
SUBMISSION 53

Analisis Uji Jalan Sepeda Motor Listrik 1 kW

Eko Prasetyo*, Dahmir Dahlan, dan Rachmat Ryfaldi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta 12640

Abstrak. Penelitian ini melakukan uji jalan sepeda motor listrik 1 kW dengan menggunakan Motor *Brushless* DC 48 Volt 1000 Watt, Baterai 48 Volt 30 Ah. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh beban terhadap kecepatan dan torsi serta pengaruh beban terhadap kecepatan dan daya berdasarkan variasi beban I dan II. Metode yang digunakan pada uji jalan sepeda motor listrik 1 kW yaitu eksperimental sebanyak 3 kali pada setiap variasi beban. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tang amper, multitester dan *speedometer*. Hasil penelitian uji jalan sepeda motor listrik 1 kW didapatkan torsi rata-rata tertinggi variasi beban I (57 kg) terdapat pada kecepatan 5 km/jam sebesar 52,73 Nm. Selanjutnya pada variasi beban II (59,5 kg), torsi rata-rata tertinggi terdapat pada kecepatan 5 km/jam sebesar 57,15 Nm. Kemudian daya rata-rata tertinggi pada variasi beban I (57 kg) terdapat pada kecepatan 25 km/jam sebesar 923,26 Watt, selanjutnya pada variasi beban II (59,5 kg) terdapat pada kecepatan 25 km/jam sebesar 1115,78 Watt. Hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa torsi tertinggi didapatkan pada kecepatan terendah maka semakin tinggi kecepatan, torsi akan menurun. Pada kecepatan tertentu, semakin tinggi berat badan maka torsi yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan semakin tinggi kecepatan maka daya akan meningkat pula (berbanding lurus) hingga titik maksimum. Selanjutnya semakin tinggi berat badan dan kecepatan maka daya yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Kata kunci—*sepeda motor listrik; uji jalan; kecepatan; daya; dan torsi*

1. PENDAHULUAN

Saat ini sepeda motor masih banyak yang menggunakan bahan bakar fosil untuk menggerakkan mesinnya. Hal ini menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi dan menimbulkan polusi rumah kaca (terutama CO₂). Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukannya teknologi terbarukan yang ramah lingkungan salah satunya tenaga listrik berupa motor listrik untuk menggerakkan sepeda motor.

Sepeda motor listrik memiliki kinerja mesin yang dipengaruhi dari berbagai aspek yaitu motor listrik, baterai dan *controller*. Dari ketiga aspek kinerja sepeda motor listrik tersebut saling berhubungan satu sama lain guna menghasilkan *performance* motor yang optimal. Kinerja sepeda motor listrik yang optimal sangat diperlukan di jalan raya dalam menghadapi medan jalan yang berbeda-beda mengetahui kemampuan dan keandalan sepeda motor listrik tersebut.

Dalam penelitian yang telah dilakukan mengenai pengujian sepeda motor listrik [1], pengujian menggunakan motor BLDC (*Brushless Direct Current*) 800 Watt dengan pengujian tanpa beban dihasilkan putaran roda tertinggi yaitu 495 rpm dengan daya 65,48 Watt dan torsi 1,25 Nm. Sedangkan pengujian dengan beban, putaran roda mencapai 542 rpm dengan daya 1178,8 Watt dan torsi 20,77 Nm, kesimpulan dari penelitian ini semakin tinggi kecepatan maka daya yang dihasilkan juga berbanding lurus dan torsi akan turun. Torsi tertinggi didapatkan pada daya dan putaran roda terendah.

Kemudian penelitian mengenai hubungan antara berat pengendara dan kecepatan mobil listrik terhadap konsumsi energi [2], menghasilkan kesimpulan bahwa terdapat pengaruh positif antara berat pengendara dan kecepatan mobil terhadap konsumsi energi yaitu semakin besar beban pengendara dan kecepatan mobil maka konsumsi energi juga semakin meningkat.

Selanjutnya penelitian tentang pengembangan sepeda motor listrik sebagai sarana transportasi ramah lingkungan [3], hasil penelitian tersebut yaitu berat pengendara dan kecepatan motor sangat berpengaruh terhadap arus pemakaian baterai, semakin besar berat pengendara dan kecepatan motor maka arus pemakaian baterai semakin meningkat dan cenderung linear.

