Perancangan Mekanik Sepeda Listrik

Setelah studi literatur, dilakukan tahap perancangan mekanik sepeda listrik, yang mencakup desain fisik, struktur rangka, dan komponen mekanik lainnya yang menjadi bagian dari sepeda listrik.

## 3. Perancangan Elektrik Sepeda Listrik

Perancangan bagian elektrik dari sepeda listrik dilakukan. Ini termasuk desain sistem kelistrikan, seperti motor listrik, baterai, dan sistem kontrol.

## 4. Perakitan Sepeda Listrik Keseluruhan

Setelah semua desain selesai, dilakukan proses perakitan sepeda listrik secara keseluruhan, menggabungkan komponen mekanik dan elektrik yang telah dirancang.

## 5. Pengujian Alat dan Pengambilan Data

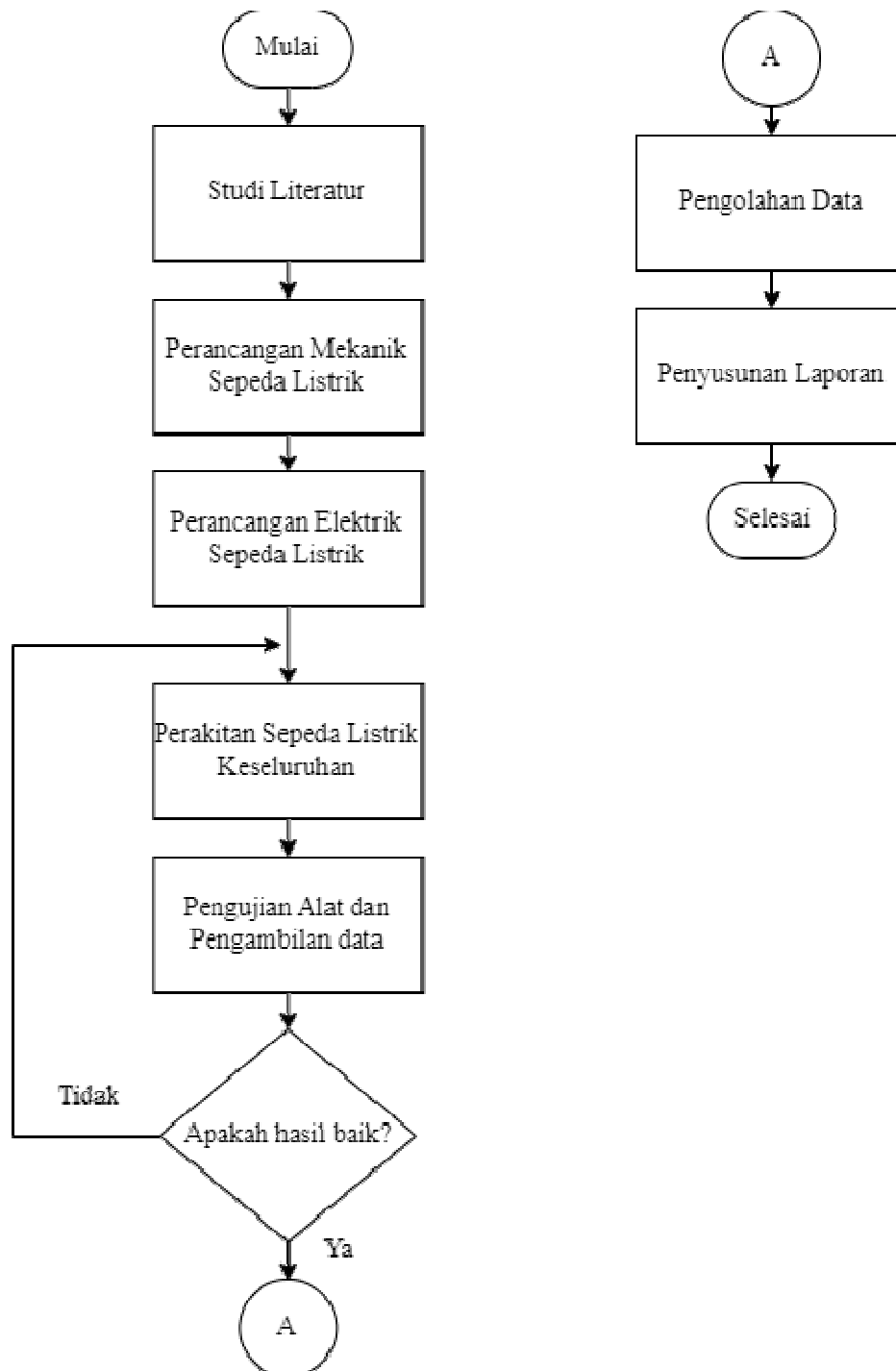
Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik. Data yang diperoleh dari pengujian ini dicatat untuk dianalisis.

## 6. Pengolahan Data

Setelah hasil yang baik diperoleh, data dari pengujian dianalisis dan diolah untuk mendapatkan informasi yang lebih detail dan menyeluruh terkait kinerja sepeda listrik.

## 7. Penyusunan Laporan

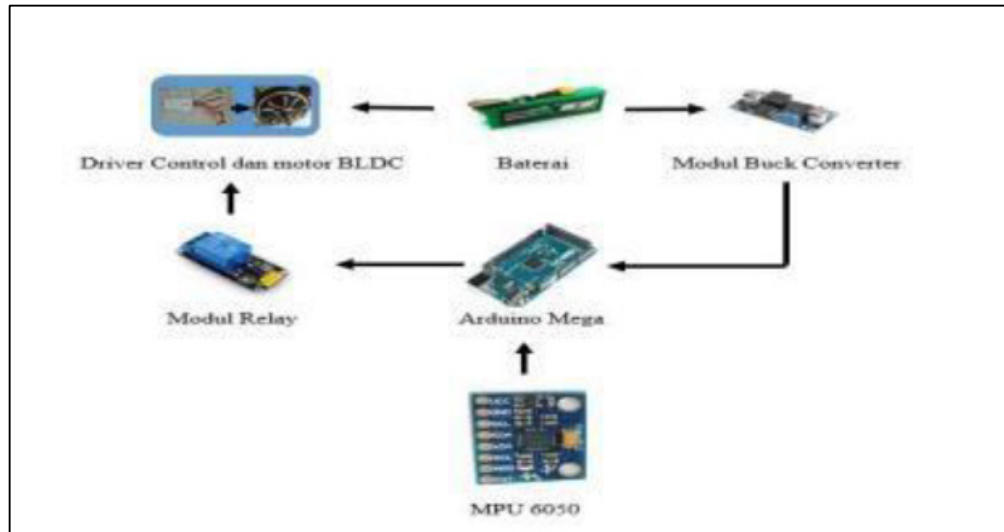
### 3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Perbandingan dari penelitian sebelumnya

