

## PENGUJIAN LABORATORIUM MOTOR *BRUSHED* DC PADA SEPEDA LISTRIK

Jessen Agustinus J.G Sitorus<sup>1</sup>, Ibnu Kahfi Bachtiar<sup>2</sup>, Tonny Suhendra<sup>3</sup>.

Jessenagustinus7@gmail.com 1

Program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik., Universitas Maritim Raja Ali Haji

### Abstract

*Transport vehicles generate nearly 30% of total CO<sub>2</sub> emissions. The highest emissions came from land transportation vehicles which contributed 88%. There is a need for renewal of environmentally friendly transportation, namely electric bicycles. The Pedelec is a hybrid bicycle that uses human power and electrical energy to support the rider when the rider pedals. The position of the electric motor on the pedelec is on the bicycle frame. The placement of the electric motor on the frame provides good mechanical transmission. The result of this research is that the electric motor transmission connected to the pedal is able to balance the contribution of human power. by using the gear ratio transmission affects the speed and energy required by the DC motor*  
Kata kunci: Motor DC, Transmission, gear ratio.

### I. Pendahuluan

Kendaraan transportasi menghasilkan emisi hampir mencapai 30% dari total emisi CO<sub>2</sub>. Emisi tertinggi berasal dari kendaraan transportasi darat yang berkontribusi sebesar 88%. Hal ini menimbulkan ancaman yang cukup serius bagi lingkungan (Bappenas, 2020). Perlu adanya pembaharuan transportasi yang ramah lingkungan yaitu sepeda listrik.

Sepeda listrik untuk kebutuhan remaja hingga dewasa dalam menunjang aktivitas sudah dilakukan oleh Huda (2015) dimana desain sepeda didapatkan dengan cara menyebar kuisioner dengan hasil pendesainan menggunakan sepeda dengan ukuran 13–15 *inches*. Sepeda listrik menggunakan tenaga manusia dan energi listrik yang mendukung pengendara ketika pengendara mengayuh sepeda.

Pedelec adalah sepeda *hybrid* yang dimana posisi motor listrik pada sepeda terletak di rangka sepeda. Peletakan motor listrik pada rangka memberikan transmisi mekanis yang baik. Hasil dari penelitian ini adalah transmisi motor listrik yang terhubung dengan pedal mampu menjadi penyeimbang kontribusi tenaga manusia (Abagnale *et al.*, 2016). Transmisi ini terhubung dengan gigi belakang (sprocket) dimana rasio gigi mempengaruhi putaran angular, arus, tegangan, daya dan torsi pada motor DC.

Rasio gigi menunjukkan bahwa daya dan torsi yang dibutuhkan dapat dioptimalkan untuk mengontrol kecepatan sepeda melalui kecepatan roda gigi dan kemiringan. Hasil yang didapatkan rasio gigi berpengaruh terhadap kecepatan (Hung *et al.*, 2018).

### II. Metode Penelitian

#### A. Metode Pengumpulan Data

- 1) Studi Literatur : Pada penelitian ini dimulai dengan melakukan mencari referensi dari kajian terdahulu dan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian. Kajian terdahulu dan landasan teori ini berisi tentang referensi–referensi yang diperlukan untuk perancangan

sistem penelitian. Rumusan masalah merupakan dasar pokok permasalahan yang didapatkan berdasarkan permasalahan di lingkungan untuk perancangan penelitian.

- 2) Observasi : Metode observasi yang dipilih oleh peneliti dalam pengambilan data yaitu observasi terstruktur. Pada observasi terstruktur, peneliti menyusun secara sistematis apa yang akan diteliti, lokasi penelitian dan waktu
- 3) Perancangan : Perancangan alat terdiri dari perancangan mekanik dan kelistrikan yang digunakan serta cara kerja perangkat yang berkaitan dalam penelitian ini.
- 4) Pengujian : Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan kecepatan angular, tegangan, arus, day dan torsi serta menguji perangkat secara keseluruhan.

## B. Perancangan Sistem

Perancangan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan mekanik dan perancangan kelistrikan. Perancangan mekanik dilakukan sebagai transmisi untuk sepeda sedangkan perancangan kelistrikan berfungsi mengatur jalur kelistrikan. Seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.**Desain Perancangan Mekanik dan Kelistrikan Pada Sepeda.