Berdasarkan uraian diatas, pengujian kinerja sepeda motor listrik sangat penting dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari sebuah sepeda motor listrik yang telah dibuat guna mengetahui kinerja motor berupa kecepatan, torsi, dan daya.

a. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa pokok permasalahan yang akan dibahas, antara lain :

1. Bagaimana pengaruh beban terhadap kecepatan dan torsi?
2. Bagaimana pengaruh beban terhadap kecepatan dan daya?

b. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama sebagai berikut :

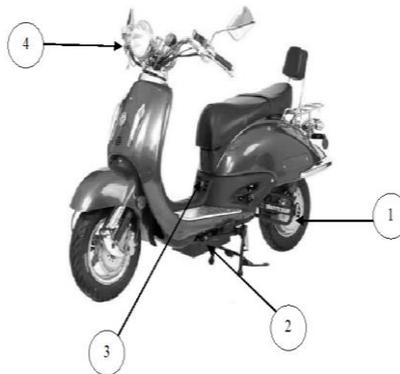
1. Analisis pengaruh beban terhadap kecepatan dan torsi.
2. Analisis pengaruh beban terhadap kecepatan dan daya.

Landasan Teori

a. Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor listrik adalah kendaraan bermotor yang memiliki 2 atau 3 roda pada bagiannya yang digerakkan dengan energi listrik. Sepeda motor listrik terdiri beberapa komponen utama yaitu baterai yang menyediakan energi listrik, motor listrik yang menggerakkan roda, dan pengontrol yang mengatur aliran energi listrik ke motor [4]. Berikut adalah komponoen utama dari sebuah sepeda motor listrik :

1. Motor Penggerak
2. Baterai
3. *Controller*
4. Handle gas



Gambar 1 Sepeda Motor Listrik [4]

b. *Brushless Direct Current Motor (BLDC)*

BLDC motor adalah sebuah motor yang membutuhkan tegangan searah untuk menjalankannya. Secara performa BLDC motor dapat menghasilkan torsi maksimal pada putaran motor yang rendah dan secara bertahap torsi akan menurun seiring meningkatnya putaran motor [4].



Gambar 2 BLDC Motor [9]

c. Baterai Lithium-Ion

Baterai Lithium Ion merupakan baterai yang menggunakan lithium atau paduan lithium sebagai elektroda negatif (anoda). Baterai lithium terdiri dari anoda, elektrolit, separator dan katoda. Pada umumnya, katoda dan anoda terdiri dari dua bagian yaitu material aktif sebagai tempat keluar masuknya ion lithium dan pengumpul elektron sebagai *collector current*. Prinsip kerja baterai lithium-ion yaitu ketika anoda dan katoda terhubung maka elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda, maka listrik pun akan mulai mengalir [4].



Gambar 3 Baterai Lithium Ion [10]

d. *Controller*

Merupakan komponen yang menjadi otak dalam kelistrikan semua kendaraan listrik. *Controller* mengintegrasikan kecepatan motor dan tegangan baterai. *Controller* pada motor DC *brushless* berperan sangat penting dapat dikatakan sebagai penunjang utama operasi motor DC *brushless* karena motor DC *brushless* membutuhkan suatu *trigger* pulsa yang masuk ke bagian elektromagnetik (stator) motor DC *brushless* untuk memberikan pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga putaran motor dapat diatur secara akurat [5].



Gambar 4 *Controller* [11]

e. Kinerja Sepeda Motor Listrik

Kinerja sepeda motor listrik dipengaruhi oleh beberapa parameter penting yaitu kecepatan, torsi, dan daya. Adapun beberapa parameter penting kinerja sepeda motor listrik adalah sebagai berikut:

1. Hubungan Antara Kecepatan Linear dan Kecepatan Sudut

Sebuah hubungan sederhana antara kecepatan linear sumbu putar (v) dan kecepatan sudut (ω) dari roda yang berotasi dengan persamaan sebagai berikut [6] :

$$v = \omega \times r \quad (1)$$

Dimana : v = Kecepatan linear (m/s)
 ω = Kecepatan sudut (rad/s)
 r = jari-jari (m)

