

## PERANCANGAN PENGISIAN BATERAI SEPEDA LISTRIK MOTOR BLDC MENGUNAKAN PANEL SURYA

Arman<sup>1)</sup>, Muhammad Jufri Dullah<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The purpose of this research is to make solar panels for charging batteries and assembling a battery management system (BMS) on electric bicycles, and the carrying out road tests. The development was carried out using a 48 Volt battery and 3 35 WP (Watt peak) solar panels with each of the same size, namely 65 x 35cm. The test variations were include testing the battery charging time with home electricity and solar panels, mileage and speed testing. Based on the variation of the test, the results obtained from testing the battery charging with home electricity were 3 hours 7 minutes, and charging with solar panels 4 hours 38 minutes, the test distance was 39 Km, and the speed test was 25.5 km /h.

**Keywords:** solar panel, electric bicycle, battery, management system, charging

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Sepeda sebagai alat transportasi sudah dikenal sejak lama, sepeda dewasa ini kedudukannya sudah tergeser oleh kendaraan bermotor yang memanfaatkan tenaga dari bahan bakar fosil. Padahal disatu sisi ketergantungan manusia terhadap bahan bakar fosil memiliki tiga ancaman serius, yakni pertama, menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui, kedua kenaikan atau ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak dan ketiga polusi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil. Oleh karena itu pengembangan dan implementasi dengan bahan bakar alternatif untuk mengurangi emisi gas buang perlu mendapatkan perhatian serius dari pemerintah, industri maupun dari kampus. [1]

Emisi gas buang pada kendaraan berbahan bakar minyak bumi memberikan kontribusi besar pada pemanasan global. Kendaraan listrik adalah salah satu jalan keluar atas masalah polusi. Kendaraan listrik adalah mobil, motor, atau sepeda yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Saat ini teknologi sepeda listrik banyak diteliti oleh para peneliti dan ahli untuk dikembangkan baik untuk keperluan kompetisi maupun digunakan sehari-hari. [2-4]

Sepeda listrik merupakan salah satu kendaraan dengan bahan bakar alternatif. Sepeda listrik memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya. Energi listrik digunakan untuk diubah menjadi energi gerak. Untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak, dibutuhkan motor listrik atau sering disebut dinamo yang nantinya akan digunakan sebagai penggerak utama dari sepeda listrik ini. Motor yang banyak digunakan adalah motor arus searah, atau motor DC. Pada era sekarang ini motor DC dikembangkan tanpa menggunakan sikat yang dikenal dengan Motor BLDC (Brushless Direct Current Motor). Motor BLDC ini banyak digunakan baik untuk kendaraan bermotor ataupun mobil atau kendaraan ringan.

Penelitian ini akan melakukan pengembangan performa sepeda listrik menggunakan motor BLDC yang telah diteliti dan dibiayai oleh pendanaan hibah PNPB Politeknik Negeri Ujung (PNUP) Tahun 2020. [1] Pengembangan pada tahun kedua setelah tahun sebelumnya berhasil melaksanakan rancang bangun sepeda listrik menggunakan BLDC adalah pemanfaatan energi matahari dengan menggunakan panel surya untuk pengisian baterai. Dengan memanfaatkan energi matahari akan memberikan juga sumbangsiah data pengembangan baterai management system (BMS) yang menjadi masalah besar kendaraan listrik sekarang ini

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah pertama membuat panel surya untuk pengisian baterai pada sepeda listrik, kedua merangkai battery management system pada unit sepeda listrik agar dapat difungsikan, dan kedua melaksanakan uji jalan sepeda listrik yang telah tambahkan panel surya sebagai pengisian baterai.

