

**RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK DENGAN  
MENGUNAKAN MOTOR LISTRIK *BRUSHLESS DIRECT  
CURRENT* (BLDC)**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1



**Disusun oleh:**

**Arzianto**

**15524061**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta**

**2022**

# LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR**

**LISTRIK *BRUSHLESS DIRECT CURRENT* (BLDC)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**

**Disusun oleh:**

**Arzianto  
15524062**

**Yogyakarta, 30-09-2022**

**Pembimbing**

**Husein Mubarak, ST., M.Eng.**

**155241305**

# LEMBAR PENGESAHAN

## SKRIPSI

### RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR

### LISTRIK *BRUSHLESS DIRECT CURRENT* (BLDC)

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Arzianto**

**15524061**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal: tanggal bulan tahun

Susunan dewan penguji

Ketua Penguji : Husein Mubarak, S.T.,M.Eng., \_\_\_\_\_

Anggota Penguji 1: Medilla Kusriyanto, S.T.,M.Eng., \_\_\_\_\_

Anggota Penguji 2: Dwi Ana Ratna Wati, S.T.,M.Eng., \_\_\_\_\_

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal: 30-09-2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Firdaus,S.T.,M.T.,Ph.D.

105240101

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya 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 Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 30 September 2022

Arzianto



## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr.Wb.*

Puji syukur bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN SEPEDA LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MOTOR LISTRIK *BRUSHLESS DIRECT CURRENT (BLDC)***

”. Skripsi ini disusun guna melengkapi persyaratan dalam menyelesaikan studi pada Program Sarjana (S1) Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan skripsi, penulis mengalami banyak kendala, terutama saat proses pengolahan data. Namun, penulis tetap semangat dan pantang menyerah dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karenanya, atas selesainya skripsi ini penulis mengucapkan Terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya yakni Bapak Araba dan Ibu Zahara yang selalu memberikan semangat serta mendo'akan penulis di sela-sela sujudnya.
2. Bapak Firdaus,S.T.,M.T.,Ph.D. selaku kepala prodi jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Husein Mubarak, ST., M.Eng, selaku Pembimbing penulis yang telah meluangkan waktunya untuk membantu, membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
4. Segenap dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya semasa di bangku perkuliahan. Semoga menjadi amal jariyah untuk Bapak / Ibu sekalian.
5. Seluruh teman-teman, keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia khususnya saudara Eki Dipo Laksono dan Rio Fasario yang banyak membantu pengambilan data dan penulisan dan pihak-pihak terkait dalam penulisan Skripsi yang tidak dapat saya tuliskan namanya satu persatu.
6. Semua keluarga dan sahabat yang sudah membantu berpartisipasi.

*Wassalamualaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, 30 September 2022

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

BLDC	<i>Brushless Direct Current</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
V	Volt
Ah	<i>Ampere Hour</i>
S	<i>Second</i>
Kg	Kilo Gram
mAh	<i>Miliampere per Hour</i>
NZE	<i>Net Zero Emission</i>
Li-Ion	<i>Lithium-Ion</i>
RPM	<i>Revolution per Minute</i>
DC	<i>Direct Current</i>
W	Watt
KM	Kilometer
NO	<i>Normally Open</i>
A	<i>Ampere</i>
S	<i>Second</i>
M	Meter
V	Kecepatan
T	Waktu

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi bagaimana merancang dan membuat sepeda dengan menggunakan motor listrik berjenis *BrushLess Direct Current* (BLDC). Menggunakan beberapa komponen pendukung seperti baterai, *Battery Management System* (BMS), *Controller* atau pengendali, motor listrik arus searah dan juga *relay*. Jumlah baterai yang digunakan adalah 65 buah yang dirangkai secara seri 13 set dan dirangkai secara paralel 5 set. Hasil dari 65 baterai yang digunakan adalah 48 V dan 11 Ah. Menggunakan baterai Samsung ICR 18650 bertipe *Lithium-ion Rechargeable Cell* dengan kapasitas tiap baterainya 3.3 V dan 2200 mAh. Adapun motor dynamo yang digunakan berjenis BLDC yang memiliki daya 300 Watt. Metode penelitian ini menggunakan 3 kategori berat beban yaitu 50 kg, 55 kg dan 60 kg. Hasil dari perancangan dan pembuatan sepeda dengan menggunakan motor dinamo arus searah dapat dikategorikan kecepatan, waktu tempuh dan lama penggunaan baterai. Pengujian pada penelitian ini menggunakan jarak 100 meter dan waktunya dihitung menggunakan *stopwatch* kecepatan 100% dengan kondisi jalan aspal datar. Sedangkan pengujian penggunaan baterai dengan cara menghitung waktu penggunaan baterai dari kapasitas baterai penuh dalam keadaan kecepatan penuh berkeliling sejauh 300 meter hingga kapasitas baterai kosong. Mendapatkan kecepatan rata – rata pada tiap kategori berat badan yaitu 5.05 m/s untuk 50 kg, 4.92 m/s untuk 55 kg dan 4.58 m/s untuk 60 kg. Waktu tempuh untuk jarak 100 meter yaitu 18.17 detik untuk 50 kg, 20.15 detik untuk 55 kg dan 21.87 detik untuk 60 kg. Adapun hasil dari lama penggunaan baterai memiliki dua kategori yaitu lama nya penggunaan dan jarak total yang dapat ditempuh. Jarak yang dapat ditempuh untuk berat 50 kg adalah 15 km, untuk berat 55 kg adalah 12 km dan berat 60 kg adalah 10.4 km. Hasil lama penggunaan yaitu 50 menit untuk 50 kg, 40.7 menit untuk 55 kg dan 37.8 menit untuk 60 kg. Perbedaan 5 kg pada setiap kategori beban memiliki dampak bagi hasil. Semakin tinggi nilai berat badan maka lama penggunaan baterai, jarak tempuh dan kecepatan pun menurun atau memiliki hasil yang nilainya lebih kecil. Semakin rendah nilai berat badan maka pengurangan tegangan juga semakin menurun.

