

Analisis Performa dan Daya Konsumsi *Brushless Direct Current Motor* 1000-Watt pada Mobil Listrik *Hykorasaki*

Muhammad Afdhal Izzati⁽¹⁾, Novi Gusnita⁽²⁾

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sultan syarif Kasim
Jl. H.R. Soebrantas No.155, Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia

Email: ¹afdhalizzati04@gmail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima pada 7 Juli 2022
Disetujui pada 25 Agustus 2022
Dipublikasikan pada 23 November 2022
Hal. 1111-1115

Kata Kunci:

Baterai; Mobil Listrik; BLDC Motor

DOI:

<http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v7i4.1050>

Abstrak: Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor BLDC menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Mengingat performa motor DC maupun motor AC masih belum mampu memenuhi kebutuhan, maka dari itu penggunaan motor BLDC (*Brushless Direct Current*) menjadi pilihan yang sangat tepat. Motor BLDC memiliki beberapa kelebihan. Diantaranya yaitu, memiliki kebisingan yang rendah saat digunakan, karakteristik kecepatan dan torsi yang lebih baik, serta umur pemakaian yang lebih lama. Penelitian ini menggunakan metode prototype/rancang bangun dengan memasang motor BLDC untuk penggerak mobil listrik *hykorasaki*. tujuan penelitian ini adalah mengaplikasikan motor BLDC 48V-1000W pada mobil listrik untuk mengetahui peforma berupa kecepatan motor dan konsumsi daya nya pada saat pengujian. Untuk menggerakkan mobil listrik ini, sumber energi yang digunakan adalah baterai dengan kapasitas 48 Volt/

20 ah. dari penelitian yang dilakukan, diperoleh data bahwa saat pengujian tanpa beban, kecepatan motor mencapai 45 km/jam dengan daya konsumsi 674,289 Watt, sedangkan saat pengujian menggunakan beban (beban maksimal 300 kg) diperoleh kecepatan motor sebesar 41 km/jam dengan daya konsumsi 541,044 Watt. dengan demikian, hasil kelajuan rata-rata motor BLDC 1000-Watt untuk prototipe mobil listrik yaitu 32 – 45 km/jam.

PENDAHULUAN

Di era globalisasi yang sangat canggih sekarang ini, teknologi sangatlah pesat di kehidupan masyarakat. Maka dari itu dalam mengelola maupun mengatur kehidupan manusia dituntut harus tetap bersifat efisien pada setiap kegiatan serta mencari pembaruan inovasi kehidupannya. Diantaranya adalah dihadapkan oleh persoalan melangkanya sumber daya alam dari waktu ke waktu. Pengendalian yang sangat sulit pada masa depan disebabkan oleh kemahalan harga BBM dan keterbatasannya cadangannya (Marlita, 2014). Masalah ini dipicu oleh perkembangan menggunakan energi listrik dalam transportasi untuk menggantikan bahan bakar fosil, Berdasarkan data badan pusat statistik (BPS) cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 4,17 milliar barel, cadangan minyak bumi ini meningkat sebesar 10,6% dari tahun sebelumnya yaitu pada tahun 2019

mencapai 3,77 miliar barel. Namun cadangan minyak di Indonesia mengalami penurunan dari sejak tahun 2018 dari tahun sebelumnya mencapai 7,53 miliar barel. Lalu penurunan yang sangat drastis terjadi antara 2018-2019 mencapai 49,8%. Menurut kementerian energi dan sumber daya mineral (ESDM), cadangan minyak Indonesia akan tersedia hingga 9,5 tahun mendatang (Badan Pusat Statistik (BPS), 2021).

Energi fosil yang tak dapat diperbaharui juga telah banyak menimbulkan perhatian atas kemungkinan habisnya sumber cadangan energi tersebut (Ammar et al, 2015). Oleh sebab itu, diperlukan membuat sebuah regulasi yang jelas untuk mengatur pertumbuhan kendaraan bermotor berbahan bakar minyak. Salah satu industri-industri otomotif harus menciptakan kendaraan-kendaraan yang ramah lingkungan. yaitu, mengaplikasikan motor listrik sebagai penggerak mobil listrik (Efendi et al, 2020).

Mobil listrik adalah kendaraan yang digerakkan dengan motor BLDC yang bersumber dari baterai sebagai penyimpan energi (Efendi et al, 2020). Mobil listrik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan mobil berbahan bakar BBM secara umum (Setiawan, 2016). Diantaranya seperti; tidak menghasilkna polusi udara dan mengurangi efek rumah kaca (Efendi et al, 2020).