Adapun satuan kecepatan sudut adalah radian per detik (rad/s). Objek yang berputar pada kecepatan konstan n rps dengan sudut $2\pi n$ radian dalam satuan detik, sehingga kecepatan sudutnya adalah [6]:

$$\omega = 2\pi n \quad (2)$$

Dari persamaan diatas, kecepatan sudut $\omega = 2\pi n$, dimana n adalah rotasi per detik (rps). Oleh karena itu, untuk mendapatkan n dalam satuan rpm menggunakan persamaan dibawah ini [6]:

$$n = \frac{60 \times \omega}{2\pi} \quad (3)$$

Dimana : n = Putaran (rpm)
 ω = Kecepatan sudut (rad/s)
 2π = satu putaran penuh (derajat)

2. Daya

Perhitungan daya pada *Brushless* DC Motor adalah daya konsumsi dari motor listrik yang melibatkan arus konsumsi motor listrik dan tegangan dari baterai. Adapun persamaaan rumus daya sebagai berikut [6]:

$$P = I \times V \quad (4)$$

Dimana : P = Daya (Watt)
 I = Kuat Arus (A)
 V = Voltase (V)

3. Torsi

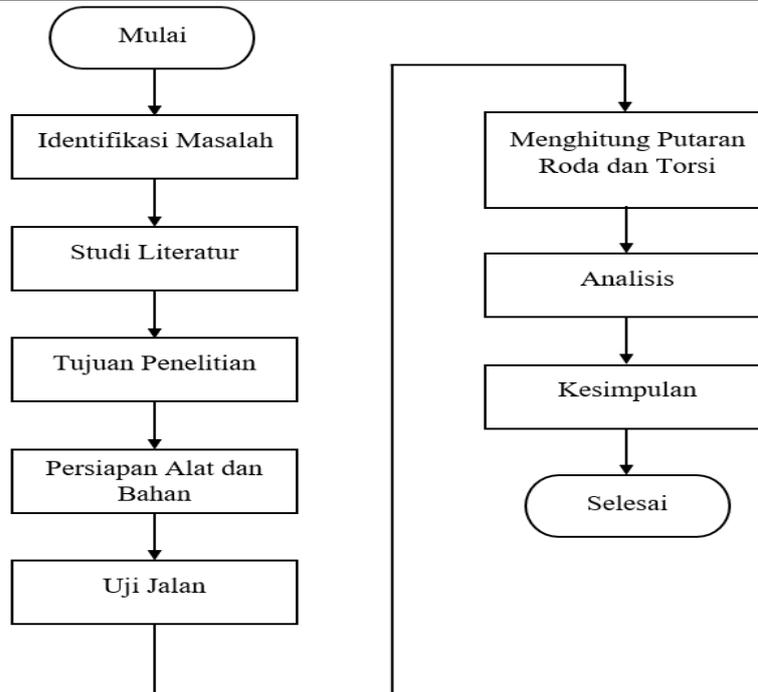
Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja yakni menggerakkan atau memindahkan mobil atau motor dari kondisi diam hingga berjalan untuk itu torsi berkaitan dengan akselerasi dan putaran bawah mesin. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebagai r . Adapun rumusnya sebagai berikut [7]:

$$T = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad (5)$$

Dimana : T = Torsi benda berputar (N.m)
 P = Daya (Watt)
 n = Putaran (r/min)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental dengan melakukan uji jalan di jalan mendarat dengan variasi beban berdasarkan laporan riset kementerian kesehatan tahun 2013. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa kecepatan, tegangan, kuat arus dan daya sedangkan putaran roda dan torsi akan dihitung secara manual. Setelah itu dilakukan analisis terhadap data yang telah didapatkan untuk menjawab tujuan penelitian yang telah dibuat. Adapun diagram alir penelitian dapat dijelaskan oleh gambar dibawah ini:

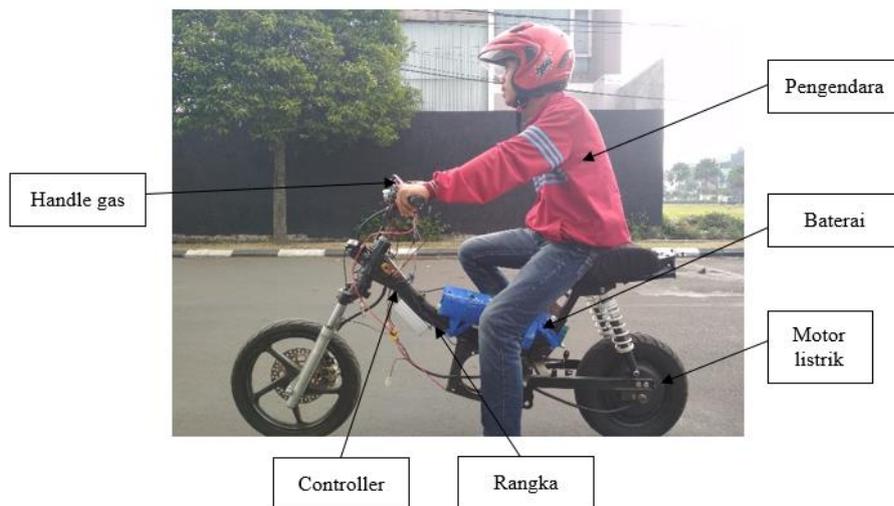


Gambar 5 Diagram Alir

a. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Bahan penelitian ini yaitu sepeda motor listrik dengan gambar dibawah ini.



Gambar 6 Sepeda Motor Listrik

Dalam melakukan uji jalan, sepeda motor listrik yang di uji memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi Sepeda Motor Listrik

Spesifikasi Sepeda Motor Listrik	
Motor	BLDC (Hub motor) dan 48 V 1000 W
Baterai	48 V 30 Ah
Dimensi (P x L x T)	1,7 m x 0,72 m x 0,97 m
Berat total	62 kg
Ban depan dan belakang	80/80-14 dan 3,50-10

2. Alat Penelitian

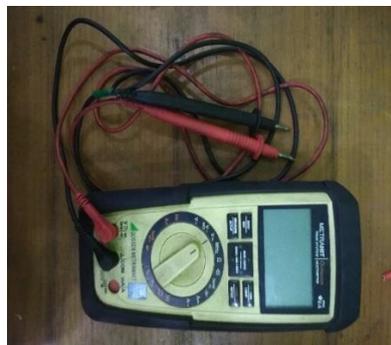
Alat penelitian ini digunakan untuk memudahkan dalam memperoleh data pada saat uji jalan berlangsung. Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Tang Ampere berfungsi untuk mengukur arus pada saat pengujian sepeda motor listrik 1 (satu) kW.



Gambar 7 Tang Ampere

- b. Multitester berfungsi sebagai mengukur voltase (tegangan) pada saat pengujian sepeda motor listrik 1 (satu) kW.



Gambar 8 Multitester

b. Langkah-Langkah Uji Jalan Sepeda Motor Listrik

Uji jalan dilakukan di jalan yang mendatar untuk memperoleh data kecepatan, dan daya berdasarkan variasi beban. Variasi beban yang digunakan yaitu berdasarkan laporan riset kesehatan tahun 2013, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Rerata dan Median Berat Badan/Tinggi Badan menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin

Kelompok umur	Berat Badan			Tinggi Badan		
	Rerata	SD ±	Median	Rerata	SD ±	Median
0-6 bl	5,9	1,7	5,8	58,6	7,0	58,0
7-11 bl	8,1	1,2	8,1	69,3	5,6	69,0
1-3 th	11,9	2,9	11,4	86,2	9,6	86,0
4-6 th	17,8	4,3	17,1	107,2	9,1	107,0
7-9 th	25,0	6,1	24,1	123,8	9,0	124,4
<i>Perempuan</i>						
10-12 th	33,7	9,0	32,3	138,3	10,4	139,0
13-15 th	43,9	9,0	43,0	150,0	7,8	150,7
16-18 th	47,9	7,9	47,3	153,7	6,1	154,0
19-29 th	53,7	10,0	52,4	153,5	6,1	153,0
30-49 th	58,6	10,6	57,6	152,6	5,9	152,5
50-64 th	56,8	10,7	56,0	151,5	6,2	151,2
65-80 th	49,2	11,0	48,7	148,1	6,6	148,0
> 80 th	43,9	9,0	42,8	144,7	8,6	143,0
<i>Laki-laki</i>						
10-12 th	32,5	9,2	30,4	136,2	10,0	136,0
13-15 th	44,1	10,5	43,5	152,7	11,6	154,5
16-18 th	54,2	9,8	52,9	163,2	7,6	164,0
19-29 th	58,8	10,9	57,4	164,2	7,0	165,0
30-49 th	62,9	10,9	62,0	163,8	6,3	164,0
50-64 th	60,9	10,7	60,0	161,7	6,5	162,0
65-80 th	54,9	10,0	54,2	159,1	6,4	159,0
> 80 th	53,8	12,0	53,3	158,1	7,1	158,0

Gambar 9 Berat badan orang Indonesia [8]

Variasi beban I

Variasi beban I yaitu dari umur 16 tahun - 29 tahun dengan berat badan 54,2 kg – 58,8 kg. Berdasarkan rentang variasi beban I, pengendara dalam variasi ini memiliki berat badan 57 kg.