**Keyword :** BLDC, Sepeda Listrik, BMS.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Studi Literatur .....	3
2.2 Media Penyimpanan (Baterai) .....	4
2.3 Battery Management System (BMS) .....	5
2.4 <i>Controller</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 <i>BrushLess DC</i> (BLDC) Motor .....	6
2.6 Relay .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB 3 METODOLOGI .....	7
3.1 Alat dan Bahan .....	8
3.2 Perancangan Sistem .....	8



3.3 Metode Analisis.....	9
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	11
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	14
5.1 Kesimpulan .....	14
5.2 Saran .....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15
LAMPIRAN.....	1



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema dalam baterai <i>lithium-ion</i> .....	4
Gambar 2.2 Fungsi BMS .....	5
Gambar 2.3 Skema BLDC .....	6
Gambar 3.1 Diagram .....	9



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Waktu .....	11
Tabel 4.2 Rata – Rata Waktu .....	11
Tabel 4.3 Hasil Percobaan Kecepatan Maksimum.....	12
Tabel 4.4 Hasil Rata – Rata Kecepatan Maksimum.....	12
Tabel 4.5 Hasil Penggunaan Baterai .....	13



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Transportasi merupakan sebuah alat yang telah digunakan oleh masyarakat dari dulu hingga sekarang. Dengan berkembangnya zaman, jaringan komunikasi antar manusia semakin meluas, maka jarak dan waktu merupakan hal yang sangat penting. Sehingga, transportasi sendiri menjadi sebuah alat yang tidak dapat dipisahkan oleh kebutuhan manusia saat ini.

Seiring dengan kebutuhan manusia saat ini, alat transportasi di dunia ini selalu bertambah dan semakin banyak dalam jumlah yang besar. Karena hal itu, penggunaan energi fosil sangat dibutuhkan dalam jumlah yang banyak, sedangkan jumlah ketersediaan dari energi fosil sendiri terbatas dan akan selalu berkurang setiap harinya. Menurut data dari Kementerian Investasi [1], diperkirakan dengan penggunaan energi fosil seperti sekarang ini, semua cadangan energi fosil akan habis pada tahun 2060. Selain itu, banyak dampak negatif dari energi fosil kepada alam dan serta tidak dapat diperbahurainya energi tersebut menjadi masalah saat ini.

Pemerintah Indonesia sendiri ikut mendorong Program *Net Zero Emission* (NZE) sesuai dengan surat dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia [2] yang berisi tentang Masa Transisi Energi Menuju *Net Zero Emission*. Pada program ini pemerintah ingin mendorong Indonesia harus mencapai NZE paling lambat pada tahun 2060.

Penggunaan energi listrik merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi fosil yang terlalu masif digunakan. Selain itu, transportasi yang menggunakan energi listrik juga dapat mengurangi polusi udara karena tidak adanya gas emisi yang dikeluarkan dari kendaraan tersebut, tidak seperti transportasi yang menggunakan energi fosil.

Karena faktor-faktor tadi, transportasi energi listrik merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan mengurangi kerusakan pada alam juga. Salah satu jenis dari transportasi energi listrik adalah menggunakan sepeda listrik. Penggunaan sepeda listrik pun sudah mulai didukung oleh Pemerintah Indonesia melalui regulasi-regulasi yang telah dikeluarkan beberapa waktu lalu [3].

Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membuat sebuah sepeda listrik dengan menggunakan Motor BLDC berdaya 300 Watt dengan sumber tenaga berasal dari baterai *Lithium-Ion* (*Li-Ion*) dengan kapasitas 2200 mAh.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hasil perancangan dan pembuatan transportasi dengan menggunakan sepeda listrik rangka mini?
2. Bagaimana penggunaan sepeda listrik dengan rancangan yang mini?
3. Bagaimana performa dari sepeda listrik yang telah dibuat?