Mengingat performa motor DC maupun motor AC masih belum mampu memenuhi kebutuhan, maka dari itu penggunaan motor BLDC menjadi pilihan yang sangat tepat. motor BLDC memiliki beberapa kelebihan. Diantaranya yaitu, memiliki kebisingan yang rendah saat digunakan, karakteristik kecepatan dan torsi yang lebih baik, serta umur pemakaian yang lebih lama (Fariz Azizi and Dias Kalandro, 2020). Oleh karena itu penulis ingin melakukan analisis performa dan daya konsumsi motor BLDC yang digunakan pada mobil listrik Hykorasaki.

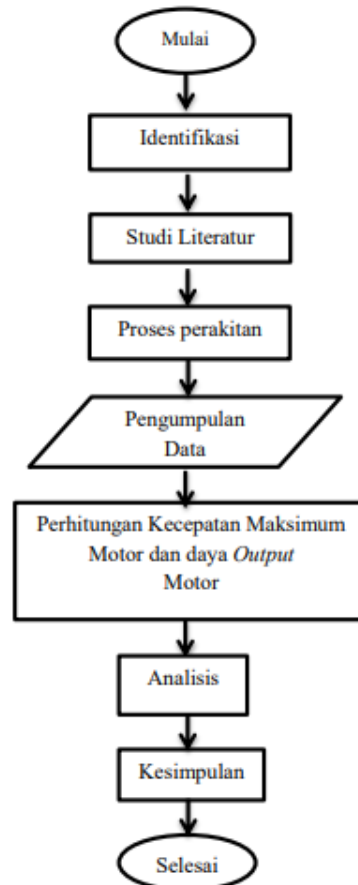
Penelitian terkait mengenai *prototype* mobil listrik telah beberapa kali dilakukan diantaranya penelitian jatmiko, pada penelitian tersebut ia melakukan perancangan mobil listrik menggunakan Motor BLDC dengan jenis material permanen magnet Ferrite 350 Watt (Basith et al, 2018). Pada saat melakukan pengukuran mendapat kecepatan maksimum 21 km/jam. Penelitian lain mengenai *prototype* mobil listrik juga dilakukan oleh Abdul Rahman , pada penelitian tersebut ia melakukan perancangan mobil listrik menggunakan motor BLDC dengan jenis material permanen magnet *Ferrite* 800 Watt (Abdul Rahman, 2014). Pada saat pengukuran mendapatkan kecepatan maksimum 24,7 km/jam. Penelitian lain mengenai *prototype* mobil listrik juga dilakukan oleh randi setiawan. Pada penelitian tersebut ia melakukan perancangan mobil listrik menggunakan motor BLDC dengan jenis material permanen magnet Samarium Cobalt 1000 Watt. Pada saat pengukuran mendapatkan kecepatan maksimum 32 km/jam (Setiawan, 2016).

Meski pun itu semua penelitian hanya masih mendapatkan kecepatan maksimum yang masih rendah. Maka dari itu penelitian ini jauh bertujuan untuk meneliti performa motor BLDC yang dapat menghasilkan kecepatan maksimum. Untuk meningkatkan performa tersebut maka penelitian ini memakai magnet *Neodymium (Nd)* pada permanent magnetnya. Karena material *Neodymium(Nd)* memiliki kemagnetisan yang baik, kerapatan densitas fluks magnet yang lebih tinggi dan memiliki efisien mencapai 98,18 % (Nurmalia, 2021). Pada saat penelitian ini, penulis melakukan penelitian menggunakan Motor *Brushless* 1000

Watt. Faktor penting untuk meningkatkan hasil dari performa kendaraan yang baik handal maka diperlukan pemilihan motor listrik yang lebih baik.

METODE

Penelitian terkait Analisis performa dan daya konsumsi *Brushless Direct Current Motor* 1000 Watt pada Mobil Listrik *Hykorasaki* dapat dijabarkan sebagai berikut.