#### 1.2. Teori Dasar

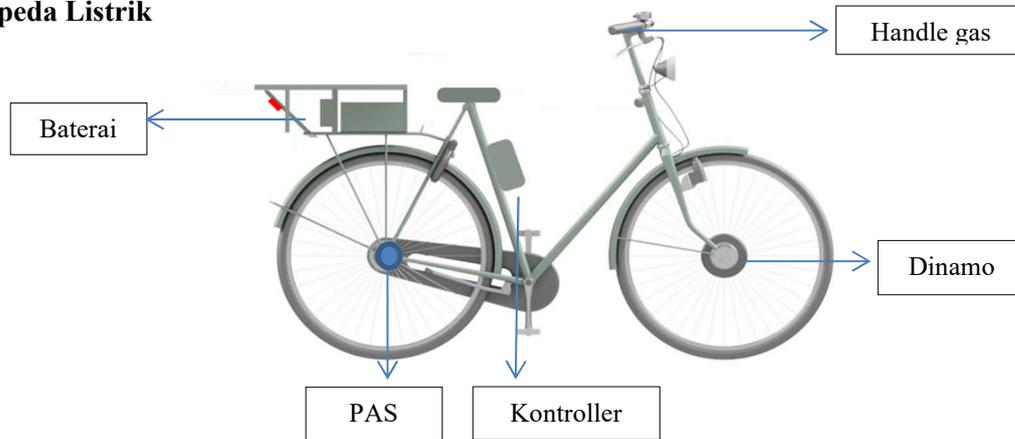
##### A. Pengertian Perancangan

Perancangan merupakan bagian dari aktivitas rekayasa atau upaya dengan cara ilmiah agar dapat menyelesaikan permasalahan secara baik. Adapun definisi dari rekayasa adalah aplikasi ilmu pengetahuan agar bisa menggunakan fasilitas dan energi di alam ini sehingga bisa berguna bagi manusia

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Arman, Telp 085288886123, arman@poliupg.ac.id

sebagai contoh pembuatan gedung permesinan, membuat produk, sistem serta proses. Perancangan merupakan tahapan perencanaan (design) yang mempunyai tujuan untuk membuat desain sistem terkini yang bisa menuntaskan permasalahan yang dialami industri yang didapat dari penentuan pengganti sistem yang terbaik. [5] Atau pendapat yang lain adalah perancangan merupakan cara pengembangan detail sistem terkini bersumber pada hasil rekomendasi analisa sistem. [6] Berdasarkan pengertian tersebut kita dapat menyimpulkan bahwa perancangan merupakan suatu prosedur atau metode dalam rangka membuat serta merancang suatu sistem yang digunakan sekarang.

**B. Sepeda Listrik**



Gambar 1 Sketsa Sepeda Listrik

Sepeda listrik sebagaimana ditunjukkan Gambar 1 adalah kendaraan yang ramah lingkungan karena sumber tenaga yang digunakan tidak berasal dari bahan bakar fosil melainkan dari sebuah baterai untuk menggerakkan motor/dinamo.[7] Sepeda listrik merupakan alat transportasi yang dapat menggabungkan bonafit dari segi kesehatan dan ramah lingkungan dengan kenyamanan berkendara yang mirip dengan kendaraan bermotor. Baterai sendiri adalah perangkat yang mempunya satu atau lebih sel elektrokimia disertai koneksi eksternal yang telah tersedia untuk memberi daya perangkat listrik seperti HP, sepeda listrik, motor listrik dan mobil listrik. [1]

**C. Prinsip kerja Sepeda Listrik**

Adapun prinsip kerja dari sepeda listrik sangat sederhana. Sumber tenaga sepeda listrik berasal dari baterai yang berfungsi untuk menggerakkan motor atau dinamo sehingga menjalankan sepeda. Pada rangkaian sepeda listrik dilengkapi oleh sebuah kontroller yang bisa berfungsi mengatur kecepatan motor, sedangkan penambahan panel surya adalah untuk membantu pengisian atau charging sepeda listrik. [5]

**D. Komponen-komponen Sepeda Listrik dengan Solar Panel**

Dasar-dasar komponen dari sepeda listrik adalah sebagai berikut: [1]

a. Hand Throttle



Gambar 2 (a) Hand Throttle, (b) Motor Listrik BLDC, dan (c) Baterai lithium

Hand Throttle sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 (a) 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.

b. Motor Listrik Brushless DC [5]

Motor BLDC (*Brushless Direct Current Motor*) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 (b) tercantum kedalam tipe motor berbarengan. Maksudnya medan magnet yang diperoleh oleh stator serta medan magnet yang diperoleh oleh rotor berputar pada gelombang yang serupa.

