

PENGEMBANGAN SEPEDA LISTRIK DENGAN ENERGI  
SURYA SEBAGAI SARANA TRANSPORTASI AREA  
PERKOTAAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Otomotif  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

AHMAD KURNIAWAN                      343 18 003  
NOVALDI                                      343 18 025

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK OTOMOTIF  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “Pengembangan Sepeda Listrik dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkotaan” oleh Ahmad Kurniawan NIM 343 18 003 dan Novaldi NIM 343 18 025 diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

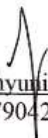
Makassar, 2021

Pembimbing I,



Dr. Eng. Arman, S.T., M.T.  
NIP. 19781231 200812 1 002

Pembimbing II,



Nur Wahyuni, S.T., M.T.  
NIP. 19790429 2008012 008

Mengetahui

Ketua Program Studi








Nur Wahyuni, S.T., M.T.  
NIP. 19790429 2008012 008

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tim penguji laporan tugas akhir telah menerima hasil laporan tugas akhir oleh mahasiswa Ahmad Kurniawan NIM 34318003, Novaldi NIM 34318025 dengan judul “Pengembangan Sepeda Listrik dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkotaan.”

Makassar, 30 September 2021

Tim Penguji Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir:

- |                                 |               |   |
|---------------------------------|---------------|---|
| 1. Dr. Ir. Simon Ka'ka, M.T.    | Ketua         | (  )  |
| 2. Yan Kondo, S.T., M.T.        | Sekretaris    | (  ) |
| 3. Yiyin Klistafani, S.T., M.T. | Anggota       | (  ) |
| 4. Ruswandi Djalal, S.T., M.T.  | Anggota       | (  ) |
| 5. Dr. Eng. Arman, S.T., M.T.   | Pembimbing I  | (  ) |
| 6. Nur Wahyuni, S.T., M.T.      | Pembimbing II | (  ) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt. Karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pengembangan Sepeda Listrik dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkotaan” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan dari 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. Prof. Ir. Muhammad Anshar, Ph. D. selaku direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang;
2. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin;
3. Ibu Nur Wahyuni, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Otomotif, sekaligus sebagai pembimbing II kami yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
4. Bapak Dr. Eng. Arman, S.T., M.T. sebagai pembimbing I yang telah mencurahkan perhatian dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini;
5. Pihak instansi Politeknik Negeri Ujung Pandang;
6. Dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Ujung Pandang;

7. Orang tua kami yang tak henti mendoakan kami;
8. Teman-teman seperjuangan kami;
9. Serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan ini.

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



Makassar,

2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hlm.
HALAMAN SAMBUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PENERIMAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR SIMBOL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
RINGKASAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	3
1.4 Tujuan Kegiatan dan Manfaat Kegiatan.....	3
1.4.1 Tujuan Kegiatan .....	3
1.4.2 Manfaat Kegiatan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian Pengembangan .....	5
2.2 Sepeda Listrik Tenaga Surya.....	5

2.3 Prinsip Kerja Sepeda Listrik Tenaga Surya .....	6
2.4 Komponen-komponen Sepeda Listrik Tenaga Surya.....	6
2.5 Menghitung Kecepatan .....	14
2.6 Menghitung Torsi .....	15
<b>BAB III METODE KEGIATAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	16
3.3 Bagan Alur .....	18
3.4 Wiring Diagram Kelistrikan Utama .....	19
3.5 Prosedur Pengerjaan .....	19
3.6 Prosedur Pengujian .....	21
3.7 Prosedur Pengoperasian .....	21
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Prosedur pengerjaan.....	23
4.2 Pengujian Kecepatan.....	27
4.3 Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Listrik .....	31
4.4 Waktu Tempuh Sepeda Listrik dalam 100 Meter .....	32
4.5 Pembahasan.....	34
4.6 Spesifikasi Sepeda Listrik .....	43
4.7 Komponen Material Sepeda Listrik .....	44
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

	Hlm.
Tabel 3.1 Peralatan yang digunakan ..	16
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan .....	17
Tabel 4.1 Spesifikasi dinamo BLDC sepeda listrik .....	28
Tabel 4.2 Perbandingan kecepatan laju sepeda listrik perhitungan dengan LCD.....	29
Tabel 4.3 Waktu pengisian baterai hingga penuh dengan panel surya .....	30
Tabel 4.4 Waktu pengisian baterai hingga penuh dengan aliran listrik rumahan .....	30
Tabel 4.5 Jarak dan waktu tempuh sepeda listrik .....	31
Tabel 4.6 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 1 .....	32
Tabel 4.7 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 2 .....	33
Tabel 4.8 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 3 .....	33
Tabel 4.9 Perbandingan kecepatan sepeda listrik .....	37
Tabel 4.10 Perbandingan kecepatan sepeda listrik .....	39
Tabel 4.11 Perbandingan jarak tempuh .....	41
Tabel 4.12 Spesifikasi sepeda listrik.....	43
Tabel 4.13 Komponen material sepeda listrik.....	44
Tabel 4.14 Perhitungan biaya <i>charger</i> baterai <i>lithium ion</i> .....	46



## DAFTAR GAMBAR

	Hlm
Gambar 2.1 Panel Surya .....	6
Gambar 2.2 Jenis MPPT .....	7
Gambar 2.3 Jenis PWM .....	7
Gambar 2.4 Hand Throttle .....	8
Gambar 2.5 Motor Listrik <i>Brushless</i> DC .....	9
Gambar 2.6 <i>Controller</i> .....	10
Gambar 2.7 Baterai Li-Ion .....	11
Gambar 2.8 BMS ( <i>Battery management system</i> ) .....	12
Gambar 2.9 Pedal Assist Sensor .....	14
Gambar 3.1 Bagan Alir .....	18
Gambar 4.1 Sepeda Listrik Dengan Posisi Panel Tertutup .....	22
Gambar 4.2 Sepeda Listrik Dengan Posisi Panel Terbuka .....	22
Gambar 4.3 Perbaikan Sistem Mekanik .....	23
Gambar 4.4 Pembuatan Rangka Panel .....	24
Gambar 4.5 Perakitan Panel Surya .....	24
Gambar 4.6 Perakitan Baterai .....	25
Gambar 4.7 Box Baterai .....	26
Gambar 4.7 Gambar Aplikasi Strava .....	27

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Nama	Satuan
v	Kecepatan	m/s
s	Jarak	Km
t	Waktu	S
T	Torsi	Nm
f	Gaya	N
R	Jari-jari	M
E	Tegangan	Volt
I	Arus	A
W	Berat	N
g	Gaya gravitasi	m/s <sup>2</sup>
M	Massa	Kg



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto-Foto Kegiatan.....	Hlm 50
Lampiran 2 Manual <i>Book</i> .....	54



## **Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana Transportasi Area Perkotaan**

### **RINGKASAN**

Telah dirancang sepeda listrik yang dapat menempuh jarak rata-rata 18 km dengan kecepatan rata-rata 35,4 km/jam dan waktu pengisian baterai selama 2,4 jam menggunakan listrik aliran rumah. Akan tetapi, jarak tempuh dari sepeda listrik tersebut masih kurang dalam menempuh jarak serta menyulitkan melakukan pengisian baterai pada saat bepergian. Sehingga upaya untuk mengembangkan sepeda listrik dengan meningkatkan jarak tempuh serta memudahkan melakukan pengisian saat bepergian yaitu dengan cara menambahkan baterai dan panel surya.

Pengembangan dilakukan dengan menggunakan baterai 48 Volt dan panel surya 35 WP (*Watt peak*) sebanyak 3 buah dengan masing-masing ukuran yang sama yaitu 65 x 35cm. Adapun variasi pengujian antara lain pengujian waktu pengisian baterai dengan listrik aliran rumah dan panel surya, pengujian jarak tempuh, dan pengujian kecepatan.

Berdasarkan variasi pengujian, hasil yang diperoleh dari pengujian pengisian baterai dengan listrik aliran rumah adalah 3 jam 7 menit, dan pengisian dengan panel surya 4 jam 38 menit, pengujian jarak tempuh adalah 39 km, dan pengujian kecepatan dengan jarak 100 meter adalah 25,5 km/ja

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan teknologi baik kendaraan tidak bermotor maupun kendaraan bermotor terus berkembang. Sebagai contoh, pada kendaraan bermotor, sepeda motor dan mobil pada mulanya menggunakan bensin untuk bahan bakar kini tersedia pula pilihan yang menggunakan energi listrik sebagai sumber penggerak. Pada kendaraan tidak bermotor, sepeda yang awalnya murni bergantung pada tenaga manusia sebagai penggerak kini tersedia pilihan sepeda listrik (*electric bike/e-bike*) yang menggabungkan energi listrik dan tenaga manusia sebagai penggerak (Bingah, 2013).

Kendaraan bahan baku alternative adalah kendaraan yang dapat beroperasi menggunakan bahan bakar selain bahan bakar fosil. Sebagai contoh kendaraan tersebut adalah kendaraan elektrik, kendaraan elektrik hibrida dan kendaraan energy surya. Karena beberapa faktor maka pengembangan kendaraan bahan bakar alternatif telah menjadi prioritas utama bagi pemerintah dan produsen di Indonesia ([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), diakses pada 6 februari 2021).

Sepeda listrik sangat cocok apabila diterapkan sebagai salah satu kendaraan yang ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, antara lain adalah (1) Indonesia beriklim tropis dan panas, (2) Sepeda listrik sangat cocok dipakai oleh pengguna yang tinggal di daerah kabupaten atau kota untuk bekerja dengan jarak

tempuh maksimal, (3)Sepeda Listrik aman bagi lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang (Beny Setiawan, 2012).

