

ACG (Alternating Current Generator) Modification Into BLDC (Brushless DC) Motor For Electric Bicycles [Modifikasi ACG (Alternating Current Generator) Menjadi BLDC(Brushless DC) Motor Untuk Sepeda Listrik]

M Arif Rizaldi¹⁾, A'rasy Fahrudin ^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia
Arifrizaldi.2103@gmail.com¹⁾. Arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *This document describes guidelines for Authors in writing an article in UMSIDA. This abstract section should be typed in Italic 10 pt font and number of words of 100-150. If the article is written in Indonesian, the abstract should be typed in English and Indonesian. Meanwhile, if the article is written in English, the abstract should be typed in English only. The abstract should be typed as concisely as possible and should be composed of: problem statement, method, scientific finding results, and a short conclusion. The abstract should be typed in one paragraph only and two-columns format. All sections in the manuscript should be typed using Times New Roman font. Authors should use this document as their article template. The results of this research are expected to provide insight into the modification of ACG (Alternating Current Generator) motors into BLDC (Brushless DC).*

Keywords - author guidelines; UMSIDA Preprints Server; article template

Abstrak. *Motor BLDC telah menjadi salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan untuk menggerakkan kendaraan listrik karena memiliki keunggulan dibandingkan penggerak listrik lainnya seperti respons yang lebih cepat, umur yang lebih panjang, dan rentang kecepatan yang luas dibandingkan dengan motor induksi. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi motor ACG menjadi motor BLDC dan mengetahui pengaruh arus input terhadap putaran dan torsi pada motor BLDC dengan parameter variabel bebas yaitu arus input sebesar 2,4,6,8 Amper dan variabel terkait yang digunakan adalah putaran, torsi, dan daya motor. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang modifikasi motor ACG (Alternating Current Generator) menjadi BLDC (Brushless DC).*

Kata Kunci –Motor BLDC, ACG, Variabel Bebas, Variabel Terkait

I. PENDAHULUAN

Energi adalah komponen penting yang tidak dapat diperbarui dari kelangsungan hidup manusia. Saat ini hampir seluruh aktivitas kehidupan manusia sangat bergantung pada ketersediaan energi, terutama ketersediaan sumber energi fosil yang dapat memenuhi kebutuhan energi manusia. Namun penggunaan energi yang berlebihan akan menimbulkan masalah kekurangan energi atau krisis energi di tahun-tahun mendatang. Hal terbaik untuk dilakukan dalam situasi seperti itu adalah menghemat energi[1] Salah satu cara untuk menghemat energi adalah dengan menggunakan energi alternatif atau terbarukan yang ramah lingkungan. Energi terbarukan mengacu pada energi yang dihasilkan dari sumber energi yang tidak habis secara alami atau yang tidak dapat diregenerasi dengan cepat, dan prosesnya berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Selain itu, penggunaan energi terbarukan juga dinilai lebih ramah lingkungan, lebih aman dan terjangkau oleh masyarakat, karena dapat mengurangi kerusakan lingkungan dibandingkan dengan energi tak terbarukan. alam yang berkelanjutan. alam dan jumlah yang sangat besar.[1]

Salah satu bentuk energi adalah listrik. Listrik merupakan salah satu energi pembawa yang banyak digunakan saat ini. Energi ini digunakan di hampir semua aktivitas manusia, mulai dari industri, rumah tangga, pertanian dan komersial hingga peralatan mesin, penerangan dan pemanas.[2] Mobil listrik adalah mobil yang bergerak menggunakan motor listrik, dan sumber utamanya berasal dari energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi lainnya. Tidak seperti mobil dengan Bahan Bakar Fosil yang ada pada saat ini, Dengan berkembangnya teknologi mobil listrik kebutuhan akan Brushless DC motor (BLDC Motor) semakin meningkat namun terdapat suatu kelemahan pada motor Brushless DC motor yaitu sulitnya dalam mengatur kecepatan[3]

Salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan untuk menggerakkan kendaraan listrik adalah motor BLDC. Kemudahan kontrol kecepatan dan torsi awal yang tinggi membuat BLDC cocok untuk kendaraan listrik. Dibandingkan dengan motor DC brushed, motor tipe BLDC memiliki efisiensi yang lebih tinggi dan waktu pengoperasian yang lebih lama karena tidak ada brush/kontaktor.[4] Motor BLDC telah banyak digunakan di

berbagai bidang seperti otomotif, konsumen, otomasi industri, kesehatan dan instrumentasi. Penggerak listrik yang populer adalah motor arus searah tanpa sikat (BLDC) karena memiliki keunggulan dibandingkan penggerak listrik lainnya seperti respons yang lebih cepat, umur yang lebih panjang, dan rentang kecepatan yang luas dibandingkan dengan motor induksi.[5]

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat modifikasi motor ACG menjadi motor BLDC pada rangkaian sepeda listrik.
2. Untuk mengetahui pengaruh arus input terhadap putaran dan torsi motor BLDC.

II. METODE

A. Tempat Dan Penelitian

Dalam penelitian dan pengujian pengelasan dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Umsida Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan memaksimalkan pemahaman tentang konsep modifikasi motor ACG menjadi motor BLDC

B. Kontruksi Motor BLDC

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

1. Rotor

Rotor adalah bagian pada motor yang berputar karena adanya gaya elektromagnetik dari stator, dimana pada motor DC brushless bagian rotornya berbeda dengan rotor pada motor DC konvensional yang hanya tersusun dari satu buah elektromagnet yang berada diantara brushes (sikat) yang terhubung pada dua buah motor hingga delapan pasang kutub magnet permanen berbentuk persegi panjang yang saling direkatkan menggunakan semacam “epoxy” dan tidak ada brushes-nya. Rotor dibuat dari magnet tetap dan dapat desain dari dua sampai delapan kutub Magnet Utara(N) atau Selatan(S). Material magnetis yang bagus sangat diperlukan untuk mendapatkan kerapatan medan magnet yang bagus pula. Biasanya magnet ferrit yang dipakai untuk membuat magnet tetap. Tetapi dewasa ini dengan kemajuan teknologi, campuran logam sudah kurang populer untuk digunakan. Benar sekali magnet Ferrit lebih murah, tetapi material ini mempunyai kekurangan yaitu flux density yang rendah untuk ukuran volume material yang diperlukan untuk membentuk rotor.[2]



Gambar 1. Rotor

2. Stator

Stator adalah bagian pada motor yang diam/statis dimana fungsinya adalah sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat berputar. Pada motor DC brushless statornya terdiri dari 12 lilitan (elektromagnet) yang bekerja secara elektromagnetik dimana stator pada motor DC brushless terhubung dengan tiga buah kabel untuk disambungkan pada rangkaian kontrol sedangkan pada motor DC konvensional statornya terdiri dari dua buah kutub magnet permanen.[6]

Lilitan stator pada motor DC brushless terdiri dari dua jenis, yaitu lilitan stator jenis trapezoidal dan jenis sinusoidal. Yang menjadi dasar perbedaan kedua jenis lilitan stator tersebut terletak pada hubungan antara koil dan lilitan stator yang bertujuan untuk memberikan EMF (Electro Motive Force) balik yang berbeda.

EMF balik sendiri adalah tegangan balik yang dihasilkan oleh lilitan motor BLDC ketika motor BLDC tersebut berputar yang memiliki polaritas tegangan berlawanan arahnya dengan tegangan sumber yang dibangkitkan.

