

ANALISIS PERFORMA BRUSHLESS MOTOR DC PADA MOBIL LISTRIK MOLISTA

Nensy Is Suendri¹, Slamet Hani², dan Sigit Priyambodo³

Jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknologi Industri

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28 Komplek Balapan, Yogyakarta, Indonesia

Nensy.issuendri@gmail.com¹, shan.akprind@gmail.com², sigit@akprind.ac.id³

ABSTRACT

The need for electric vehicles that can fully replace the role of fossil-fueled vehicles as a means of transportation requires the creation of electric vehicles with minimum energy usage but still have high reliability in terms of speed and power. Electric cars were developed to answer the problem. In this research will be used BLCD motor for Molista electric drive car. The purpose of this research is to apply BLDC 48Volt-800W motor to know the performance level of BLDC motor on different path to know the energy consumption used. Values of vehicle performance parameters are represented by voltage, current, velocity and power to analyze the energy consumption used and driver behavior. Data collection is done by testing BLDC motor. Be aware of the test results obtained by BLDC motor energy consumption data at 11.6 km distance, maximum speed is 24.7440 km / h with input power of 695,1204 watt and minimum speed is 23,5008 km / h with input power 605,3653 watt.

Keywords: BLDC motor, performance, power

INTISARI

Kebutuhan akan kendaraan elektrik yang mampu menggantikan secara penuh peran kendaraan berbahan bakar fosil sebagai alat transportasi menuntut terciptanya kendaraan listrik dengan penggunaan energi minimum namun tetap memiliki kehandalan tinggi dalam hal kecepatan dan daya. Mobil listrik dikembangkan untuk menjawab permasalahan tersebut. Pada penelitian ini akan digunakan motor BLCD untuk penggerak mobil listrik Molista. Tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan motor BLDC 48Volt-800W mengetahui tingkat performa dari motor BLDC pada lintasan yang berbeda agar diketahui konsumsi energi yang digunakan. Nilai parameter performa kendaraan diwakili oleh tegangan, arus, kecepatan dan daya untuk dilakukan analisa terhadap konsumsi energi yang digunakan dan perilaku pengemudi. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengujian motor BLDC. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh data konsumsi energi motor BLDC yaitu pada jarak lintasan 11,6 km, kecepatan maksimal adalah 24,7440 km/jam dengan daya input 695,1204 watt dan kecepatan minimal adalah 23,5008 km/jam dengan daya input 605,3653 watt.

Kata Kunci: BLDC motor, performa, daya

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan peradaban manusia, tingkat kebutuhan energi manusia juga semakin meningkat. Pemenuhan energi ini sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang berumur jutaan tahun dan tak dapat diperbaharui dan sebagian kecil saja yang berasal dari penggunaan sumber energi lain yang lebih terbarukan. Penggunaan bahan

bakar yang berasal dari fosil ini telah menimbulkan banyak masalah.

Eksplorasi sumber energi fosil yang tak dapat diperbaharui juga telah menimbulkan perhatian atas kemungkinan habisnya sumber cadangan energi tersebut. Oleh karena itu, perlu membuat regulasi yang jelas untuk mengatur pertumbuhan kendaraan bermotor berbahan bakar minyak. Industri-industri otomotif harus terus melakukan inovasi dalam

menciptakan kendaraan yang ramah lingkungan. Salah satunya yaitu mengaplikasikan motor listrik sebagai penggerak mobil listrik.

Keandalan mobil listrik mampu menggantikan mobil berbahan bakar fosil masih perlu diteliti dan dikaji. Medan yang mampu dicapai oleh mobil listrik harus beragam, agar dapat sepenuhnya digunakan pada kondisi sesungguhnya di jalanan. Hal yang dituntut dari mobil listrik adalah kecepatan maksimal yang mampu dicapai harus tinggi seperti mobil sport berbahan fosil.

Mengingat performa brushless motor dc yang merupakan penggerak utama dari mobil listrik merupakan hal yang fundamental dalam mengelola penggunaan konsumsi energi. Oleh karena itu penulis ingin melakukan analisis dan penelitian untuk mengetahui performa brushless motor dc yang digunakan mobil listrik Molista. Selain itu untuk mengetahui perbandingan perbandingan parameter brushless motor listrik pada beberapa kondisi lintasan.