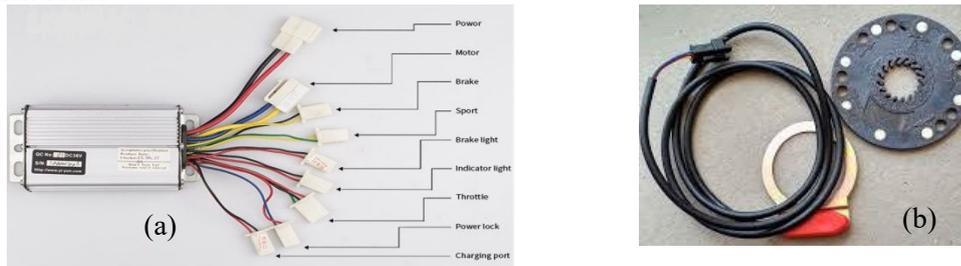
Adapun Metode kegiatan pada motor BLDC lumayan simpel, yakni magnet yang terletak pada poros motor akan tertarik serta terdorong oleh gaya elektromagnetik yang diatur oleh driver pada motor BLDC. Pada prinsip dasar medan magnet merupakan poros yang serupa akan silih tolak menolak sebaliknya bila berbeda poros maka akan tarik menarik. Jadi bila kita memiliki 2 buah magnet serta mengidentifikasi satu bagian besi berani itu dengan north( utara) serta yang yang lain south( selatan), hingga bagian bagian north hendak coba menarik *south*, kebalikannya bila bagian north magnet awal hendak menolak bagian north yang kedua serta berikutnya bila kedua bagian magnet memiliki kutub yang serupa.

#### c. Baterai Lithium-ion

Baterai lithium sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 (c) adalah baterai yang menggunakan logam lithium atau paduan lithium sebagai elektroda negatif (anoda) dan material lain seperti mangan dioksida ( $MnO_2$ ) sebagai elektroda positif. Lithium adalah logam yang paling ringan dan 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.

#### d. Kontroller



Gambar 3 (a) Kontroller dan (b) *Pedal Assist Sensor*

Kontroler sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 (a) 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 elektromagnet yang sesuai dalam rangka memutar rotor. Inilah yang membedakan dengan motor DC konvensional, dan menggantikan kerja komutasi yang bekerja secara mekanis.

#### e. *Pedal Assist Sensor* (PAS)

Sistem *Pedal Assist Sensor* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3 (b) merupakan metode untuk mengendalikan kecepatan pada sepeda listrik. *Pedal Assist* bekerja dengan menggunakan sensor yang berada di braket bagian bawah, adapun prinsip kerjanya sendiri adalah pedal assist akan mengikuti irama kayuhan sepeda pada saat dikayuh, sehingga *electric motor* akan otomatis membantu sehingga membuat kayuhan sepeda akan lebih ringan.