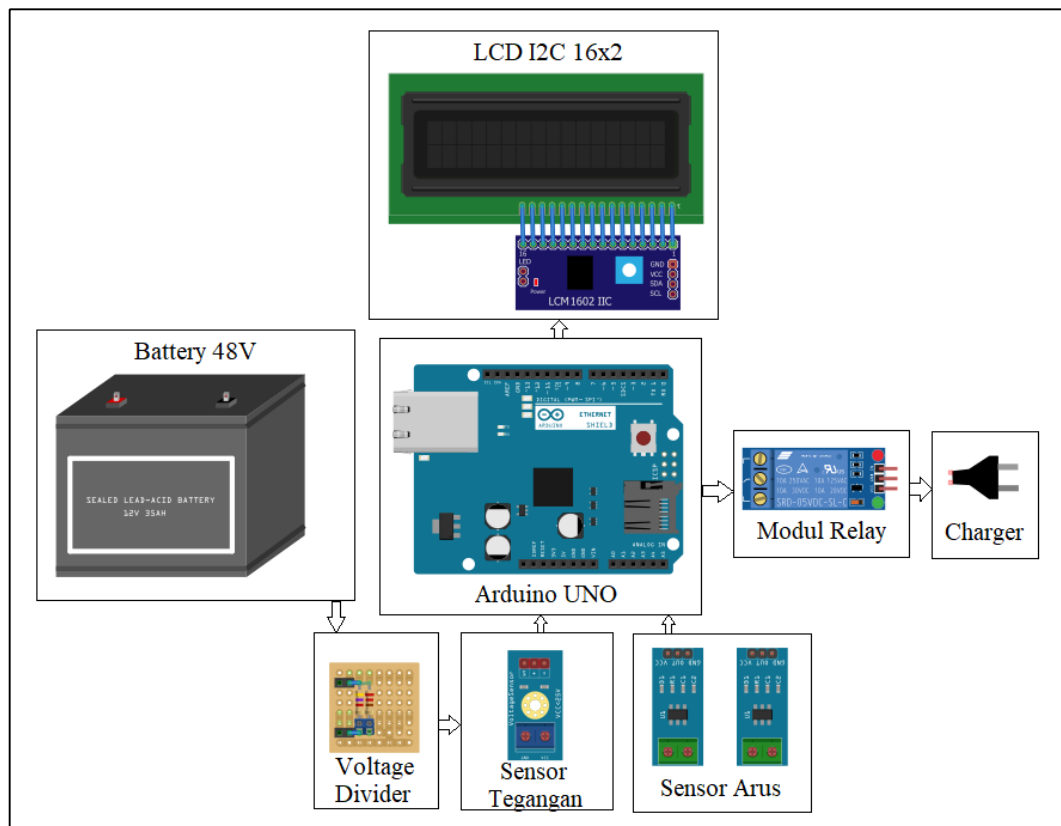
Berikut ini adalah perbandingan dari penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3 berikut.



Gambar 3. 2 Desain sistem catu daya sepeda listrik pada penelitian sebelumnya

Berikut komponen yang digunakan pada penelitian sebelumnya pada sistem catu daya sepeda listrik, diantaranya:

1. Arduino Mega sebagai mikrokontroller.
2. MPU 6050 sebagai modul *accelerometer*.
3. Modul *Relay* sebagai saklar otomatis.
4. *Buck Converter* sebagai penurun tegangan dari *battery* ke arduino.
5. *Battery* sebagai sumber daya sistem.
6. *Driver Control* dan motor BLDC sebagai penggerak sepeda listrik.



Gambar 3. 3 Diagram Blok Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik

Pengembangan dari sistem ini dengan menambahkan sistem *monitoring* kapasitas *battery* dan proteksi pada proses *charging battery*, dan re-kondisi komponen-komponen pada sepeda listrik saat ini, yang mana kerusakan komponen diakibatkan karena ledakan yang terjadi saat *overcharging*, komponen seperti *Controller* BLDC, Motor BLDC, *Battery*, dan komponen-komponen pendukung lainnya. Berikut kondisi sepeda listrik saat ini bisa dilihat pada gambar 3.4.

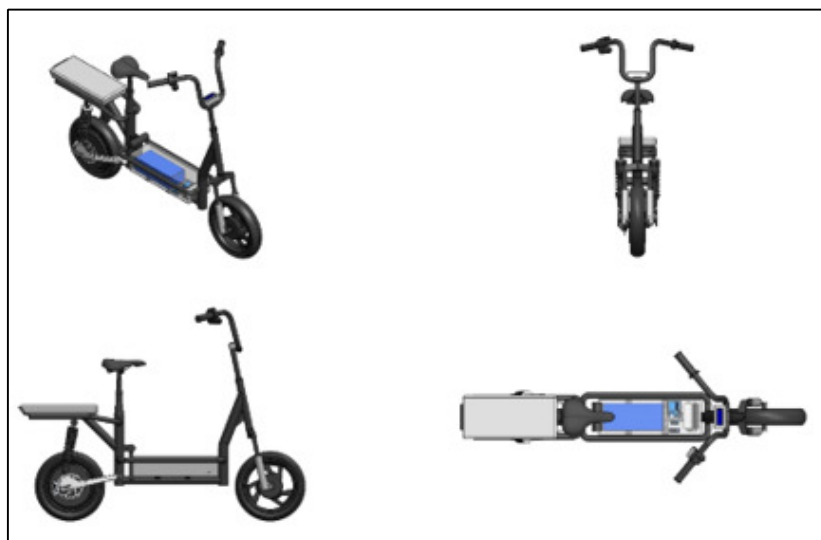




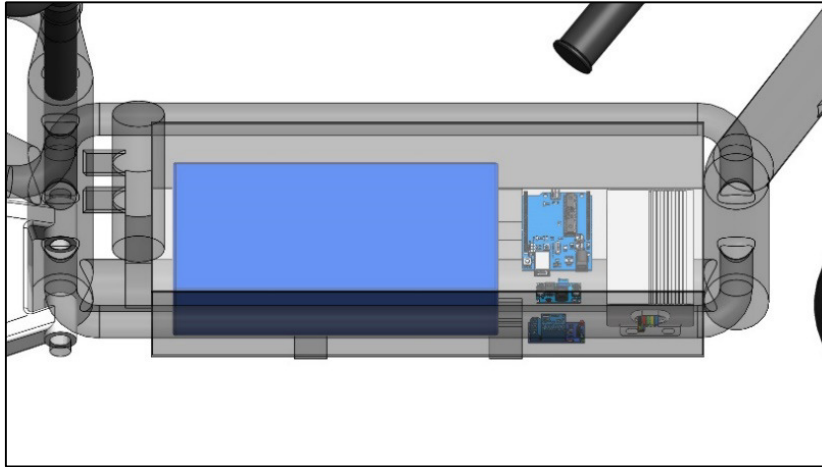
Gambar 3. 4 Kondisi Sepeda Listrik Penelitian Sebelumnya

### 3.6 Desain Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik

Berikut adalah desain dari sepeda listrik dan pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik yang dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6