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai performa BLDC motor yaitu antara lain sebagai berikut:

Kebutuhan akan kendaraan berbasis elektrik yang mampu menggantikan secara penuh peran kendaraan berbahan bakar fosil sebagai alat transportasi menuntut terciptanya kendaraan listrik dengan penggunaan energi minimum namun tetap memiliki kehandalan tinggi dalam hal kekuatan baterai, efisiensi energi, kecepatan, daya dan torsi. Daya maksimal motor listrik yang digunakan merupakan faktor penting dalam menghasilkan performa kendaraan yang baik dan handal. Pada saat tertentu daya motor yang besar akan memberikan efisiensi penggunaan energi lebih baik dibandingkan dengan daya motor lebih rendah sehingga rasio antara daya motor listrik dengan beban kendaraan perlu diperhitungkan kembali. (Satrio, 2012)

Tujuannya adalah untuk penggunaan motor listrik DC sebagai penggerak kendaraan mobil *hybrid*, sehingga dapat menentukan motor listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik dari mobil *hybrid* tersebut. Selain itu prinsip dasarnya adalah mencoba untuk mendesain mesin yang berhubungan dengan kebutuhan spesifikasinya. Pada akhirnya mobil *hybrid* dapat melaju sesuai dengan kecepatan set point yang diinginkan. Dalam hal ini, mesin tidak akan mengkonsumsi banyak bahan bakar,

melainkan dapat beroperasi sesuai dengan motor listrik pada kecepatan sesuai dengan kebutuhan. Sehingga sebagai tambahan pada mobil *hybrid* dapat menyimpan energi pada baterai tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut maka putaran motor listrik dapat diatur sedemikian, sehingga motor tersebut dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan. Untuk itu kapasitas motor DC yang diperlukan untuk menggerakkan mobil *hybrid* dapat bekerja dengan maksimal dan kebutuhan energi listrik akan terpenuhi. (Sueb Herdianto, 2016)

Motor listrik merupakan sebuah mesin yang banyak aplikasi dalam hal sistem penggerak, salah satunya adalah dipakai di mobil listrik. Dalam penentuan sebuah sistem penggerak tidaklah bisa sembarang dipakai untuk berbagai beban, sehingga dibutuhkan data mengenai spesifikasi performa dari sistem penggerak tersebut. Data – data tersebut akan dipadukan dengan beban dari sistem penggerak untuk menghasilkan titik optimum kerja dari sebuah sistem penggerak. (Apresco, 2017)

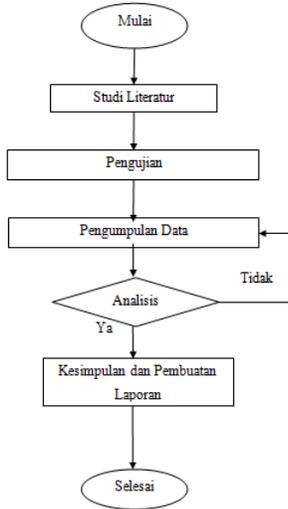
Semakin meningkatnya teknologi berdampak pada teknologi yang diaplikasikan pada sepeda saat ini, salah satunya adalah sepeda listrik. Awalnya sepeda hanya digunakan dengan cara dikayuh namun saat ini telah banyak sepeda yang memanfaatkan tenaga listrik untuk menggerakannya sebagai tenaga tambahan. Memanfaatkan putaran roda dan putaran *flywheel* untuk memutar alternator yang nantinya akan menghasilkan listrik, kemudian energi listrik tersebut disimpan pada akumulator. Pada saat akan digunakan maka energi listrik pada akumulator disalurkan pada mesin saat berfungsi sebagai motor listrik untuk memutar roda belakang. Proses dalam menghasilkan energi listrik ini yang dimanfaatkan sebagai energi terbarukan pada penggunaan sepeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi energi listrik dari energi yang dimanfaatkan pada saat pengereman dan untuk Mengetahui konsumsi daya listrik yang digunakan oleh motor listrik/dimano pada sepeda listrik *hybrid*. (Satria, 2017)

II. METODOLOGI

Dalam penelitian ini metode analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif, yaitu

untuk mengetahui kapasitas dan kebutuhan daya listrik yang digunakan pada mobil listrik Molista.

Untuk mempermudah cara mengambil data dan pengolahan data maka diperlukan sebuah rancangan blok diagram sistem global, untuk diagram alir tersebut dapat ditunjukkan dalam gambar dibawah ini



Gambar 2.3 Flowchart Penelitian

A. Alat Uji

Peralatan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Mobil listrik yang digunakan adalah mobil urban listrik Molista dengan spesifikasi :
 - Dimensi : 229 cmx129cmx121cm
 - Berat Kosong : 150 Kg
 - Berat Pengemudi : 70 Kg
 - Mesin : BLDC Motor 800 Watt / 48 Volt / 500 Rpm
 - Sumber Energi : Li-ion 18 Ah 48 Volt, h BMS 48 Volt 30 Ampere
2. Data Logger digunakan untuk mendapatkan nilai variabel pada setiap waktu:
 - a. Kecepatan

Data kecepatan dicatat menggunakan speedometer yang umumnya dipakai pada sepeda.



Gambar 2.1 Speedometer Cat Eye

- b. Konsumsi Energi, Arus dan Tegangan

Konsumsi Energi, arus dan tegangan dapat diketahui melalui alat yang yaitu Wattmeter. Dari alat ini dapat diketahui nilai dari ketiga paramater, sehingga memberikan data secara *realtime*. Parameter konsumsi energi dapat diketahui setiap saat dalam satuan Watt-hour (Wh) yang kemudian dikalkulasikan dengan jarak tempuh sehingga didapat variabel konsumsi energi dalam satuan km/kWh).



Gambar 2.2 150A Wattmeter

3. Multimeter
4. Stopwatch Digital
5. Thermogun

B. Prosedur Pelaksanaan Pengujian dan pengambilan Data

Pengujian dilakukan dalam beberapa mode :

1. Membandingkan performa BLDC motor pada mobil listrik Molista yang diwakili oleh variable arus, tegangan, kecepatan, temperatur dan daya input.
2. Menentukan performa BLDC motor pada mobil listrik Molista dengan mencatat konsumsi energi yang digunakan..

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Arus terhadap Tegangan

Pengambilan data dilakukan sebanyak 2 kali pengujian di Stadion Sultan Agung Bantul dengan interval waktu dan kecepatan yang berbeda, hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang valid dan menghindari kesalahan dalam pengambilan data. Langkah pertama untuk mengetahui produksi energi listrik dari mobil listrik ini adalah dengan cara menganalisa data dari hasil percobaan dengan kecepatan yang berbeda.

Untuk pengujian atau pengambilan data dilakukan menggunakan alat *wattmeter* dan thermogun. Sedangkan untuk pengujiannya dimulai pada saat memulai injakan pedal gas. Adapun data yang didapatkan dari hasil

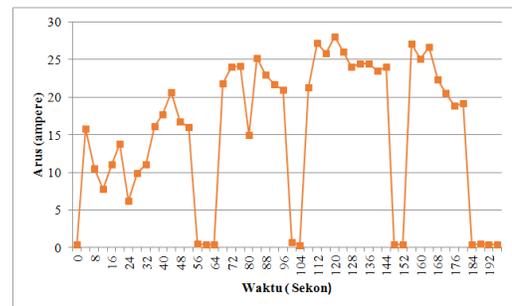
pengujian ini akan ditampilkan kedalam bentuk tabel.

1. Pengujian dengan jarak 1400 meter, waktu = 3'16"

Tabel 3.1 Produksi Energi Listrik dengan jarak 1400 meter, waktu = 3'16"

Waktu (Sekon)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
0	0,43	47,98	20,6314
4	15,8	46,33	732,014
8	10,52	46,91	493,4932
12	7,77	47,13	366,2001
16	11,02	46,74	515,0748
20	13,75	46,4	638
24	6,22	47,08	292,8376
28	9,88	46,86	462,9768
32	11,07	46,71	517,0797
36	16,15	46,02	743,223
40	17,66	45,86	809,8876
44	20,62	44,94	926,6628
48	16,75	46,07	771,6725
52	16,03	46,14	739,6242
56	0,47	47,74	22,4378
60	0,39	47,77	18,6303
64	0,39	47,79	18,6381
68	21,81	45,4	990,174
72	24,03	44,85	1077,746
76	24,12	45,13	1088,536
80	14,92	46,87	699,3004
84	25,17	44,98	1132,147
88	22,95	45,11	1035,275
92	21,66	45,18	978,5988
96	20,92	45,33	948,3036
100	0,77	47,62	36,6674
104	0,36	47,67	17,1612
108	21,26	44,81	952,6606
112	27,23	44,56	1213,369
116	25,84	44,66	1154,014
120	28,06	44,76	1255,966

124	26,08	44,7	1165,776
128	24,04	44,83	1077,713
132	24,44	44,88	1096,867
136	24,47	44,83	1096,99
140	23,49	44,85	1053,527
144	23,99	44,86	1076,191
148	0,41	47,54	19,4914
152	0,39	47,57	18,5523
156	27,1	44,53	1206,763
160	25,06	44,64	1118,678
164	26,66	44,67	1190,902
168	22,33	45,12	1007,53
172	20,59	45,13	929,2267
176	18,82	45,29	852,3578
180	19,16	45,39	869,6724
184	0,39	47,4	18,486
188	0,49	47,48	23,2652
192	0,37	47,42	17,5454
196	0,38	47,53	18,0614



Gambar 3.1 Grafik arus listrik terhadap waktu

Berdasarkan gambar 3.1, arus yang dibangkitkan saat pemanfaatan pada kecepatan mobil listrik 26,25 km/jam mencapai 28,06 ampere, arus yang dibangkitkan oleh motor menurun disebabkan putaran motor yang semakin rendah. Daya yang digunakan oleh mobil listrik dengan kecepatan 26,25 km/jam pada panjang lintasan sejauh 1400 meter sebesar 690.531942 watt. Daya yang paling besar habis yaitu pada detik ke 120.

Pada saat sebelum dilakukan pengujian suhu pada motor BLDC adalah 29°C, setelah

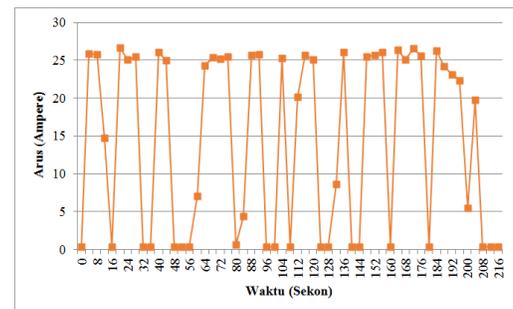
melakukan pengujian dengan 2 kali putaran lintasan suhu pada motor menjadi 33,2°C. Strategi yang digunakan pada pengujian ini adalah gas perlahan, 15 meter sebelum tikungan lepas gas dan 15 meter setelah tikungan gas kembali.

2. Pengujian dengan jarak 1400 meter, waktu = 3'36"

Tabel 3.2 Produksi Energi Listrik dengan jarak 1400 meter, waktu = 3'36"

Waktu (Sekon)	Arus (A)	Tegangan (Volt)	Daya(W)
0	0,35	44,34	15,519
4	25,87	44,36	1147,593
8	25,81	44,37	1145,19
12	14,77	46,47	686,3619
16	0,34	47,25	16,065
20	26,62	44,2	1176,604
24	25,08	44,36	1112,549
28	25,48	44,28	1128,254
32	0,39	47,19	18,4041
36	0,39	47,2	18,408
40	26,11	44,34	1157,717
44	25,02	44,28	1107,886
48	0,38	47,15	17,917
52	0,39	47,19	18,4041
56	0,35	47,2	16,52
60	7,09	46,23	327,7707
64	24,35	44,47	1082,845
68	25,4	44,27	1124,458
72	25,22	44,4	1119,768
76	25,46	47,1	1199,166
80	0,68	47,15	32,062
84	4,39	46,39	203,6521
88	25,67	44,31	1137,438
92	25,8	44,41	1145,778
96	0,39	47,12	18,3768
100	0,34	47,13	16,0242
104	25,28	44,47	1124,202
108	0,38	44,12	16,7656
112	20,19	44,09	890,1771
116	25,64	41,36	1060,47
120	25,13	44,14	1109,238
124	0,38	47,1	17,898
128	0,37	47,13	17,4381
132	8,61	45,97	395,8017
136	26,06	44,3	1154,458
140	0,38	47,09	17,8942
144	0,38	47,12	17,9056
148	25,48	44,49	1133,605