Ketika motor BLDC sudah dibuat, jumlah lilitan pada stator dan besarnya medan magnet yang dihasilkan nilainya sudah dibuat konstan sehingga yang mempengaruhi besarnya EMF balik adalah besarnya kecepatan sudut yang dihasilkan motor, semakin besar kecepatan sudut yang dihasilkan. Perubahan besarnya EMF balik ini mempengaruhi torsi motor BLDC, apabila kecepatan motor yang dihasilkan lebih besar dari tegangan potensial pada lilitan stator sehingga arus yang mengalir pada stator akan turun dan torsi pun akan ikut turun. Karena berbanding lurus dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi torsi maka kenaikan dan penurunan arus sangat berpengaruh pada besarnya torsi yang dihasilkan motor BLDC.[7]



Gambar 2. Stator

3. Controller BLDC

Controller dan Inverter (perubah tegangan DC menjadi AC) 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.[8]

Berdasarkan kemampuan control power supply, kita dapat memilih dengan tepat rating tegangan untuk motor yang dibutuhkan. Untuk tegangan 48 volt atau kurang dari itu, biasanya digunakan untuk bidang otomotif, robotic atau penggerak lengan mekanik kecil. Untuk rating tegangan 100 volt atau lebih digunakan dalam bidang otomasi industri dan penggerak alat-alat industri.[9]



Gambar 3. Controller Motor BLCD

C. Membuat Rangkaian Motor

. Untuk perancangan komponen pokok ini yaitu dilakukan untuk merencanakan komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan sebelum proses pembuatan motor dilakukan. Perencanaan pokok ini meliputi persiapan alat, persiapan bahan yang menunjang proses pembuatan rangkaian motor BLDC ini.

D. Pengujian Motor

Adapun analisa ini diperlukan dalam mengetahui pengaruh arus input terhadap putaran dan torsi motor BLDC ini untuk memberikan hasil penelitian yang akurat. Dalam menganalisa diperlukan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk pengujian dan menganalisis data. Setelah semua data diperoleh dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya mengolah data atau menganalisis data tersebut.

E. Variabel Penelitian

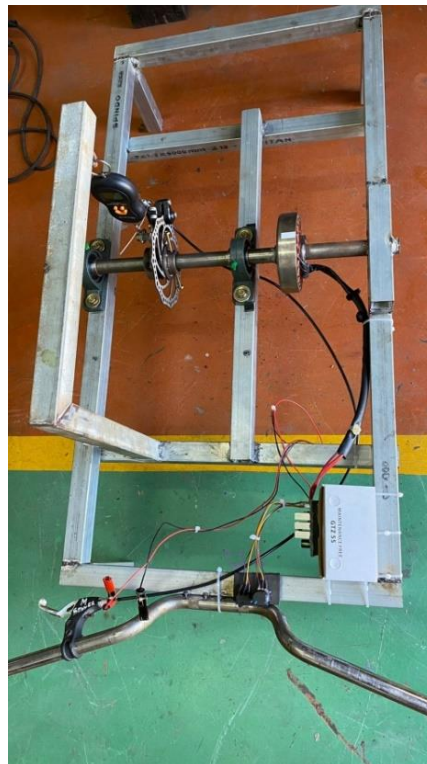
1. Variabe; Bebas

Variabel bebas dapat dikatakan juga sebagai variabel independen. Dinamakan variabel bebas karena variabel ini memang bebas, maksudnya adalah dapat berdiri sendiri tanpa dipengaruhi oleh variabel lainnya. Dalam penelitian ini variable bebas yang digunakan yaitu arus input sebesar 2,4,6,8 Amper.