Gambar 3. 5 Desain Sepeda Listrik

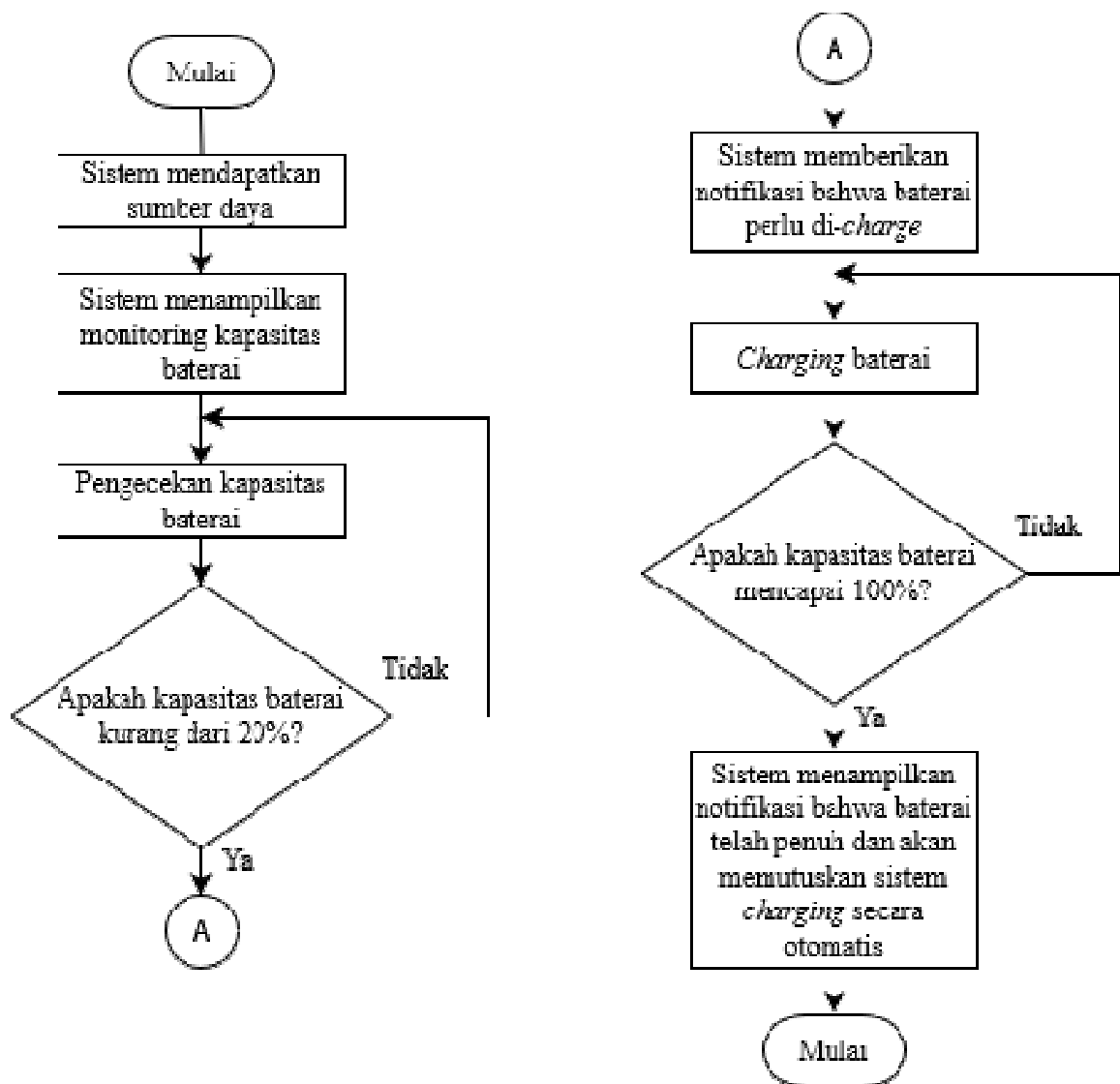


Gambar 3. 6 Desain Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery*

Sepeda Listrik

### 3.7 Diagram Alir Sistem Catu Daya Sepeda Listrik

Diagram alir dari pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik yang dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 7 Diagram Alir Sistem Catu Daya Sepeda Listrik

### 3.8 Prinsip Kerja Pengembangan Sistem *Monitoring* dan Proteksi *Battery* Sepeda Listrik

Berikut adalah penjelasan dari prinsip kerja pada pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik, diantaranya:

1. Ketika alat diberikan sumber daya, alat ini akan menampilkan kapasitas dari baterai pada sepeda listrik berupa persentase dari kapasitas baterai.
2. *Monitoring* kapasitas baterai ini ditampilkan pada LCD secara *real-time*.
3. Sistem ini juga memiliki proteksi saat proses *charging*, yang mana proses *charging* ini akan berhenti ketika kapasitas pada baterai mencapai 100%.
4. Pemberhentian proses *charging* ini dilakukan dengan cara memutuskan masukan sumber daya yang diberikan melalui *relay* ke sistem *charging* baterai secara otomatis ketika kapasitas baterai mencapai 100% yang diprogram pada Arduino UNO.
5. Ketika kapasitas baterai mencapai 100%, pengendara akan mendapatkan notifikasi pada LCD terkait proses *charging* yang telah selesai.
6. Dan pengendara juga akan menerima notifikasi ketika baterai harus *discharge*, yang mana diatur ketika kapasitas baterai kurang dari 20%.



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian dan Eksperimen

Hasil Penelitian dan Eksperimen pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu hasil perancangan mekanik dan elektronik. Dan beberapa perubahan yang dilakukan dari pengembangan penelitian sebelumnya. Adapun perubahan yang telah dilakukan pada proses perancangan dijelaskan pada bab ini.

#### 4.1.1 Hasil Perancangan Mekanik



Gambar 4. 1 Pengecatan ulang kerangka sepeda

Pada penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa rangka sepeda listrik terjadi korosi sehingga rangka sepeda tampak kurang layak untuk digunakan. Oleh

karena itu dilakukan pengecatan ulang agar kerangka terlihat lebih bersih dan baru juga terlindungi dari korosi.



Gambar 4. 2 Pembuatan box untuk komponen baterai

Pembuatan box ini diperuntukan untuk tempat menyimpan komponen-komponen elektronika pada pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik. Untuk menambah *safety* pada *battery* terdapat pembatas untuk *battery* agar tidak dapat bergerak dari tempatnya. Bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 3 Pembatas *battery* pada box komponen

Pembuatan box untuk tempat komponen-komponen elektronik pada pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik. Pembuatan

box komponen ini menggunakan bahan akrilik yang bisa dilihat pada Gambar 4. 4 berikut.



Gambar 4. 4 Pembuatan Box Komponen

Berikut ini hasil dari Penempatan untuk box *battery* dan box komponen-komponen pada kerangka dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dibawah ini.



Gambar 4. 5 Penempatan box battery dan box komponen

Pada penelitian sebelumnya juga ditemukan motor listrik rusak dikarenakan terjadi ledakan pada penelitian sebelumnya yg disebabkan karena



*overcharge*. Oleh karena itu dilakukan re-kondisi pada motor listrik dengan yang baru. Berikut gambar motor listrik rusak dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4. 6 Motor listrik yang rusak

Pada penelitian sebelumnya juga ditemukan kerusakan pada *handbrake* dan *hand throttle* pada sepeda listrik yang diakibatkan oleh ledakan yang terjadi pada penelitian sebelumnya. Oleh karena itu dilakukan juga re-kondisi pada *handbrake* dan *hand throttle* tersebut. Berikut ini adalah gambar dari *handbrake* dan *hand throttle* yang di re-kondisi.



Gambar 4. 7 *Handbrake* dan *Hand Throttle*

Dan juga penambahan pada jok sepeda listrik yang mana pada penelitian sebelumnya jok tidak ada. Berikut bisa dilihat pada gambar dibawah ini.

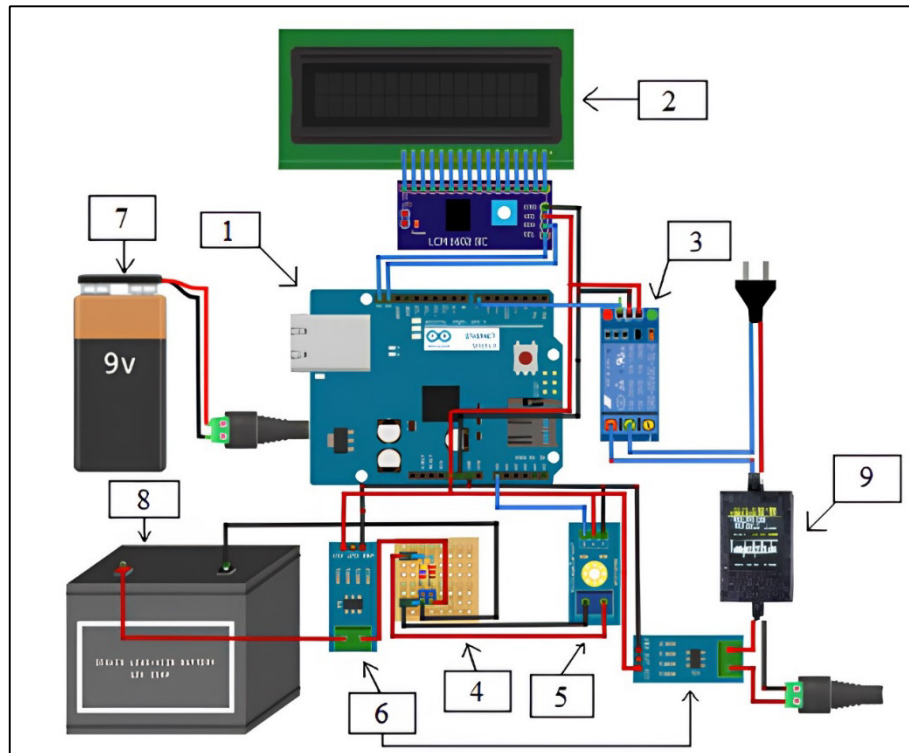


Gambar 4. 8 Jok sepeda listrik

#### 4.1.2 Hasil Perancangan Elektronik

Pada bagian ini terdapat pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan penggantian dan peningkatan komponen elektronik untuk memastikan kinerja lebih baik dan untuk meminimalisir terjadi kerusakan yang serupa pada penelitian sebelumnya.