152	25,72	44,45	1143,254
156	26,1	44,33	1157,013
160	0,36	47,05	16,938
164	26,34	47,09	1240,351
168	25,1	44,33	1112,683
172	26,6	44,28	1177,848
176	25,55	44,21	1129,566
180	0,38	47,05	17,879
184	26,25	44,16	1159,2
188	24,16	44,41	1072,946
192	23,1	44,74	1033,494
196	22,37	44,64	998,5968
200	5,52	46,99	259,3848
204	19,73	45,68	901,2664
208	0,39	47,06	18,3534
212	0,38	47,07	17,8866
216	0,37	47,08	17,4196



Gambar 3.2 Grafik arus listrik terhadap waktu

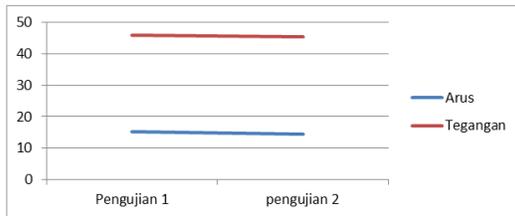
Berdasarkan gambar 3.2, arus yang dibangkitkan saat pemanfaatan pada kecepatan mobil listrik mencapai 23,33 km/jam mencapai 26,62 ampere, arus yang dibangkitkan oleh motor menurun disebabkan putaran motor yang semakin rendah. Daya yang digunakan oleh mobil listrik dengan kecepatan 23,33 km/jam pada panjang lintasan sejauh 1400 meter sebesar 647.6484036 watt. Daya yang paling besar yaitu pada detik ke 20.

Pada saat sebelum dilakukan pengujian suhu pada motor BLDC adalah 37°C, setelah melakukan pengujian dengan 2 kali putaran lintasan suhu pada motor menjadi 41°C. Strategi yang digunakan pada pengujian ini adalah gas perlahan hingga *top speed*, 15 meter sebelum tikungan lepas gas dan 15 meter setelah tikungan gas kembali dengan kecepatan konstan.

Dari 2 pengujian arus dan tegangan yang telah dilakukan, dapat diketahui rata-rata arus dan tegangan pada saat pengujian. Berikut adalah tabel rata-rata arus dan tegangan:

Tabel 4.3 Tabel Rata-rata Arus dan Tegangan

Pengujian	Waktu (Detik)	Arus (A)	v (volt)	P (Watt)
1	192	15,2536	46,001	690.53
2	216	14,5243	45,512	647.64



Gambar 3.3 Grafik Rata-rata arus dan Tegangan

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa pada pengujian 1 rata-rata arus motor adalah 15,2536 Ampere dan tegangan rata-rata pada baterai adalah 46,001 Volt. Pada pengujian 2 rata-rata adalah 14,52436 Ampere dan pada tegangan rata-rata adalah 45,512 Volt.

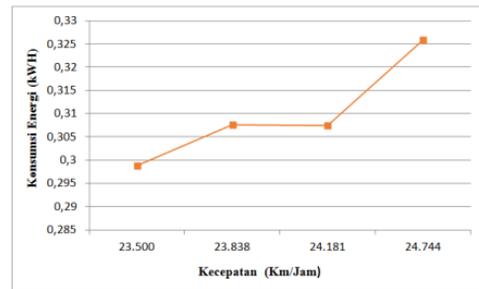
Besarnya arus yang dikeluarkan motor adalah tergantung dari injakan gas dan beban pada motor. Semakin dalam injakan gas, arus motor semakin besar. Besarnya arus pada motor juga dipengaruhi oleh beban pada motor yaitu lintasan yang dilalui oleh mobil listrik.