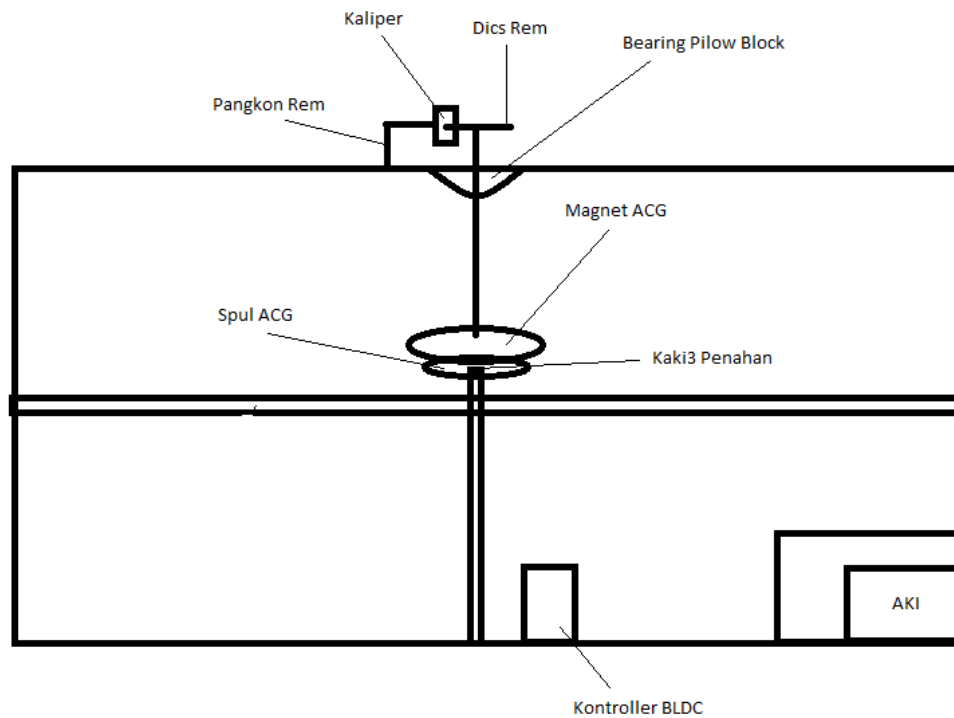
2. Variabel Terkit

Variabel terikat atau variabel independen adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Oleh sebab itu, variabel terikat juga dikatakan sebagai variabel terpengaruh. Variabel terikat biasanya terletak di akhir judul suatu penelitian. Dalam penelitian ini variable terkait yang digunakan adalah putaran, torsi, dan daya motor.

F. Instalasi Pengujian



Gambar 4. Instalasi Pengujian



Gambar 5. Sketsa Instalasi

G. Rumus

$$P_1 = 12,4 = 48 \text{ Watt}$$

$$T = 1,755 \times 9,8 \times 0,035$$

$$= 0,602 \text{ N.m}$$

$$P_2 = \frac{2 \times 3,14 \times 163,2 \times 0,602}{60}$$

$$= 10,28 \text{ Watt}$$

$$\eta = \frac{10,28}{48} \times 100\% = 21,41\%$$

$$\text{Daya Listrik} \Rightarrow P_1 = V \cdot I$$

$$\text{Torsi} \Rightarrow T = F \cdot l$$

$$\text{Daya Poros} \Rightarrow P_2 = \frac{2\pi N \cdot m}{60} \text{ (watt)}$$

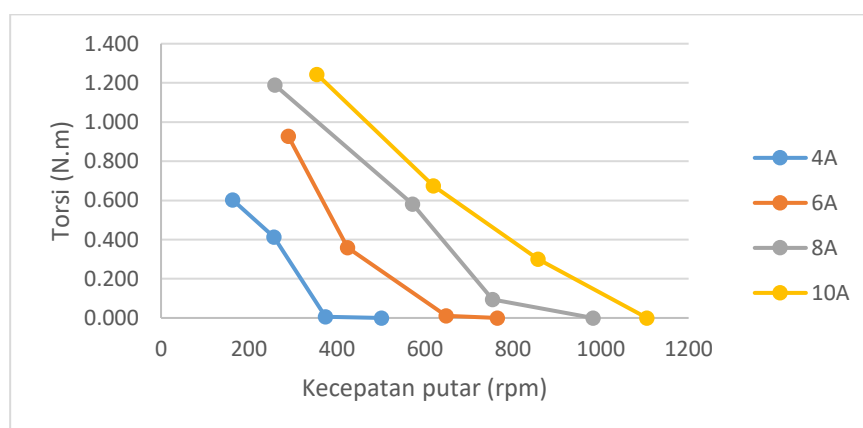
$$\text{Efisiensi} \Rightarrow \eta = \frac{P_1}{P_2} \times 100\%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

data telah di ambil dengan instalasi pengujian hasil yang di peroleh kemudian di hitung untuk mendapatkan nilai torsi daya dan efisiensi dengan persamaan sebagai berikut.