Pada tugas akhir sebelumnya telah dirancang sepeda listrik untuk area perumahan dan perkantoran dengan sistem *portable* yang dibuat menggunakan *frame downtable*. Sepeda listrik tersebut dapat menempuh jarak rata-rata 18 km dengan kecepatan rata-rata 35,4 km/jam dan waktu pengisian baterai selama 2,4 jam menggunakan listrik aliran rumah (Jamal,Shuaib dkk. 2020).

pada pengembangan selanjutnya penulis berusaha untuk meningkatkan jarak tempuh sepeda listrik yang dimana baterai dari sepeda listrik tersebut akan ditambah, serta panel surya sebagai sumber listrik utama guna memudahkan melakukan pengisian baterai saat bepergian serta menggunakan listrik jaringan rumah sebagai opsi kedua untuk mengisi baterai pada saat cuaca tidak mendukung untuk melakukan pengisian melalui panel surya.

Berdasarkan hal diatas, maka penulis ingin mengembangkan sebuah Tugas Akhir dengan judul “PENGEMBANGAN SEPEDA LISTRIK DENGAN ENERGI SURYA SEBAGAI SARANA TRANSPORTASI AREA PERKOTAAN”

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana merancang sepeda listrik bertenaga surya sehingga mencapai jarak tempuh diatas 30 km?
2. Bagaimana cara merangkai panel surya guna memudahkan melakukan pengisian baterai saat bepergian?
3. Bagaimana pengujian sepeda listrik bertenaga surya?

## **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

1. Pengembangan sepeda listrik menggunakan panel surya sebagai sumber pengisian baterai.
2. Membandingkan pengisian baterai dengan pengisian dari aliran listrik rumahan dan panel surya.
3. Panel surya yang digunakan berjumlah 3 buah
4. Penambahkan baterai 48 volt.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan**

### **1.4.1 Tujuan Kegiatan**

1. Meningkatkan jarak tempuh sepeda listrik bertenaga surya
2. Memudahkan melakukan pengisian baterai pada saat bepergian
3. Mengetahui jarak tempuh dan pengaruh pengisian baterai sepeda listrik bertenaga surya.

### 1.4.2 Manfaat Kegiatan

Manfaat dari penulis tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan mengenai perancangan, perakitan, dan pengujian sepeda listrik bertenaga surya.
2. Mahasiswa dapat mengetahui prinsip kerja dari sepeda listrik serta dapat merangkai sistem kelistrikan sepeda listrik.





## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian Pengembangan**

Menurut Seels & Richey (Alim Sumarno, 2012) pengembangan berarti proses menterjemahkan atau menjabarkan spesifikasi rancangan kedalam bentuk fitur fisik. Pengembangan secara khusus berarti proses menghasilkan bahan-bahan pembelajaran. Sedangkan menurut Tessmer dan Richey (Alim Sumarno, 2012) pengembangan memusatkan perhatiannya tidak hanya pada analisis kebutuhan, tetapi juga isu-isu luas tentang analisis awal-akhir, seperti analisis kontekstual. Pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk berdasarkan temuan-temuan uji lapangan.

Dari pendapat para ahli di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengembangan merupakan suatu usaha yang dilakukan secara sadar, terencana, terarah untuk membuat atau memperbaiki, sehingga menjadi produk yang semakin bermanfaat untuk meningkatkan kualitas sebagai upaya untuk menciptakan mutu yang lebih baik.

### **2.2 Sepeda Listrik Tenaga Surya**

Sepeda listrik tenaga surya merupakan sepeda berenergi listrik yang menggunakan sel surya sebagai sumber energi. Dalam sistem ini, sinar matahari dikonversi menjadi listrik untuk disimpan pada baterai kemudian digunakan untuk menggerakkan roda dari sepeda listrik. Sepeda listrik dengan menggunakan sel surya ini menggabungkan dua teknologi yang biasanya digunakan dalam sepeda

yaitu, otomotif dan energi alternatif. Sepeda listrik tenaga surya adalah kendaraan yang ramah lingkungan karena sumber tenaga yang digunakan tidak berasal dari bahan bakar fosil melainkan dari sinar matahari yang diserap oleh panel surya dan disimpan oleh baterai yang dikontrol *solar charge controller* (Syamsuri dkk, 2017).

### 2.3 Prinsip kerja Sepeda Listrik Tenaga Surya

Prinsip kerja dari sepeda listrik tenaga surya sangat sederhana yaitu, panel surya sebagai penangkap energi disimpan oleh baterai yang dikontrol *solar charge controller* kemudian baru digunakan sebagai daya untuk menghidupkan motor arus searah. Sementara untuk mengatur kecepatan sepeda dikontrol dengan *Pulse Width Modulation* (PWM). Dari motor arus searah tersebut diatur dengan PWM yang akan mengontrol kecepatan sepeda ketika berjalan.

### 2.4 Komponen-komponen Sepeda Listrik Tenaga Surya

#### a. Panel Surya



Gambar 2.1 Panel Surya

Panel surya. Panel surya adalah sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan

menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Energi listrik yang dihasilkan akan disimpan kedalam sebuah baterai. Panel surya memiliki 3 jenis yaitu *monocrystalline*, *polycrystalline*, dan film tipis yang masing-masing jenis panel surya tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu menggunakan panel jenis *monocrystalline* dikarenakan tingkat efisiensinya lebih tinggi, ketahanan suhu yang baik pada suhu tinggi dibandingkan dengan jenis *polycrystalline*. Adapun spesifikasi panel surya yang akan digunakan yaitu 35 WP (*Watt Peak*), merk ST SOLAR, model mono, *Current at Pmax* 1,97A, *voltage at Pmax* 17,8V, *open circuit voltage* 21,8V, *Short-circuit current* 2,14A.

b. *Solar Charge Controller (SCC)*



Gambar 2.2 Jenis MPPT



Gambar 2.3 Jenis PWM

Pada umumnya ada 2 jenis *Solar charge controller* yaitu MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) dan PWM (*Pulse Width Modulation*). Fungsinya kurang lebih sama yaitu mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*; mengatur arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge*; dan

overloading, monitoring temperatur baterai. Akan tetapi, jenis MPPT harganya cenderung lebih mahal karena dapat digunakan untuk skala besar dan PWM harganya lebih murah Karena diperuntukkan untuk skala kecil. (Nainggolan dkk, 2016).

c. *Hand Throttle*



Gambar 2.4 *Hand Throttle*

*Hand Throttle* merupakan metode untuk mengendalikan kecepatan sepeda listrik. *Throttle* memiliki fungsi sama halnya motor biasa, saat memutar gas sepeda akan bergerak. Sistem *Pedal Assist* dan *Hand Throttle* memiliki beberapa perbedaan. Berbagai jenis *Throttle* sebagian besar berbeda fisik yang tidak mempengaruhi fungsinya.

d. Motor Listrik *Brushless* DC



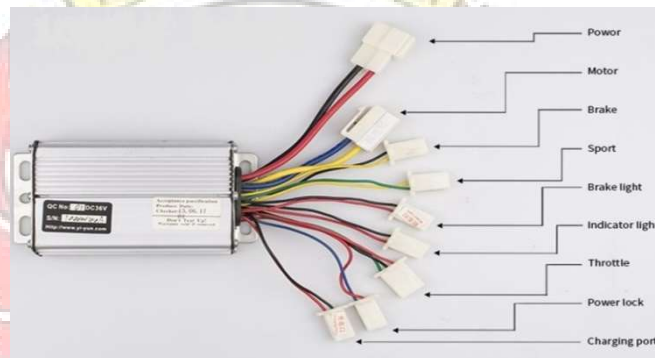
Gambar 2.5 Motor Listrik *Brushless* DC

Motor arus searah adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan searah untuk menjalankannya. Pada umumnya motor jenis ini menggunakan sikat dan mengoperasikannya sangat mudah tinggal dihubungkan dengan sumber DC sehingga motor langsung bekerja. Jenis motor ini memerlukan perawatan pada sikatnya serta banyak terjadi rugi tegangan pada sikat. Sehingga pada era sekarang ini motor DC dikembangkan tanpa menggunakan sikat yang dikenal dengan Motor BLDC (*Brushless Direct Current Motor*). *Brushless* DC Motor termasuk kedalam jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama.

Cara kerja pada motor BLDC cukup sederhana, yaitu magnet yang berada pada poros motor akan tertarik dan terdorong oleh gaya elektromagnetik yang diatur oleh *driver* pada motor BLDC. Pada prinsip dasar medan magnet adalah kutub yang sama akan saling tolak menolak sedangkan apabila berlainan kutub maka akan tarik menarik. Jadi jika kita

mempunyai dua buah magnet dan menandai satu sisi magnet tersebut dengan *north* (utara) dan yang lainnya *south* (selatan), maka bagian sisi *north* akan coba menarik *south*, sebaliknya jika sisi *north* magnet pertama akan menolak sisi *north* yang kedua dan seterusnya apabila kedua sisi magnet mempunyai kutub yang sama.

e. *Controller*



Gambar 2.6 *Controller*

*Controller* merupakan salah satu komponen sistem pengaturan yang berfungsi mengolah sinyal umpan balik dan sinyal masukan acuan (*setpoint*) atau sinyal *error* menjadi sinyal kontrol. Sinyal *error* disini adalah selisih antara sinyal umpan balik yang dapat berupa sinyal keluaran *plant* sebenarnya atau sinyal keluaran terukur dengan sinyal masukan acuan (*setpoint*).