Variasi beban II

Variasi beban II yaitu dari umur 29 tahun - 49 tahun dengan berat badan 58,9 kg – 62,9 kg. Berdasarkan rentang variasi beban II, pengendara dalam variasi ini memiliki berat badan 59,5 kg.

Adapun langkah-langkah uji jalan sepeda motor listrik 1 kW dijalan mendatar yaitu sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Gunakan helm dan sepatu pada saat uji jalan.
3. Memasang alat ukur multimeter untuk mengetahui tegangan pada bagian kabel positif (+) dan negatif (-) pada baterai.
4. Memasang alat ukur tang amperemeter untuk mengetahui kuat arus pada bagian kabel positif (+) pada baterai.
5. Pengendara dengan variasi beban I menaiki sepeda motor listrik.
6. Selanjutnya hiduapkan sepeda motor listrik dengan menekan tombol *switch on*.
7. Lalu sepeda motor listrik dijalankan pada kecepatan 5 km/jam, 10 km/jam, 15 km/jam, 20 km/jam, 25 km/jam dan 30 km/jam serta rekam tegangan dan kuat arus yang terlihat pada setiap alat ukur.
8. Lakukan pengujian sebanyak 3 (tiga) kali pada setiap variasi beban supaya memperoleh data yang akurat.
9. Setelah selesai uji jalan variasi beban I, selanjutnya uji jalan variasi beban II dan lakukan langkah 5-8 kembali.
10. Setelah uji jalan terhadap variasi beban selesai, kemudian matikan sepeda motor listrik.
11. Merapihkan alat uji dan alat ukur yang telah digunakan.

3. Hasil & Pembahasan

a. Data Hasil Uji Jalan Sepeda Motor Listrik 1 kW

Uji jalan dilakukan dijalan mendatar berdasarkan variasi beban. Pengujian dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali untuk mendapatkan data yang valid demi menghindari kesalahan dalam pengambilan data. Data yang diperoleh dari pengujian ini yaitu berupa kecepatan, tegangan dan kuat arus.

Adapun data yang telah diperoleh dari ketiga pengujian setiap variasi beban I akan di rata-rata dan ditampilkan kedalam bentuk tabel dibawah ini :

Tabel 2 Variasi Beban I

Pengujian	Kecepatan (km/jam)	Putaran (Rpm)	Voltase (V)	Kuat Arus (A)	Daya (Watt)	Torsi (N.m)
Pengujian I, II dan III	5 km/jam	61,46	49,14	6,90	339,21	52,73
	10 km/jam	122,92	48,03	11,55	554,58	43,10
	15 km/jam	184,38	47,17	13,87	654,29	33,90
	20 km/jam	245,85	46,47	16,49	766,23	29,77
	25 km/jam	307,31	45,44	20,32	923,26	28,70
	30 km/jam	368,77	45,13	20,13	908,47	23,54

Adapun data yang telah diperoleh dari ketiga pengujian setiap variasi beban II akan di rata-rata dan ditampilkan kedalam bentuk tabel dibawah ini :