Sistem elektronik dalam bentuk wiring diagram yang dapat dilihat pada Gambar 4. 9 yang menunjukkan bagaimana setiap komponen terhubung dan berfungsi dalam sistem keseluruhan.



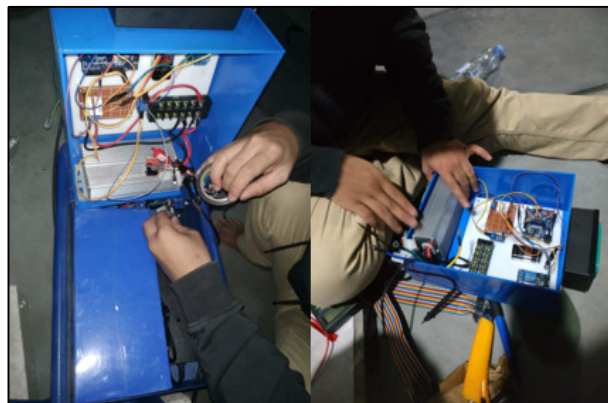
Gambar 4. 9 *Wiring diagram* sistem elektronik sepeda listrik

Dan berikut adalah *wiring diagram* dari pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik, diantaranya:

1. Arduino UNO sebagai mikrokontroler.
2. LCD sebagai *output* untuk *monitoring* kapasitas *battery*.
3. Modul *Relay* sebagai saklar otomatis.
4. *Voltage Divider* sebagai penurun tegangan dari 48VDC *battery* ke 5VDC.
5. *Voltage Sensor* sebagai pembaca output dari *voltage divider* yang akan dihubungkan ke pin analog Arduino UNO.
6. *Sensor ACS712* sebagai pembacaan arus pada arus keluaran *battery* ke motor dan keluaran dari *charger*.

7. *Battery 9V* sebagai sumber daya Arduino UNO.
8. *Battery 48V* sebagai sumber daya Motor BLDC.
9. *Adapter Charger 3A* sebagai *power supply* untuk *battery 48 VDC*.

*Wiring* dilakukan pada box komponen akrilik yang telah dibuat. Dengan memasukkan seluruh komponen yang diperlukan dan menghubungkan koneksi pada setiap komponen-komponen elektronik yang dibutuhkan. Berikut prosesi *wiring* dan penempatan komponen pada box komponen akrilik yang bisa dilihat pada Gambar 4. 10 berikut.



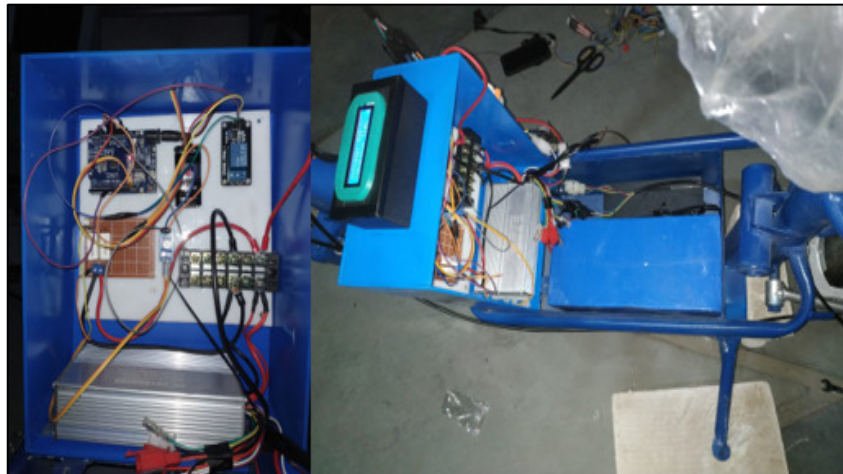
Gambar 4. 10 Pemasangan dan *wiring* komponen-komponen elektronik

Rangkaian elektronik dirancang ulang untuk memastikan kinerja lebih baik dan untuk meminimalisir terjadi kerusakan yang serupa pada penelitian sebelumnya. Dan juga menambahkan beberapa komponen yang tidak terdapat di penelitian sebelumnya seperti *monitoring* pada layar LCD I2C.

Dari hasil perancangan sistem elektronik ini, penggunaan Arduino UNO sebagai mikrokontroler-nya dan LCD 16x2 I2C yang digunakan untuk menampilkan notifikasi untuk melakukan pengecasan dan pengecasan selesai

serta menampilkan kapasitas *battery* dalam bentuk persentasi kapasitas *battery* dan tegangan *battery*.

Penggunaan *battery Lithium-ion* sebesar 48V dengan kapasitas 27Ah sebagai sumber tegangan untuk sepeda listrik, dan menggunakan *controller BLDC 500W* bersamaan dengan motor listrik BLDC 500W. Berikut ini tampilan pada box komponen akrilik yang bisa dilihat pada Gambar 4. 10 berikut.



Gambar 4. 11 Hasil dari penempatan komponen dan *wiring* pada box komponen

Dan berikut ini adalah tampilan yang muncul pada layer LCD I2C yang dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



Gambar 4. 12 Tampilan pada LCD I2C

#### 4.1.3 Pengujian Alat

##### a. Pengujian *battery Lithium-ion*

Pengujian *battery Lithium-ion* ini dilakukan untuk menguji keluaran tegangan yang dihasilkan pada *battery Lithium-ion* yang dibandingkan dari hasil bacaan multimeter dan hasil pembacaan yang ditampilkan pada layar LCD. Hasil pembacaan akan diuraikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 1 Pengujian *battery lithium-ion*

NO	Hasil Pembacaan Tegangan	
	Pada Multimeter	Pada layar LCD
1	53 V	53 V
2	48 V	48 V
3	35 V	35 V

Dapat dilihat pada hasil pembacaan pengujian *battery Lithium-ion* menggunakan 2 metode yaitu multimeter dan layar LCD, menunjukkan hasil pembacaan tegangan yang sama untuk setiap pengukuran. Ini menunjukkan

bahwa kedua alat bekerja dengan konsistensi yang baik dan tidak ada perbedaan dalam hasil yang ditampilkan. Dan keakurasian pembacaan LCD cukup baik, karena tidak ada perbedaan nilai yang terdeteksi antara multimeter dan layar LCD.

b. Pengujian proses *charging*

Dalam upaya untuk memastikan efisiensi dan keamanan sistem pengisian daya, dilakukan serangkaian pengujian terhadap *charger* yang bertujuan untuk mengamati respons sistem dalam berbagai kondisi kapasitas baterai. Pengujian ini dirancang untuk mengevaluasi kinerja relay dan proses pengisian daya pada berbagai tingkat persentase baterai. Dan memastikan bahwa perangkat ini berfungsi dengan optimal, mencegah potensi *overcharging*, dan memastikan umur baterai yang lebih panjang. Berikut ini adalah tabel hasil dari tiga percobaan yang telah dilakukan, beserta analisis dari data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Pengujian proses charging

No	Kapasitas <i>Battery</i>	Status Relay	Status <i>Charger</i>
1	>100%	Mati	Mati
2	74%	Menyala	Beroperasi
3	44%	Menyala	Beroperasi

Pada percobaan pertama, ketika persentase baterai lebih dari 100%, relay dan proses pengisian daya secara otomatis mati. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang untuk mencegah *overcharging*, yang dapat merusak baterai. Sebaliknya, pada percobaan kedua dan ketiga, dengan persentase baterai masing-

masing 74% dan 44%, relay menyala dan proses pengisian daya aktif. Ini menandakan bahwa sistem mengizinkan pengisian ketika baterai masih berada di bawah kapasitas penuh, memastikan bahwa daya yang cukup tersedia untuk pengoperasian perangkat. Dengan demikian, pengujian ini membuktikan bahwa sistem pengisian daya berfungsi dengan baik untuk menjaga keamanan dan efisiensi, serta memperpanjang umur baterai.

c. Pengujian waktu tempuh pada setiap *speed* berdasarkan beban pada sepeda listrik

Dalam percobaan ini, dilakukan pengujian terhadap waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak 50 meter, 100 meter, dan 150 meter dengan beban 115 kg didapat dari 87 kg beban manusia dan 28kg beban sepeda listrik. pada dua kecepatan yang berbeda, yaitu *speed 1 hand throttle* (maksimal di 380 rpm) dan *speed 2 hand throttle* (maksimal di 428 rpm). Setiap kecepatan diuji dalam dua percobaan terpisah untuk mengukur konsistensi dan variabilitas kinerja. Berikut tabel pengujian bisa dilihat pada Tabel 4. 3 berikut.