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Menggunakan sepeda dengan rangka mini.
2. Maksimal biaya pembuatan tidak melebihi harga pasaran.
3. Massa dari sepeda listrik rangka mini maksimal sebesar 10 kilogram.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui perancangan transportasi sepeda listrik dengan rangka mini.
2. Mengetahui seberapa efisien kegunaan sepeda listrik rangka mini.
3. Mengetahui performan dari sepeda listrik rangka mini.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat digunakan sebagai rujukan dalam pengembangan sepeda listrik dengan rangka yang lebih besar

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang sepeda listrik ini sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Hendarto Putra, Samuel Jie dan Abdul Johar pada tahun 2019[4]. Tujuan dari penelitian tersebut untuk merancang, membuat dan mengetahui cara kerja/sistem sepeda listrik dengan pemanfaatan generator aki dan motor listrik sebagai sumber penggerak. Kemudian untuk mengetahui besarnya daya keluaran dari generator tersebut dan mengetahui kecepatan putaran motor dengan beban yang berbeda-beda. Peneliti merancang dan membuat sepeda listrik dengan sistem penggerak berupa Motor DC seri 24 Volt, 350 Watt, 14.4 Ampere, 3000 RPM. Pada sepeda ini menggunakan Generator DC magnet permanen 24 Volt dengan daya yang dihasilkan 29 Watt yang mengkonversi energi kinetic dari putaran roda sepeda menjadi energi listrik. Menggunakan media penyimpanan 4 buah aki dengan tegangan masing-masing 12 Volt dan 7.1 Ampere. Dari hasil pengujian sepeda listrik dan Analisa data, didapatkan daya output untuk menggerakkan sepeda listrik dengan beban 80.6 Kilogram = 316.6954 Watt, beban 85.6 Kilogram = 303.7732 Watt dan beban 90.6 Kilogram = 294.5672 Watt. Kecepatan maksimum sepeda tanpa beban adalah 78.53 meter per detik. Kecepatan rata-rata sepeda dengan beban 80.6 Kilogram = 5.68 meter per detik, beban 85.6 Kilogram = 5.13 meter per detik dan beban 90.6 Kilogram = 4.70 meter per detik.

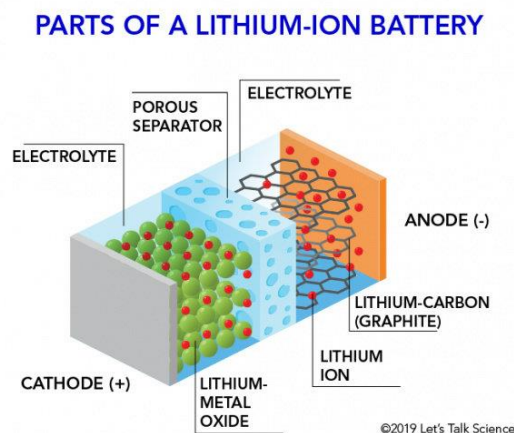
Penelitian tentang rancang bangun sepeda listrik menggunakan panel surya sebagai pengisi baterai pernah dilakukan pada tahun 2016 oleh Benhur Nainggolan, Fadhillah Inaswara, Gilang Pratiwi dan Hirzan Ramadhan[5]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sepeda listrik dengan kecepatan 30 Kilometer per jam serta mampu menempuh jalan menanjak 15 derajat. Tujuan lain pada penelitian ini membuat kendaraan yang hemat energi dan ramah lingkungan dengan pemanfaatan motor listrik *brushless* DC dan panel surya. Pengujian sepeda ini dilakukan dengan kondisi jalan elevasi 15 derajat dan saat jalan menurun untuk mengisi daya sepeda listrik dengan kecepatan 5.556 meter per detik dengan asumsi massa pengendara 70 Kilogram diperlukan daya motor sebesar 160.278 Watt dan jika menggunakan panel surya 40 WP dan kapasitas baterai sebesar 468 Ampere, maka sepeda dapat menempuh jarak 11.23 Kilometer.

Pada tahun 2017 penelitian tentang analisa perhitungan energi listrik pada sepeda listrik *hybrid* pernah dilakukan Dhimas Satria, Rina Lusiani, Haryadi dan Imron Rosyadi[6]. Dalam analisis ini meliputi pemanfaatan energi listrik dan konsumsi energi listrik *hybrid* dengan hasil pengujian memanfaatkan energi yang terbuang pada sepeda listrik pada kecepatan 25 Kilometer per jam saat kondisi jalan datar dan daya listrik yang dihasilkan 9.36 Watt. Sedangkan dengan pemanfaatan energi pada kecepatan 20 Kilometer per jam saat kondisi jalan datar menghasilkan daya 8.16 Watt. Sedangkan pada kondisi jalan menurun pada kecepatan 15 Kilometer per jam menghasilkan sebesar 3 Watt dan pada kecepatan 10 Kilometer per jam mendapatkan daya tambahan sebesar 0.03 Watt. Untuk konsumsi energi listrik daya yang digunakan sepeda listrik *hybrid* pada jarak 25 meter dan waktu tempuh 12.83 detik adalah 87.61 Watt. Sedangkan untuk kondisi jalan datar pada kecepatan konstan 20 Kilometer per jam adalah 29.42 Watt. Sedangkan daya yang digunakan sepeda listrik *hybrid* pada jarak 25 meter dengan sudut kemiringan jalan 22 derajat pada kecepatan 5 kilometer per jam akan mengkonsumsi daya sebesar 483.85 Watt.

## 2.2 Tinjauan Teori

### 2.2.1 Baterai *lithium-ion*

Baterai *lithium-ion* merupakan sebuah alat yang banyak digunakan sebagai media penyimpanan pada perangkat elektrik. *Lithium-ion Battery* (LIB) mempunyai berbagai macam fitur seperti dapat menyimpan energi yang banyak, ukurannya kecil, dapat mengeluarkan tegangan yang tinggi, *output* yang baik dan *duty-cycle* yang lama membuat LIB sering banyak digunakan sebagai sumber tenaga DC. Selain itu, LIB merupakan salah satu yang paling aman digunakan untuk penggunaan kendaraan listrik [7].