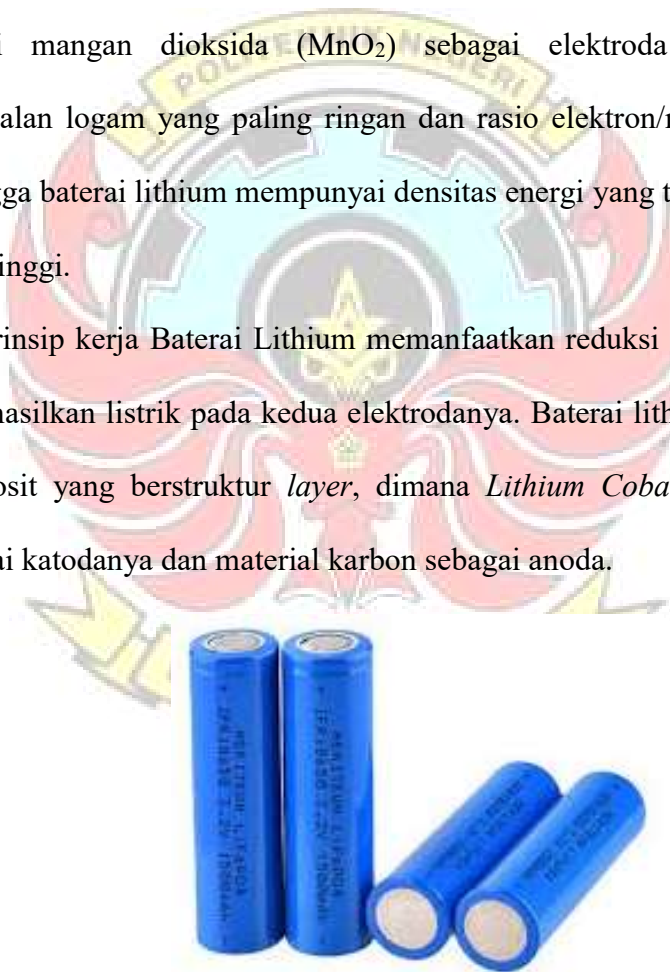
Pada motor BLDC, *controller* berfungsi untuk mengatur arus masukan yang harus dialirkan ke kumparan stator untuk dapat menimbulkan medan elektromagnet yang sesuai untuk memutar rotor. Hal inilah yang menjadi

pembeda dengan motor DC konvensional, dan menggantikan kerja komutasi mekanisnya.

f. Baterai Lithium-ion

Baterai lithium-ion merupakan baterai yang menggunakan logam lithium atau paduan lithium sebagai elektroda negatif (anoda) dan material lain seperti mangan dioksida ( $\text{MnO}_2$ ) sebagai elektroda positif. Lithium merupakan logam yang paling ringan dan rasio elektron/massa paling besar sehingga baterai lithium mempunyai densitas energi yang tinggi dan tegangan yang tinggi.

Prinsip kerja Baterai Lithium memanfaatkan reduksi dan oksidasi untuk menghasilkan listrik pada kedua elektrodanya. Baterai lithium menggunakan komposit yang berstruktur *layer*, dimana *Lithium Cobalt Oxide* ( $\text{LiCoO}_2$ ) sebagai katodanya dan material karbon sebagai anoda.



Gambar 2.7 Baterai Li-Ion

Baterai *Lithium-Ion* terdiri dari Anoda, Elektrolit, Separator dan Katoda. Pada umumnya, katoda dan anoda terdiri dari dua bagian, yaitu material aktif sebagai keluar masuknya *ion lithium* dan pengumpul elektron sebagai *collector current*.

Prinsip kerja baterai *Lithium-Ion* adalah ketika Anoda dan Katoda terhubung maka elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda, dan listrik pun mulai mengalir. Di bagian dalam baterai terjadi sebuah proses pelepasan ion lithium pada anoda, kemudian ion tersebut akan berpindah menuju katoda melalui elektrolit. Di bagian katoda bilangan oksidasi *kobalt* berubah dari 4 menjadi 3. Hal ini dikarenakan adanya elektron dan *ion lithium* yang masuk dari anoda sedangkan untuk proses pengisian berbanding terbalik dari proses ini.

g. BMS (*Battery managemen system*)



Gambar 2.8 BMS (*Battery managemen system*)



*Battery management system* (BMS) adalah perangkat yang digunakan untuk menyeimbang, pemantauan dan proteksi pada baterai yang disusun secara seri atau baterai susun. BMS dilengkapi dengan *passive cell balancing*, sensor tegangan setiap baterai, sensor arus, sensor suhu, Rangkaian proteksi untuk memutus arus.

*Battery Management systems* (BMS) adalah sebuah sistem teknologi yang berfungsi memaksimalkan masa pakai baterai pack. Sangat disarankan agar semua kendaraan listrik atau baterai bank PLTS bertenaga baterai dipasang BMS. Tujuannya adalah untuk memastikan baterai tetap berada dalam parameter kerja idealnya. Beberapa kimia baterai (seperti asam timbal) cukup toleran terhadap salah penggunaan, tetapi lithium serta NiMH keduanya dapat rusak secara permanen oleh satu insiden salah pakai seperti pengisian berlebih (*over charging*), *over discharging*, atau pemanasan berlebih.

h. PAS (*Pedal Assist Sensor*)



Gambar 2.9 *Pedal Assist Sensor*

Sistem *Pedal Assist* merupakan metode untuk mengendalikan kecepatan sepeda listrik. *Pedal Assist* biasanya bekerja dengan sensor yang dipasang di braket bawah, cara kerjanya sendiri *pedal assist* akan mengikuti irama kayuhan sepeda kita saat dikayuh *electric* motor akan otomatis membantu sehingga kayuhan sepeda akan lebih ringan.

Jenis yang *Pedal Assist* yang paling umum terdiri dari cicin magnet yang dipasang pada engkol pedal dan sensor yang dipasang pada braket bawah. Saat dikayuh, sensor membaca kecepatan mengayuh. Semakin cepat pedal, semakin cepat *controller* akan membuat motor berputar.

## 2.5 Menghitung Kecepatan

Untuk menghitung kecepatan gerak dapat diselesaikan dengan rumus dibawah ini:

$$v = s/t$$

Keterangan:

$v$  = Kecepatan [m/s]

$s$  = Jarak [m]

$t$  = Waktu [s]

## 2.6 Menghitung Torsi

Hasik kali gaya dengan lengan gaya disebut momen gaya atau torsi dengan lambing T. Torsi menyebabkan sistem berputar, besar torsi dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$T = F \times r$$

Keterangan:

$T$  = Torsi [Nm]

$F$  = Gaya [N]

$r$  = Jari-jari [m]



## BAB III METODE KEGIATAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Pelaksanaan proses prancangan dan perkitan sepeda listrik tenaga surya ini dilaksanakan di bengkel Teknik Otomotif Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu pelaksanaan dimulai bulan Juli sampai bulan september 2021.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Dalam proses pembuatan alat tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa alat dan bahan. Berikut ini merupakan alat-alat yang dipergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 peralatan yang digunakan

Nama Alat	
Mesin las	Kunci pas ring 7,10,14
Gurinda tangan	Tang
Bor listrik	Obeng
Solder	Gunting
Gergaji besi	Penggaris siku
Water pass	Lem tembak
Multimeter	Kuas

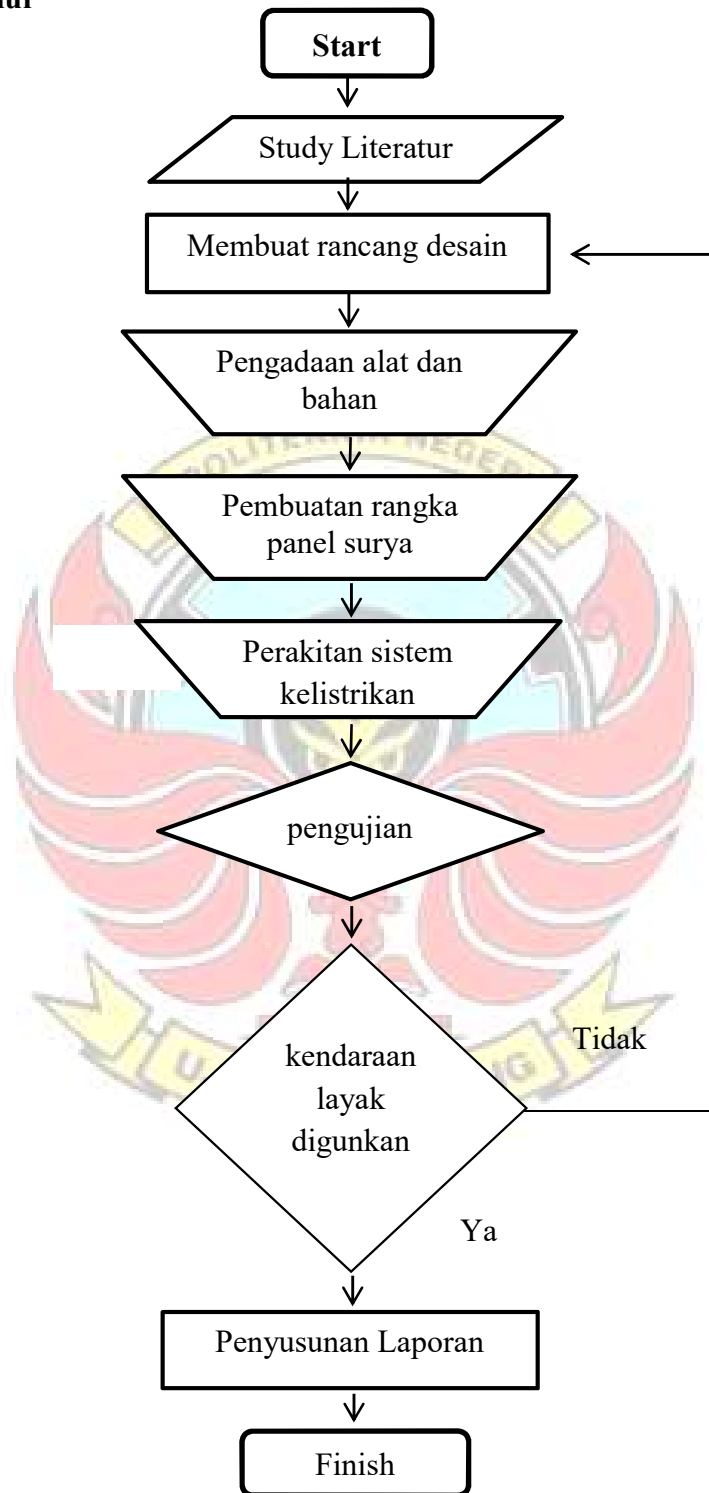
### 3.2.2 Bahan

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini, penulis menggunakan beberapa bahan habis pakai yang dipergunakan dalam proses pembuatan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 bahan yang digunakan