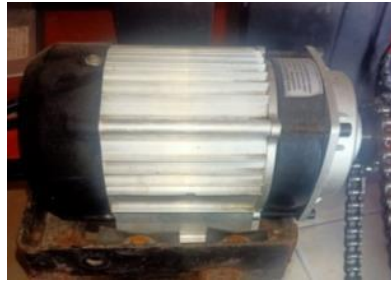


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

A. PROSES PERAKITAN

1. Motor BLDC

Motor BLDC terdiri dari 2 komponen yaitu *Rotor* dan *Stator*. *Rotor* (kepingan yang berputar) dan *Stator* (kepingan yang diam) merupakan dua bagian primer pada Motor BLDC. Motor BLDC dapat digerakkan dengan menggunakan *driver* semikonduktor tiga fasa (Zumain, 2009). Pada saat penelitian, penulis menggunakan *motor Brushless DC* 1000 Watt. Berikut dibawah ini gambar *motor Blushless DC* 1000 Watt.



Gambar 2. Motor BLDC

Berikut ialah Struktur Umum Motor Bldc.

Table 1. Struktur Motor BLDC

No	Parameter	Nilai
1	<i>Voltage</i>	48V
2	<i>Wattage</i>	1000 Watt
3	<i>Top Speed</i>	50 km/h
4	Beban Maksimal	400Kg
5	Torsi Tanpa Gear Reduksi	5.0 Nm
6	Putaran Tanpa Gear Reduksi	2750 rpm
7	Torsi Dengan Gear Reduksi	25 Nm
8	Diameter	2.5 cm

1.1. Rotor

Rotor merupakan bagian dari motor yang berbalik disebabkan oleh keadaan gayaelektromagnetik pada bagian stator (Fariz Azizi and Dias Kalandro, 2020). Rotor yang terdapat di motor BLDC tidak sama dengan rotor motor DC konvensional yang terdiri dari sebuah elektromagnet dimana terdapat ditengah brushes (sikat) (Herdianto, 2016). Pada bagian Rotor tersusun dari sejumlah magnet permanen yang saling diikat bersama epoxy, dan kuantitasnya bisa bervariasi tergantung pada desainya. Jumlah kutub magnet berbanding tegak pada torsi motor dan berbanding beda pada rpm. Namun, akan berakibat rpm motor menurun apabila semakin tinggi torsi yang dihasilkan dari banyaknya jumlah kutub magnet pada motor (Zainuri et al, 2015).



Gambar 3. Rotor

Tidak hanya itu, ukuran “densitas fluks magnet” juga berpengaruh pada torsi. Bertambahnya tinggi kerapatan fluks, juga menambah tinggi torsinya

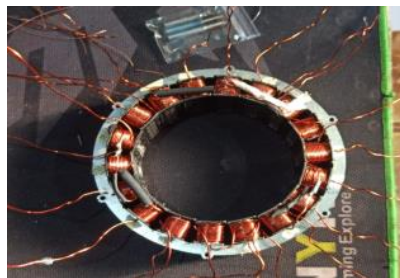
(Nurmalia, 2021). Maka dari itu, dibutuhkan suatu material dengan daya magnet yang baik untuk membentuk magnet permanen yang mampu menciptakan fluks magnet berdensitas tinggi (Satria et al, 2017). Pada penelitian sebelumnya, dikarenakan sifat magnet yang baik dan biaya rendah maka logam *ferrit* dipilih menjadi material jenis magnet. Tetapi, pada penelitian ini penulisan menggunakan material *Neodymium (Nd)* karena memiliki kemagnetisan yang bagus dan kerapatan densitas fluks magnet (Fawaid, 2019). Logam *ferrit* akan diacuhkan sebab memiliki kerendahan kerapatan fluks dibanding *Neodymium*.

Tabel 1. Perbandingan Material Magnet(Fawaid,2019).

Material Magnet	BH Magnet	B
Nd	200-500	0.97-1.45
SmCo	120-400	0.85-1.10
Ferrite	7-42	0.20-0.48
AlNico	10-35	0.60-1.16

1.2.Stator

Stator merupakan bagian Stasioner motor berperan untuk area putar motor pada pembagian gaya elektromagnetik di rotor untuk memutar motor (Zumain, 2009). di motor DC *brushless*, stator tersusun melalui 12 kumparan (*electromagnet*) terekasi dengan elektromagnetik yang mana stator motor DC *brushless* dihubungkan pada tiga kabel agar dihubungkan ke susunan *control* saat motor aktif. Stator tersusun pada dua kutub magnet tetap (Khumaedi, Soedjarwanto, and Trisanto 2014).