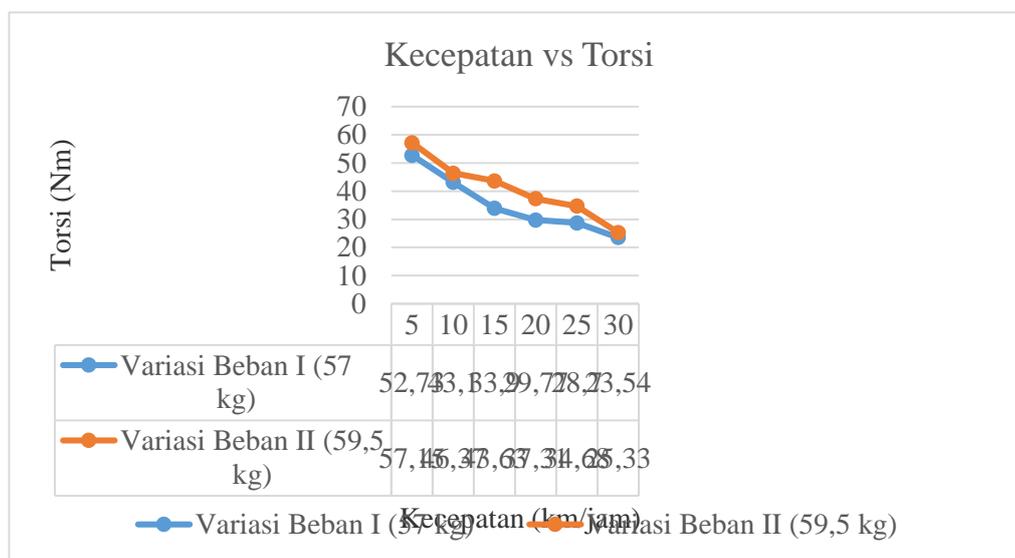
Tabel 3 Variasi Beban II

Pengujian	Kecepatan (km/jam)	Putaran (Rpm)	Voltase (V)	Kuat Arus (A)	Daya (Watt)	Torsi (N.m)
Pengujian I, II dan III	5 km/jam	61,46	48,27	7,62	367,65	57,15
	10 km/jam	122,92	46,05	12,96	596,61	46,37
	15 km/jam	184,38	45,56	18,48	842,10	43,63
	20 km/jam	245,85	44,96	21,36	960,12	37,31
	25 km/jam	307,31	44,88	24,86	1115,78	34,68
	30 km/jam	368,77	44,42	22,01	977,90	25,33

b. Analisis Uji Jalan Sepeda Motor Listrik 1 kW

Setelah data hasil kinerja uji jalan sepeda motor listrik 1 kW berdasarkan variasi beban di muat dalam tabel. Selanjutnya data yang di muat dalam tabel tersebut dibentuk dalam beberapa grafik sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan. Berikut dibawah ini merupakan grafik hasil pengujian uji jalan sepeda motor listrik 1 kW :

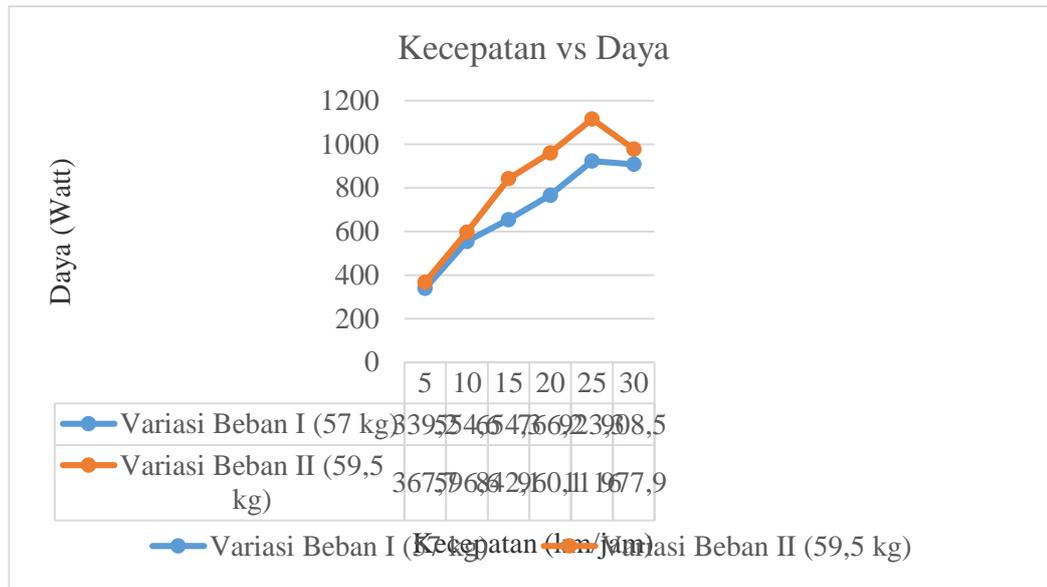
1. Grafik kecepatan vs torsi berdasarkan variasi beban



Gambar 10 Grafik Kecepatan vs Torsi

Berdasarkan gambar 10 diatas dapat dianalisis bahwa adanya perbedaan nilai torsi pada setiap variasi kecepatan dan variasi beban. Pada variasi beban I (57 kg), torsi rata-rata tertinggi terdapat pada kecepatan 5 km/jam sebesar 52,73 Nm. Kemudian kecepatan terus meningkat, torsi cenderung menurun hal ini dikarenakan oleh ketidakmampuan untuk mempertahankan posisi (kelembaman) dan momen inersia. Selanjutnya pada variasi beban II (59,5 kg), torsi rata-rata tertinggi terdapat pada kecepatan 5 km/jam sebesar 57,15 Nm. Kemudian kecepatan terus meningkat, torsi berbanding terbalik dikarenakan oleh ketidakmampuan untuk mempertahankan kelembaman dan momen inersia. Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa torsi tertinggi didapatkan pada kecepatan terendah maka semakin tinggi kecepatan, torsi akan menurun. Kemudian pada kecepatan tertentu, semakin tinggi berat badan maka torsi yang dihasilkan semakin besar.

2. Grafik kecepatan vs daya berdasarkan variasi beban



Gambar 11 Grafik Kecepatan vs Daya

Berdasarkan gambar 11 diatas dapat dianalisis bahwa adanya perbedaan nilai daya pada setiap variasi kecepatan dan variasi beban. Pada variasi beban I (57 kg), daya rata-rata tertinggi didapatkan pada kecepatan 25 km/jam sebesar 923,26 Watt, kemudian pada kecepatan 30 km/jam daya mengalami penurunan menjadi 908,47 Watt hal ini dikarenakan daya sudah mencapai titik maksimum (*peak power*). Selanjutnya pada variasi beban II (59,5 kg), daya rata-rata tertinggi didapatkan pada kecepatan 25 km/jam sebesar 1115,78 Watt, kemudian pada kecepatan 30 km/jam daya mengalami penurunan menjadi 977,9 Watt, hal ini dikarenakan daya sebelumnya sudah mencapai titik maksimum (*peak power*). Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan maka daya akan meningkat pula (berbanding lurus) hingga titik maksimum, sedangkan penurunan daya terjadi pada titik akhir hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan untuk mempertahankan posisi (kelembaman) dan kemampuan untuk mempertahankan kecepatan putar (momen inersia). Kemudian pada kecepatan tertentu, semakin tinggi berat badan maka daya yang dihasilkan akan semakin besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Torsi tertinggi didapatkan pada kecepatan terendah maka semakin tinggi kecepatan, torsi akan menurun. Kemudian pada kecepatan tertentu, semakin tinggi berat badan maka torsi yang dihasilkan semakin besar.
2. Semakin tinggi kecepatan maka daya akan meningkat pula (berbanding lurus) hingga titik maksimum, sedangkan penurunan daya terjadi pada titik akhir hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan untuk mempertahankan posisi (kelembaman) dan kemampuan untuk mempertahankan kecepatan putar (momen inersia). Kemudian pada kecepatan tertentu, semakin tinggi berat badan maka daya yang dihasilkan akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fakhri, "Penguji Performance Sepeda Motor Listrik," Politeknik Negeri Padang, Padang, 2016.
- [2] I. Z. Firdaus, "Analisis Pengaruh Berat Pengemudi dan Kecepatan Mobil Terhadap Konsumsi Energi Pada Mobil Listrik Polinema Tunas 2," Politeknik Negeri Malang, Malang, 2014.
- [3] Nurhadi, "Pengembangan Sepeda Motor Listrik Sebagai Sarana Transportasi Ramah Lingkungan," *SENIATI 2018*, ISSN 2085-4218, pp. 249-255, 2018.
- [4] C. Vogel, *Build Your Own Electric Motorcycles*, United States: The McGraw-Hill Companies, Inc. ISBN: 978-0-07-162294-3., 2009.

-
- [5] D. J. H. N. Purwadi Agus, "Testing Performance of 10 kW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype," 2013.
 - [6] C. R. John Bird, Mechanical Engineering Principles, Routledge, 2002.
 - [7] D. Dahlan, Elemen Mesin, Jakarta: Harta Prima, 2012.
 - [8] Indonesia, "Laporan Riset Kesehatan Tahun 2013," Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
 - [9] <https://www.goldenmotor.com/hub-motor>
 - [10] PT. Vratea Vinerghi Valardha
 - [11] <http://www.mxcontroller.com/product/24v-60v>