B. Pengujian Motor BLDC di Kontes Mobil Hemat Energi 2017

Pengujian dilakukan pada saat mobil listrik Molista mengikuti Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) di Kenjeran Park Surabaya pada tanggal 7 – 11 November 2017. Kontes mobil ini terdiri dari 8 lap dengan total panjang lintasan 11.600 meter. Setiap mobil harus menempuh jarak 11.600 meter dalam batas waktu 30 menit. Berikut adalah hasil race dari mobil listrik Molista :

Tabel 3.2 Pemetaan Konsumsi energi

Race	Jarak (Km)	Waktu (Jam)	Kecepatan (Km/jam)	Daya Input (Watt)	Konsumsi Energi (KWh)	Km/kwh	Perbandingan Daya
I	11,6	0,4688	24,7440	695,1204	0,3259	35,59	86,89%
II	11,6	0,4566	23,8388	632,2446	0,3076	37,7	79,03%
III	11,6	0,4797	24,1817	640,8019	0,3074	37,735	80,10%
IV	11,6	0,4936	23,5008	605,3653	0,2988	38,82	75,67%



Gambar 3.4 Grafik Perbandingan Kecepatan dengan Konsumsi Energi

Dari variabel konsumsi energi yang telah dilakukan, terdapat perbedaan konsumsi energi dari keempat race. Pada jarak 11,6 km terdapat putaran 8 lap dengan kondisi jalan yang tidak hanya mendatar tetapi juga menikung dan menurun. Dari 4 kali pengujian yang dilakukan, konsumsi energi minimal dari 4 kali pengujian itu adalah 0,2988 kWh dan konsumsi energi maksimal adalah 0,3259 kWh. Pengujian dilakukan pada waktu yang berbeda dengan suhu yang berbeda-beda pula.

Race pertama konsumsi daya 0,3259 kWh, konsumsi energinya paling banyak diantara pengujian yang lain dikarenakan gerakan melaju yang cepat hingga finish. Pada race ini, kecepatan mobil adalah 24,744 km/jam dan dilakukan pada siang hari dengan kondisi terik. Daya motor adalah 800 watt, sedangkan dilapangan didapatkan daya motor sebesar hanya 695,1204 watt. Jadi perbandingan penggunaan daya yang dikonsumsi dengan penggunaan daya yang diusulkan adalah 86,89%.

Race kedua konsumsi daya 0,3076 kWh, konsumsi energinya lebih rendah dari pada pengujian sebelumnya, dikarenakan gerakan melaju yang lebih rendah dari pada race pertama. Pada race ini, kecepatan mobil adalah 23,8388 km/jam. Daya motor adalah 800 watt, sedangkan dilapangan didapatkan daya motor sebesar hanya 632.2446 watt. Jadi perbandingan penggunaan daya yang

dikonsumsi dengan penggunaan daya yang diusulkan adalah 79,03%.

Race ketiga konsumsi daya 0,3074 kWh, konsumsi energinya hampir sama dengan race sebelumnya akan tetapi waktu yang dibutuhkan lebih lama dan mobil melaju dengan konstan. Pada race ini, kecepatan mobil adalah 24.1817 km/jam. Daya motor adalah 800 watt, sedangkan dilapangan didapatkan daya motor sebesar hanya 640,8019 watt. Jadi perbandingan penggunaan daya yang dikonsumsi dengan penggunaan daya yang diusulkan adalah 80,10%.

Race keempat konsumsi daya 0,2988 kWh, konsumsi energinya paling sedikit dan waktu yang lebih lama diantara pengujian yang lain dikarenakan gerakan melaju yang kontinyu dari start hingga finish. Pada race ini, kecepatan mobil adalah 23,5008 km/jam. Daya motor adalah 800 watt, sedangkan dilapangan didapatkan daya motor sebesar hanya 605,3653 watt. Jadi perbandingan penggunaan daya yang dikonsumsi dengan penggunaan daya yang diusulkan adalah 75,67%.

Beberapa faktor dari kendaraan dapat mempengaruhi Selain itu faktor eksternal seperti kondisi lingkungan atau kondisi lintasan dan perilaku mengemudi pengendara juga memberikan pengaruh yang tidak sedikit.

Kendaraan dapat bergerak dengan kecepatan tertentu disebabkan karena memanfaatkan daya dorong sebagai hasil kerja dari motor listrik. Daya yang dihasilkan motor listrik kemudian diteruskan melalui roda melalui perantara struktur kendaraan. Struktur kendaraan tersebut diantaranya adalah poros roda, *bearing* dan *knockle*. Apabila kondisi dari komponen kendaraan tersebut baik dan simetris, maka presentase daya yang disalurkan dari motor listrik menuju roda akan semakin besar dan juga sebaliknya.

Daya dorong yang tersalurkan tersebut akan semakin berkurang apabila kendaraan melewati tikungan, dimana tidak adanya kesimetrisan antara roda belakang sebagai penggerak dan roda depan yang dikendalikan melalui sistem kemudi. Sebagai hasilnya energi yang digunakan untuk menggerakkan lebih rendah dibandingkan dengan energi yang diberikan dari motor listrik. Tekanan angin ban pada saat pengambilan data tidak menjadi variabel yang nilainya tetap, sehingga cukup mempengaruhi konsumsi energi. Dengan tekanan angin yang tinggi, maka beban untuk

menggerakkan kendaraan akan menurun karena titik kontak antara ban dengan jalanan semakin kecil sehingga gesekan antara keduanya ikut menurun.

Faktor yang paling mempengaruhi data konsumsi energi dari pengambilan data ini adalah faktor perilaku pengendara. Kondisi fisik pengendara akan membuat konsentrasi pengendara berpengaruh sehingga kestabilan dalam membuka gas yang kurang akurat dan berbeda beda saat pengujian.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis, baik melalui observasi, pengujian dan dalam melakukan pengambilan data mengenai performa BLDC motor pada mobil listrik Molista, diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

Penggunaan arus listrik yang besar pada awal pengujian mampu meningkatkan daya dorong kendaraan untuk melaju lebih cepat, meskipun dengan konsumsi energi yang lebih banyak. Hal ini terjadi pada pengujian pada jarak tempuh 1,4 Km.

Rata-rata penggunaan energi moil listrik adalah 0,3099 kWh untuk jarak tempuh 11,6 Km.

Pada jarak lintasan 11,6 Km, kecepatan maksimal adalah 24,7440 km/jam dengan daya input 695,1204 watt dan kecepatan minimal adalah 23,5008 km/jam dengan daya input 605,3653 watt.

B. Saran

Berdasarkan proses pengujian, pengambilan data, menganalisis data, serta dalam penulisan laporan, penulis mempunyai saran untuk mempermudah serta memperlancar proses penyusunan dan pembahasan-pembahasan yang berikutnya, antara lain:

Efisiensi energi akan lebih dapat dianalisa dengan mengetahui daya output motor, yaitu dengan mengukur torsi dan putaran pada motor BLDC.

Beban yang digunakan pada mobil listrik Molista agar tidak berlebihan, mulai dari rangka, bodi dan lain-lain agar kinerja motor tidak terlalu berat dan kecepatan mobil listrik Mobista menjadi maksimal.

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada : Pembimbing pada skripsi saya, Bapak Slamet Hani, S.T.,M.T.dan Bapak Sigit Priyambodo, S.T.,M.T. Teman-teman Tim Prawira mobil listrik Molista IST Akprind Yogyakarta.

Zumain, M. A. (2009). *Prototipe Mobil Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Magnet Permanen 0,37 HP*. Jakarta: UI.

I. DAFTAR PUSTAKA

- Adiyant, A. (2015). *Alpensteel*. Retrieved Oktober 2017, from <http://www.alpensteel.com>
- Afif, M. T. (2015). Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6, 5.
- Apresco, R. A. (2017). *Perbandingan Unjuk Kerja Motor*. Surabaya: ITS.
- Kuswardana, A. (2016). *Analisis Sistem Motor Penggerak Pada Mobil Listrik Dengan Kapasitas Satu Penumpang*. Semarang: UNNES.
- Masudi, N. (2014). *Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik*. Surabaya: ITS.
- Putra, A. K. (2016). *Aplikasi Motor BLDC pada Mobil Listrik Progo AKPRIND*. Yogyakarta: IST AKPRIND YOGYAKARTA.
- Satria, D. (2017). Analisa Perhitungan Energi Listrik Pada Sepeda Listrik Hybrid. *SINTEK Jurnal*, 11, 11.
- Satrio, A. W. (2012). *Ario Wibawa Satrio (2012)*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sueb Herdianto, M. S. (2016). *Analisa Kebutuhan Energi Motor Listrik*. Malang: Universitas Merdeka Malang.
- Zamroni, M. (2015). *Kendali Motor Dc Sebagai Penggerak Mekanik*. Semarang: UNDIP.