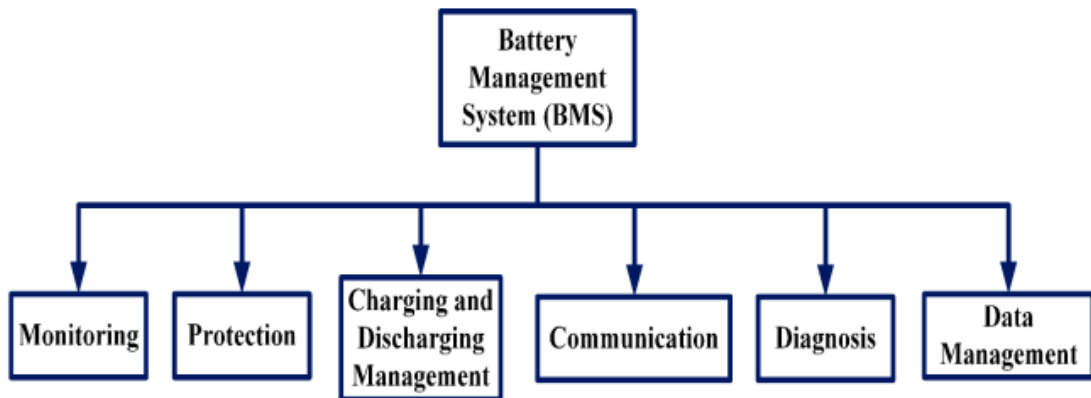


Gambar 2-1 Skema dalam baterai *lithium-ion*

Pengembangan LIB sendiri sekarang difokuskan untuk meningkatkan waktu penggunaan dan daya tahan dari baterai. Karena penurunan dari kualitas baterai dapat mengurangi keefektifan dari penggunaan baterai itu. Tetapi untuk sekarang penggunaan baterai LIB sendiri masih yang paling efektif untuk digunakan dalam kendaraan listrik[8].

### 2.2.2 Battery Management System (BMS)

Baterai merupakan sebuah alat yang sangat umum digunakan sebagai media penyimpanan pada sebuah kendaraan listrik. Performa dari baterai sendiri didasari pada saat baterai dihubungkan ke banyaknya beban. Maka disini dibutuhkan BMS untuk mengatur dari pengurangan daya dari baterai secara efektif. Pada umumnya, baterai merupakan alat yang aman untuk digunakan selain dari kegagalan sambungan atau laporan ledakan lainnya. Disini BMS berguna juga untuk untuk menjaga baterai agar tetap selalu terjaga keamanannya dan meningkat umur baterai [9].



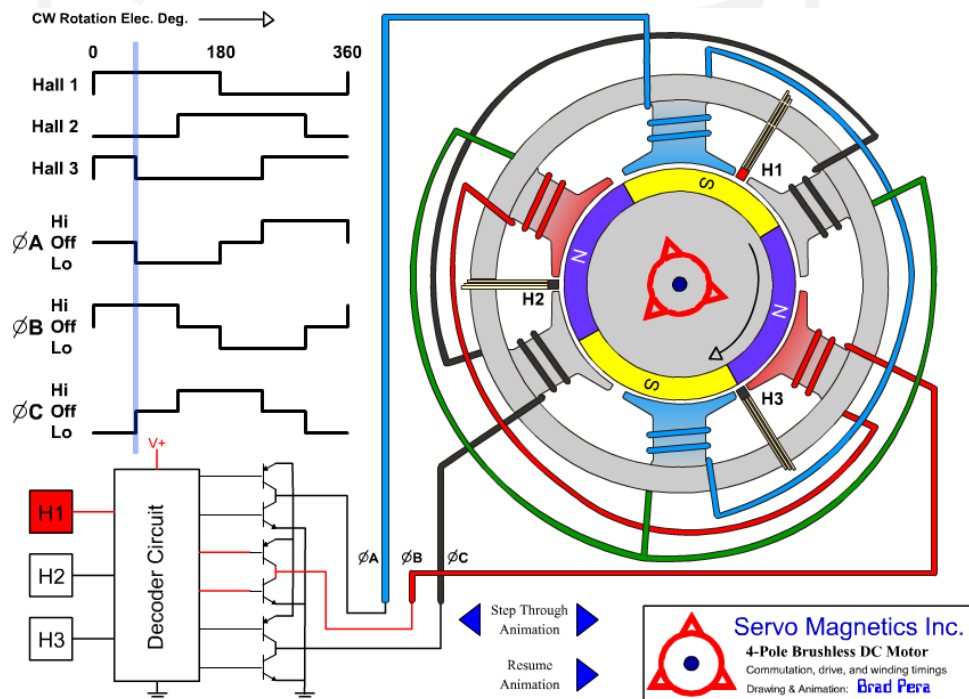
Gambar 2-2 Fungsi BMS

BMS terhubung secara internal maupun eksternal dan dapat mengkalkulasi dari besaran baterai, dengan mengukur performa dari voltase, tegangan dan arus serta temperatur yang ada pada baterai. BMS juga dapat mengukur perkiraan dari lama pengecasan baterai [10].