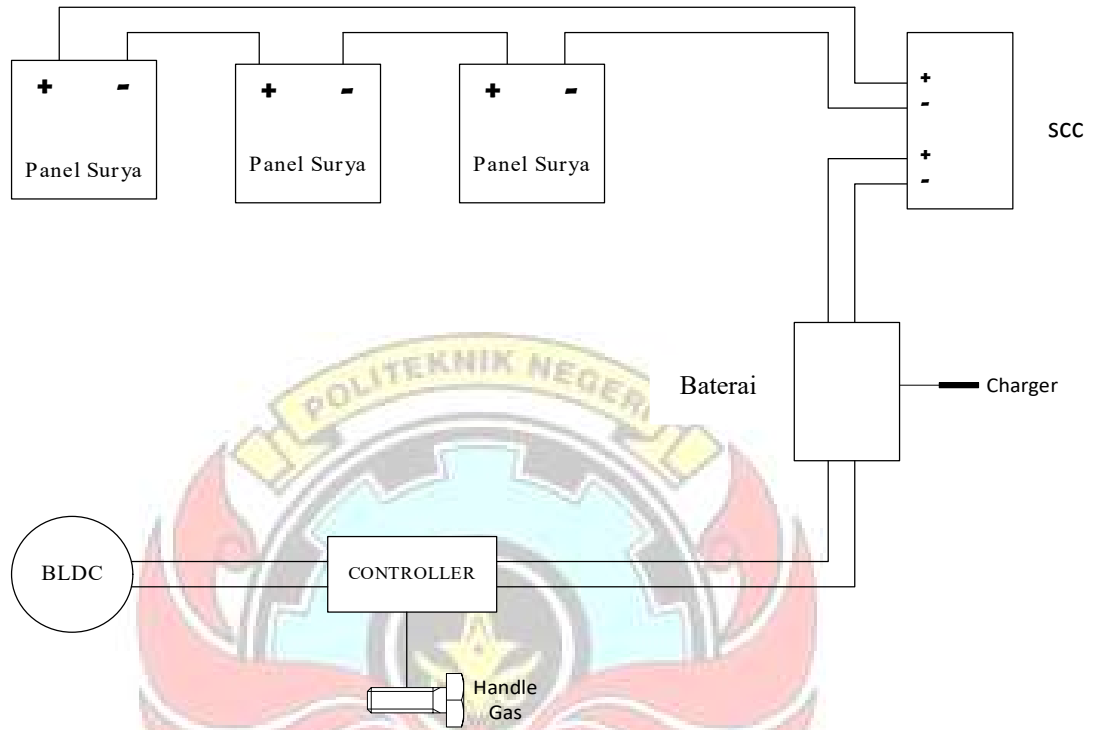
<b>Nama Bahan</b>	
Panel surya	Kertas gosok
Baterai <i>lithium-ion</i>	Baut dan mur
<i>Solar charger controller</i>	Akrilik
Baterai <i>management system</i>	Engsel
Elektroda	Hidrolik
Mata bor	Timah solder
Mata gerinda	Solasi listrik
Kabel	Kabel
Cat	Tali tis
Pilox	Konektor kabel
Ban sepeda	Plat nikel
<i>Bracket</i>	Cairan <i>flux</i>

### 3.3 Bagan Alur



Gambar 3.1 Bagan Alir

### 3.4 Wiring Diagram Kelistrikan Utama



### 3.5 Prosedur pengerjaan

Adapun proses pengerjaan dalam Pengembangan Sepeda Listrik Tenaga Surya dilakukan secara bertahap diantaranya adalah perbaikan sistem mekanik, perakitan panel surya, dan proses perakitan sistem kelistrikan.

#### 3.3.1 Perbaikan sistem mekanik

Perbaikan sistem mekanik dilakukan dengan tujuan agar sepeda kembali beroperasi dengan normal sebelum dilakukan penambahan sistem kelistrikan.

Perbaikan dilakukan dengan beberapa tahap antara lain mengganti ban luar, menambah angin ban, memperbaiki sistem rem, dan membersihkan frame sepeda.

### 3.3.2 Perakitan panel surya

Pada rangkaian pengisian baterai menggunakan 3 buah panel. Ketiga panel surya tersebut dihubungkan dengan *controller* surya yang berfungsi untuk mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.

Cara menempatkan panel surya adalah dengan cara memasang panel surya ke dudukannya yang dimana dudukan tersebut berada pada bagian belakang sepeda

### 3.3.3 Proses Perakitan Sistem Kelistrikan

Proses perakitan sistem kelistrikan adalah merangkai komponen-komponen kelistrikan sehingga sistem kelistrikan dapat dioperasikan. Komponen-komponen yang akan dirangkai adalah :

1. Panel surya
2. Baterai
3. *Solar Charge Controller (SCC)*
4. Lampu penerangan



### 3.6 Prosedur pengujian

Setelah melakukan Perakitan Sepeda Listrik Tenaga Surya selanjutnya akan diadakan prosedur pengujian dimana kita akan mengetahui jarak dan kecepatan maksimal yang dapat ditempuh dengan beban tertentu.

Pengujian jarak yang dapat ditempuh dengan beban tertentu dilakukan dengan mengendarai sepeda listrik dengan satu orang pengemudi dan menghitung jarak maksimal yang dapat ditempuh sampai baterai habis terpakai.

Pengujian kecepatan maksimal dilakukan dengan cara mengendarai sepeda listrik tenaga surya dengan satu orang pengemudi dengan kecepatan maksimal atau *handle* gas diputar penuh dan melihat *speedometer* kecepatan maksimal yang dapat dicapai oleh sepeda listrik tenaga surya.

### 3.7 Prosedur Pengoperasian

Langkah terakhir pada Pengembangan Sepeda Listrik tenaga surya ialah proses pengoperasian kendaraan pada lokasi yang disesuaikan pada kendaraan yakni area perkotaan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian alat yang selanjutnya akan di analisa, hal ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dan untuk mengetahui kemampuan alat yang direncanakan apakah bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan berjalan sesuai dengan teori yang direncanakan.

Dari hasil rancangan dan pembuatan sepeda listrik (*electric bike*) ini mempunyai hasil yang tampak pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4.1 Sepeda dengan Posisi Panel Tertutup



Gambar 4.2 Sepeda dengan Posisi Panel Terbuka

#### 4.1 Prosedur Pengerjaan

Hasil prosedur pengerjaan sepeda listrik yang dilakukan secara bertahap adalah sebagai berikut :

##### 1. Perbaiki Sistem Mekanik

Perbaikan sistem mekanik dimulai dari pemeriksaan komponen-komponen yang mengalami kerusakan. Setelah dilakukan pemeriksaan ternyata ban roda depan dan belakang sudah mulai keropos yang diakibatkan oleh faktor usia pemakaian sehingga kedua ban tersebut diganti dengan yang baru serta sekaligus dilakukannya penyetelan pada rantai sepeda dan rem belakang.



Gambar 4.3 Perbaikan Sistem Mekanik

Hasil dari perbaikan sistem mekanik sepeda dapat beroperasi dengan normal. Mulai dari kondisi ban, Sistem rem, rantai, dan gir sepeda.

##### 2. Pembuatan rangka panel surya

Rangka panel dibuat menggunakan besi holo yang kemudian dibentuk sesuai ukuran panel dengan panjang 65 cm dan lebar 35 cm, pada rangka

bagian samping dibuatkan dudukan hidrolik yang berfungsi sebagai tempat hidrolik tersebut bertumpu.



Gambar 4.4 pembuatan rangka panel

### 3. Perakitan panel surya

Panel surya terdiri dari 3 buah dengan masing-masing ukuran yang sama yaitu panjang 65 cm dan lebar 35 cm. 1 buah panel surya dipasang tepat diatas rangka panel surya dengan posisi terlentang dan 2 diantaranya dipasang pada bagian samping kanan dan kiri yang diikat oleh engsel sehingga panel dapat tertutup dan terbuka serta dipasangkan hidrolik sebagai penahan saat panel dalam keadaan terbuka.



Gambar 4.5 perakitan panel surya

#### 4. Perakitan Baterai

Perakitan baterai dimulai dari menyusun 52 baterai, 4 buah baterai disusun secara paralel untuk menaikkan ampere sehingga menjadi 13 sell. Baterai kemudian dihubungkan menggunakan solder dan plat nikel, 13 sell baterai dihubungkan secara seri untuk menaikkan tegangan dan dilanjutkan dengan memasang *Baterai Management System (BMS)*. Setelah itu, baterai yang telah dirakit dilanjutkan dengan menggabungkan baterai yang baru dengan baterai yang lama pada penelitian sebelumnya dengan menghubungkannya secara paralel untuk menaikkan arus pada baterai dengan tegangan yang tetap.



Gambar 4.6 Rangkaian Baterai 48V

Hasil dari perakitan baterai, voltase sebesar 48V dan ampere sebesar 13 A.