Gambar 4. Stator BLDC

2. CONTROLLER

Controller motor DC *brushless* memegang peranan yang utama dan bisa juga dianggap sebagai pendukung utama pengoperasian motor DC *brushless*, disebabkan motor DC *brushless* memerlukan pulsa *trigger* diterima kebagian stator dari motor DC *brushless*. agar diberikan pengaliran yang mengatur besarnya aturan arus maka putaran motor bisa beratur secara eksak (Zainuri et al, 2015). *inverter* motor DC *brushless* berfungsi agar mengganti masuknya tegangan DC pada *controller* membentuk tegangan AC disebabkan ragam motor DC *brushless*

umumnya *multipole* tiga *phase* hingga membutuhkan perubahan *inverter* tiga *phase* tegangan DC ke AC sehingga peroleh berotasi.

Berhubung Kapasitas *control power supply*, kita bisa memilah dengan pas rating tegangan yang motor butuhkan. pada tegangan 48 volt atau kurang, umumnya penggunaan pada aktuaktor otomotif, *robotic* atau penggerak lengan mekanik rendah. pada bidang otomasi industri dan peralatan penggerak industri menggunakan tegangan nominal 100 volt dan lebih (Nugroho and Agustina, 2015).



Gambar 5. Controller

3. Baterai

Baterai kendaraan mobil listrik yang digunakan jenis baterai kering dengan merk *smt – power batterai* yang mempunyai tegangan 12 volt dan berkapasitas 20 Ah sebanyak 4 buah baterai. dengan daya total 0,96 kwh. penulis memilih merk ini karena produk ini memiliki performa yang tangguh dan cocok digunakan untuk kendaraan listrik.



Gambar 6. Baterai

4. Alat Uji

Alat- alat yang digunakan pada saat melakukan penelitian ini adalah:

1. Mobil listrik yang digunakan adalah mobil listrik hykorasaki dengan spesifikasi;

Mesin	: BLDC motor 1000 watt/ 48 V 2750 rpm
Sumber Energi	: Smt Power 20 Ah 48 V
Berat Kosong	: 250 kg
Berat Pengemudi	: 65 kg
2. Data logger yang digunakan untuk mendapat nilai variable pada saat pengukuran:
 - a. Kecepatan

untuk mendapatkan data kecepatan penulis menggunakan *speedometer*.

b. Tegangan, arus, konsumsi energi

Untuk mengetahui dan mendapat data tegangan, arus, konsumsi energi penulis menggunakan alat wattmeter pada saat penelitian.



Gambar 7. WattMeter 150A

Prosedur Pelaksanaan Pengambilan Data Dan Pengujian

Pengujian dilakukan Dengan beberapa mode yaitu:

1. Membandingkan performa motor BLDC 1000 watt saat pengujian Menggunakan beban dan saat tidak menggunakan beban diwakili oleh variabel arus, tegangan, dan kecepatan.
2. Menentukan performa motor BLDC 1000 watt saat pengujian menggunakan beban dan tidak menggunakan beban untuk mendapatkan konsumsi energi yang digunakan.

Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan dua acara yaitu, dengan pengujian menggunakan beban pengujian tanpa beban. Mobil listrik yang digunakan ialah mobil listrik hykorasaki 1000 watt – 48 volt.

Tabel 2. Data Kecepatan Maksimum

Pola kemudi	Gigi	Kecepatan (km/h)
Tanpa beban	1	38
	2	41
	3	45
Tambah beban	1	32
	2	36
	3	41

Tabel 3. Data Tegangan (Volt)

Pola kemudi	gigi	tegangan (Volt)
Tanpa beban	1	49,17
	2	48,76
	3	48,51

Tambah beban	1	48,15
	2	48,01
	3	47,88

Tabel 4. Data Arus (ampere)

Pola kemudi	gigi	Arus (ampere)
Tanpa beban	1	10,8
	2	11,6
	3	13,9
Tambah beban	1	9,8
	2	10,3
	3	11,3

Tabel 5. Data Daya Konsumsi

Pola kemudi	gigi	Daya Konsumsi
Tanpa beban	1	531,036
	2	565,616
	3	674,289
Tambah beban	1	475,398
	2	494,503
	3	541,044

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan penelitian menggunakan langkah yang ditunjukkan di Gambar 1, dilakukan eksperimen pertama dengan performa motor BLDC dengan kondisi tanpa beban, dan percobaan kedua dilakukan performa motor BLDC dengan kondisi menggunakan beban. Hasil Penelitian ini berbentuk data kecepatan, Tegangan, Arus dan daya konsumsi yang dibuktikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kecepatan, arus, tegangan, dan daya konsumsi Tempuh Mobil Listrik Prototipe

