

PERANCANGAN SEPEDA LISTRIK MENGGUNAKAN MOTOR BLDC DENGAN PENGGERAK DEPAN UNTUK AREA PERUMAHAN

Arman¹⁾, Muhammad Jufri Dullah¹⁾, Abdul Kadir Muhammad¹⁾
¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The design and assembly of electric bicycles has been successfully carried out in stages starting from repairing the mechanical system, assembling the battery and making the place, and assembling the electrical system. The electrical system assembly has been completed with (1) installing a BLDC (Brushless Direct Current Motor) dynamo on the front wheels with a power of 350 watts and 48 volts, (2) installing and placing the battery controller, pedal assist, placing the accelerator and brakes, and (3) connecting the electrical system from the dynamo to the battery. The results of the electric bicycle show that the dynamo rotates the wheels and all components normally function. The calculation and average measurement of the time for an empty to full charging battery were 3.5 hours and of 3.8 hours respectively. And then the maximum speeds of an electric bicycle can be seen from the calculation results, LCD display, the STRAVA application, and the average of testing were 41.65 km/hour, 40 km/hour, 38.95 and an average of 38.7 km/hour respectively.

Keywords: electric bicycle, dynamo, BLDC, battery, maximum speed

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sepeda merupakan alat pemindahan atau kendaraan yang sudah dikenal sejak dahulu dan pernah menjadi tulang punggung alat pemindahan untuk mengangkat orang ataupun benda. Saat ini sepeda menjadi salah satu bagian kendaraan orang modern yang perannya telah tergeser oleh alat transportasi bermotor yang memanfaatkan daya dari bahan bakar fosil.[1]

Ketergantungan orang pada bahan bakar minyak bumi atau fosil memiliki 3 bahaya yang sungguh-sungguh, diantaranya: menipisnya cadangan minyak bumi, ekskalasi atau ketidakstabilan harga minyak dunia, dan polusi gas rumah kaca diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar fosil. [2]–[4] Oleh sebab itu pengembangan serta aplikasi bahan bakar pengganti yang ramah membutuhkan perhatian yang sungguh-sungguh dari berbagai pihak baik itu dari industri, pemerintah ataupun kampus.

Alat transportasi yang berbahan bakar alternatif merupakan alat transportasi yang bisa bekerja menggunakan bahan bakar yang tidak menggunakan bahan bakar dari minyak bumi.[5] Sebagai contoh sepeda listrik yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber tenaganya. Energi listrik digunakan untuk menjadi energi gerak biasanya menggunakan motor arus searah, atau motor DC. Adapun motor arus searah adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan yang searah untuk dapat beroperasi.

Biasanya motor arus searah menggunakan sikat untuk bisa mengoperasikannya tinggal dihubungkan dengan sumber DC sehingga motor langsung beroperasi. Deawasa ini motor DC dikembangkan tidak lagi memanfaatkan sikat yang dikenal dengan Motor BLDC (*Brushless Direct Current Motor*). Adapun Motor BLDC ini banyak digunakan baik untuk kendaraan ringan baik itu motor atau mobil.

Dari latar belakang diatas, judul yang diangkat pada Penelitian Ungulan Perguruan Tinggi (PTUPT) ini adalah Perancangan Sepeda Listrik Menggunakan Motor BLDC Penggerak Depan untuk Area Perumahan. Perancangan sepeda listrik yang dibuat menggunakan sepeda *frame down tube* yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam area perumahan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat sepeda listrik, mengetahui lama pengisian baterai hasil rakitan, dan menguji menguji kecepatan sepeda listrik yang telah dibuat.

1.2. Teori Dasar

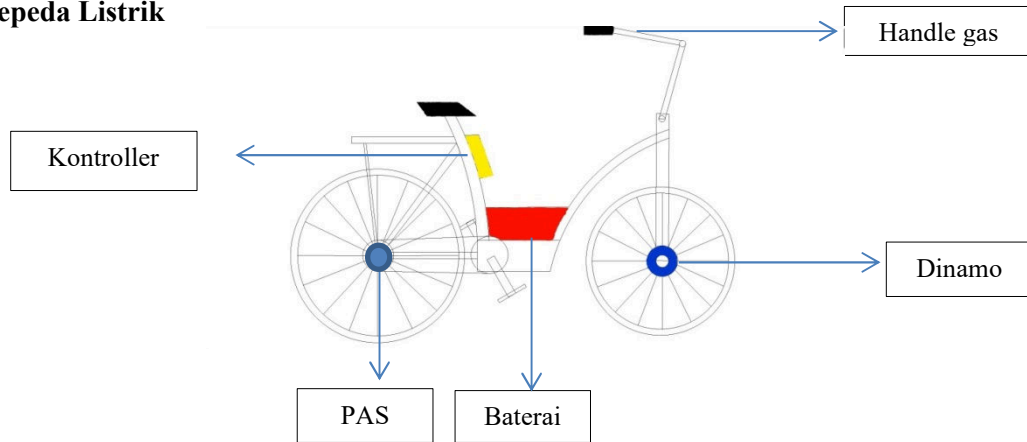
A. Pengertian Perancangan

Perancangan merupakan bagian dari aktivitas rekayasa atau upaya dengan cara ilmiah agar dapat menyelesaikan permasalahan secara baik. Adapun defenisi dari rekayasa adalah aplikasi ilmu pengetahuan agar bisa menggunakan fasilitas dan energi di alam ini sehingga bisa berguna bagi manusia sebagai contoh pembuatan gedung permesinan, membuat produk, sistem serta proses. Perancangan merupakan tahapan perencanaan (design) yang mempunyai tujuan untuk membuat desain sistem terkini

¹ Korespondensi penulis: Arman, Telp 085288886123, arman@poliupg.ac.id

yang bisa menuntaskan permasalahan yang dialami industri yang didapat dari penentuan pengganti sistem yang terbaik. [6] Atau pendapat yang lain adalah perancangan merupakan cara pengembangan detail sistem terkini bersumber pada hasil rekomendasi analisa sistem.[7] 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.[8] 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 mempunyai 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.[5]

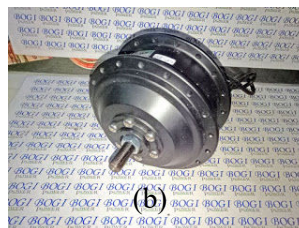
C. Prinsip kerja Sepeda Listrik

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.[6]

D. Komponen-komponen Sepeda Listrik

Adapun dasar-dasar komponen dari sepeda listrik adalah sebagai berikut:[8]

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 [9]

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.

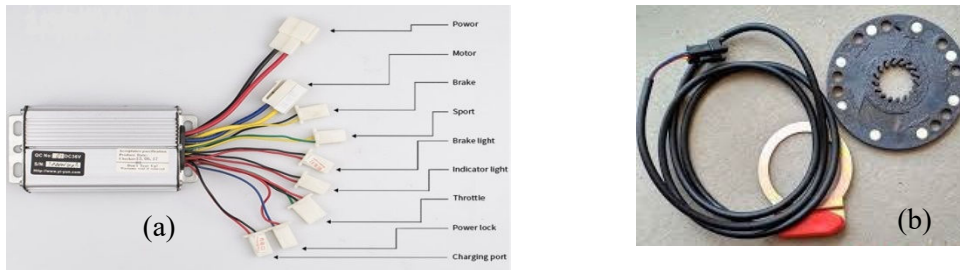
Adapun Metode kegiatan pada motor BLDC lumayan simpel, yakni magnet yang terletak pada poros motor akan tertarik serta terdorong oleh gaya elektromagnetik yang diatur oleh driver pada motor BLDC. Pada prinsip dasar medan magnet merupakan poros yang serupa akan silih tolak menolak sebaliknya bila berbeda 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 (MnO₂) 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 LiCoO₂ 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.

E. Menghitung waktu Pengisian Baterai

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

$$t = \text{kapasitas baterai} / I \dots\dots\dots (1)$$

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:

$$v = s/t, \dots\dots\dots (2)$$

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

2. METODE PENELITIAN

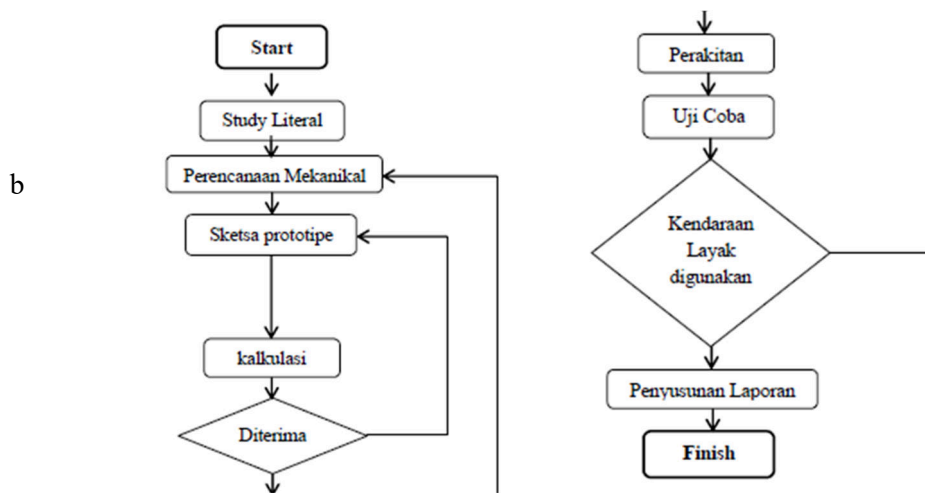
A. Metode Penelitian

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
Adapun proses pengerjaan dalam Perancangan Sepeda Listrik dilakukan secara bertahap diantaranya adalah perbaikan sistem mekanik, perakitan baterai 48V, pembuatan box baterai dan proses perakitan komponen kelistrikan.
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:

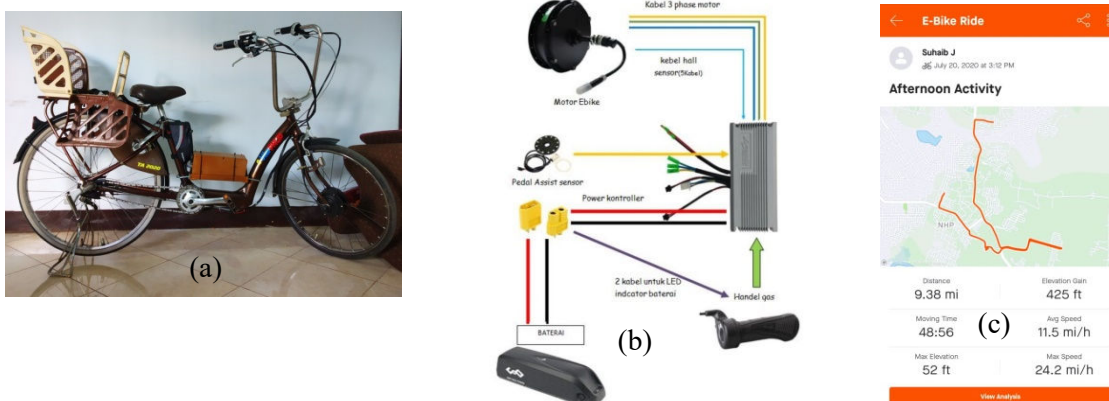


Gambar 4 diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai prosedur pengerjaan, pengujian alat yang selanjutnya akan di analisa Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang dibutuhkan sehingga bisa diketahui kemampuan sepeda listrik hasil rancangan apakah bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan berjalan sesuai dengan teori yang direncanakan.

Dari hasil rancangan dan pembuatan sepeda listrik (*electric bike*) dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 5 (a) Sepeda listrik; (b) Blok Diagram Sepeda listrik dan (c) Tampilan Aplikasi Strava

Hasil dan pembahasan dari perancangan sepeda listrik menggunakan motor BLDC penggerak depan, dibagi menjadi tiga bagian, diantaranya:

A. Prosedur Pengerjaan

Hasil prosedur pengerjaan sepeda listrik yang dilakukan secara bertahap adalah perbaikan sistem mekanik, perakitan baterai, pembuatan box baterai, dan perakitan sistem kelistrikan.

Perbaikan sistem mekanik dimulai dari pemeriksaan komponen-komponen yang mengalami kerusakan. Setelah dilakukan pemeriksaan ternyata sistem rem dan rantai sepeda dalam kondisi yang kurang bagus. Kemudian dilakukan perbaikan dan penyetelan pada sistem rem dan rantai sepeda. Hasil dari perbaikan sistem mekanik sepeda dapat beroperasi dengan normal. Sistem rem bagus, rantai dan gear diberi pelumas.

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 nikel, 13 sell baterai dihubungkan secara seri untuk menaikkan voltase. Setelah selesai dilanjutkan dengan memasang BMS. Adapun pembuatan Box baterai terbuat dari akrilik dan besi siku di potong mengikuti ukuran dari baterai, kemudian akrilik di lem dan diletakkan pada besi siku untuk ditempatkan pada bagian bawah sepeda. Hasil dari pembuatan box baterai, baterai tersimpan dengan rapi dan tidak goyang sebagaimana terlihat pada Gambar 5 (a).

Perakitan sistem kelistrikan dimulai dengan memasang dinamo pada roda depan dengan daya 350 watt 48 volt, penempatan kontroller, penempatan baterai, penempatan *pedal assist*, penempatan *handle gas* dan rem. Kemudian menghubungkan sistem kelistrikan dimulai dari dinamo dan menghubungkan baterai di akhir. Hasil dari perkitan sepeda listrik dapat dilihat bahwa dinamo memutar roda depan selanjutnya semua komponen berfungsi dengan normal. Untuk sistem kelistrikan dapat dilihat pada Gambar 5 (b) blok diagram dibawah ini:

B. Pengujian Pengisian Baterai

Pengujian pengisian baterai bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai sehingga baterai bisa terisi penuh.

Adapun metode pengujian pengisian baterai dilaksanakan dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan diperlukan dalam percobaan, yaitu *charger* 48V 2A, alat indikator pengisian baterai, Ampere meter, *stopwatch* dan baterai yang telah dirakit dan ditempatkan pada sepeda listrik, selanjutnya menghidupkan *stopwatch* sesaat setelah semuanya dirangkai serta mencatat hasil pengukuran pada saat akhir dengan Tabel 1.

Tabel 1 Waktu pengisian baterai hingga penuh

Pengujian Pengisian Baterai	Tegangan pengisian dalam [Volt]	Waktu saat baterai terisi penuh dalam [Jam]	Arus pengisian [Ampere]
Ke-1	53,9	3,6	2
Ke-2		3,8	
Ke-3		4,1	
Rata-rata		3,8	

Baterai memiliki kapasitas 7 [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:

$$\begin{aligned}
 t &= \text{kapasitas baterai} / I \\
 t &= 7 / 2 \text{ [A]} \\
 &= 3,5 \text{ [jam]}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai hingga penuh menurut teori adalah 3,5 [jam], dari hasil percobaan waktu yang diperlukan itu rata-rata 3,8 [jam]. Hasil percobaan lebih lama 0.3 [jam], perbedaan ini tidak terlalu jauh. Hal tersebut bisa disebabkan oleh transformator tidak ideal, resistansi dalam baterai atau adanya beban yang dapat menurunkan arus maupun tegangan keluaran *charger*.

C. Pengujian Kecepatan

Pengujian kecepatan putar dilakukan dengan menggunakan LCD yang dihubungkan langsung ke *controller* dan aplikasi Strava sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5 (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	Berat variasi beban [kg]	Berat Sepeda listrik [kg]	Jarak [km]	Waktu [menit]
Beban ke-1	58	27	19	49,35
Beban ke-2	51		20	55,25
Beban ke-3	66		15	48,12
Rata-rata	58,3		18	50,90

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]

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

$$= 400 : 60$$

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

Ini adalah kecepatan putaran poros sepeda listrik

- b. Menghitung kecepatan putar roda

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

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

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

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

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

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]	40 [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 :

$$v = s/t$$

$$v = 19/0,49$$

$$= 38,7 \text{ [km/jam]}$$

Jadi kecepatan sepeda listrik berbeban pada beban 1 adalah 38,7 [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	38,7

Beban 2		36,3
Beban 3		31,2
Rata-rata		35,4

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, 40 km/jam, 38,95 km/jam dan 38,7 km/jam. Hasil perhitungan nilai standard deviasi-nya (SD) adalah 1,341. Hal ini mengindikasikan hasil percobaan kecepatan sepeda listrik ini representatif. 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) perancangan sepeda listrik dilakukan dengan perbaikan sistem mekanik, perakitan baterai dan boxnya serta perakitan sistem kelistrikan menggunakan motor penggerak roda depan dengan daya sebesar 350 watt 48 volt,
- 2) hasil pengujian lama waktu pengisian baterai kosong sampai penuh dari hasil perhitungan dan hasil percobaan adalah masing-masing 3,5 jam dan rata-rata 3,8 jam, dan
- 3) hasil pengujian nilai kecepatan maksimum sepeda listrik dapat diketahui dari, hasil perhitungan, display LCD, aplikasi Strava, dan hasil pengujian masing-masing adalah 41,65 km / jam, 40 km/jam, 38,95 dan rata-rata 38,7 km / jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Nainggolan, F. Inaswara, G. Pratiwi, and H. Ramadhan, "Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai," *Politeknologi*, vol. 15, no. 3, pp. 263–272, 2016.
- [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] M. H. dan H. L. Muhammad Firman, "Rancang bangun sepeda listrik dengan tenaga surya sebagai kendaraan alternatif dan ramah lingkungan untuk masyarakat," *Al Ulum Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 102–107, 2016.
- [6] 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.
- [7] Nugroho, *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*. 2013.
- [8] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar, "Perancangan Sepeda Listrik dengan Menggunakan Motor DC Seri," 2018.
- [9] M. T. Ridhwan, "Rancang Bangun Penggerak Daya Motor Brushless DC 350W/48V," 2012.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

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