Tabel 4. 3 Tabel pengujian waktu tempuh pada setiap *speed* berdasarkan beban

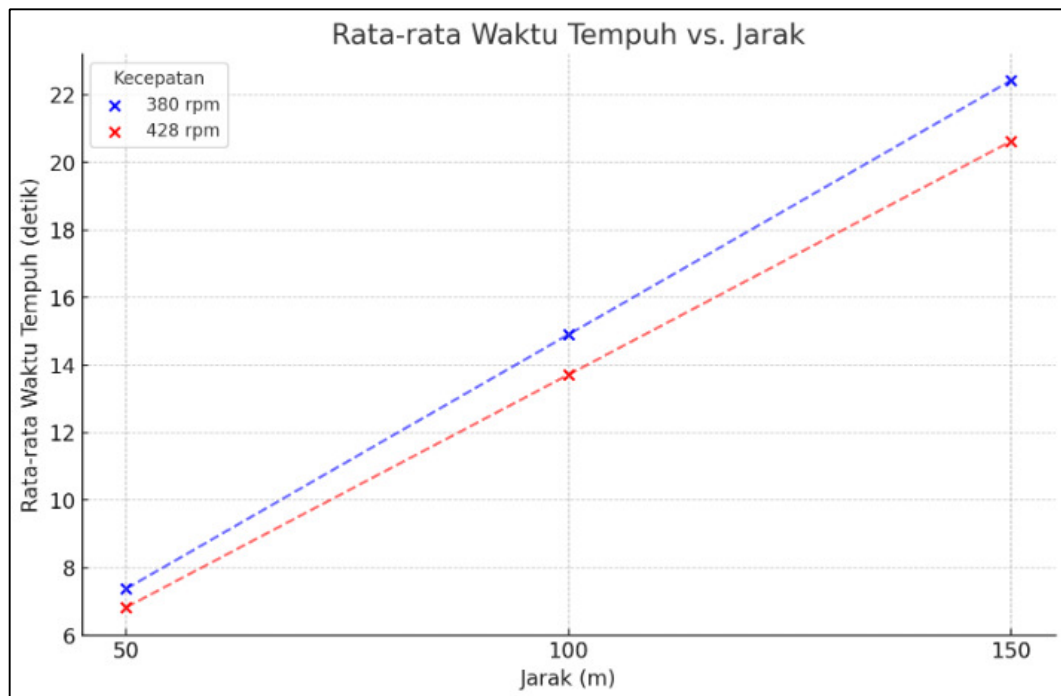
No	<i>Speed Hand Throttle</i>	Jarak (m)	Beban (kg)	Waktu Tempuh (detik)		Rata Rata Waktu Tempuh (detik)
				1	2	
1	1	50	115	7,3	7,45	7,37
2	1	100	115	14,80	15,01	14,90



3	1	150	115	22,25	22,60	22,42
4	2	50	115	6,80	6,85	6,82
5	2	100	115	13,64	13,79	13,71
6	2	150	115	20,50	20,75	20,62

Berdasarkan data yang diberikan, terdapat beberapa observasi penting yang dapat dilakukan. Ketika *speed 1 hand throttle* dengan beban tetap 115 kg, rata-rata waktu tempuh meningkat seiring dengan bertambahnya jarak. Untuk jarak 50 meter, rata-rata waktu tempuh adalah 7,37 detik, untuk 100 meter adalah 14,90 detik, dan untuk 150 meter adalah 22,42 detik. Yang menunjukkan bahwa waktu tempuh berbanding lurus dengan jarak.

Selanjutnya, saat *speed hand throttle* ditingkatkan menjadi *speed 2* dengan beban tetap 115 kg, rata-rata waktu tempuh berkurang dibandingkan dengan *speed 1 hand throttle* untuk jarak yang sama. Misalnya, untuk jarak 50 meter, rata-rata waktu tempuh berkurang menjadi 6,82 detik, untuk 100 meter menjadi 13,71 detik, dan untuk 150 meter menjadi 20,62 detik. Ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan berpengaruh pada pengurangan waktu tempuh. Grafik hubungan antara jarak dan rata rata waktu tempuh dapat dilihat pada Gambar 4. 12 berikut.



Gambar 4. 13 Grafik pengujian waktu tempuh berdasarkan jarak

Berikut adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara jarak dan rata-rata waktu tempuh pada dua kecepatan yang berbeda, yaitu maksimal di 380 rpm untuk *speed 1* dan maksimal di 428 rpm untuk *speed 2*. Titik-titik biru mewakili data untuk *speed 1 hand throttle*, sedangkan titik-titik merah mewakili data untuk *speed 2 hand throttle*. Garis putus-putus menghubungkan data dengan kecepatan yang sama untuk menunjukkan perubahan waktu tempuh seiring dengan bertambahnya jarak.

Dari grafik ini, terlihat jelas bahwa untuk kedua kecepatan, waktu tempuh meningkat seiring dengan bertambahnya jarak. Selain itu, grafik menunjukkan bahwa pada kecepatan yang lebih tinggi (*speed 2*), waktu tempuh untuk setiap jarak lebih pendek dibandingkan dengan kecepatan yang lebih rendah (*speed 1*).

d. Pengujian penggunaan *battery* pada sepeda listrik.

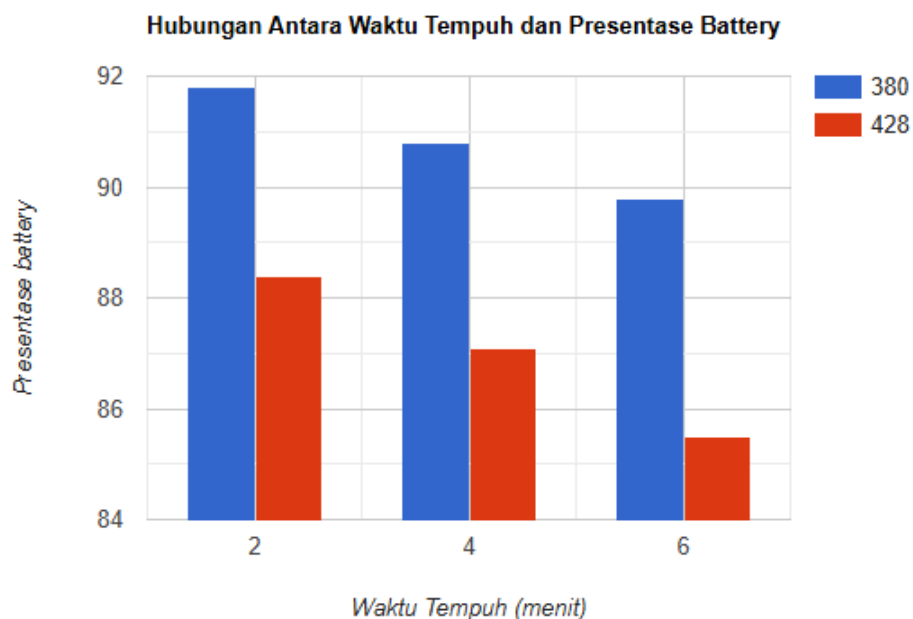
berikut menyajikan data terkait pengujian kinerja baterai dengan variasi kecepatan, jarak tempuh, dan waktu tempuh. Pengujian dilakukan dengan beban tetap 115 kg pada kecepatan yang berbeda (380 rpm dan 428 rpm) untuk mengamati pengaruhnya terhadap persentase perubahan baterai. Data menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya kecepatan dan jarak tempuh, terjadi penurunan yang signifikan dalam persentase baterai.