### 2.2.3 BrushLess DC (BLDC) Motor

BLDC merupakan jenis motor yang sangat umum digunakan sebagai control motor dan sering digunakan pada kendaraan. Pada komutator motor DC, polaritas arus diubah oleh komutator dan penghantar arus listrik (*brushes*). Biasanya motor BLDC digunakan dengan 3 fase inverter [11]. Motor BLDC memiliki efisiensi baik, handal dan umur yang lebih panjang dibanding jenis yang lainnya. BLDC juga mempunyai bagian rotor dengan magnet permanen dan stator dengan lilitan yang akan menghasilkan medan magnet. Sistem motor BLDC merujuk pada konsep rangkaian elektromekanik system penggerak yang tanggap dan hemat energi. Sistemnya dibangun melalui perpaduan dari elektrmekanik, rangkaian elektronika, system sensor dan rangkaian logika [12].

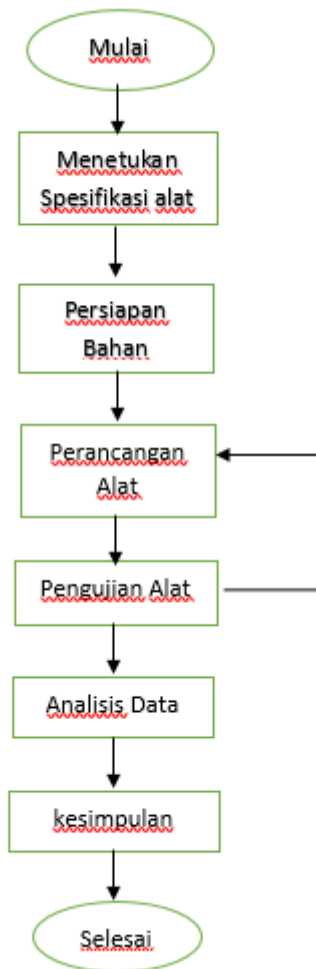


Gambar 2-3 Skema BLDC

### BAB 3

## METODOLOGI

Dalam merealisasikan Rancang Bangun Sepeda Listrik dengan menggunakan Motor Listrik BLDC digunakan beberapa proses. Proses tersebut dapat dilihat dalam gambar 3.1 dan dijelaskan pada Sub-Bab yang ada.



Gambar 3.1 Diagram

### 3.1 Menentukan Spesifikasi Alat

Dalam tahapan ini menentukan spesifikasi alat dengan cara mencari dan mempelajari beberapa jurnal yang terkait mengenai alat yang akan dibuat. Setelah mempelajari beberapa jurnal spesifikasi dan kegunaan alat baru dapat ditentukan.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat pendukung yang digunakan dalam penelitian Rancang Bangun Sepeda Listrik dengan menggunakan Motor Listrik BLDC ini terdiri dari *stopwatch* dengan menggunakan *handphone* untuk menghitung waktu dalam pengujian sepeda listrik ini. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

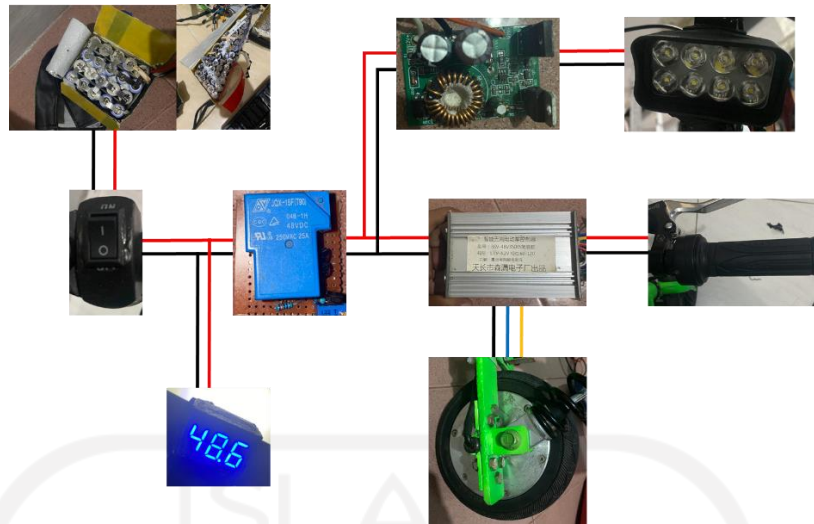
- Rangka sepeda
- Baterai Samsung ICR 18650
- *Battery Management System* (BMS)
- *BrushLess Direct Current* (BLDC) Motor
- Relay JQX – 15F (T90)

#### 3.2.1 Media Penyimpanan (Baterai)

Pada penelitian Rancang Bangun Sepeda Listrik dengan menggunakan Motor BLDC ini dalam sistem penyimpanan energi listrik dan sumber dayanya menggunakan baterai Samsung ICR 18650. Saat daya pada baterai ini sudah habis, baterai ini dapat diisi lagi. Pada baterai ini memiliki tegangan 3.7 Volt dan arus 2200 mAh. Penelitian ini membutuhkan media penyimpanan baterai dengan jumlah 65 buah. Pada 65 buah baterai ini memiliki penyusunan 13 dirangkai seri dan 5 dirangkai dengan cara paralel. Baterai yang dirangkai dengan cara seri akan menghasilkan tegangan yang bertambah dan arusnya tetap sama. Baterai yang dirangkai dengan cara paralel ini menghasilkan arus yang semakin naik dan tegangan yang tetap sama. Hasil dari penyusunan 65 baterai tersebut menghasilkan tegangan 48 Volt dan arus sebesar 11 *Ampere Hour* (AH).

