

**ANALISIS KINERJA KONTROL ELEKTRIK PADA MOTOR LISTRIK BLDC
(PERFORMANCE ANALYSIS OF ELECTRICAL CONTROLS IN BLDC ELECTRIC
MOTORS)**

Sayful Rozzy, Bambang Irawan

Program D4 Teknik Otomotif Elektronik Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141
Email : sayfullrozzy87@gmail.com

ABSTRAK

Motor Hybrid merupakan salah satu teknologi terbaru yang sedang dikembangkan untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil dengan cara memanfaatkan energi listrik sebagai salah satu sumber tenaga penggerak. Prinsip kerja motor ini adalah dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik agar kendaraan bisa berjalan. Dalam penyusunan Motor Hybrid ada satu komponen yang bernama Motor BLDC (*Brushless Direct Current*), motor BLDC merupakan salah satu komponen utama dalam Motor Hybrid yang berfungsi sebagai alat penggerak. Dalam menggerakkan laju motor tentunya diperlukan sebuah perangkat yang disebut sebagai Controller. Controller ini memanfaatkan sumber energi listrik dari baterai untuk dapat mengoperasikan sekaligus mengontrol kinerja motor BLDC. Controller motor BLDC berperan penting dalam mengendalikan suplai energi listrik yang mengalir ke motor untuk menghasilkan putaran dan torsi yang diinginkan. Suplai energi listrik ini diperlukan untuk mengoperasikan komponen dalam controller motor BLDC sehingga dapat mengontrol kinerja motor BLDC. Pada penelitian ini ditujukan untuk menganalisa pengaruh beban dan kecepatan kendaraan yang bervariasi terhadap nilai suplai tegangan dan arus listrik yang dibutuhkan oleh controller. Pada hasil penelitian diketahui bahwa, peningkatan beban dan kecepatan kendaraan menyebabkan penurunan nilai tegangan input controller. Saat beban dan kecepatan meningkat, nilai tegangan pada input controller menurun karena lebih banyak energi yang dialirkan ke kumparan motor untuk menghasilkan torsi yang diperlukan. Kemudian untuk nilai arus input controller mengalami peningkatan karena untuk menghasilkan torsi yang sesuai dengan jumlah beban dan kecepatan kendaraan yang bertambah, arus yang mengalir ke motor perlu ditingkatkan. Hal ini menunjukkan bahwa ada nya hubungan antar peningkatan beban dan kecepatan kendaraan terhadap nilai tegangan dan arus input controller.

Kata-kata kunci : Arus, Controller, Motor BLDC, Motor Hybrid, Tegangan.

ABSTRACT

Hybrid Motor is one of the newest technologies being developed to reduce dependence on the use of fossil fuels by utilizing electrical energy as a source of propulsion. The working principle of this motor is to convert electrical energy into mechanical energy so that the vehicle can run. In the preparation of a Hybrid Motor there is one component called a BLDC (*Brushless Direct Current*) Motor, a BLDC motor is one of the main components in a Hybrid Motor which functions as a propulsion device. In moving the speed of the motor, of course, a device called a controller is needed. This controller utilizes a source of electrical energy from the battery to be able to operate and control the performance of the BLDC motor. The BLDC motor controller plays an important role in controlling the supply of electrical energy flowing to the motor to produce the desired rotation and torque. This supply of electrical energy is needed to operate the components in the BLDC motor controller so that it can control the performance of the BLDC motor. This research aims to analyze the effect of varying vehicle loads and speeds on the value of the supply voltage and electric current required by the controller. The research results show that an increase in vehicle load and speed causes a decrease in the value of the controller input voltage. As the load and speed increase, the voltage value at the controller input decreases as more energy is applied to the motor coils to produce the required torque. Then the value of the controller input current has increased because to produce torque that is in accordance with the amount of load and increased vehicle speed, the current flowing to the motor needs to be increased. This shows that there is a relationship between the increase in load and vehicle speed on the value of the input voltage and current of the controller.

Keywords : BLDC Motor, Current, Controller, Hybrid Motor, Voltage.

PENDAHULUAN

Kendaraan adalah suatu alat transportasi yang digunakan untuk memindahkan benda dari satu tempat ke tempat lain. Penggunaan kendaraan di Indonesia saat ini semakin meningkat, baik kendaraan roda dua maupun roda empat. Dalam mendukung ketahanan energi dalam sektor transportasi saat ini pemerintah mendukung perkembangan kendaraan listrik guna mendukung tercapainya energi yang bersih dan ramah lingkungan. Saat ini Kendaraan listrik dijadikan solusi alternatif yang sedang dikembangkan dalam mendukung energi yang lebih bersih dan ramah lingkungan dan mengurangi polusi dan emisi gas buang akibat penggunaan bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor [1].