#### 5. Pembuatan Box Baterai

Box baterai terbuat dari akrilik yang memiliki ketebalan 5 mm dan dibentuk menjadi box yang memiliki panjang 30 cm, lebar 20 cm dan

tinggi 10 cm . Box baterai tersebut juga sebagai tempat untuk kontrol motor BLDC dan box baterai tersebut ditempatkan di belakang tepat dibawah panel surya bagian tengah lalu diberi plat dan baut panjang sebagai pengikatnya.



Gambar 4.7 Box Baterai

Hasil dari pembuatan box baterai, baterai tersimpan dengan rapi dan tidak goyang

#### 6. Perakitan Sistem Kelistrikan

Perakitan sistem kelistrikan dimulai dengan penempatan panel surya, penempatan *Solar Charge Controller* (SCC), penempatan baterai. Kemudian menghubungkan sistem kelistrikan dimulai dari panel surya, *Solar Charge Controller* (SCC), dan yang terakhir adalah baterai.

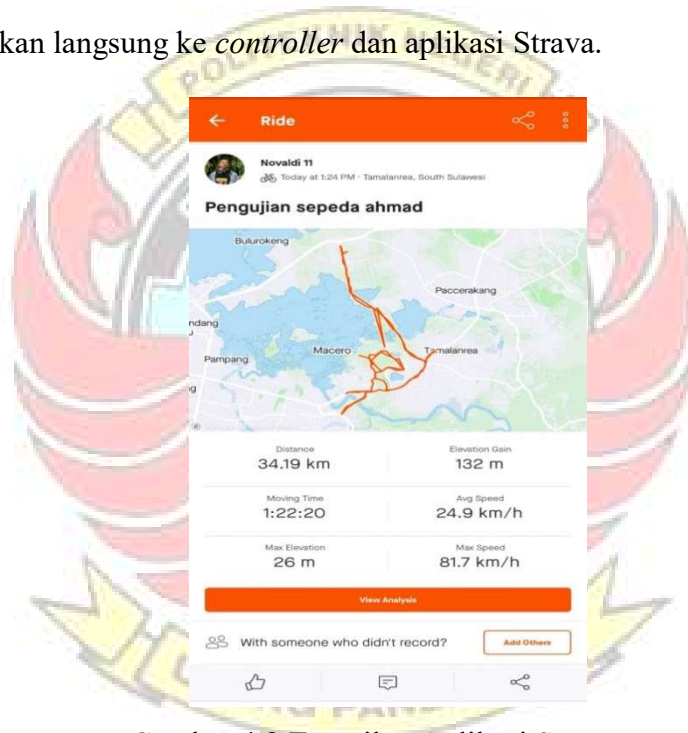
Perakitan Sistem kelistrikan tambahan berupa lampu penerangan, lampu tanda belok dan klakson terpisah dengan sistem kelistrikan utama, sumber sistem kelistrikan tambahan ini berasal dari baterai ?volt.



Hasil dari perakitan yaitu panel surya mengisi baterai yang dikontrol oleh *Solar Charge Controller* ( SCC) dan komponen tersebut berfungsi dengan normal.

## 4.2 Pengujian Kecepatan

Pengujian kecepatan putar dilakukan dengan menggunakan LCD yang dihubungkan langsung ke *controller* dan aplikasi Strava.



Gambar 4.8 Tampilan Aplikasi Strava

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kecepatan maksimal sepeda motor listrik tanpa beban maupun berbeban.

Table 4.1 Spesifikasi Dinamo BLDC Sepeda Listrik

Daya [Watt]	Tegangan [Volt]	Putaran [rpm]	Torsi [Nm]	Speed [km/jam]	Diameter [cm]
350	48	400	18	40	15

(Sumber : bogipower.com)

#### 4.2.1 Perhitungan kecepatan sepeda listrik

Sepeda listrik ini menggunakan prinsip hubungan roda sepusat serta telah dilengkapi dengan LCD yang menampilkan data-data berupa kecepatan, jarak tempuh, dan kapasitas baterai. Akan tetapi masih perlu dilakukan pengujian agar mendapatkan data nyata dari sepeda listrik. Berikut perhitungan kecepatan dari sepeda listrik dan data nyata.

##### a. Kecepatan motor sepeda listrik

Dengan diketahui putaran motor adalah 400 [rpm]

Menghitung kecepatan [rotasi/detik]

$$\text{Kec. Motor} = n / 60$$

$$= 400 \text{ rpm} : 60 \text{ s}$$

$$= 6,7 \text{ [rotasi/detik]}$$

Ini adalah kecepatan putaran poros sepeda listrik

##### b. Menghitung kecepatan putar roda

Dengan diketahui jari-jari roda depan = 27,5cm = 0,27m

$$\text{Kec. Putar roda} = 2\pi \times \text{kec. Motor} \times r$$



$$= 2\pi \times 3,14 \times 6,7\text{rps} \times 0,27\text{m}$$

$$= 11,51 \text{ [m/s]}$$

$$= 41,65 \text{ [Km/jam]}$$

Rumus yang didapat ini diperoleh dari persamaan roda sepusat.

Jadi kecepatan laju sepeda listrik tanpa beban adalah 41,65 [km / jam].

Table 4.2 Perbandingan kecepatan Laju Sepeda Listrik perhitungan dengan LCD

Kecepatan sepeda listrik	Putaran [rpm]	Perhitungan laju sepeda listrik tanpa beban	LCD	Kenyataan
Kecepatan 1 [48 Volt]	400	41,65 [km / jam]	42 [km/jam]	25,5 [km/jam]

#### 4.2.2 Pengujian Pengisian Baterai

Terdapat dua sistem Pengujian pengisian baterai yaitu menggunakan panel surya dan aliran listrik rumahan. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui perbandingan berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai hingga terisi penuh.

Langkah–langkah pengujian pengisian dengan panel surya baterai adalah sebagai berikut.

1. Soket kebel panel surya dihubungkan ke kabel *charging* baterai.
2. Membuka panel surya dan dibawa ke area yang terkena sinar matahari.
3. Menghidupkan *stopwatch* sesaat setelah panel terkena sinar matahari.

4. Mencatat data hasil pengukuran dengan tabel.

Tabel 4.3 Waktu pengisian baterai hingga penuh dengan panel surya

Jumlah baterai yang diisi	Tegangan pengisian dalam [Volt]	Waktu saat baterai terisi penuh dalam [Jam]	Arus pengisian [Ampere]
1	53,9	4,50	2
1		4,30	
1		4,35	
Rata-rata		4,38	

Langkah-langkah pengujian pengisian dengan aliran listrik rumahan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, yaitu *charger* 48V 2A, Ampere meter, alat indikator pengisian baterai, *stopwatch* dan baterai yang ada di dalam sepeda listrik.
2. Menghidupkan *stopwatch* sesaat setelah semuanya dirangkai.
3. Mencatat data hasil pengukuran dengan table

Tabel 4.4 Waktu pengisian baterai hingga penuh dengan aliran listrik rumahan

Jumlah baterai yang diisi	Tegangan pengisian dalam [Volt]	Waktu saat baterai terisi penuh dalam [Jam]	Arus pengisian [Ampere]
1	53,9	3,05	2
1		3,10	
1		3,08	
Rata-rata		3,07	

### 4.3 Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Listrik

Pengujian sepeda listrik ini dilakukan di jalan raya dan menggunakan aplikasi strava. Pengujian dilakukan dengan menaiki sepeda listrik dengan beban 1, beban 2, dan beban 3.

Langkah-langkah dalam pengujian daya tempuh sepeda listrik adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, yaitu meteran (aplikasi pengukur jarak dalam meter) dan sepeda listrik yang akan diuji.
2. Pengukuran dilakukan dengan beberapa variasi beban, yaitu pada beban 1, beban 2, dan beban 3.

Dengan menguji sepeda listrik diperoleh data pengukuran jarak tempuh sepeda listrik saat baterai terisi penuh sebagai berikut.

Tabel 4.5 Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Listrik

Variasi beban	Berat variasi beban [kg]	Berat Sepeda listrik [kg]	Jarak [km]	Waktu [jam]
Beban 1 (Ahmad)	49,5	35	34,19	1,22
Beban 2 (Novaldi)	51		49,23	1,56
Beban 3 (Ahmad)	49,5		36,06	1,47
Rata-rata	50		39,82	1,41

#### 4.4 Waktu tempuh sepeda listrik dalam 100 meter

Pengujian ini dilakukan di jalan raya yang datar sejauh 100 meter untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan. Pengujian dilakukan dengan menaiki sepeda listrik dengan beban 1, beban 2, dan beban 3.

Langkah-langkah dalam pengujian waktu tempuh sepeda listrik adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu sepeda listrik dan *stopwatch*
2. Pengukuran akan dilakukan 3 kali untuk setiap beban

Dengan menguji sepeda listrik maka akan diperoleh data waktu yang dibutuhkan sepeda listrik untuk menempuh jarak 100 meter

- Beban 1 (Ahmad)

Tabel 4.6 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 1

Tingkat percobaan	Jarak [m]	Beban [kg]	Waktu [detik]
Percobaan 1	100	49,5	13
Percobaan 2			13
Percobaan 3			12
Rata-rata			12,6

- Beban 2 (Novaldi)

Tabel 4.7 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 2

Tingkat percobaan	Jarak [m]	Beban [kg]	Waktu [detik]
Percobaan 1	100	51	13
Percobaan 2			14
Percobaan 3			14
Rata-rata			13,6

- Beban 3 (Fadhil)

Tabel 4.8 waktu tempuh sepeda listrik dalam menempuh jarak 100 meter pada beban 3

Tingkat percobaan	Jarak [m]	Beban [kg]	Waktu [detik]
Percobaan 1	100	61	16
Percobaan 2			17
Percobaan 3			17
Rata-rata			16,6

## 4.5 Pembahasan

Hasil pengujian alat, baik pengujian tiap diagram kotak maupun keseluruhan maka dapat diuraikan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan alat sebagai berikut ini:

### 4.5.1 Pembahasan pengisian baterai

Baterai memiliki kapasitas 13 [Ah]. Pada waktu pengisian, secara teori *charger* memberikan arus sebesar 2 [A] sesuai yang tertera dalam kemasan *charger*. Perhitungan secara teori adalah sebagai berikut.