#### f. *Solar Panel*



Gambar 4 (a) Panel Surya, (b) Jenis MPPT, dan (3) Jenis PWM

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. 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. [8]

**E. Menghitung waktu Pengisian Baterai**

Untuk menghitung waktu pengisian baterai yang telah dirancang dapat diselesaikan dengan rumus dibawah ini:

$$t = \text{kapasitas baterai} / I \tag{1}$$

dimana t = waktu pada saat baterai terisi penuh dan I = Arus yang mengalir ke baterai

**F. Menghitung Kecepatan**

Untuk menghitung kecepatan gerak dapat diselesaikan dengan rumus dibawah ini:

$$v = s/t \tag{2}$$

dimana: v = Kecepatan [m/s]; s = Jarak [m], t = Waktu [s]

**2. METODE PENELITIAN**

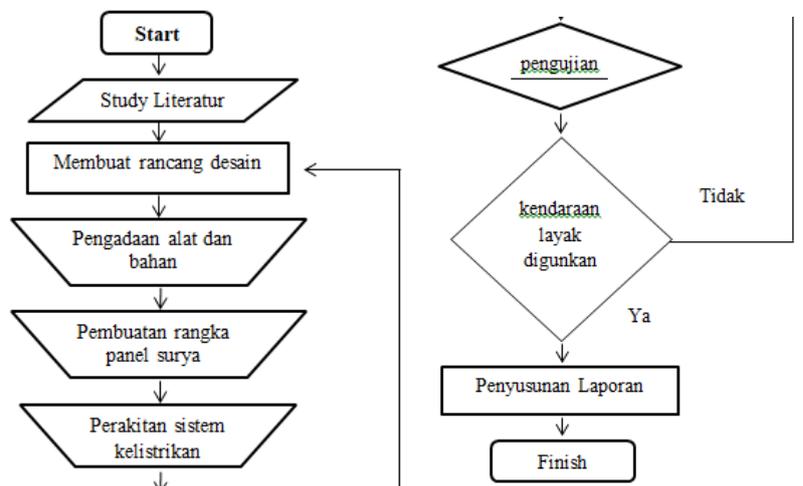
**A. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan alat uji emisi gas buang ini adalah metode experiment. Adapun rincian tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama, studi literatur dan diskusi  
Tahap studi literatur dan diskusi dilakukan dengan cara membaca atau mempelajari literatur beserta teori pendukung dari berbagai literatur.
2. Tahap kedua, pengerjaan dan perakitan sepeda listrik dengan tenaga surya  
Adapun proses pengerjaan dalam perancangan sepeda listrik dilakukan secara bertahap pembuatan panel surya, pembuatan box baterai, proses perakitan sistem kelistrikan, dan
3. Pengujian dan pembuatan laporan.  
Tahap ini meliputi pengujian sepeda listrik yang berhasil diintegrasikan sistem mekanik dan elektriknya berupa perhitungan kecepatan dan waktu pengisian baterai. Data tersebut akan dianalisa dan dibautkan kesimpulan.

**B. Diagram Alir Penelitian**

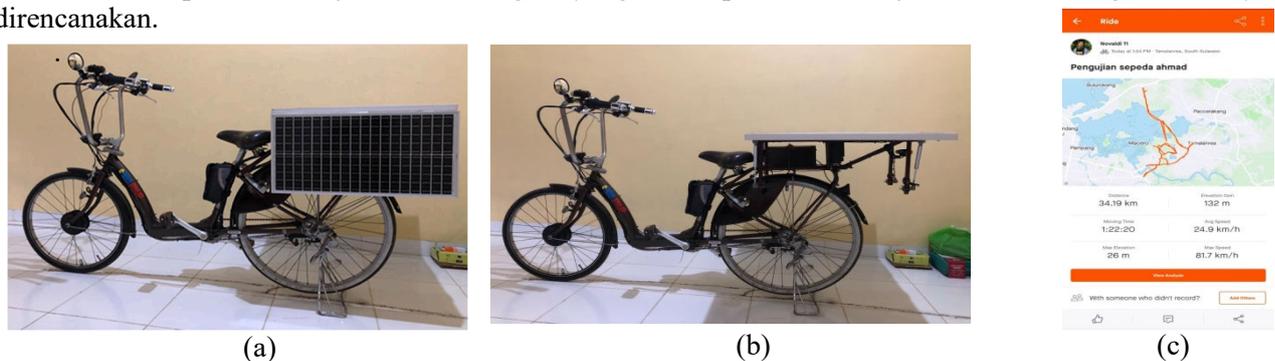
Adapun diagram alir penelitian dari perancangan dan pembuatan alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 5 diagram alir penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil rancangan dan pembuatan sepeda listrik (electric bike) ini mempunyai hasil yang tampak pada gambar 6. Selanjutnya akan dibahas mengenai pengujian dan menganalisa data hasil pengujian, 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.