### 3.3 Perancangan Alat

Pada sub bab ini perancangan sistem dijelaskan dengan menggunakan diagram .



Gambar 3-2 Diagram

Pada penelitian perancangan dan pembuatan sepeda listrik ini, sistem yang terdapat pada sepeda listrik yang pertama berasal dari baterai. Keluaran dari baterai yang sudah disusun akan dikumpulkan dahulu pada BMS, yang dimana pada BMS ini membuat keluaran dari baterai dapat seimbang dan tidak ada salah satu baterai yang mengeluarkan lebih banyak dan lebih sedikit. Setelah tegangan dan arus yang sudah ditentukan akan masuk kedalam kontroler, dari sini kontroler akan membagi-bagi kebutuhan tegangan dan arus ke berbagai macam kebutuhan lainnya. Terdapat keluaran yang dibutuhkan oleh motor dan sensor yang ada pada sepeda listrik. Sebelum keluaran kontroler untuk motor terdistribusikan, keluaran tersebut melewati relay dahulu agar pengamanan untuk motor dan juga dapat menjaga rangkaian elektronik lainnya.

### 3.4 Metode Analisis

Data yang dihasilkan pada pengujian alat sangat penting dalam proses analisa dan penelitian ini. Tujuan dari pengujian alat yaitu untuk mengetahui tingkat keberhasilan. Pada penelitian ini kecepatan 100% dengan kondisi jalan aspal datar. menggunakan 3 beban berat badan yaitu 50 kg, 55kg, 60kg.

#### 1. Pengujian Waktu Tempuh

Pengujian waktu tempuh dilakukan dengan cara menggunakan jarak 100 meter, yang dimana sepeda listrik tersebut dicatat waktu nya dari 0 – 100 meter.

#### 2. Pengujian Kecepatan Maksimum

Pengujian kecepatan maksimum ini didapatkan dengan cara perhitungan manual dengan rumus kecepatan, adapun rumus kecepatan tersebut :

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

$v$  = kecepatan (meter per detik atau m/s)

$s$  = jarak (meter atau m)

$t$  = waktu (*second* atau s)

### 3. Pengujian Penggunaan Baterai

Pengisian baterai dilakukan dengan mengisi baterai dari 0% hingga 100%. Pengujian penggunaan baterai dilakukan dengan cara menghitung waktu penggunaan baterai dari kapasitas baterai penuh dalam keadaan kecepatan penuh berkeliling sejauh 300 meter hingga kapasitas baterai kosong.



## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Percobaan Waktu Tempuh

Pada pengujian waktu tempuh pada percobaan sepeda dengan motor listrik BLDC ini dilakukan dengan cara menghitung dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil dari percobaan waktu tempuh dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Waktu Tempuh

Berat Badan (kg)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
55 kg	18.34 s	18.13 s	18.06 s
60 kg	20.13 s	20.21 s	20.12 s
65 kg	21.54 s	22.03 s	22.06 s

Tabel 4.2 Rata – Rata Waktu

Berat Badan (kg)	Waktu Rata - Rata
55 kg	18.17 s
60 kg	20.15 s
65 kg	21.87 s

Hasil percobaan terhadap waktu untuk menempuh jarak 100 meter dapat dilihat pada Tabel 4.1 yang dimana melakukan 3 kali percobaan. Terdapat juga 3 kategori berat badan untuk mengetahui perbedaan waktu tempuh. Pada berat badan 55 kg mendapatkan hasil percobaan rentang waktu tempuh 18.34 *second*, 18.13 *second* dan 18.06 *second*. Pada berat badan 60 kg mendapatkan hasil rentang waktu tempuh 20.13 *second*, 20.21 *second* dan 20.12 *second*. Pada berat badan 65 kg mendapatkan hasil percobaan rentang waktu tempuh 21.54 *second*, 22.03 *second* dan 22.06 *second*.

Pada Tabel 4.2 adalah hasil rata-rata dari rentang waktu percobaan terhadap 3 kategori beban untuk pengujian. Hasil rata-rata dari rentang waktu tempuh setiap kategori badan ini memiliki perbedaan. Pada berat badan 55 kg memiliki hasil rata-rata 18.17 *second*. Pada berat badan 60 kg memiliki hasil rata-rata 20.15 *second*. Pada berat badan 65 kg memiliki hasil rata-rata 21.87 *second*. Perbedaan 5 kg pada tiap kagetori beban dapat mempengaruhi waktu tempuh pada percobaan sepeda listrik. Perbedaan dari beban 55 kg terhadap 60 kg memiliki perbedaan waktu 1.98 *second*. Perbedaan dari beban 60 kg terhadap 65 kg memiliki perbedaan waktu 1.72 *second*.