Tabel 4. 4 Tabel pengujian penggunaan *battery* pada sepeda listrik.

No	<i>Speed Hand Throttle</i>	Jarak (m)	Beban (kg)	Waktu Tempuh (menit)	Perubahan Presentase Battery (%)		Selisih presentase <i>battery</i> sebelum dan sesudah (%)
					Sebelum	Sesudah	
1	1	700	115	2	92.8	91.8	1.0
2	1	1400	115	4	91.8	90.8	1.0
3	1	2100	115	6	90.8	89.8	1.0
4	2	800	115	2	89.8	88.4	1.4
5	2	1600	115	4	88.4	87.1	1.3
6	2	2400	115	6	87.1	85.5	1.6

Pada *speed 1 hand throttle*, penurunan persentase baterai konsisten sebesar 1.0% untuk setiap periode waktu tempuh, baik pada jarak 700 m, 1400 m,

maupun 2100 m. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan tersebut, pengurasan baterai berlangsung dengan laju yang stabil seiring bertambahnya waktu dan jarak tempuh. Sebaliknya, pada kecepatan yang lebih tinggi, yaitu *speed 2 hand throttle*, terjadi peningkatan dalam laju penurunan baterai. Pada jarak tempuh 800 m, penurunan persentase baterai mencapai 1.4% pada penggunaan selama 2 menit, dan meningkat menjadi 1.6% setiap 2 menitnya pada jarak 2400 m. Hal ini mengindikasikan bahwa kecepatan yang lebih tinggi menyebabkan baterai terkuras lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan yang lebih rendah



Gambar 4. 14 Grafik antara waktu tempuh dan perubahan presentase *battery*

Grafik tersebut menggambarkan hubungan antara waktu tempuh dan selisih persentase baterai pada dua kecepatan yang berbeda, yaitu *speed 1* (maksimal di 380 rpm) dan *speed 2* (maksimal di 428 rpm). Pada *speed 1*, yang diwakili oleh garis merah, selisih persentase baterai tetap konstan di 1.0%

meskipun waktu tempuh meningkat dari 2, 4 dan 6 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pada kecepatan ini, konsumsi daya baterai stabil dan tidak dipengaruhi oleh durasi penggunaan. Sebaliknya, pada *speed 2*, yang diwakili oleh garis biru, selisih persentase baterai meningkat secara bertahap dari 1.4%, 1.3%, dan 1.6% seiring dengan bertambahnya waktu tempuh. Ini menunjukkan bahwa pada kecepatan yang lebih tinggi, konsumsi daya baterai meningkat lebih cepat, yang mengindikasikan bahwa baterai lebih cepat habis saat kendaraan bergerak lebih cepat dalam jangka waktu yang lebih lama.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berikut ini kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pengembangan sistem *monitoring* dan proteksi *battery* sepeda listrik ini:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem monitoring baterai yang mampu memantau kapasitas baterai secara real-time, dan memastikan informasi mengenai kapasitas baterai ditampilkan secara akurat kepada pengguna yang diharapkan dapat mengetahui status baterai dengan lebih mudah dan cepat. Berdasarkan hasil pengujian, konsumsi daya baterai pada sepeda listrik meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan. Pada kecepatan rendah (*speed 1 hand throttle*), penurunan kapasitas baterai stabil di 1% per 2 menit, sementara pada kecepatan tinggi (*speed 2 hand throttle*), penurunan tersebut meningkat hingga 1.6%, menunjukkan baterai lebih cepat habis saat kendaraan berkecepatan tinggi.
2. Sistem yang dirancang dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan fitur proteksi terhadap *overcharging*, yang berfungsi untuk melindungi komponen sepeda listrik dari kerusakan akibat pengisian daya yang berlebihan dengan memutuskan relay yang akan menghentikan proses charging pada saat kapasitas baterai mencapai 100% dengan otomatis. Dengan adanya fitur ini, sistem mampu meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan baterai pada sepeda listrik, mencegah potensi kerusakan, dan memperpanjang umur pakai baterai.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat berbagai keterbatasan dan kekurangan dalam hal perancangan, yang tentunya harus diatasi untuk mencapai tingkat dan hasil yang lebih baik lagi, oleh karena itu adapun saran dalam perbaikan penelitian ini:

1. Menambahkan fitur-fitur lain seperti integrasi dengan aplikasi mobile untuk memudahkan pengguna dalam memonitor kondisi baterai dari jarak jauh.
2. Melengkapi bagian/*parts* yang belum tersedia pada sepeda listrik, yaitu : tempat duduk penumpang, pijakan kaki penumpang, lampu-lampu, klakson, sistem *anti-theft*, kunci kontak dan body sepeda listrik.

## DAFTAR PUSTAKA

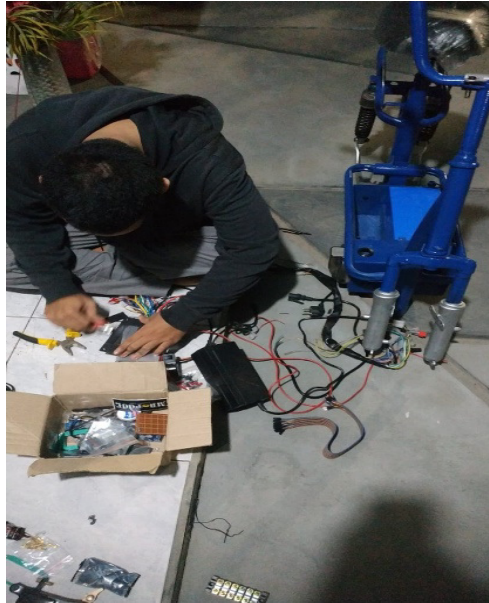
- Aji, S. P. (2020). Infusing Monitoring Tools Using Web Online Based ESP8266 With Arduino IDE Programming. *Jurnal Elektronik Pendidikan Teknik Elektronika*, 1-5.
- Akbar, D., & Riyadi, S. (2018). Pengaturan Kecepatan Pada Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan PWM (Pulse Width Modulation). *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*, 1-2.
- Arfianto, D. F. (2016). *Pemantauan, Proteksi dan Ekualisasi Baterai Lithium-Ion Tersusun Seri Menggunakan Converter Buck-Boost dan LC Seri Dengan Kontrol Shynchronous Phase Shift*. Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arman, Dullah, M. J., & Muhammad, A. K. (2020). Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor BLDC Dengan Penggerak Depan Untuk Area Perumahan. *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1-3.
- Azis, A., Pratama, A., & Dirwan. (2021). *Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik Untuk Area Perumahan*. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jurusan Teknik Mesin, Makassar.
- Cahyono, M. R., Mariza, I., & Wirawan, S. (2022). Sistem Pemantauan dan Pengendalian Sepeda Listrik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 11(1), 1-2.
- Diyanto, K., & Anwar, M. A. (2023). *Pengembangan Sistem Pengereman dan Catu Daya Sepeda Listrik*. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jurusan Teknik Mesin, Makassar.
- Hasibuan, A., Daud, M., Andria, R., Sayuti, M., Nrsrtha, I. A., & Lukman, F. S. (2023). Design of Ammonia Gas Detection and Control Devices in Chicken Farms Based on Arduino Uno. *Journal of Mechanical Electrical and Industrial Engineering*, 5(3), 485-500.
- Hendrawan, A. P., & Agustini, N. (2022). Simulasi Kendali dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINER JURNAL*, 3(1).
- Kurniawan, M., Siswanto, & Sutarti. (2019). Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Sidik Jari dan Notifikasi Panggilan Telepon Berbasis Atmega 328. *Jurnal PROSISKO*, 6(2).