Pola kemudi	Gigi	(Km/h)	tegangan (volt)	Arus (ampere)	Daya konsumsi (Watt)
Tanpa beban	1	38	49,17	10,8	531,036
	2	41	48,76	11,6	565,616
	3	45	48,51	13,9	674,289
Tambah beban	1	32	48,15	9,8	475,398
	2	36	48,01	10,3	494,503
	3	41	47,88	11,3	541,044

Berdasarkan tabel di atas yaitu saat pengujian Motor BLDC 1000 watt, melakukan 2 percobaan dimana pada percobaan pertama dilakukan pengujian tanpa

penggunaan beban dan percobaan kedua dilakukan pengujian menggunakan beban. Pada percobaan tanpa membeban mendapatkan kecepatan maksimum 45 km/h serta mendapat nilai tegangan 48,51 volt, dengan arus 13,9 ampere, sedangkan pada percobaan menggunakan beban mendapatkan kecepatan maksimum 41 km/jam serta mendapatkan nilai tegangan 47,88 volt, dengan arus 11,3 ampere.

Analisa perhitungan daya yang dihasilkan pada tiap tiap pengujian tanpa beban dan penggunaan beban dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini, yaitu:

$$P = V \times I \tag{1}$$

$$P = 48,51 \text{ V} \times 13,9 \text{ A}$$

$$P = 674,289 \text{ Watt}$$

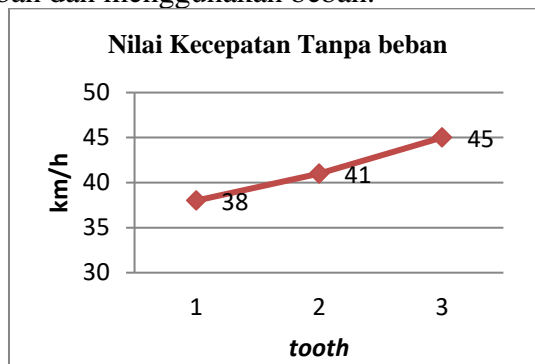
Keterangan:

P = daya listrik

V = Tegangan

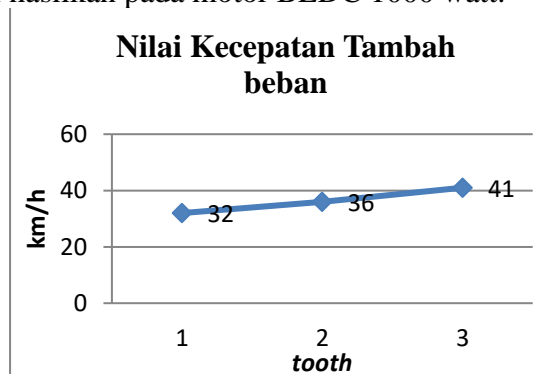
I = Arus

Di bawah ini adalah grafik hasil pengukuran kecepatan maksimum pada saat percobaan tanpa beban dan menggunakan beban.



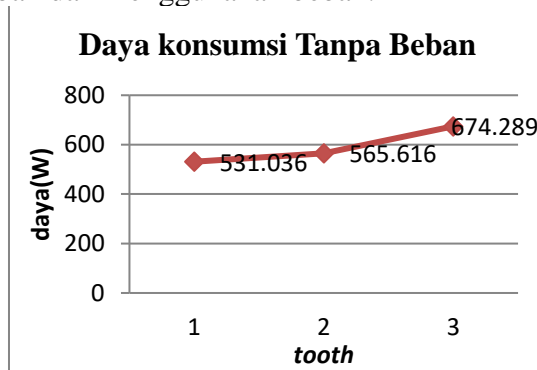
Gambar 8. Grafik Nilai kecepatan tanpa beban (km/jam)

Berdasarkan Gambar 8, pada saat pengujian beban beban melakukan 3 percobaan kecepatan dimana pada kecepatan 1 mendapatkan nilai maksimum 32 km/jam, sedangkan pada kecepatan 2 mendapatkan nilai maksimum 36 km/jam, dan pada kecepatan 3 mendapatkan nilai maksimum 41 km/jam. Hal ini berpengaruh terhadap penggunaan beban dan tanpa beban pada performa/kecepataan yang di hasilkan pada motor BLDC 1000 watt.