Kendaraan hasil hibrida adalah kombinasi dari dua sumber yang berbeda dari mesin yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) dan motor listrik untuk daya mobil. Kendaraan yang dihasilkan adalah hemat bahan bakar dan memancarkan karbon dioksida lebih rendah dari mesin pembakaran standard internal (Mesin Konvensional) [2]. Motor hybrid adalah hasil pengembangan teknologi yang menggabungkan penggerak motor bensin dan penggerak motor listrik. Tujuan utama dari motor hybrid adalah untuk menghemat energi fosil yang semakin langka. Motor hybrid memiliki sistem penggerak yang menggunakan sumber energi listrik dalam hal ini adalah motor listrik BLDC (*Brushless Direct Current*) dari baterai yang dialirkan ke

kumparan dinamo untuk memutar roda. Motor BLDC adalah motor yang sangat tepat digunakan untuk aplikasi kendaraan listrik karena mempunyai keandalan dan efisiensi yang tinggi, kinerja yang bagus dan torsi yang besar [3]. Konsep Hybrid adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi krisis energi. Penerapan hybrid pada sepeda motor dapat dilakukan dengan menggabungkan dua jenis mesin atau lebih dalam satu sistem sepeda motor [4]. Dalam pengoperasian sistem motor listrik ini, terdapat pengontrol atau sistem pengendali motor listrik yang berperan penting.

Sistem kontrol merupakan sistem yang menghasilkan nilai atau keluaran tertentu melalui pengendalian atau perubahan terhadap masukan sistem. Dalam konteks motor listrik, sistem kontrol motor listrik ini berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran yang dihasilkan oleh motor tersebut. Sistem kontrol menggunakan masukan yang berasal dari gerakan putaran throttle gas dan mengirimkannya ke komponen motor listrik BLDC (*Brushless Direct Current*). Controller motor BLDC berperan penting dalam mengendalikan suplai energi listrik yang mengalir ke motor untuk menghasilkan putaran dan torsi yang diinginkan. Suplai energi listrik ini diperlukan untuk mengoperasikan komponen dalam controller motor BLDC sehingga dapat mengontrol kinerja motor BLDC. Pada penelitian ini ditunjukkan untuk menganalisa pengaruh beban dan kecepatan kendaraan yang bervariasi terhadap nilai suplai tegangan dan arus listrik yang dibutuhkan oleh controller.

Controller BLDC adalah sebuah perangkat elektronik yang berperan sebagai inverter tiga fasa. Fungsinya adalah untuk mengubah arus searah (DC) dari sumber daya, seperti baterai DC dalam kendaraan listrik, menjadi arus bolak-balik (AC) tiga fasa. Controller pada motor DC brushless berperan sangat penting dan 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].

MATERIAL DAN METODOLOGI

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan untuk menunjang hasil dari penelitian :

- Alat penunjang penelitian :
 1. WattMeter
 2. Speedometer
- Bahan penunjang penelitian :
 1. Motor BLDC 72V
 2. Controller Votol Em-50
 3. Baterai Litium Lifepo4 24V
 4. Coverter DC 24V-72V
 5. Unit Kendaraan Matic 110cc

Metode pengambilan data yang digunakan adalah dengan cara eksperimental, metode ini melibatkan pembuatan kondisi atau situasi yang dikendalikan untuk mengamati efek dari variabel yang dimanipulasi. Eksperimen dapat melibatkan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan, serta pengukuran variable. Berikut ini langkah-langkah dari

metode pengambilan data eksperimental dari analisis kinerja control elektrik motor listrik BLDC :

1. Pastikan wattmeter digital Anda dalam kondisi yang baik dan terkalibrasi dengan benar sebelum digunakan.
2. Siapkan kendaraan motor listrik sebagai bahan uji. Jika Anda ingin mengukur daya listrik suatu peralatan, pastikan peralatan tersebut dalam kondisi mati sebelum menghubungkan wattmeter.
3. Sambungkan wattmeter digital ke output dari converter. Untuk pengukuran tegangan, sambungkan probe tegangan wattmeter ke terminal yang sesuai. Probe merah biasanya terhubung ke terminal positif, sementara probe hitam terhubung ke terminal negatif. Pastikan probe terhubung dengan benar untuk menghindari kesalahan pengukuran.
4. Untuk pengukuran arus, wattmeter digital biasanya memiliki klem pengukur arus. Buka klem tersebut dan letakkan kabel penghantar arus yang akan diukur di antara klem tersebut. Pastikan kabel penghantar arus terpasang dengan kuat dan aman di dalam klem.
5. Tekan switch on pada saklar output baterai untuk mengoperasikan motor listrik BLDC.
6. Lakukan pengujian dengan nilai variasi beban kendaraan dan kecepatan kendaraan yang sesuai dengan ketentuan dari nilai variable bebas.
7. Baca dan catat nilai daya yang ditampilkan pada layar wattmeter