## C. Cara Kerja Perangkat

Prinsip kerja pada sepeda listrik ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu saat mengayuh pedal sepeda dan saat dibantu motor listrik. Motor listrik yang dihubungkan dengan pedal dan gigi belakang menggunakan rantai berfungsi sebagai transmisi pada sepeda listrik. Ketika menarik *handle gas*, kontroller bekerja dengan mengaliri energi yang dikeluarkan baterai ke motor listrik sesuai dengan gas yang ditarik. Motor listrik bekerja sehingga memutar pedal dan gigi belakang sepeda.

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Pengujian Komponen Kelistrikan.

Pengukuran dilakukan tanpa menggunakan beban. Hasil dari pengukuran didapatkan tegangan input pada motor sebesar 29.6 V. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengukuran Motor *Brushed* DC tanpa Beban

Pengujian dilakukan untuk mengetahui besaran tegangan yang terdapat pada baterai *lithium*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baterai memiliki tegangan sebesar 29.2 V. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Pengukuran Pada Baterai

Pengujian *handle* gas dilakukan untuk mengetahui *handle* gas berfungsi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada tarikan gas *full* diperoleh tegangan input sebesar 5.16 V sehingga *handle* gas dapat dikatakan berfungsi dengan baik dikarenakan *handle* gas yang rusak tidak menghasilkan tegangan. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Pengujian handle gas

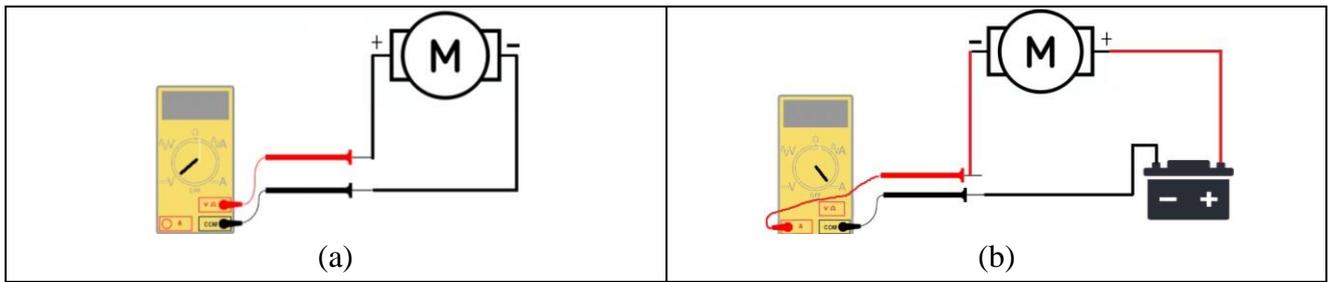
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah kontroller bekerja dengan baik untuk arus yang masuk. Hasil yang didapatkan dari uji coba ini kontroller bekerja dengan baik sehingga mampu membagi arus yang masuk untuk pemakaian motor baterai dan *handle* gas. Komponen tersebut dapat menyala. Seperti yang terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Pengujian komponen dengan kontroler

#### B. Pengujian Keseluruhan Sistem Pada Sepeda Listrik

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan motor listrik 24 V 350 W dengan pedal serta gigi belakang untuk mendapatkan beban. Tegangan dan arus didapatkan menggunakan multimeter yang dirangkai seri dan paralel Nada, (2019). Gambar 6 (a) merupakan rangkaian seri untuk mendapatkan tegangan dan (b) merupakan rangkaian paralel untuk mendapatkan arus.