- Lesmana, Y., Purnama, I., & Rohani. (2023). Rancang Alat Pengukur Tinggi Badan Dengan Output Suara Berbasis Arduino Uno. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 246-249.
- Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. (2019). Implementasi IOT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis Pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO*, 6(1).
- Prasetya, F. A., Indrasari, W., & Setiadi, R. N. (2022). Simulasi Rangkaian DC-DC Buck Converter Pada Sistem Penyimpanan Daya Listrik Panel Surya. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 10, 10.
- Sunardi, Toldo, G., & Triyanto, A. (2022). Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino. *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, 1(3), 272-277.
- Wijaya, N., Kumara, I., Partha, C., & Divayana, Y. (2021). Perkembangan Baterai dan Charger Untuk Mendukung Pemasarakatan Sepeda Listrik Di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 2-3.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Proses Pengerjaan Elektronik



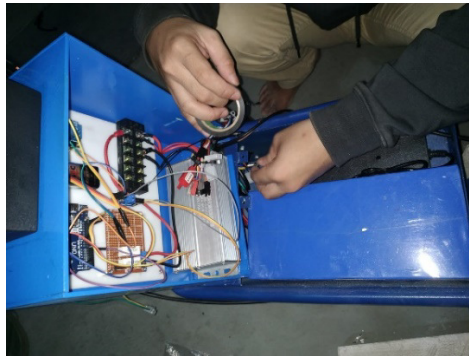
a) Menyiapkan komponen elektrik



b) Penempatan baterai ke box baterai



c) Penempatan *Controller* BLDC pada box komponen



d) Melakukan *wiring* pada komponen elektrik

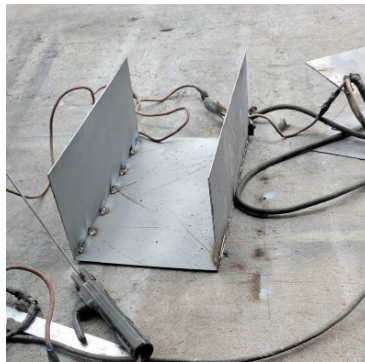


e) Hasil dari *wiring* komponen elektrik

## Lampiran 2. Proses Pengerjaan Mekanik



a) Pengecatan ulang kerangka sepeda

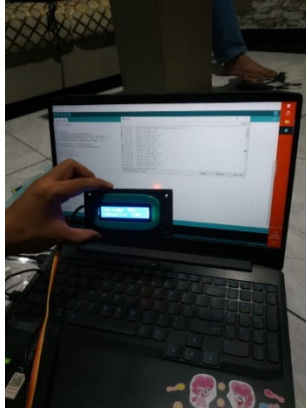


b) Pembuatan Box *Battery*

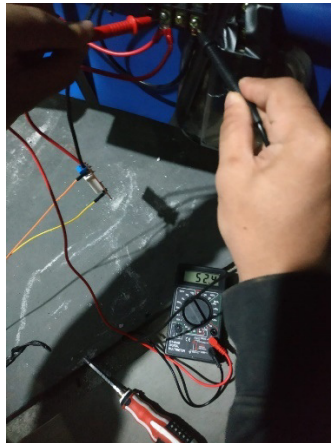


c) Pembuatan box komponen

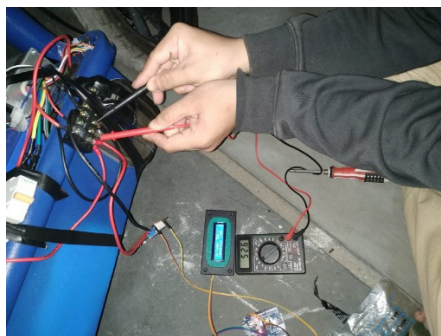
### Lampiran 3. Pengujian Alat



a) Pengujian perbandingan hasil *output* pada LCD dan *Serial Monitor*



b) Pengukuran hasil *output* menggunakan *multimeter*



c) Pengujian perbandingan hasil *output* pada LCD dan *Multimeter*

#### Lampiran 4. Tampak Sepeda Listrik Keseluruhan



a) Gambar sepeda listrik tampak belakang

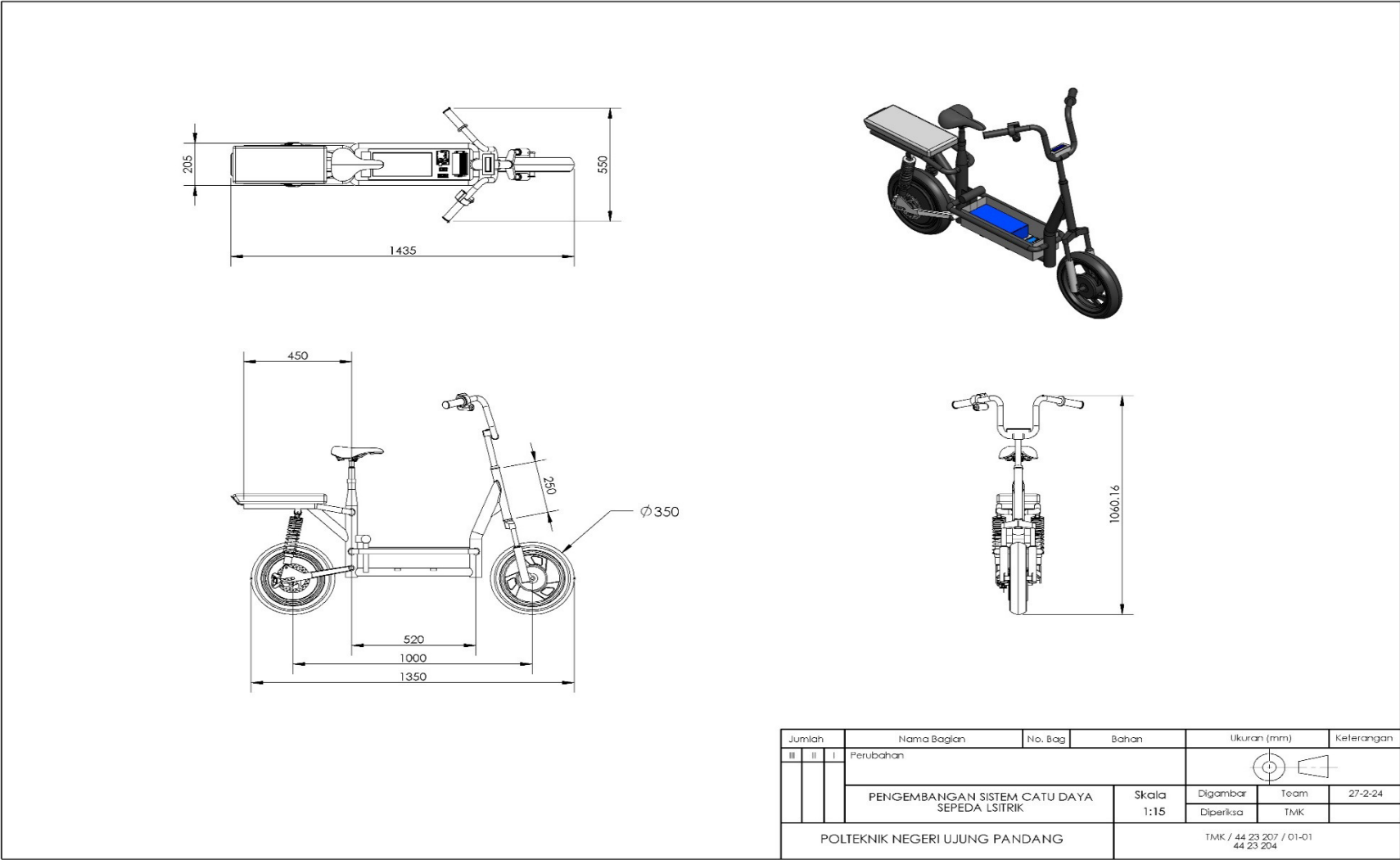


b) Gambar sepeda listrik tampak depan



c) Gambar sepeda listrik tampak samping

Lampiran 5. Gambar Teknik Sepeda Listrik



Lampiran 6. Kartu Asistensi Skripsi Tugas Akhir 2024



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
**MAKASSAR**

e-mail: [mechatronicspnupofficial@gmail.com](mailto:mechatronicspnupofficial@gmail.com)