digital. Nilai tegangan dinyatakan dalam satuan volt dan nilai arus yang dinyatakan dalam satuan ampere. Kemudian analisis data yang didapat untuk mengambil kesimpulan dari pengujian dan eksperimen.

Tabel Hasil Pengujian

Berikut ini adalah data hasil uji input tegangan dan arus controller yang telah diambil :

- Pengujian pada kecepatan 20 Km/Jam dengan beban 155 Kg, 177 Kg, dan 231 Kg.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Beban	Percobaan	Kecepatan 20 Km/Jam	
		Tegangan (V)	Arus (A)
155 Kg	1	72,3	6,68
	2	71,8	6,73
	3	72,4	6,58
	Rata-rata	72,16	6,66
177 Kg	1	71,4	7,22
	2	71	7,38
	3	71,5	7,46
	Rata-rata	71,3	7,35
231 Kg	1	67,8	9,86
	2	66,9	9,72
	3	67,4	9,58
	Rata-rata	67,36	9,72

- Pengujian pada kecepatan 30 Km/Jam dengan beban 155 Kg, 177 Kg, dan 231 Kg.

Tabel 2. Hasil Pengujian

Beban	Percobaan	Kecepatan 30 Km/Jam	
		Tegangan (V)	Arus (A)
155 Kg	1	72,2	7,82
	2	71,8	7,76
	3	71,4	7,66
	Rata-rata	71,8	7,74
177 Kg	1	71,2	7,96
	2	71	7,88
	3	70,8	7,95
	Rata-rata	71	7,93
231 Kg	1	66,5	9,91
	2	66,9	10,32
	3	66,3	9,98
	Rata-rata	66,56	10,07

- Pengujian pada kecepatan 40 Km/Jam dengan beban 155 Kg, 177 Kg, dan 231 Kg.

Tabel 3. Hasil Pengujian

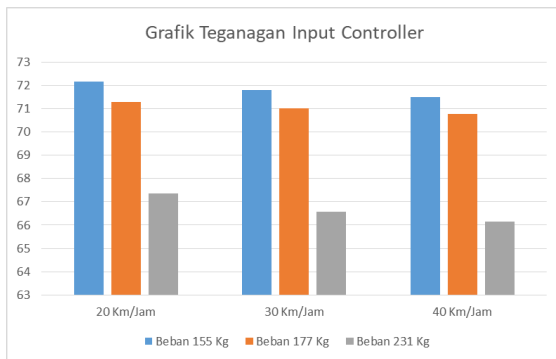
Beban	Percobaan	Kecepatan 40 Km/Jam	
		Tegangan (V)	Arus (A)
155 Kg	1	71,5	7,88
	2	71,4	7,97
	3	71,6	7,96
	Rata-rata	71,5	7,93
177 Kg	1	70,5	7,95
	2	71	8,15
	3	70,8	7,97
	Rata-rata	70,76	8,02
231 Kg	1	66,2	9,98
	2	66,5	10,46
	3	65,8	10,38
	Rata-rata	66,16	10,26

Dari keseluruhan data yang telah diambil, maka dihitung nilai rata-rata dari masing-masing nilai tegangan dan arus yang muncul pada setiap pengujian yang di pengaruhi oleh beban dan kecepatan.

HASIL DAN PEMBAHSAN

Kemudian dari nilai rata-rata yang telah didapat dikonversikan menjadi grafik sebagai berikut :

Grafik rata-rata tegangan



Gambar 1. Grafik Tegangan

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa :

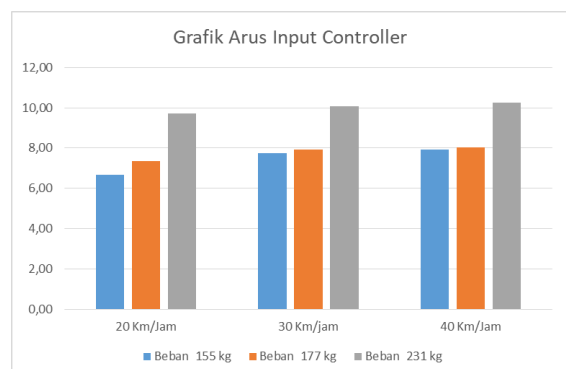
1. Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 20 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai tegangan pada kisaran angka 72,16V, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 20Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 71,3V, selanjutnya pada saat percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan 20Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 67,36V.
2. Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 30 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai tegangan pada kisaran angka 71,8V, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 30Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 71V, selanjutnya pada saat

percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan 30Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 66,56V.

3. Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 40 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai tegangan pada kisaran angka 71,5V, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 40Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 70,76V, selanjutnya pada saat percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan 40Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 66,16V.

Kesimpulan dari grafik diatas menjelaskan bahwa nilai tegangan akan semakin menurun seiring dengan peningkatan beban dan kecepatan kendaraan, hal ini disebabkan oleh jumlah energi yang digunakan untuk mengoperasikan motor BLDC semakin tinggi agar dapat menghasilkan torsi yang cukup sesuai dengan beban dan kecepatan kendaraan.

Grafik rata-rata arus



Gambar 2. Grafik Arus

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa :

- 1) Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 20 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai arus pada kisaran angka 6,66A, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 20Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 7,35A, selanjutnya pada saat percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan 20Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 9,72A.
- 2) Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 30 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai tegangan pada kisaran angka 7,74A, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 30Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 7,93A, selanjutnya pada saat percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan 30Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 10,07A.
- 3) Pada saat beban 155Kg dengan kecepatan kendaraan 40 Km/Jam, nilai rata-rata dari tiga kali percobaan menunjukkan nilai tegangan pada kisaran angka 7,93A, kemudian pada beban 177Kg dengan kecepatan kendaraan 40Km/Jam menunjukkan nilai tegangan rata-rata yang muncul adalah 8,02A, selanjutnya pada saat percobaan beban kendaraan 231Kg dengan kecepatan kendaraan

40Km/Jam menunjukkan rata-rata dari nilai tegangan yang muncul sebesar 10,26A.

Kesimpulan dari grafik diatas menjelaskan bahwa nilai arus akan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan beban dan kecepatan kendaraan, hal ini karena pada saat motor BLDC digunakan untuk menggerakkan beban yang lebih berat dari biasanya, misalnya saat memuat beban tambahan atau beban yang berlebihan dan kecepatan yang dinaikan, maka motor akan membutuhkan arus yang lebih tinggi untuk mengatasi tuntutan beban dan kecepatan tersebut.

KESIMPULAN

Pada hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan dan beban kendaraan sangat mempengaruhi nilai input arus controller. Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa adanya peningkatan arus input controller seiring dengan beban dan kecepatan kendaraan yang bertambah. Hal ini dikarenakan oleh konsumsi energi yang semakin meningkat untuk dapat menghasilkan torsi yang mampu mengoperasikan motor listrik BLDC agar dapat menopang beban dan kecepatan kendaraan yang diterima.

Pada hasil pengujian nilai tegangan input controller diperoleh kesimpulan bahwa, semakin tinggi beban dan kecepatan kendaraan maka nilai tegangan semakin menurun. Jika motor BLDC digunakan untuk menggerakkan beban yang terlalu berat atau lebih besar dari

kemampuan motor, maka arus yang ditarik oleh motor akan meningkat. Hal ini dapat menyebabkan tegangan baterai turun karena adanya penurunan dalam kapasitas baterai yang dapat disediakan untuk memenuhi permintaan daya yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sudjok, C. (2021). Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan sebagai Solusi untuk Mengurangi Emisi Karbon. *Jurnal Paradigma UGM*.
- [2] Sinaga, S., & H.P. (2018). Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik Pada Mobil Hybrid. <https://media.neliti.com/media/publications/340381-analisis-kebutuhan-energi-motor-listrik-99c5acef.pdf>.
- [3] Ridwan, M. (2018). Rancang Bangun Sistem Kontrol Kecepatan Motor BLDC Menggunakan ANFIS Untuk Aplikasi Sepeda Motor Listrik. https://repository.its.ac.id/49393/1/07111550010202-Master_Thesis.pdf.
- [4] Zumaldi. (2014). Analisis Sistem Kendali Daya Pada Sepeda Motor Hybrid. Jakarta : *Universitas Negeri Jakarta*.
- [5] Masudi, N. (2014). Desain Controller Motor BLDC Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya