

PENGUJIAN MOTOR *BLDC* 48 VOLT – 2KW TERHADAP PERFORMA *PROTOTYPE* MOBIL LISTRIK KAIBON KAPASITAS SATU PENUMPANG

Ridwan Nurhalim^{1*}, Haris Abizar¹ dan Sulaeman Deni Ramdani¹

¹ Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Ciwaru Raya No.25, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, Kota Serang, 42117, Indonesia

*E-mail : ridwannurhalim6@gmail.com

ABSTRAK

Motor Brushless DC (*BLDC* Motor) merupakan salah satu jenis motor-sinkron dimana medan magnet yang dihasilkan oleh rotor dan stator pada frekwensi yang sama. Motor *BLDC* juga banyak digunakan sebagai penggerak pada mobil listrik, karena motor *BLDC* dapat memenuhi faktor torsi, akselerasi, kecepatan dan biaya dalam pembuatan mobil listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa Motor *BLDC* 48 Volt – 2 KW yang dipasang pada *prototype* mobil listrik satu penumpang dari segi 1) kecepatan maksimal dan 2) jarak tempuh terjauh. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi literatur, pengujian langsung dan dokumentasi. Hasil dari penelitian ini adalah 1) pengujian kecepatan maksimal yang dilakukan pada pengaturan throttle 120% menghasilkan kecepatan maksimal secara berturut-terut adalah 55 Km/Jam, 57 Km/Jam, 57 Km/Jam, 58 Km/Jam dan 55 Km/Jam dan pengaturan throttle 60% secara berturut-turut adalah 29 Km/Jam, 32 Km/Jam, 31 Km/Jam, 30 Km/Jam dan 30 Km/Jam. 2) Pengujian dari segi jarak tempuh dilakukan sebanyak 2 kali dengan persentase throttle sebesar 60% hasilnya adalah 12,7 Km dengan kecepatan maksimal hanya terbatas pada 37 Km/J dalam waktu 39 menit 03 detik. Adapun pada persentase throttle sebesar 120% jarak tempuh yang dicapai sejauh 8,3 Km dalam waktu 27 menit 23 detik.

Kata Kunci: Motor *BLDC*, Mobil Listrik, Performa

ABSTRACT

Brushless DC motor (BLDC Motor) is a type of synchronous motor where the magnetic field generated by the rotor and stator is at the same frequency. BLDC motors are also widely used in electric cars, because BLDC motors can meet the torque, acceleration, speed and cost factors in making electric cars. This study aims to test the performance of the 48 Volt - 2 KW BLDC motor mounted on a one-passenger electric car prototype in terms of 1) maximum speed and 2) farthest distance. The research using the experimental method. The data collection techniques is literature studies, direct testing and documentation. The results of this study are 1) the maximum speed test carried out at 120% throttle setting produces the maximum speed of 55 km / hour, 57 km / hour, 57 km / hour, 58 km / hour and 55 km / hour, respectively. At 60% throttle settings are 29 km / hour, 32 km / hour, 31 km / hour, 30 km / hour and 30 km / hour, respectively. 2) Testing in terms of the distance traveled twice with a throttle percentage of 60% the result is 12.7 km with a maximum speed limited to 37 km / h within 39 minutes 03 seconds. As for the throttle percentage of 120%, the distance traveled was 8.3 km in 27 minutes 23 seconds..

Keywords: *BLDC* Motor, Electric Car, Performace

PENDAHULUAN

Perkembangan transportasi dunia tidak pernah lepas dari kemajuan teknologi. Dari masa ke masa,

industri otomotif saling bersaing menciptakan sebuah produk transportasi yang memiliki ciri khas keunggulan teknologinya masing-masing. Salah satu jenis transportasi yang banyak digunakan oleh

masyarakat dunia adalah mobil. Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari – hari. Penggunaannya yang praktis dan nyaman membuat mobil menjadi primadona (Putra, Rusdinar, & Kurniawan, 2015).

Kondisi ini dibuktikan dengan peredaran jumlah mobil di Indonesia yang selalu meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), kendaraan jenis mobil yang terdiri dari mobil penumpang, bis dan mobil barang pada tahun 2015 berjumlah 22.512.918 unit. Pada tahun 2016, jumlah tersebut meningkat menjadi 24.130.997 unit. Tahun 2017 meningkat kembali menjadi 25.223.136 unit. Peningkatan penggunaan kendaraan jenis mobil semakin meningkat hingga tahun 2018 mencapai 26.757.713 Unit. (Badan Pusat Statistik, 2018) Penggunaan kendaraan jenis mobil yang selalu meningkat jumlahnya setiap tahun menyebabkan kenaikan kebutuhan konsumsi bahan bakar kendaraan. Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) tahun 2000 sampai dengan 2014 meningkat menjadi 315 juta setara barel minyak (SBM), data ini disajikan dalam Outlook Energy Indonesia 2016 oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (Purnomo, Pratama, Hakim, Nurofik, & Pambudi, 2017).

Tingginya konsumsi bahan bakar setiap tahunnya menimbulkan permasalahan baru seperti polusi udara akibat emisi gas buang dan ketersediaan sumber bahan bakar yang semakin hari semakin menipis akibat tidak bisa diperbarui. Persoalan bahan bakar semakin hari semakin sering dibahas secara nasional dan internasional. bahkan dua puluh sampai dua puluh lima tahun terakhir ini isu ketersediaan sumber energi dan dampak terhadap lingkungan semakin berdampak negatif bagi perkembangan kendaraan berbahan bakar (Dwifa & Munadi, 2017).

Permasalahan bahan bakar minyak dan polusi udara yang semakin serius setiap harinya mendorong berbagai pihak untuk memikirkan dan membuat kendaraan ekonomis yang dapat mengurangi polusi udara. Di Indonesia, permasalahan bahan bakar dan dampaknya terhadap lingkungan juga ditanggapi secara serius oleh pemerintah. Melalui Perpres No 55 Tahun 2019, pemerintah mendorong percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan. Berbagai konsep kendaraan dibuat dalam rangka merealisasikan program tersebut. salah satunya adalah Mobil LCGC (Low Cost Green Car) merupakan mobil dengan menggunakan energy alternatif berupa mobil listrik yang saat ini sedang banyak dikembangkan oleh banyak pihak (Nugroho & Agustina, 2013).

Mobil listrik menjadi solusi atas permasalahan tersebut karena menggunakan energi ramah lingkungan serta tidak menimbulkan polusi (Jatmiko, Basith, Ulinuha, Muhlasin, & Khak, 2018).

Pengembangan mobil listrik yang dilakukan baik secara perseorangan maupun lembaga dilakukan secara masif meliputi berbagai aspek, mulai dari pengembangan konstruksi, safety hingga pengembangan komponen utama. Salah satu komponen utama dalam mobil listrik adalah unit penggerak (Zuhfrianto & Budijono, 2013). Sebagai salah satu aspek yang dikembangkan, komponen penggerak memiliki peran penting terhadap performa mobil listrik. Komponen penggerak yang dipilih sebagai mesin penggerak mobil listrik adalah motor BLDC. Hal ini didasarkan pada keunggulan motor BLDC salah satunya yaitu memiliki biaya perawatan yang lebih rendah dan kecepatan yang lebih tinggi karna motor jenis ini tidak menggunakan brush (Sutedjo, Qudsi, Suhariningsih, & Yanaratri, 2017). Setiap motor BLDC memiliki dua bagian utama, rotor (bagian berputar) dan stator (bagian stasioner). Bagian penting lainnya dari motor adalah gulungan stator dan magnet rotor (Masudi, 2014). Motor ini memiliki bagian rotor berupa magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet. Perubahan polaritas motor BLDC dilakukan secara elektronik menggunakan sensor halleffect dan rotary encoder (Jatmiko, Basith, Ulinuha, Khak, & Putra., 2019).

Penelitian mengenai motor BLDC sebagai penggerak mobil listrik juga dilakukan oleh M. Beny Dwifa dan Munadi pada tahun 2015 dengan tujuan mengaplikasikan motor BLDC 72Volt-7kW dalam sebuah prototype mobil listrik dengan kontroler KBL72401E. Dari hasil pengujian, diperoleh data tingkat efisiensi energi motor BLDC yaitu 82,4 % (Purwadi, Dozeno, & Heryana, 2013). Motor BLDC (Brushless DC motor) merupakan Motor DC tanpa sikat merupakan motor yang memiliki efisiensi baik, lebih handal, umur lebih panjang dan cukup mahal. Motor ini memiliki bagian rotor berupa magnet permanen dan bagian stator berupa belitan untuk menghasilkan medan magnet (Jatmiko et al., 2018). Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan maksimal serta jarak tempuh maksimal dari motor BLDC yang digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah penelitian mengenai Pengujian Motor BLDC 48 Volt – 2KW Terhadap Performa Prototype Mobil Listrik Kaibon Kapasitas Satu Penumpang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dikhususkan untuk menguji performa motor BLDC 48V – 2kW pada prototype mobil listrik untuk mengetahui kemampuan motor BLDC dari segi jarak tempuh maksimal dan kecepatan maksimal yang dapat dicapai. Pengujian ini dilakukan menggunakan beberapa instrumen penelitian dan variabel eksperimen seperti pembatasan kecepatan tertentu pada pengujian jarak tempuh dan pembatasan jarak dan beban pada pengujian kecepatan maksimum. Dalam pengujian jarak tempuh maksimal, dilakukan pembatasan kecepatan dengan variabel persentase throttle sebagai pengatur daya yang masuk ke motor BLDC. Berikut merupakan spesifikasi motor terdapat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Motor Type	BLDC Hub Motor with Permanent Magnet
Motor design	Double axle out
Rated Power	2000W
Rated Voltage	72V(48-96V Can be optional)
Max No-load RPM	850RPM
Speed	65km/h Depend Rated Voltage
Max Torque	140N.M
Max Efficiency	88%
Continious current	30A
Max current	80A (Peak 100A in short time)

Instrumen penelitian adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dipermudah olehnya. Instrumen pengumpulan data adalah cara-cara yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Dalam pengujian ini, instrumen penelitian yang digunakan berdasarkan tujuan pengujian yaitu untuk mengetahui performa dari segi jarak tempuh dan kecepatan maksimal. Adapun instrumen penelitian initerdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Instrumen Pengujian Kecepatan Maksimal

Peng-ujian	Kondisi Baterai			Max Speed	Avg Speed	Waktu	Input Current
	Awal	Akhir	Selisih				
Ke-1							
Ke-2							
Ke-3							
Ke-4							
Ke-5							

Tabel 3. Instrumen Pengujian Jarak Tempuh Maksimal

Data Pengujian	Presentase Throttle	
	60%	120%
Kondisi Baterai	Awal (V)	
	Akhir (V)	
	Selisih (V)	
	Input Current (A)	
Performa	Top Speed	
	Average Speed	
	Waktu	
	Jarak	
	Tempuh	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Kecepatan Maksimal Setiap Pengujian

Peng-ujian	Kondisi Baterai			Max Speed	Avg Speed	Waktu	Input Current
	Awal	Akhir	Selisih				
Ke-1	50,21	44,96	5,25	55	33,44	59,48	34
Ke-2	50,23	43,44	6,79	57	34,71	55,23	36
Ke-3	50,12	43,63	6,49	57	34,66	54,01	36
Ke-4	50,04	43,41	6,63	58	35,38	52,29	37
Ke-5	50,13	43,68	6,45	55	33,39	58,76	33

Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan membatasi jarak pengujian sejauh 500 meter yang bertujuan untuk mengetahui performa kecepatan maksimal, kecepatan rata-rata, dan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak yang telah ditentukan. Selain itu, penelitian ini juga mendata parameter baterai sebagai sumber energi listrik pada motor BLDC 48 V – 2kW. Berdasarkan **Tabel 3**, hasil kecepatan maksimal yang dicapai mobil listrik secara berturut-turut adalah 55 Km/Jam, 57 Km/Jam, 57 Km/Jam, 58 Km/Jam dan 55 Km/Jam.

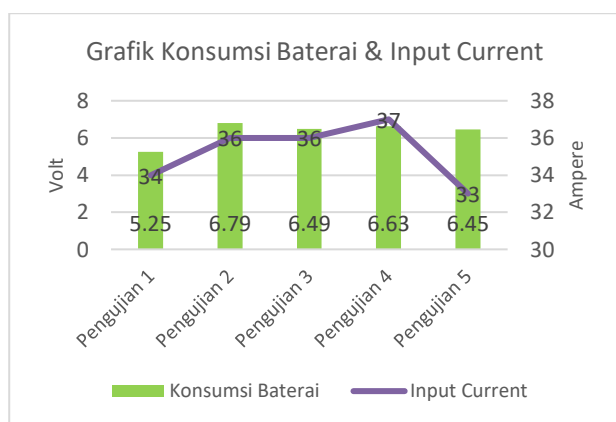
Tabel 4. Performa Jarak Tempuh Throttle

Data Pengujian	Presentase Throttle	
	60%	120%
Kondisi Baterai	Awal (V)	50,15
	Akhir (V)	43,52
	Selisih (V)	6,63
	Input Current (A)	17
Performa	Top Speed	32 Km/Jam
	Average Speed	19,6 Km/J
	Waktu	39:03
	Jarak	12,7 (Km)
	Tempuh	8,3 (Km)

Jarak tempuh yang dicapai oleh throttle dengan batas 60% dapat menempuh jarak sejauh 12,7 Km dengan waktu tempuh 39 menit, sedangkan throttle dengan pengaturan 120% hanya menempuh jarak 8,3 Km dengan waktu tempuh 27 menit. Pada kondisi throttle dengan batas 60%, konsumsi baterai yang

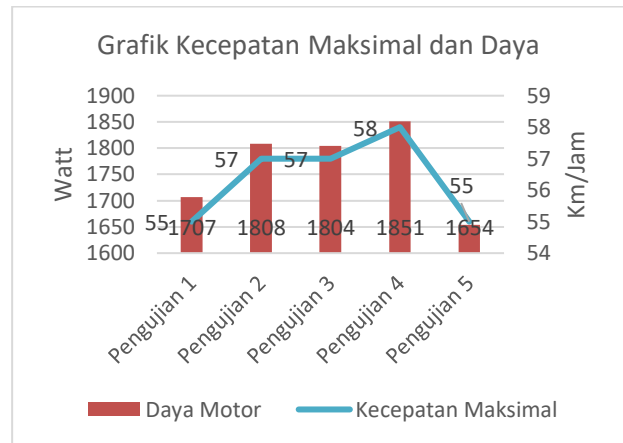
digunakan adalah 6,63 V, sedangkan throttle dengan pengaturan 120% konsumsi baterainya mencapai 8,75 V. Kondisi akhir baterai pada pengujian throttle dengan batas 60% adalah 43,52 V. Pada throttle dengan pengaturan 120% kondisi terakhir baterai adalah 40,88 V.

Pengujian kecepatan maksimal yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang variatif. Setiap pengujian yang dilakukan menghasilkan perbedaan dari segi konsumsi baterai, input current, waktu tempuh dan juga kecepatan rata-rata. Hasil pengujian dengan pembebanan dan tanpa beban dilakukan sebanyak 5 kali dengan pembahasan hasil yang dapat dikomparasikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Grafik Konsumsi Baterai & Input Current

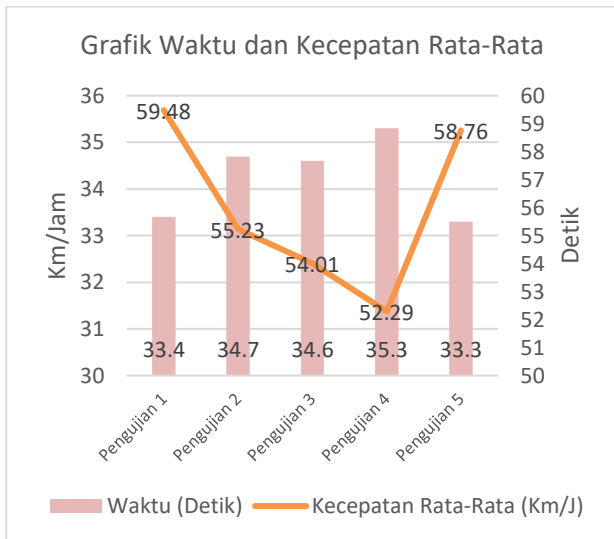
Grafik konsumsi baterai pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa hasil pengujian 1 memiliki konsumsi baterai sebesar 5,25 V; pengujian 2 memiliki konsumsi baterai sebesar 6,79 V; pengujian 3 memiliki konsumsi baterai sebesar 6,49 V; pengujian 4 memiliki konsumsi baterai sebesar 6,63 V; dan pengujian 5 memiliki konsumsi baterai sebesar 6,45 V; adapun input current atau besar arus yang masuk dalam pengujian 1 adalah 34 Ampere, pengujian 2 memiliki input current sebesar 36 Ampere, pengujian 3 memiliki input current sebesar 36 Ampere, pengujian 4 memiliki input current sebesar 37 Ampere dan pengujian 5 memiliki input current sebesar 33 Ampere.



Gambar 2. Grafik Kecepatan Maksimal dan Daya

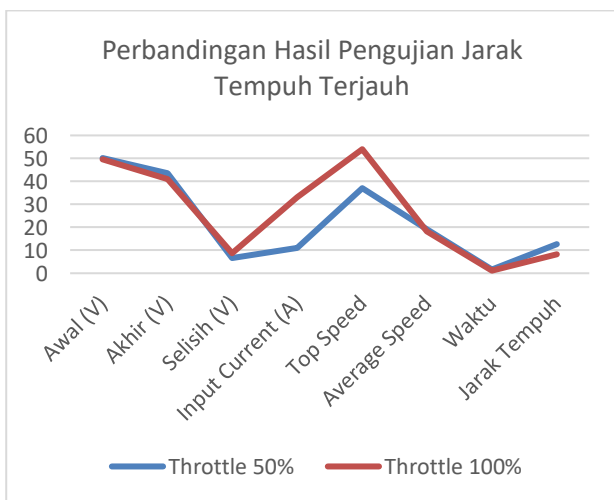
Grafik perbandingan antara daya (power) dan kecepatan maksimal pada **Gambar 2** menunjukkan hubungan yang berbanding lurus diantara keduanya. Pada pengujian pertama yang mencapai kecepatan maksimal 55 Km/Jam menggunakan daya sebesar 1.707 Watt. Pada saat pengujian kedua dan ketiga, daya yang masuk ke motor BLDC meningkat menjadi 1.808 watt. Peningkatan daya masuk ke motor BLDC berpengaruh pada kecepatan maksimal yang dihasilkan yaitu meningkat menjadi 57 Km/Jam. Hal yang sama terjadi pada pengujian keempat, ketika daya masuk meningkat menjadi 1.851 Watt, kecepatan maksimal yang dapat dicapai juga meningkat menjadi 58 Km/Jam. Pada pengujian kelima, terjadi penurunan daya yang masuk ke motor menjadi 1.654 watt dan berbanding lurus dengan penurunan kecepatan maksimal yang dapat dicapai menjadi 55 Km/Jam.

Waktu tempuh merupakan durasi yang diperlukan untuk mencapai jarak yang telah ditentukan. Dalam pengujian kecepatan maksimal, waktu tempuh yang dibutuhkan untuk mencapai jarak 500 meter secara berturut-turut adalah pengujian pertama dengan kecepatan rata-rata 33,4 Km/Jam membutuhkan waktu 59,48 detik, pengujian kedua dengan kecepatan rata-rata 34,7 Km/Jam membutuhkan waktu 55,23 detik, pengujian ketiga dengan kecepatan rata-rata 34,6 Km/Jam membutuhkan waktu 54,01 detik, pengujian keempat dengan kecepatan rata-rata 35,3 Km/Jam membutuhkan waktu 52,29 detik dan pengujian kelima dengan kecepatan rata-rata 33,3 Km/Jam membutuhkan waktu 58,76 detik.



Gambar 3. Grafik Waktu dan Kecepatan Rata-Rata

Pengujian kecepatan maksimal yang dilakukan menghasilkan data kecepatan maksimal yang dapat dicapai motor BLDC 48 Volt – 2KW dengan baterai 48 Volt 60 Ampere adalah 55-57 Km/Jam dengan kecepatan rata-rata 33,3 – 35,3 Km/Jam. Hasil ini melebihi penelitian yang dilakukan oleh Sigit J Purnomo, Bangkit H, Lukman N, Nurofik, Pambudi, dan Setya pada tahun 2017 dalam publikasi yang berjudul “Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik”. Dengan menggunakan motor BLDC 350 Watt dihasilkan kecepatan maksimal 35,61 Km/Jam dengan jarak tempuh 3,55 km. Namun jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agus Purwadi, Jimmy Dozeno, Nana Heryana pada tahun 2013 yang berjudul “Testing Performance of 10 kW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype”. Kecepatan maksimum motor 10 kW yang bisa dicapai hasilnya lebih tinggi yaitu 62,61 Km/Jam.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Jarak Tempuh Terjauh

Pengujian jarak tempuh terjauh menghasilkan data jarak tempuh yang dapat dicapai oleh motor BLDC 48 Volt – 2KW dengan baterai 48 Volt 60 Ampere adalah 12,7 Km pada pengaturan throttle 60% dan 8,3 Km pada pengaturan throttle 120%. Hasil ini melebihi penelitian yang dilakukan oleh Sigit J Purnomo, Bangkit H, Lukman N, Nurofik, Pambudi, dan Setya pada tahun 2017 dalam publikasi yang berjudul “Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik”. Penelitian ini menggunakan motor BLDC 350 W dengan jarak tempuh 3,55 km. Namun jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agus Purwadi, Jimmy Dozeno, Nana Heryana pada tahun 2013 yang berjudul “Testing Performance of 10 kW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype” jarak terjauh yang dapat ditempuh adalah sekitar 46,14 - 62,1 Km sebelum baterai habis.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada motor BLDC dari segi kecepatan maksimal dilakukan sebanyak 10 kali dengan 5 kali pengujian pada pengaturan throttle 120% dengan hasil kecepatan maksimal yang dicapai mobil listrik secara berturut-turut adalah 55 Km/Jam, 57 Km/Jam, 57 Km/Jam, 58 Km/Jam dan 55 Km/Jam. Pada pengaturan throttle 60% hasil kecepatan maksimal yang dicapai mobil listrik berturut-turut adalah 29 Km/Jam, 32 Km/Jam, 31 Km/Jam, 30 Km/Jam dan 30 Km/Jam. Selain itu kecepatan rata-rata juga terbatas pada kecepatan 19,6 Km/Jam. Sedangkan pada Pengujian yang dilakukan pada motor BLDC dari segi jarak tempuh dilakukan sebanyak 2 kali dengan persentase throttle sebesar 60% hasilnya adalah 12,7 Km dengan kecepatan maksimal hanya terbatas pada 37 Km/J dengan waktu tempuh yaitu 39 menit 03 detik. Adapun pada persentase throttle sebesar 120% jarak tempuh yang dicapai hanya sejauh 8,3 Km namun dengan waktu tempuh yang lebih cepat yaitu 27 menit 23 detik.

DAFTAR PUSTAKA

Putra, B. S., Rusdinar, A., & Kurniawan, E. 2015. Desain Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Manajemen Baterai Mobil Listrik. E-Proceeding of Engineering Universitas Telkom, 1909–1916.

Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Transportasi Darat Tahun 2017. [online] available at : <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/27/7fd3379108b4a60e046f4c8/statistik-transportasi-darat-2018.html>

- Purnomo, S. J., Pratama, B. H., Hakim, L., Nurofik, & Pambudi, S. 2017. Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik. 4, 679–686.
- Dwifa, M. B., & Munadi. 2017. Pengujian Efisiensi Energi Motor BLDC 72 Volt – 7kW untuk Aplikasi Model Electric Urban Car. 2–7.
- Nugroho, N., & Agustina, S. 2013. Perancangan Setting Rele Proteksi Arus Lebih Pada Motor Listrik Industri. Perancangan Setting Rele Proteksi Arus Lebih Pada Motor Listrik Industri, 40–46.
- Jatmiko, J., Basith, A., Ulinuha, A., Muhlasin, M. A., & Khak, I. S. 2018. Analisis Perofoma Dan Konsumsi Daya Motor Bldc 350 W Pada Prototipe Mobil Listrik Ababil. Emitter: Jurnal Teknik Elektro, 14–17.
- Zuhfrianto, A., & Budijono, A. 2013. Rancang Bangun Throttle Control Pada Motor Penggerak Dan Charger Manual Pada Prototype Mobil Listrik Garnesa. Jurnal Rekayasa Mesin, 63–68.
- Sutedjo, Qudsi, O. A., Suhariningsih, & Yanaratri, D. S. 2017. DESAIN DAN IMPLEMENTASI SIX-STEP COMUTATION PADA SISTEM KONTROL MOTOR BLDC 1 , 5 kW. 3, 261–273.
- Purwadi, A., Dozeno, J., & Heryana, N. 2013. Testing Performance of 10 kW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype. Procedia Technology, 1074–1082.
- Masudi, N. 2014. Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik. Institut Teknologi Surabaya.
- Jatmiko, Basith, A., Ulinuha, A., Khak, I. S., & Putra., D. S. D. 2019. Perancangan dan Implementasi Desain Kendaraan Listrik Konsep Urban Dengan Penggerak BLDC 1000 Watt. Emitter: Jurnal Teknik Elektro, 93–97.