**Gambar 6.** Rangkaian (a) Tegangan, (b) Arus

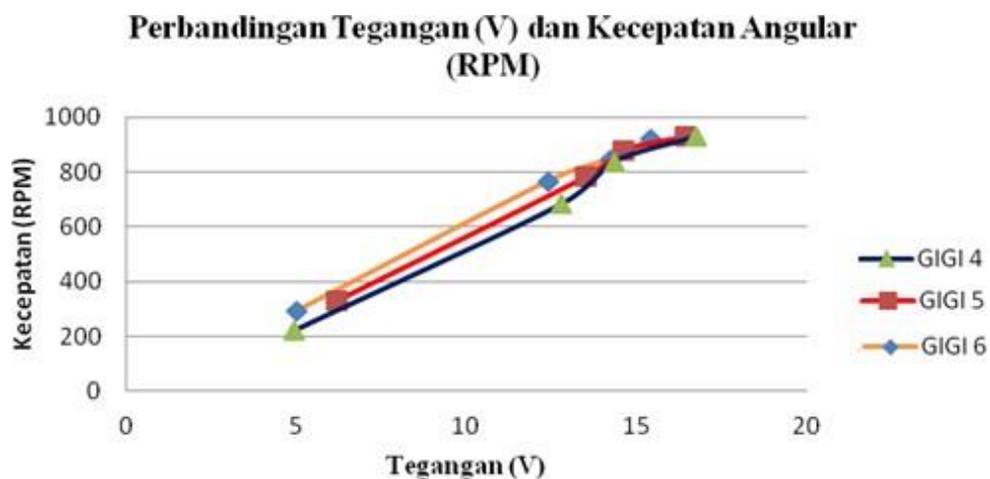
Pengujian kecepatan *angular* (RPM) didapatkan dengan menguji putaran pada roda belakang sepeda menggunakan *tachometer*. Roda belakang dipasangkan stiker sensor *tachometer*. *Tachometer* akan membaca stiker yang menempel pada roda belakang dengan sensor cahaya (Enny, 2018). Pengambilan data kecepatan menggunakan *tachometer* dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Pengambilan Data Kecepatan (RPM).

Dari hasil pengujian motor didapatkan perbandingan tegangan dan kecepatan *angular* pada roda ban belakang sepeda seperti pada Gambar 8. Pengujian juga mendapatkan perbandingan antara arus dan kecepatan *angular* yang dapat dilihat pada Gambar 9.

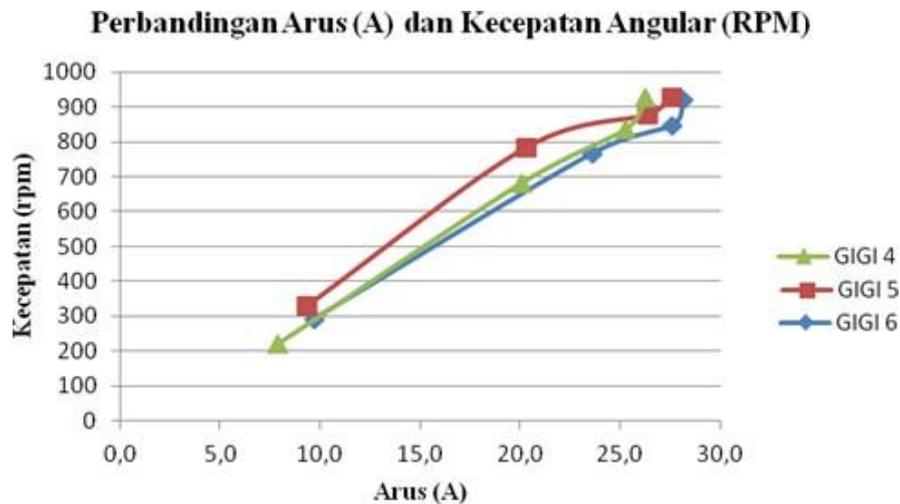
**Error! Reference source not found..**



**Gambar 8.** Perbandingan Tegangan (V) dan Kecepatan Angular (RPM).

Pada Gambar 8 merupakan grafik peningkatan dari pola perbandingan tegangan dan kecepatan *angular* (RPM). Pola yang terbentuk merupakan hubungan tegangan dan kecepatan

*angular* (RPM) dari gigi belakang (*sprocket*) yaitu gigi 6 hingga gigi 4. Gigi 6 dapat berputar ketika diberikan tegangan 5 V dengan kecepatan *angular* yaitu 293 RPM dan pada tegangan 15.4 V kecepatan *angular* pada gigi 6 mencapai 920 RPM. Sedangkan gigi 5 dan gigi 4 berputar ketika diberikan tegangan 6.2 V serta 4.9 V dengan kecepatan *angular* yaitu 929 RPM dan 930 RPM. Gigi 3 dan gigi 2 tidak bisa didapatkan kecepatan *angular*nya dikarenakan gigi depan (*chainring*) tidak mampu menahan RPM dengan kecepatan di atas 940 RPM.