- Menghitung waktu penuh baterai

$$t = \text{kapasitas baterai} / I$$

Keterangan

$t$  = waktu pada saat baterai terisi penuh

$I$  = Arus yang mengalir ke baterai

$$\begin{aligned} t &= 13 \text{ [Ah]} / 2 \text{ [A]} \\ &= 6,5 \text{ [jam]} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai hingga penuh menurut teori adalah 6,5 [jam], namun dalam kenyataannya waktunya berbeda yaitu rata-rata 3,07 [jam].

Hasil pengukuran secara teori dan kenyataan berbeda. Ini disebabkan oleh beberapa faktor berikut.

1. Transformator tidak ideal.
2. Resistansi dalam baterai
3. Karena dalam perhitungan arus diasumsikan konstan.
4. Adanya beban yang dapat menurunkan arus maupun tegangan keluaran *charger*.

#### 4.5.2 Pembahasan Kecepatan Sepeda Listrik

Disini akan dibahas mengenai kecepatan sepeda listrik berbeban. Dari hasil penelitian diatas dapat dihitung kecepatan sepeda listrik rata-rata dengan mengetahui jarak dan waktu yang ditempuh.

- Menghitung kecepatan rata-rata sepeda listrik

##### 1. Beban 1

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu untuk menempuh jarak tersebut.

$$v = 34,19 \text{ km} / 1,22 \text{ jam}$$

$$= 28 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 1 adalah 28 [km/jam].

## 2. Beban 2

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu untuk menempuh jarak tersebut.

$$V = 49,23 \text{ km} / 1,56 \text{ jam}$$

$$= 31,5 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 2 adalah 31,5, [km/jam].

## 3. Beban 3

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu untuk menempuh jarak tersebut.

$$v = 36,06 \text{ km} / 1,47 \text{ jam}$$

$$= 24,53 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 1 adalah 24,53 [km/jam].



Tabel 4.9 perbandingan kecepatan sepeda listrik

Variasi beban	Beban [kg]	Kecepatan tanpa beban [km/jam]	Kecepatan berbeban [km/jam]
Beban 1 (Ahmad)	49,5	42	28
Beban 2 (Novaldi)	51		31,5
Beban 3 (Ahmad)	49,5		24,53
Rata-rata			27,84

Perbedaan kecepatan sepeda listrik secara perhitungan dan kenyataan berbeda. Ini dikarenakan oleh beberapa faktor berikut:

1. faktor jalan yang tidak rata
2. Faktor beban
3. Faktor jalanan yang macet
4. faktor adanya tambahan pengisian panel surya selama diperjalanan.

#### 4.5.3 Pembahasan kecepatan tempuh sepeda listrik dalam 100 [m]

Sama dengan pembahasan diatas disini akan dibahas mengenai kecepatan sepeda listrik berbeban dalam 100 [m]. Dari hasil penelitian diatas dapat dihitung kecepatan sepeda listrik dengan mengetahui jarak dan waktu yang ditempuh.

1. Beban 1 (Ahmad)

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu rata-rata untuk menempuh jarak tersebut.

$$v = 100 \text{ m} / 12,6 \text{ s}$$

$$= 7,9 \text{ [m/s]}$$

$$= 28,4 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 1 untuk menempuh jarak 100 [m] adalah 28,4 [km/jam].

## 2. Beban 2 (Novaldi)

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu rata-rata untuk menempuh jarak tersebut.

$$v = 100 \text{ m} / 13,6 \text{ s}$$

$$= 7,4 \text{ [m/s]}$$

$$= 26,6 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 2 untuk menempuh jarak 100 meter adalah 26,6 [km/jam].

## 3. Beban 3 (Fadhil)

$$v = s/t$$

Keterangan

$v$  = kecepatan sepeda listrik

$s$  = jarak yang ditempuh sepeda listrik

$t$  = waktu rata-rata untuk menempuh jarak tersebut.

$$v = 100 \text{ m} / 16,6 \text{ s}$$

$$= 6[\text{m/s}]$$

$$= 21,6 [\text{km/jam}]$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 3 untuk menempuh jarak 100 meter adalah 21,6 [km/jam].

Tabel 4.10 perbandingan kecepatan sepeda listrik

Variasi beban	Beban [kg]	Kecepatan tanpa beban [km/jam]	Kecepatan berbeban [km/jam]	Kecepatan berbeban untuk 100 m [km/jam]
Beban 1 (Ahmad)	49,5	42	28	28,4
Beban 2 (Novaldi)	51		31,5	26,6
Beban 3 (Fadhil)	61		24,53	21,6
Rata-rata	68,8		28,01	25,5

Perbedaan kecepatan sepeda listrik dengan pemakaian penuh dan pemakaian 100 meter berbeda. Ini dikarenakan oleh beberapa faktor berikut:

1. Faktor jalan yang tidak rata
2. Faktor beban
3. Faktor start awal yang kurang sempurna

#### 4.5.4 Pembahasan Jarak Maksimal Sepeda Listrik

Keadaan baterai terisi penuh memiliki kapasitas 13 [Ah], yang artinya baterai memiliki cadangan energi listrik 13 ampere dalam satu jam.

Sedangkan rata-rata arus yang digunakan pada dinamo BLDC sebesar 7,2 [A].

Jadi perhitungannya adalah sebagai berikut.

- Menghitung waktu habis baterai bila digunakan terus menerus.

$$\begin{aligned} \text{Waktu habis baterai} &= \text{kapasitas baterai} / \text{ arus rata-rata} \\ &= 13 \text{ [Ah]} / 7,2 \text{ [A]} \\ &= 1,80 \text{ [jam]} \end{aligned}$$

Jadi waktu habis baterai digunakan terus menerus adalah 1,8 [jam].

Maka dapat dihitung dengan manual jarak maksimal beban 1, beban 2, dan beban 3.

- Beban 1

$$\begin{aligned} \text{Jarak max} &= \text{kecepatan beban 1} \times \text{waktu habis baterai} \\ &= 28 \text{ km} \times 1,80 \text{ jam} \\ &= 50,4 \text{ [km]} \end{aligned}$$

- Beban 2

$$\begin{aligned} \text{Jarak max} &= \text{kecepatan beban 2} \times \text{waktu habis baterai} \\ &= 31,5 \text{ km} \times 1,80 \text{ jam} \\ &= 56,7 \text{ [km]} \end{aligned}$$

- Beban 3

$$\begin{aligned} \text{Jarak max} &= \text{kecepatan beban 3} \times \text{waktu habis baterai} \\ &= 24,53 \text{ km} \times 1,80 \text{ jam} \\ &= 44,1 \text{ [km]} \end{aligned}$$

Table 4.11 Perbandingan jarak tempuh

Variasi Beban	Beban [kg]	Perhitungan [km]	Kenyataan [km]	Waktu perhitungan [jam]	Waktu Kenyataan [jam]
Beban 1 (Ahmad)	49,5	40,4	34,19	1,80	1,22
Beban 2 (Novaldi)	51	56,7	49,23		1,56
Beban 3 (Ahmad)	49,5	44,1	36,06		1,47
Rata-rata	50	34,3	39,82		1,41

Hasil pengukuran secara teori dan kenyataan berbeda. Ini disebabkan beberapa faktor berikut. Antara lain:

1. Faktor beban
2. Faktor jalan yang tidak rata
3. Daya yang hilang pada dinamo
4. Faktor tambahan pengisian dengan panel surya

#### 4.5.5 Pembahasan beban maksimal sepeda listrik

Disini akan dibahas berapa beban maksimal yang dapat di Tarik oleh sepeda listrik. Pada box dinamo tertulis bahwa motor listrik 350 W 48V memiliki torsi 18 Nm dan jari-jari 6,75 cm.

$$a. T = F \times r$$

Keterangan:

$$T = \text{Torsi [Nm]}$$

$$F = \text{Gaya [N]}$$

$$r = \text{Jari-jari [m]}$$

$$F = T / r$$

$$= 18 \text{ Nm} / 0,00675 \text{ r}$$

$$= 2.666 \text{ N}$$

$$b. F = m \times a$$

Keterangan:

$$F = \text{Gaya [N]}$$

$$m = \text{massa [Kg]}$$

$$a = \text{gaya gravitasi bumi [m/s}^2\text{]}$$

$$m = F / a$$

$$= 2.666 \text{ N} / 9,8 \text{ m/s}^2$$

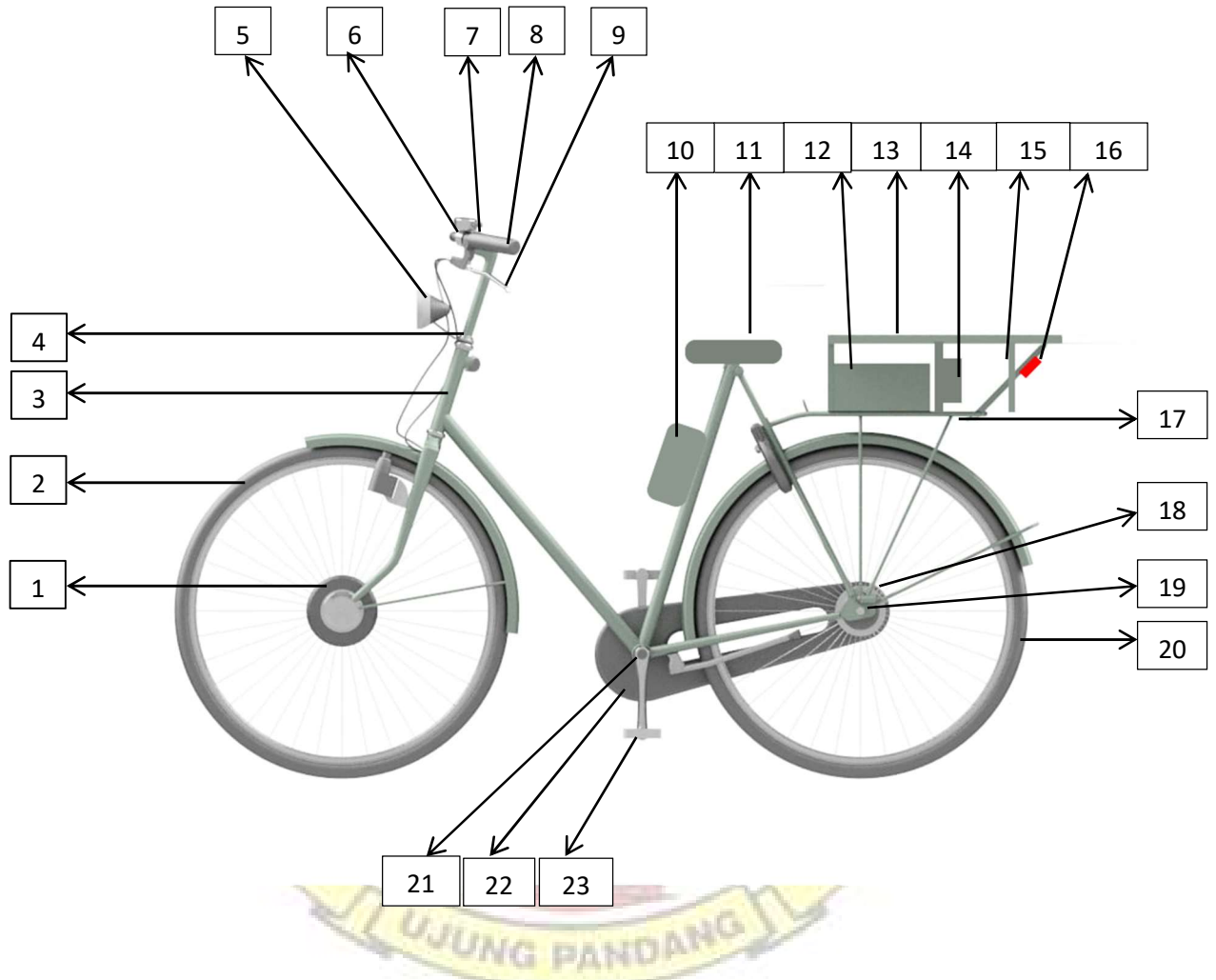
$$= 272 \text{ Kg}$$

## 4.6 Spesifikasi Sepeda Listrik

Tabel 4.12 Spesifikasi sepeda listrik

Model sepeda listrik	
Mamachari : <i>Float Mix Bicycle</i>	
Spesifikasi	
Suplai Tegangan	48V DC
Baterai	104 Buah 48V 13Ah
Motor	<i>Brushless 350W</i>
<i>Controller</i>	Universal BLDC 350W
Panel Surya	3 Buah 95 WP 66V
<i>Solar Charger Controller</i>	48V 60A
Estimasi Maksimal Kapasitas Beban	270 Kg
Estimasi Kecepatan	25,5 km/jam
Estimasi Berat Bersih kendaraan	35 Kg
Dimensi	Panjang :170 Cm
	Tinggi :115 Cm
Rangka	Tipe <i>Downframe</i>
<i>Charger</i>	48V 2A
Sistem Pengereman	V Break dan Rem Tromol
Transmisi	<i>Internal Hub gear</i>
Fitur	LCD Penampil kecepatan
	<i>Break Lamp indicator</i>
	<i>Power Lock</i>

#### 4.7 Komponen Material Sepeda Listrik



Tabel 4.13 Komponen Material Sepeda Listrik

No	Nama	Material (Bahan)	Jumlah
1.	Motor <i>E-bike</i> penggerak Depan 48V 350W	<i>Cast Alloy Stell</i>	1
2.	<i>Rim</i> dan Ban Belakang	<i>Stainless Steel</i>	1
3.	<i>Fork</i>	<i>Stainless Steel</i>	1



4.	<i>Handle Bar</i>	<i>Stainless Steel</i>	1
5.	Lampu	Plastik	1
6.	Klakson	Plastik	1
7.	LCD	Plastik	1
8.	<i>Grip/Trottle</i>	Plastik	1
9.	<i>Handle Rem</i>	Aluminium	2
10.	<i>Box Charger dan Tools</i>	Kain	1
11.	<i>Sadle</i>	Plastik	1
12.	Baterai dan Kontroler	Aluminium	1
13.	Panel Surya	Aluminium, polikristalin	3
14.	<i>Solar Charge Controller</i>	Plastik	1
15.	Hidrolik	Aluminium	4
16.	Lampu	Plastik	1
17.	<i>Rack</i>	<i>Steel</i>	1
18.	<i>Cassette</i>	<i>Alloy Steel</i>	1
19.	<i>Internal Hub Gear</i>	<i>Cast Alloy Steel</i>	1
20.	<i>Rim dan Ban Belakang</i>	<i>Stainless Steel dan Karet</i>	1

21.	<i>Pedal Assist Sensor</i>	<i>Steel</i>	1
22.	<i>Crank</i>	<i>Alloy Steel</i>	1
23	Pedal	Plastik	2

Tabel 4.14 Perhitungan biaya *charger* baterai *lithium ion*

Simulasi Perhitungan Biaya Charger Baterai Litium Ion

Kapasitas baterai : 48 volt, 13 ampere

Biaya charge :  $48\text{volt} \times 13\text{ampere} = 624 \text{ watt}/1.000 \text{ watt} = 0.624\text{kwh} \times \text{Rp } 1.467,-/\text{kwh}$

[ penyesuaian tarif tenaga listrik] = Rp 915,4

Jarak tempuh : 39,82 Km

Biaya per km pemakaian =  $\text{Rp } 915,4 / 39,82 \text{ Km} = \text{Rp } 22,98$



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Sepeda listrik dirancang menggunakan motor penggerak roda depan dengan daya sebesar 350 watt 48 volt serta perakitan sepeda listrik tenaga surya dilakukan dengan perbaikan sistem mekanik, pembuatan rangka panel surya, perakitan panel surya, perakitan baterai dan box baterai serta perakitan sistem kelistrikan.
2. Hasil dari perancangan sepeda listrik tenaga surya adalah meningkatnya jarak tempuh sepeda listrik tenaga surya akibat adanya penambahan baterai yaitu rata-rata 39 km sedangkan penelitian sebelumnya hanya menempuh jarak rata-rata 18 km dari kondisi baterai penuh hingga kosong. Serta pada penelitian kali ini, Terdapat tambahan sistem pengisian panel surya sedangkan pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu sumber pengisian yaitu aliran listrik rumah (PLN).
3. Hasil pengujian sepeda listrik tenaga surya adalah kecepatan rata-rata 27,84 km/jam, pengujian waktu pengisian baterai 4 jam 38 menit dengan panel surya, 3 jam 7 menit dengan aliran listrik rumahan, pengujian jarak maksimum 39 Km, pengujian kecepatan untuk jarak 100 meter 25,5 Km/jam, dan pengujian beban maksimal motor sepeda listrik menghasilkan 270 Kg..

## 5.2 Saran

1. Perlu ditambahkan motor BLDC pada bagian roda belakang.
2. Perlu ditambahkan baterai terpisah 48 volt untuk motor BLDC bagian belakang.
3. Perlu ditambahkan control motor untuk motor BLDC bagian belakang.
4. Perlu ditambahkan satu panel agar pengisiannya lebih maksimal serta waktu pengisian lebih efisien.



## DAFTAR PUSTAKA

- Arman dkk. 2020. Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor BLDC dengan Penggerak Depan untuk Area Perumahan. *Seminar Nasional Penelitian & pengabdian kepada masyarakat*
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Kendaraan\\_bahan\\_bakar\\_alternatif](https://id.wikipedia.org/wiki/Kendaraan_bahan_bakar_alternatif), diakses pada tanggal 6 februari 2021
- Jamal, Shuaib dkk. 2020. “Perancangan Sepeda Listrik untuk Area Perumahan dan Perkantoran dengan Sistem Portable”. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nainggolan, Benhur dkk. 2016. Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai. *Politeknologi*. Vol. 15, No. 3.
- Setiyawan, Beny. 2012. "Rancang Bangun Sepeda Listrik". Proyek Akhir. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Sujana, A. Bingah, 2013. “Kedudukan Sepeda Listrik (Electric Bike) Dalam Hukum Positif Di Indonesia. Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Sumarno Alim. (2012). *Belajar, Mengajar, dan Pembelajaran*. <http://blog.clearning.unesa.ac.id/alim-sumarno/belajar-mengajar-danpembelajaran>.
- Syamsuri dkk. 2017. Analisis Sepeda Listrik Portable dengan Menggunakan Sistem Tenaga Surya dengan Kapasitas 150 WP. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. Vol 5.

**LAMPIRAN 1**  
**FOTO-FOTO KEGIATAN**



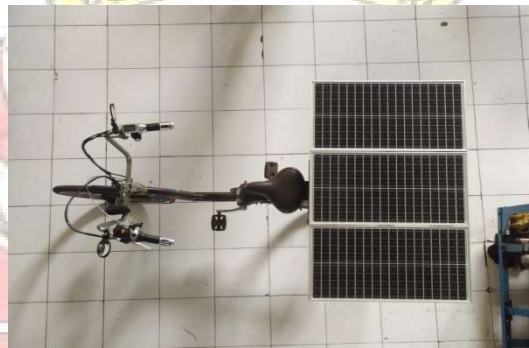
Gambar 1 Foto Sepeda listrik sebelum pengerjaan



Gambar 2 Sepeda listrik setelah pengerjaan dalam posisi panel tertutup



Gambar 3 Sepeda listrik setelah pengerjaan dalam posisi panel terbuka



Gambar 4 sepeda listrik tampak dari atas



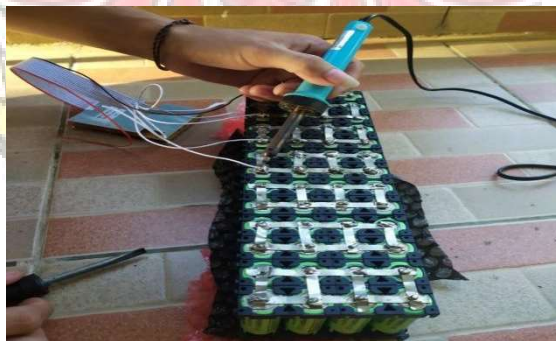
Gambar 5 Penggantian Ban Sepeda



Gambar 6 Pembuatan Rangka Panel Surya



Gambar 7 pengecatan rangka panel



Gambar 8 Proses perakitan baterai





Gambar 9 Proses perakitan panel surya



Gambar 10 Proses pengisian baterai dengan Panel Surya



Gambar 11 Pengambilan Data Jarak Tempuh

## LAMPIRAN 2 MANUAL BOOK

### 1. Cara Menggunakan Sepeda Listrik

- a. Untuk menggunakan hand throtel putar kunci kontak ke posisi ON.
- b. Untuk menggunakan PAS (*Pedal Assist Sensor*) putar kunci kontak ke posisi ON kayuh sepeda maka controller akan membaca putaran pedal dan memutar dinamo.
- c. Sepeda listrik juga dapat digunakan tanpa menyalakan mesin.
- d. Pastikan pengunci panel sudah kuat agar panel tidak goyang saat berjalan

### 2. Cara Pengisian Baterai degan Panel Surya

- a. Parkir sepeda listrik di tempat yang terkena sinar matahari langsung.
- b. Pastikan kabel panel surya ke baterai sudah terhubung
- c. Lepas kedua pengunci panel panel surya
- d. Buka kedua panel surya
- e. Pastikan *Solar Charge Controller (SCC)* dalam keadaan mode “charging” dan “ok”
- f. Baterai otomatis akan mengisi

### 3. Cara Menggunakan Perangkat Charger

- a. Saat listrik sudah terhubung dengan charger, lampu charger akan berwarna hijau, dan akan berwarna merah saat baterai terhubung.

- b. Waktu charger 2 jam 40 menit, jika lampu hijau menyala maka baterai sudah terisi penuh.
- c. Charger telah dilengkapi dengan teknologi *smart charging*, dimana saat baterai terisi penuh maka arus listrik yang mengalir ke baterai otomatis terputus, sehingga baterai tidak *overcharge* dan aman.

#### **4. Hal Penting Saat Pengisian Ulang Baterai**

- a. Jauhi tempat charger dari jangkauan anak kecil.
- b. Sebaiknya baterai diisi hingga penuh sebelum di gunakan.
- c. Hindarikan masuknya benda cair atau benda asing ke dalam charger.
- d. Charger dilengkapi dengan kipas pendingin. Hindari dari menutup charger agar tidak *overheating* pada charger.

#### **5. Hal Penting Sebelum Mengendarai Sepeda Listrik**

- a. Cek ulang tekanan ban sepeda listrik.
- b. Cek ulang kondisi baterai.
- c. Cek ulang penyetelan rem.
- d. Cek ulang posisi sadel sesuai kenyamanan yang di inginkan.
- e. Jangan melebihi beban sepeda yang telah dianjurkan.

#### **6. Perawatan Baterai**

- a. Saat berjalan di tanjakan, bantulah dengan menggayuh pedal.
- b. Jika sisa baterai mendekati 10% atau indicator baterai di LCD tersisa 1, maka harus segera dilakukan pengisian ulang.
- c. Saat menambah kecepatan jangan memutar tuas akselerasi terlalu cepat.

## 7. Cara menyalakan lampu penerangan, lampu peringatan dan klakson

- a. Untuk menyalakan lampu depan geser *switch* lampu ke kanan dan untuk mematikan geser switch ke kiri.
- b. Untuk menyalakan lampu peringatan belok kiri dan kanan geser switch lampu weser kekiri atau kekanan.
- c. Untuk menyalakan klakson tekan tombol klakson.



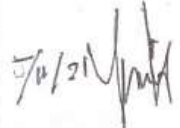
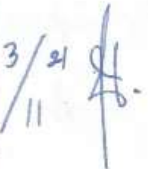
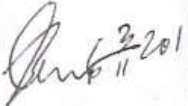

## LEMBAR REVISI JUDUL SKRIPSI

Nama Mahasiswa :

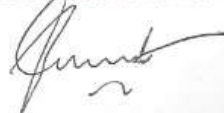
1. Ahmad Kurniawan
2. Novaldi

Stambuk : 34318003  
34318025

Daftar Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Pak Ruswandi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salinan otomatis</li> <li>- Spesifikasi blu di perbaiki</li> <li>- &amp; tambahkan keterangan</li> <li>- Tambah teori daya jenis solar sel.</li> <li>- Tambah Gambar</li> <li>- Gambar rangkaian baterai</li> <li>- Wiring Diagram (wapi)</li> <li>- hal. 42. tambahkan prototipe</li> </ul>	 7/11/21
2.	Ikan Hiyir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daftar isi</li> <li>- Daftar simbol</li> <li>- Ringkasan</li> <li>- Latar belakang masalah pengantar</li> <li>- Lengkapi satuan</li> <li>- Sinkronkan Rumus, Tujuan &amp; Kesimpulan</li> </ul>	 3/11
3.	Yan Kondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tabel tambahi besar bilangan pengujian</li> </ul>	 2/201
4.	Pak Hiron	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambah bilangan agar dibaca L.P.</li> <li>- hal. 44. tambah satuan</li> </ul>	 30/11/21

Makassar, September 2021  
Ketua/Sekretaris Panitia Ujian Skripsi,



Yan Kondo, S.T., M.T.  
NIP



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245  
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043  
Laman : [www.poliupg.ac.id/](http://www.poliupg.ac.id/) E-Mail : [pnup@poliupg.ac.id](mailto:pnup@poliupg.ac.id)

Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana  
Transportasi Area Perkotaan  
Nama Pembimbing I : DR. Eng. Arman, S.T., M.T.  
Tahun Ajaran : 2020/2021

KARTU ASISTENSI

Nama : 1. Ahmad Kurniawan /34318003  
2. Novaldi /34318025

Program Studi/Jurusan : Teknik Otomotif/Teknik Mesin

No	Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	29/7/21	- Persiapan pembelian alat dan komponen	
2.	30/7/21	- Lengkapi pemdata electrical pada Sepeda listrik.	
3.	9/8/21	- Bangkai dilikat dgn baut dan mur tdm dengan pengelasan.	
4.	10/8/21	- Pasang panel surya di 3 sisi Sepeda large bodied	
5.	20/8/21	- Uji coba dan pengujian data pengujian listrik PLN.	
6.	11/9/21	- Buat label pengujian - pengujian bahan dan jarak tempuh.	
7.	11/9/21	- Buat aplikasi Strava dalam pengujian	
8.	14/9/21	- Buat akhir disubmit - lengkapi skema bagian 2 TA.	
9.	17/9/21	Aku U/ diuji kan	

Tanggal Acc: 17/9/21

Makassar, 17 September 2021  
Pembimbing I,

Dr. Eng. Arman, S.T., M.T.  
NIP. 19781231 200812 1 002





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245  
Telepon: (0411)-585365, 585367, 585368; Faksimili: (0411)-586043  
Laman : [www.poliupg.ac.id/](http://www.poliupg.ac.id/) E-Mail : [pnup@poliupg.ac.id](mailto:pnup@poliupg.ac.id)

Judul Tugas Akhir : Pengembangan Sepeda Listrik Dengan Energi Surya Sebagai Sarana  
Transportasi Area Perkotaan  
Nama Pembimbing II : Nur Wahyuni, S.T., M.T.  
Tahun Ajaran : 2020/2021

KARTU ASISTENSI


Nama : 1. Ahmad Kurniawan /34318003  
2. Novaldi /34318025

Program Studi/Jurusan : Teknik Otomotif /Teknik Mesin

No	Tanggal	Uraian Revisi	Paraf
1.	16/9/21	Tambahkan Daftar Isi	↓
2.	16/9/21	perbaiki hal 3 dan hal 4	↓
3.	17/9/21	perbaiki gambar 2x pada Bab II	↓
4.	18/9/21	perbaiki Bagan Akhir	↓
5.	19/9/21	perbaiki Bab IV (hal 21-22) , too much space	↓
6.	21/9/21	perbaiki pembahasan Bab IV	↓
7.	22/9/21	perbaiki Kesimpulan	↓
8.	23/9/21	perbaiki Referensi pustaka.	↓

Tanggal Acc:

Makassar, 23 September 2021  
Pembimbing II,

  
Nur Wahyuni, S.T., M.T.  
NIP. 19790429 200801 2 008