## 4.2 Hasil Percobaan Kecepatan Maksimum

Pada tabel 4.3 dan 4.4 dapat dilihat hasil dari proses perhitungan kecepatan maksimum dan kecepatan rata-rata maksimum.

Tabel 4.3 Hasil Percobaan Kecepatan Maksimum

Berat Badan (kg)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
55 kg	5.45 m/s	5.51 m/s	5.53 m/s
60 kg	4.96 m/s	4.94 m/s	4.57 m/s
65 kg	4.64 m/s	4.53 m/s	4.53 m/s

Tabel 4.4 Hasil Rata – Rata Kecepatan Maksimum

Berat Badan (kg)	Rata-Rata Kecepatan
55 kg	5.05 m/s
60 kg	4.92 m/s
65 kg	4.58 m/s

Pada Tabel 4.3 adalah hasil percobaan kecepatan maksimum pada setiap kategori berat badan. Percobaan kecepatan maksimum ini juga dilakukan 3 kali percobaan pada setiap berat badan. Hasil ini adalah hasil perhitungan manual pada sub-bab tentang waktu tempuh. Hasil dari percobaan ini terlihat berbeda setiap kategori berat badan. Pada berat badan 55 kg memiliki hasil 5.45 m/s ; 5.51 m/s dan 5.53 m/s. Pada berat badan 60 kg memiliki hasil 4.96 m/s ; 4.94 m/s dan 4.57 m/s. Pada berat badan 65 kg memiliki hasil 4.64 m/s ; 4.53 m/s dan 4.53 m/s.

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 adalah hasil rata-rata dari kecepatan maksimum setiap kategori berat badan. Hasil dari kecepatan berat badan 55 kg adalah 5.05 m/s. Berat badan 60 kg memiliki hasil kecepatan 4.92 m/s. Berat badan 65 kg memiliki hasil kecepatan 4.58 m/s. Perbedaan selisih 5 kg berat badan pada tiap kategori memiliki hasil yang berbeda juga. Selisih kecepatan dari berat badan 55 kg terhadap 60 kg adalah 0.13 m/s. Selisih kecepatan dari berat badan 60 terhadap 65 kg adalah 0.34 m/s.

### 4.3 Hasil Penggunaan Baterai

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai hingga penuh memerlukan waktu pengisian selama 2 jam 26 menit. Penggunaan baterai juga dilakukan dengan menggunakan 3 kategori berat beban seperti pada hasil-hasil sebelumnya. Hasil penggunaan baterai dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4.5 Hasil Penggunaan Baterai

Berat Badan	Pengurangan Tegangan	Jarak Tempuh	Lama Penggunaan
55 kg	0.16 Volt	15 Kilometer	50 menit
60 kg	0.20 Volt	12 Kilometer	40.7 menit
65 kg	0.23 Volt	10.4 Kilometer	37.8 menit

Pada Tabel 4.5 adalah hasil dari penggunaan baterai. Pada uji coba ini tetap menggunakan tiga kategori berat badan. Setiap kategori berat badan berkendara saat baterai penuh hingga baterai tidak mampu lagi mengangkat motor listrik pada tegangan 42 Volt. Dapat dilihat pada berat beban 55 kg terdapat pengurangan baterai setiap 100 meternya 0.16 Volt. Jarak yang dapat ditempuh oleh sepeda listrik dengan berat badan 55 kg adalah 15 Kilometer. Lama penggunaan sampai baterai habis adalah 50 menit. Pada berat beban 60 kg terdapat pengurangan baterai 0.2 Volt setiap 100 meter. Jarak yang dapat ditempuh 12 Kilometer dan lama penggunaan baterai sampai habis adalah 40.7 menit. Pada berat badan 65 kg dapat mengurangi 0.23 Volt pada setiap 100 meternya. Mampu menempuh jarak 10.4 Kilometer dan dapat digunakan selama 37.8 menit.

Perbedaan 5 Kilogram berat badan dapat mempengaruhi kinerja baterai dan hasil lainnya. Hasil pengurangan baterai ini berbanding lurus dengan berat badan. Semakin tinggi angka berat badan, maka pengurangan tegangan juga memiliki nilai yang tinggi. Pada hasil jarak tempuh memiliki perbandingan terbalik terhadap berat badan. Semakin tinggi nilai berat badan maka nilai jarak tempuh semakin kecil. Begitupun pada lama penggunaan sepeda listrik tersebut yang juga memiliki perbandingan terbalik. Semakin tinggi nilai berat badan maka lama penggunaan semakin berkurang atau memiliki nilai yang menurun. Selisih perbedaan pengurangan tegangan dari berat beban 55 Kilogram dan 60 Kilogram adalah 0.04 Volt. Selisih perbedaan pada jarak tempuh pada beban 55 Kilogram dan 60 Kilogram adalah 3 Kilometer. Selisih lama penggunaan pada berat badan 55 Kilogram dan 60 Kilogram adalah 9.3 menit.