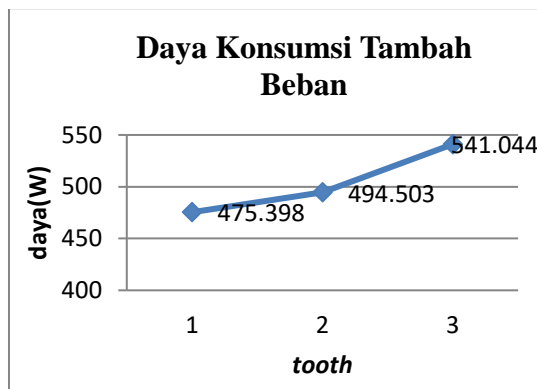
Gambar 9. Grafik Nilai kecepatan Tambah beban (km/jam)

Berdasarkan Gambar 9, pada saat pengujian beban beban melakukan 3 percobaan kecepatan dimana pada kecepatan 1 mendapatkan nilai maksimum 32 km/jam, sedangkan pada kecepatan 2 mendapatkan nilai maksimum 36 km/jam, dan pada kecepatan 3 mendapatkan nilai maksimum 41 km/jam. Hal ini berpengaruh terhadap penggunaan beban dan tanpa beban pada performa/kecepataan yang di hasilkan pada motor BLDC 1000 watt. Di bawah ini adalah grafik hasil dari perhitungan daya konsumsi pada saat percobaan tanpa beban dan menggunakan beban.



Gambar 10. Grafik Daya Konsumsi Tanpa Beban

Berdasarkan Gambar 10, pada saat pengujian tanpa beban melakukan 3 percobaan kecepatan. Dimana saat kecepatan 1 mendapatkan nilai daya konsumsi 531,036 Watt, sedangkan saat kecepatan 2 mendapatkan nilai daya konsumsi 565,616 Watt, dan pada kecepatan 3 mendapatkan nilai 674,289 Watt.



Gambar 11. Grafik Daya Konsumsi Tambah Beban

Berdasarkan Gambar 11, pada saat pengujian tambah beban melakukan 3 percobaan kecepatan. Dimana saat kecepatan 1 mendapatkan nilai daya konsumsi 475,398 Watt, sedangkan saat kecepatan 2 mendapatkan nilai daya konsumsi 494,503 Watt, dan pada kecepatan 3 mendapatkan nilai 541,044 Watt.

Berdasarkan kedua grafik diatas, Nilai Maksimum yang didapat pada percobaan tanpa beban menghasilkan daya konsumsi 674,289 Watt, Sedangkan pada percobaan tanpa beban menghasilkan daya konsumsi 541,044 Watt. Hal ini berpengaruh terhadap penggunaan beban dan tanpa beban pada performa/kecepataan yang di hasilkan pada motor BLDC 1000 Watt. Beberapa faktor dari

kendaraan dapat mempengaruhi nilai daya konsumsi pada motor BLDC 1000-Watt semisal kondisi lingkungan, kondisi lintasan, performa batrai karakter saat mengendarai juga memberikan pengaruh.

Kendaraan dapat bergerak dengan kecepatan khusus karena penggunaan gaya dorong yang dihasilkan oleh kerja motor listrik. Motor listrik yang menghasilkan energi selanjutnya ditransfer ke roda melalui mekanisme penghubung kendaraan. Struktur kendaraan meliputi poros roda, bantalan dan tuas. Jika kondisi komponen pada kendaraan bagus serta proporsional jadi persentase daya yang ditransmisikan dari motor listrik ke roda dapat menjadi lebih tinggi maupun sebaliknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang penulis lakukan melewati observasi, pengujian maupun pada pengambilan data mengenai performa BLDC motor di kendaraan listrik, maka memperoleh beberapa kesimpulan diantaranya. Pada saat percobaan tanpa beban pengujian motor BLDC 1000Watt mendapatkan hasil kecepatan maksimum 45 km/jam dan daya konsumsi 674,289 Watt, sedangkan saat percobaan menggunakan beban pengujian motor BLDC 1000Watt mendapatkan hasil kecepatan maksimum 41 km/jam dan daya konsumsi 541,044 Watt.