**KARTU ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR 2024**

Judul Proposal TA : Pengembangan Sistem Monitoring dan Proteksi Battery Sepeda Listrik  
 Nama Mahasiswa : 1. Asrar Murian NIM: 44423207  
 2. Rezky Wira Utama NIM: 44423224  
 Kelas : 4D RPL Mekatronika  
 Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.

No	Tanggal	Kegiatan	Uraian/Revisi	Paraf Dosen Pengarah
1	27/2/2024	Mentoring	- pengelatan pergha - pembuatan box	
2	3/7/2024	Asistensi	* Pembuatan box Arduino * konfigurasi komponen yg di perlukan	
3	12/7/2024	Asistensi	* perbaikan penulisan (Revisi proposal) * Gambar disain	
4	14/7/2024	Asistensi	* benarkan pengecekan * Perencanaan	
5	16/7/2024	Asistensi	* lakukan pengujian * lakukan penyambutan data	





JURUSAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR

e-mail: [mechatronicspnupofficial@gmail.com](mailto:mechatronicspnupofficial@gmail.com)

No	Tanggal	Kegiatan	Uraian/Revisi	Paraf Dosen Pengarah
6	5/8/2024	Asisten	Uraian/Revisi	
7	6/8/2024	Asisten	Drafting	
8	7/8/2024	Asisten	Uraian pengujian kapasitas - throttle & roller - fan - speed 1 & 2	
9	8/8/2024	Asisten	perbaiki tabel penyusutan	
10	10/8/2024	Asisten	Siapa di sini makan	

Makassar, .... Agustus 2024

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.  
NIP. 19590913 198803 1 001



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA**  
**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**  
**MAKASSAR**

e-mail: [mechatronicspnupofficial@gmail.com](mailto:mechatronicspnupofficial@gmail.com)

**KARTU ASISTENSI SKRIPSI TUGAS AKHIR 2024**

Judul Proposal TA : Pengembangan Sistem Monitoring dan Proteksi Battery Sepeda Listrik  
Nama Mahasiswa : 1. Asrar Murian NIM: 44423207  
2. Rczky Wira Utama NIM: 44423224  
Kelas : 4D RPL Mekatronika  
Dosen Pembimbing 2 : Paisal, S.T., M.T.

No	Tanggal	Kegiatan	Uraian/Revisi	Paraf Dosen Pengarah
1	15/6/24	Asistensi	Progres II	
2	16/7/24	Asistensi	- Perbesar Diagram Alir - Pengalasan Bahan (chargny)	
3	10/7/24	Asistensi	- Gambar Wiring Diagram - Perbesar - Pengalasan Rangkaian Box	
4	19/7/24	Asistensi	- Perbaikan Tabel Data - Perbaikan kemampuan - Perbaikan Keupahan (sensor Arus)	
5	21/8/24	Asistensi	- Tambahkan kemampuan untuk membaca kapasitas Baterai	



JURUSAN TEKNIK MESIN  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK MEKATRONIKA  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR

e-mail: [mechatronicspnupofficial@gmail.com](mailto:mechatronicspnupofficial@gmail.com)

No	Tanggal	Kegiatan	Uraian/Revisi	Paraf Dosen Pengarah
6	15/8/24	Akreditasi	* Pengambilan data Joran dan koneksi kapasitor Baterai	
7	19/8/24	Akreditasi	* Pengambilan data charging Baterai	
8	23/8/24	Akreditasi	* Revisi keampiran & Graph. PPT.	
9	26/8/24	ACE	ACE lanjut ujian.	
10				

Makassar, 26 Agustus 2024

Dosen Pembimbing 2

**Pajal, S.T., M.T.**  
NIP. 19810604 200604 1 003


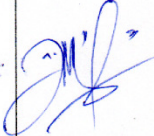
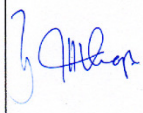
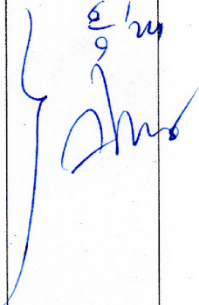
Lampiran 7. Lembar Revisi

**LEMBAR REVISI JUDUL PROYEK / TUGAS AKHIR**

NAMA MAHASISWA : Rezky Wira Utama / Asrar Murian

STANBUK : 444 23 224 / 444 23 207


**Catatan Penguji:**

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Firman Hamzah	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Flowchart Hal. 29.</li> <li>* Keterangan pada gambar Hal. 25</li> <li>* Gambar detail seperti di lampirkan</li> <li>* Hal 19 dan 20</li> </ul>	
2.	Abdul Halim	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Kapasitas baterai Hal 48</li> <li>* Formulasi dan simulasi ✓</li> </ul>	
3.	Mukhter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringkasan</li> <li>• Gambar Hal. 25 dan Hal 41</li> <li>• Pengukuran</li> </ul>	
4.	Akhrmad Taufiq	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringkasan</li> <li>• <del>hal</del> Penulisan istilah asing</li> <li>* Cara pengukuran waktu tempuh</li> <li>• Perlu di validasi kembali</li> <li>* Perbaiki grafik Hal. 53</li> <li>Presentasi selesai</li> </ul>	 9/12/20

FM-Q 42.ed.A rev.0

No	Nama	Uraian	Tanda Tangan

Makassar, 5 September 2024  
Ketua/ Sekretaris Penguji,



Dr. Eng. Akhmad Taufik, S.T.,M.T.

NIP 19750402 200312 1 003

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.

FM-Q 42.ed.A rev.0

## Lampiran 8. Biodata Peneliti



Asrar Murian lahir di Balikpapan, Kalimantan Timur, pada 29 Oktober 2000. Anak Pertama dari Ayah Anton dan Ibu Murniati. Pada tahun 2013 Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 004 Balikpapan Utara. Pada tahun yang sama Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 7 Balikpapan dan tamat pada tahun 2016 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 1 Balikpapan dengan Jurusan Elektronika Industri dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2019 Penulis diterima sebagai Mahasiswa di Perguruan Tinggi Vokasi Politeknik Negeri Balikpapan Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Elektronika. Kemudian pada tahun 2023 penulis mengambil kelas RPL (Rekognisi Pembelajaran Lampau) Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika.



Rezky Wira Utama lahir di Makassar, Sulawesi Selatan, pada 07 Juni 2001. Anak Pertama dari Ayah S. Amirullah, S.H., M.H. dan Ibu Rosmini, S.Farm. Pada tahun 2013 Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Inpres Tamalanrea 4 Makassar. Pada tahun yang sama Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 8, Kota Makassar dan tamat pada tahun 2016 kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 5 Makassar dengan Jurusan Alat Berat dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun 2020 Penulis diterima sebagai Mahasiswa di Perguruan Tinggi Vokasi Politeknik Negeri Ujung Pandang Jurusan Teknik Mesin Program Studi D3 Perawatan Alat Berat. Kemudian pada tahun 2023 penulis mengambil kelas RPL (Rekognisi Pembelajaran Lampau) Jurusan Teknik Mesin Program Studi S1 Terapan Teknik Mekatronika.