Ampere	RPM	Gaya (Kg)	Torsi	Daya Listrik	Daya Poros	Evisiensi
4	163,2	1,755	0,602	48	10,28	21,4%
	256,9	1,205	0,413	48	11,11	23,2%
	373,8	0,015	0,005	48	0,20	0,4%
	501,4	0	0,000	48	0,00	0,0%
6	289,3	2,705	0,928	72	28,09	39,0%
	424,6	1,045	0,358	72	15,93	22,1%
	648,9	0,0305	0,010	72	0,71	1,0%
	765,4	0	0,000	72	0,00	0,0%
8	258,7	3,467	1,189	96	32,20	33,5%
	572,2	1,695	0,581	96	34,82	36,3%
	754,4	0,275	0,094	96	7,45	7,8%
	982,4	0	0,000	96	0,00	0,0%
10	354,7	3,625	1,243	120	46,16	38,5%
	619,6	1,965	0,674	120	43,71	36,4%
	857,3	0,875	0,300	120	26,93	22,4%
	1105,3	0	0,000	120	0,00	0,0%

- **Torsi**



Untuk mengetahui lebih jelas bagaimana pengaruh amper dan gaya atau beban terhadap besar torsi motor BLDC maka dibuat grafik tersebut, berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa semakin besar nilai gaya yang berikan maka terdapat peningkatan terhadap nilai torsi pada motor BLDC, dalam 16 kali perhitungan torsi tertinggi, nilai yang signifikan yaitu pada nilai torsi motor 1,243 (Nm) dengan nilai 10 amper, kecepatan 354,7 Rpm dan gaya 3,625 Kg. hal ini di karnakan perubahan kecepatan

motor BLDC berbanding terbalik dengan nilai torsi, pada tabel terlihat torsi turun pada saat kecepatan motor naik

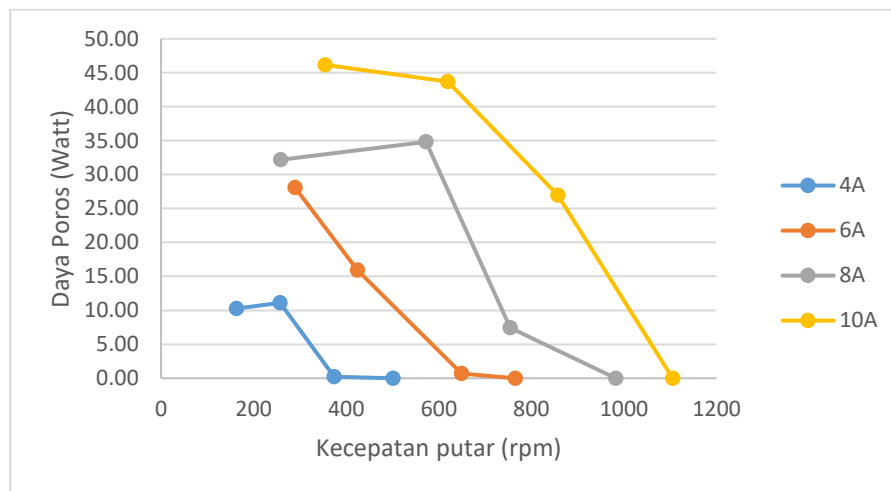
Dari pengujian motor BLDC di dapat hasil uji yaitu daya listrik sebesar 120 watt yang berawal dari tegangan 12 V x 10 Amper. Untuk mencari torsi tertinggi adalah seperti berikut :

$$T = F \cdot l$$

$$T = 3,625 \times 9,8 \times 0,035$$

$$= 1,243 \text{ N.m}$$

- **Daya**



Untuk mengetahui bagaimana pengaruh amper dan gaya atau beban terhadap besar daya poros pada motor BLDC maka dibuat grafik tersebut. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa semakin besar nilai gaya yang diberikan maka terdapat peningkatan nilai konsumsi daya pada motor BLDC. Dalam 16 kali perhitungan daya tertinggi. Nilai signifikan yaitu daya motor 46,16 watt dengan nilai 10 amper, memiliki kecepatan 354,7 Rpm dan gaya 3,625 Kg. hal ini di karenakan pengaruh gaya yang besar dapat mempengaruhi kecepatan motor BLDC dan memakan konsumsi daya yang besar.

Dari pengujian motor BLDC di dapat hasil uji yaitu daya listrik sebesar 120 watt yang berawal dari tegangan 12 V x 10 Amper. Untuk mencari daya poros tertinggi adalah seperti berikut :

$$P_1 = V \cdot I$$

$$P_1 = 12,4 = 48 \text{ Watt}$$

$$P_2 = \frac{2 \times 3,14 \times 354,7 \times 1,243}{60}$$

$$= 46,16 \text{ Watt}$$

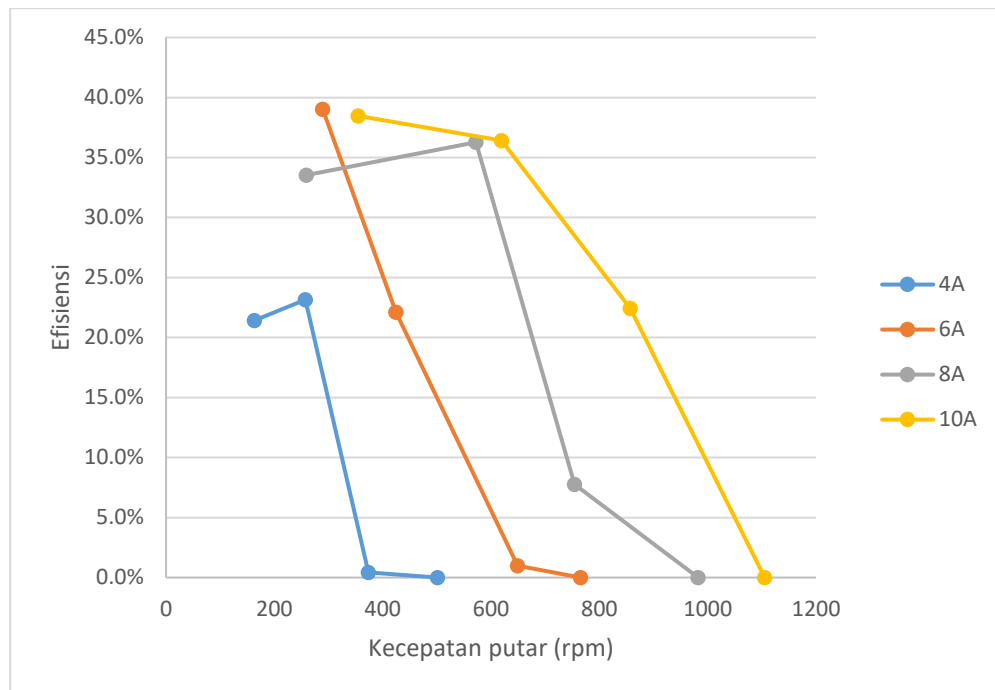
$$T = F \cdot l$$

$$T = 3,625 \times 9,8 \times 0,035$$

$$= 1,243 \text{ N.m}$$

$$P_2 = \frac{2\pi \text{ N.m}}{60} \text{ (watt)}$$

- Efisiensi



Untuk mengetahui bagaimana pengaruh amper dan gaya atau beban terhadap besar Efisiensi pada motor BLDC maka dibuat grafik tersebut. Dalam 16 kali perhitungan daya tertinggi yang dapat dihasilkan ialah 39% dengan nilai 4 amper, 289,3 Rpm dan gaya 2,705 Kg. hal ini dikarenakan pengaruh gaya yang besar mempengaruhi efisiensi daya pada motor BLDC.

Dari pengujian motor BLDC di dapat hasil uji yaitu daya listrik sebesar 120 watt yang berawal dari tegangan 12 V x 10 Amper. Untuk mencari daya poros tertinggi adalah seperti berikut :

$$P_2 = \frac{2 \times 3,14 \times 163,2 \times 0,602}{60}$$

$$= 10,28 \text{ Watt}$$

$$\eta = \frac{10,28}{48} \times 100\% = 21,41\%$$

IV. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang motor BLDC dengan parameter 4A, 6A, 8A, 10A dan jarak poros sebesar 35 cm. maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Melalui analisa mendalam tentang pengaruh amper dan gaya atau beban terhadap besar torsi motor BLDC, maka dalam 16 kali perhitungan torsi tertinggi yang dapat dihasilkan ialah 1,243 (Nm) dengan nilai 10 amper, 354,7 Rpm dan gaya 3,625 Kg. hal ini di karnakan perubahan kecepatan motor BLDC berbanding terbalik dengan nilai torsi, pada tabel terlihat torsi turun pada saat kecepatan motor naik
2. Berdasarkan analisa tentang penilaian daya tertinggi yang dihasilkan motor BLDC maka Dalam 16 kali perhitungan daya tertinggi yang dapat dihasilkan ialah 46,16 watt dengan nilai 10 amper, 354,7 Rpm dan gaya 3,625 Kg. hal ini di karnakan pengaruh gaya yang besar dapat mempengaruhi kecepatan motor BLDC dan memakan konsumsi daya yang besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab dan juga teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] B. Nainggolan, F. Inaswara, G. Pratiwi, and H. Ramadhan, "Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai," *Politeknologi*, vol. 15, no. 3, pp. 263–272, 2016.
- [2] Q. Fitriyah, R. Aritha, H. Toar, and M. P. E. Wahyudi, "Alat Kendali Kecepatan Motor Pada Penggerak Depan Sepeda Listrik Di Politeknik Negeri Batam," *J. Integr.*, vol. 12, no. 2, pp. 116–121, 2020, doi: 10.30871/ji.v12i2.2417.
- [3] R. J. Andika *et al.*, "Design and Implementation of Three Phase Motor Driver for Speed Control Bldc Motor Based Pwm on Electric Car," *eProceedings Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 48–54, 2018.
- [4] F. Irsyadi, M. Arrofiq, B. Sumanto, and M. S. P, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Motor BLDC Hub Bergir pada Sepeda Listrik," *JST (Jurnal Sains Ter.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.32487/jst.v7i1.974.
- [5] D. Irawan and P. Perdana SS, "Kontrol Motor Brushless DC (BLDC) Berbasis Algoritma AI - PID," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 41–48, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3146.
- [6] F. Majedi, F. Susanto, and A. Hardiyanto, "Penerapan Sistem Alternating Current Generator (Acg) Pada Motor Bensin matrix Gasoline Engine Cx200," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 6, no. 1, pp. 77–81, 2018.
- [7] J. Jatmiko, A. Basith, A. Ulinuha, M. A. Muhlasin, and I. S. Khak, "Analisis Peroforma dan Konsumsi Daya Motor BLDC 350 W pada Prototipe Mobil Listrik Ababil," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 2, pp. 55–58, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i2.6348.
- [8] N. Masudi, "Desain Controller Motor Bldc Untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik," pp. 1–65, 2014.
- [9] L. Arinando and F. Rohman, "Desain dan analisis pengaruh variasi nilai beban dan kecepatan laju kendaraan terhadap suhu kontroler motor BLDC pada purwarupa kendaraan listrik," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 183–187, 2020, doi: 10.24127/trb.v9i2.1240.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.