Gambar 6 Sepeda dengan Posisi Panel (a) tertutup dan (b) terbuka, dan (c) Aplikasi Strava  
 Hasil dan pembahasan dari perancangan sepeda listrik menggunakan motor BLDC dengan penambahan panel surya untuk pengisian, dibagi menjadi tiga bagian, diantaranya:

#### A. Prosedur Pengerjaan

Hasil prosedur pengerjaan sepeda listrik yang dilakukan secara bertahap adalah perbaikan sistem mekanik, pembuatan rangka panel surya, perakitan panel surya, perakitan baterai, pembuatan box baterai, dan perakitan sistem kelistrikan. Adapun pengujian dan hasilnya adalah sebagai berikut:

#### B. 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. Adapun langkah-langkah pengujian pengisian dengan panel surya baterai adalah soket kebel panel surya dihubungkan ke kabel charging baterai, membuka panel surya dan dibawa ke area yang terkena sinar matahari, menghidupkan stopwatch sesaat setelah panel terkena sinar matahari, dan mencatat data hasil pengukuran dengan tabel 1.

Tabel 1 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  |                         |

Adapun langkah-langkah pengujian pengisian dengan aliran listrik PLN adalah 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, menghidupkan stopwatch sesaat setelah semuanya dirangkai, dan mencatat data hasil pengukuran dengan table 2

Tabel 2 Waktu pengisian baterai hingga penuh dengan aliran listrik PLN

| 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  |                         |

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 waktu penuh baterai sebagaimana rumus (1) adalah sebagai berikut:

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

$$t = 13 / 2 \text{ [A]}$$

$$= 6,5 \text{ [jam]}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai hingga penuh menurut teori adalah 6,5 [jam], dari hasil percobaan waktu yang diperlukan itu rata-rata 4,38 untuk panel surya dan 3,07 untuk listrik dari PLN [jam]. Hasil percobaan lebih lama 3.07 [jam], perbedaan ini bisa disebabkan oleh transformator tidak ideal, dan adanya beban yang dapat menurunkan arus maupun tegangan keluaran saat pengisian sebagaimana yang terjadi pada penelitian sebelumnya. [1]

**C. Pengujian Kecepatan**

Pengujian kecepatan putar dilakukan dengan menggunakan LCD yang dihubungkan langsung ke *controller* dan aplikasi Strava sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 (c).

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kecepatan yang maksimal sepeda motor listrik tanpa beban maupun ataukah ada bebannya. Adapun spesifikasi dinamo dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini

Table 2 Spesifikasi Dinamo BLDC Sepeda Listrik (Sumber : bogipower.com)

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

Pengujian sepeda listrik ini dilakukan di jalan raya dengan variasi beban. Adapun langkah-langkah dalam pengujian yang ditempuh adalah sebagai menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, yaitu meteran (aplikasi pengukur jarak dalam meter) dan sepeda listrik yang akan diuji dan pengukuran dilakukan dengan beberapa variasi beban (berat pengendara) yang terdiri dari 3 beban.