**Gambar 9.** Perbandingan Arus (A) dan Kecepatan Angular (RPM).

Gambar 9 merupakan grafik peningkatan dari pola perbandingan arus (A) dan kecepatan *angular* (RPM). Pola yang terbentuk merupakan hubungan arus (A) dan kecepatan *angular* (RPM) dari gigi belakang (*sprocket*) yaitu gigi 6 hingga gigi 4. Gigi 4 dapat berputar dengan kecepatan *angular* 221 RPM pada saat mendapatkan arus sebesar 7.9 A. Hal ini berbeda dengan gigi 6 dan gigi 5 dimana motor berputar dengan kecepatan *angular* yaitu 293 RPM dan 331 RPM pada saat mendapatkan arus sebesar 9.7 A dan 9.4 A. Gigi 3 dan gigi 2 tidak bisa didapatkan kecepatan *angular*nya dikarenakan gigi depan (*chainring*) tidak mampu menahan RPM dengan kecepatan *Angular* di atas 940 RPM.

Pengukuran arus dan tegangan akan mendapatkan output daya motor dengan persamaan seperti berikut :

$$(1)$$

dimana :

P = Daya (Watt)

I = Arus (A)

V = Tegangan (V)

$$(2)$$

Dan torsi dengan persamaan seperti berikut :

Dimana :

T = Torsi benda berputar (N.m)

P = Daya (Watt)

n = Putaran (RPM)

sehingga mendapatkan hasil seperti pada *Tabel 1*.

*Tabel 1. Output Daya (W) dan Torsi (N/m)*

Rate	Gigi 4		Gigi 5		Gigi 6	
	Daya (Watt)	Torsi (N/m)	Daya (Watt)	Torsi (N/m)	Daya (Watt)	Torsi (N/m)
25	48,7	1,7	58,0	1,7	38,9	1,6
50	293,0	3,6	274,3	3,3	257,2	3,7
75	393,4	4,1	385,8	4,2	362,7	4,4
100	434,9	4,5	453,7	4,7	440,7	4,5

Perhitungan efisiensi/losses pada motor menggunakan persamaan sebagai berikut :

(3)

dimana :

$\eta$  = efisiensi (%)

P out = daya keluaran (watt)

P in = daya masukan (watt)

Pengujian dengan tarikan *handle* gas 100 didapatkan hasil pada gigi 6 sebesar 80.5%, gigi 5 sebesar 77.1%, dan pada gigi 4 sebesar 79.4%. Rata-rata *losses* pada motor DC sebesar 20% yang dimana *losses* ini menjadi rugi-rugi daya pada motor DC.

#### IV. Kesimpulan

1. Rasio gigi pada sepeda berpengaruh terhadap putaran *angular*, tegangan, arus, daya serta torsi yang terjadi pada motor *brushed* DC
2. Penggunaan gigi transmisi roda lebih besar akan memakan daya lebih besar serta kecepatan yang rendah. Penggunaan gigi roda transmisi rendah menghasilkan kecepatan yang tinggi dengan konsumsi energi yang rendah

#### V. Daftar Pustaka

- Abagnale, C., Cardone, M., Iodice, P., Marialto, R., Strano, S., Terzo, M., & Vorraro, G. (2016). Design and Development of an Innovative E-Bike. *Energy Procedia*, 101(November), 774–781.
- Bappenas. (2020). Siaran Pers: Transportasi darat sumbang emisi tertinggi dari total emisi gas rumah kaca sektor transportasi di Indonesia. *Institute for Essential Services Reform*. [http://iesr.or.id/wp-content/uploads/2020/03/Siaran-Pers-Kendaraan-Listrik-dan-Dekarbonisasi-Sektor-Transportasi-Darat-Indonesia\\_29\\_Mar\\_2020.pdf](http://iesr.or.id/wp-content/uploads/2020/03/Siaran-Pers-Kendaraan-Listrik-dan-Dekarbonisasi-Sektor-Transportasi-Darat-Indonesia_29_Mar_2020.pdf)
- Hung, N. B., Sung, J., & Lim, O. (2018). A simulation and experimental study of operating performance of an electric bicycle integrated with a semi-automatic transmission. *Applied Energy*, 221, 319–333.
- Huda, M., & Tristyono, B. (2015). Desain Sepeda Listrik untuk Anak Sekolah SMP Remaja Perkotaan dan Dapat Diproduksi UKM Lokal. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 5(2), 87–92.

Nada Fitriyatul. (2019). *SOP Penggunaan Alat Ukur : Multimeter*.

Enny, E. (2018). *Tachometer Laser , Pemakaian Dan Perawatannya. Metana,*