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian ini dapat mengkonfirmasi bahwa perancangan dan pembuatan sepeda listrik dapat dijadikan alternatif transportasi dengan jarak tempuh yang lumayan jauh. Penggunaan sepeda listrik dengan berat badan 55 Kilogram dapat menempuh jarak 15 Kilometer. Selain dari jarak tempuh, dengan berat badan 55 Kilogram ini sepeda listrik dapat digunakan selama 50 menit. Pada berat badan 60 Kilogram dapat menempuh jarak 12 Kilometer dan lama penggunaan 40.7 menit. Pada berat badan 65 Kilogram dapat menempuh jarak 10.4 Kilometer dan waktu lama penggunaan 37.8 menit. Sepeda yang bertenaga *BrushLess Direct Current* (BLDC) ini mampu melaju dalam kecepatan rentang 4.58 m/s hingga 5 m/s dengan berat badan antara 55 Kg dan 65 Kg. Sepeda listrik dengan rangka mini ini juga fleksibel dan mudah dibawa.

#### **5.2 Saran**

- Penelitian yang sama menggunakan rangka sepeda yang lebih besar dimensinya.
- Menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar.
- Mengembangkan dengan menambahkan panel surya atau generator tambahan agar pengurangan daya terhadap penggunaan lebih kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPKM, “Menjelajah Masa Depan dengan Mobil Listrik.” <https://www.bkpm.go.id/id/publikasi/detail/berita/menjelajah-masa-depan-dengan-mobil-listrik>
- [2] K. ESDM, “Masa Transisi Energi Menuju Net Zero Emission.” Masa Transisi Energi Menuju Net Zero Emission
- [3] CNN Indonesia, “Syarat Lengkap Pakai Sepeda Listrik Agar Tak Ditindak Polisi.” <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20220718113018-384-822807/syarat-lengkap-pakai-sepeda-listrik-agar-tak-ditindak-polisi>
- [4] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar, “Perancangan Sepeda Listrik Dengan Menggunakan Motor Dc Seri,” *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.33772/jfe.v4i2.6270.
- [5] R. H. Nainggolan B, Inaswara F, Pratiwi G, “Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel,” *Politeknologi*, vol. 15, no. 3, pp. 263–272, 2016.
- [6] D. Satria, R. Lusiani, Haryadi, I. Rosyadi, and A. Fauzi, “Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid,” *jurnail sains dan Teknol. Univ. Sultan Ageng Tirtayasa*, vol. 11, no. 1, pp. 9–19, 2017.
- [7] Y. S. Duh *et al.*, “Characterization on thermal runaway of commercial 18650 lithium-ion batteries used in electric vehicles: A review,” *J. Energy Storage*, vol. 41, no. July, p. 102888, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.102888.
- [8] A. Barré, B. Deguilhem, S. Grolleau, M. Gérard, F. Suard, and D. Riu, “A review on lithium-ion battery ageing mechanisms and estimations for automotive applications,” *J. Power Sources*, vol. 241, pp. 680–689, 2013, doi: 10.1016/j.jpowsour.2013.05.040.
- [9] K. W. E. Cheng, B. P. Divakar, H. Wu, K. Ding, and H. F. Ho, “Battery-management system (BMS) and SOC development for electrical vehicles,” *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 60, no. 1, pp. 76–88, 2011, doi: 10.1109/TVT.2010.2089647.
- [10] H. A. Gabbar, A. M. Othman, and M. R. Abdussami, “Review of Battery Management Systems (BMS) Development and Industrial Standards,” *Technologies*, vol. 9, no. 2, p. 28, 2021, doi: 10.3390/technologies9020028.
- [11] U. Vinatha, S. Pola, and KP Vittal, “Recent developments in control schemes of BLDC motors,” *Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Technol.*, vol. 1, pp. 477–482, 2006, doi: 10.1109/ICIT.2006.372247.
- [12] A. Basith, A. Ulinuha, M. Afan Muhlasin, and I. Shokhibul Khak, “Emitor: Jurnal Teknik Elektro Analisis Performa dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil Listrik Ababil,” vol. 18, no. 02, pp. 55–58.

## LAMPIRAN

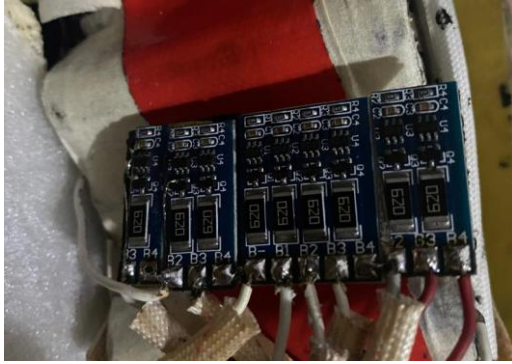
Lampiran 1 –Rincian biaya skripsi

Nama Barang	Total Barang	Harga Barang 1	Harga Barang Total
Rangka sepeda	1	Rp 90.000	Rp 90.000
Baterai Samsung ICR 18650	65	Rp 14.000	Rp 910.000
Battery Management System (BMC)	2	Rp 30.000	Rp 60.000
BrushLess Direct Current (BLDC) Motor	1	Rp 1.674.000	Rp 1.674.000
Relay JQX – 15F (T90)	1	Rp 15.000	Rp 15.000
<i>Controller</i>	1	Rp 175.000	Rp 175.000
<b>Jumlah</b>			<b>Rp 2.924.000</b>

Lampiran 2- Baterai



Lampiran 3 - Battery Management System (BMS)



Lampiran 4 – Controller



Lampiran 5 - BrushLess DC (BLDC) Motor



Lampiran 6 – Relay