Adapun data yang diperoleh dari pengukuran jarak tempuh sepeda listrik saat baterai terisi penuh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Jarak dan Waktu Tempuh Sepeda Listrik

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

Untuk perhitungan kecepatan sepeda listrik 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 hasil pengujian dari sepeda listrik. Berikut perhitungan kecepatan dari sepeda listrik berdasarkan hasil pengujian.

a. Kecepatan motor sepeda listrik

Dengan diketahui putaran motor adalah 400 [rpm]

Menghitung kecepatan [rotasi/detik]

$$Kec. \text{ Motor} = n / 60 \dots\dots\dots(3)$$

$$= 400 : 60$$

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

Ini adalah kecepatan putaran poros sepeda listrik

b. Menghitung kecepatan putar roda

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

$$Kec. \text{ Putar roda} = 2 \pi \times r \times \text{kec. Motor} \dots\dots\dots(4)$$

$$= 2 \times 3,14 \times 0,27 \times 6,7$$

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

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

Jadi kecepatan laju sepeda listrik tanpa beban adalah 41,65 [km / jam]. Adapun perbandingan perhitungan tanpa beban dengan display LCD dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4 Perbandingan kecepatan Laju Sepeda Listrik perhitungan dengan LCD

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

Untuk pembahasan kecepatan listrik rata-rata dengan beban dapat dihitung setelah mengetahui jarak dan waktu yang ditempuh sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5. Adapun yang digunakan adalah rumus (2) sebagai berikut :

$$v = s/t$$

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

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

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 1 adalah 28 [km/jam], untuk hasil perhitungan beban selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini

Tabel 5 perbandingan kecepatan sepeda listrik

| Variasi beban | Kecepatan tanpa beban [km/jam] | Kecepatan berbeban [km/jam] |
|---------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Beban 1       | 40                             | 28                          |
| Beban 2       |                                | 31,5                        |
| Beban 3       |                                | 24,53                       |
| Rata-rata     |                                | 27.8                        |

Perbedaan kecepatan maksimum kecepatan maksimum sepeda listrik dapat diketahui dari, hasil perhitungan, display LCD, aplikasi Strava, dan hasil pengujian masing-masing adalah 41,65 km / jam, 42 km/jam, 27.8 km/jam dan 24.9 km/jam. Ada perbedaan antara masing-masing pengujian. Adapun perbedaan kecepatan sepeda listrik *display* LCD serta hasil perhitungan dan hasil pengujian bisa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya faktor jalan yang tidak rata, faktor beban, dan faktor pengendara.

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan adalah:

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 rumah, 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. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arman, M.J. Dullah, A.K. Muhammad, "Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor Bldc Dengan Penggerak Depan Untuk Area Perumahan," Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2020i, pp. 90–96, 2020.
- [2] Arman, A. Okada, and H. Takebe, "Density measurements of gasified coal and synthesized slag melts for next-generation IGCC," *Fuel*, vol. 182, pp. 304–313, 2016.
- [3] Arman, A. Tsuruda, L. H. Arma, and H. Takebe, "Viscosity measurement and prediction of gasified and synthesized coal slag melts," *Fuel*, vol. 200, no. November, pp. 521–528, 2017, doi: 10.1016/j.fuel.2017.03.094.
- [4] Arman; Abdul Kadir Muhammad, "Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang Yang Terintegrasi,"

*Pros. Semin. Has. Penelit. 2018*, vol. 2018, pp. 232–238, 2018.

- [5] F. Sodiq and B. Tristiono, “Desain Sepeda Listrik Untuk Ibu Rumah Tangga Sebagai Sarana Transportasi Sehari-hari yang Dapat Diproduksi UKM Lokal,” *J. Sains Dan Seni ITS*, vol. 4, no. 2, pp. 2–5, 2015.
- [6] Nugroho, *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*. 2013.
- [7] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar, “Perancangan Sepeda Listrik dengan Menggunakan Motor DC Seri,” 2018.
- [8] Nainggolan, Benhur dkk. 2016. *Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai*. Politeknologi. Vol. 15, No. 3.

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima Kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) Republik Indonesia dan Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat pada tahun 2021. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat PNUP yang telah mensupport kegiatan penelitian ini.