SARAN

Berdasarkan tahapan pengujian, mengambil data, analisis data, dan menulis laporan, penulis memiliki saran bagi kemudahan dan kelancaran dalam proses menyusun dan beberapa pembahasan yang berikutnya, antara lain: Pemilihan bahan bahan yang digunakan saat assembly harus di perhitungkan nilai output pada motor dan efisiensi energi yang digunakan, agar beban yang digunakan pada saat pengujian tidak terlalu besar. Dimulai dari rangka, bodi serta lainnya supaya performa motor listrik lebih ringan dan kecepatan mobil listrik terjadi maksimal.

DAFTAR RUJUKAN

- D. Marlita, (2014). "112707-ID-pencemaran-udara-akibat-emisi-gas-buang (1)," vol. 01, no. 03, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/112707-ID-pencemaran-udara-akibat-emisi-gasbuang.pdf>
- Badan Pusat Statistik (BPS), (2021). "Indonesia memiliki 4 miliar barel cadangan minyak bumi pada 2020.
- H. Ammar, H. Putro, S. Tangkuman, and M. Rembet, (2015). "PERANCANGAN RANGKA GOKAR LISTRIK,".
- A. Efendi, J. T. Perawatan, P. Mesin, and P. N. Subang, (2020). "RANCANG BANGUN MOBIL LISTRIK SULA POLITEKNIK NEGERI SUBANG," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru*.
- R. Setiawan, (2016). "Prototipe Mobil Listrik Menggunakan Brushless Motor Dc 350 Watt," *Repos. Univ. Negeri Jakarta*,.
- M. W. H. Fariz Azizi and G. Dias Kalandro, (2020) "Rancang Bangun Motor BLDC Axial Flux Menggunakan Dua Kawat Email Pada Lilitan Kumparan Stator,.
- A. Basith, A. Ulinuha, M. Afan Muhlasin, and I. Shokhibul Khak, (2018). "Analisis Performa dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil

- Listrik Ababil,” *Emit. J. Tek. Elektro*.
- M. Abdul Rahman, (2014). “Pembuatan Mobil Listrik untuk Solusi Transportasi Ramah Lingkungan (Mobil Baskara)”.
- A. W. Nurmalia, (2021). “Performance Test of Three- Phase Brushless Direct Current Motor Axial Flux with Differences Diameter of Neodymium type Permanent Magnet,” *J. Tek. Elektro*.
- M. A. Zumain,(2009). “Prototipe Mobil Listrik Dengan Menggunakan Motor DC Magnet Permanen 0,37 HP”.
- S. Herdianto, (2016) “ANALISA KEBUTUHAN ENERGI MOTOR LISTRIK PADA PROTOTYPE MOBIL HYBRID”.
- R. Fauziayanti, (2021) “PERANCANGAN BRUSHLESS DC (BLDC) MOTOR UNTUK APLIKASI SKUTER LISTRIK MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD (FEM)”.
- F. Zainuri, A. Apriana, D. Dedi, and D. Haryadi,(2015). “OPTIMALISASI RANCANG BANGUN MOBIL LISTRIK SEBUAH STUDI KENDARAAN HEMAT ENERGI SEBAGAI BAGIAN SOLUSI ALTERNATIF KRISIS ENERGI DUNIA”.
- D. Satria, R. Lusiani, I. Rosyadi, A. Fauzi, and J. Teknik Mesin, (2017)“ANALISA PERHITUNGAN ENERGI LISTRIK PADA SEPEDA LISTRIK HYBRID,” *J. Mesin Teknol. (SINTEK J.*, vol. 11, no. 1.
- G. Fawaid, (2019). “Implementasi dan Pengujian Axial Flux Permanent Magnet Pada Motor BLDC 5 kW Sebagai Aplikasi Kendaraan Listrik,” *Tesis, Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*
- A. Khumaedi, N. Soedjarwanto, and A. Trisanto, (2014) “Otomatisasi Pengereman Motor DC Secara Elektris Sebagai Referensi Sistem Keamanan Mobil Listrik”.
- G. Chandra, A. Nugraha, B. Hartono, and D. Yuliaji, (2019) “RANCANG BANGUN RANGKA MOBIL LISTRIK IBN KHALDUN SAKTI (IKSA),” *ALMIKANIK*.
- N. Nugroho and S. Agustina,(2015). “ANALISA MOTOR DC (DIRECT CURRENT) SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK”.
- M. T. Afif, I. Ayu, and P. Pratiwi, (2015). “ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-ION, LITHIUM-POLYMER, LEAD ACID DAN NICKEL-METAL HYDRIDE PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK-REVIEW,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99.