



Modifikasi dan Pengujian Alternator Menjadi *Brushless* DC Motor

Johannes Lasroha Nababan, Tito Shantika

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Bandung

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail : jnababan32@gmail.com

Abstrack

Brushless DC (BLDC) Motor merupakan salah satu jenis penggerak untuk suatu mesin maupun kendaraan. Beberapa BLDC motor telah banyak diproduksi terutama motor listrik dengan daya yang rendah, dan biasanya dipakai pada dorongan atau peralatan lainnya. Namun untuk daya yang lebih besar harganya relatif lebih tinggi, sehingga untuk mendapatkan BLDC yang terjangkau dapat menggunakan modifikasi suatu motor yang banyak tersedia. Maka diperlukan penelitian yang bertujuan mendapatkan BLDC motor yang ekonomis dengan cara memodifikasi motor DC menjadi BLDC motor. Proses modifikasi hanya dilakukan pada rotor dengan menggunakan magnet permanen, kemudian dilakukan proses pengujian. Diharapkan dengan proses pengembangan ini daya keluaran yang dihasilkan sebesar 1000 Watt, serta mendapatkan spesifikasi perangkat dalam pengujian BLDC motor. Dari hasil penelitian ini didapatkan putaran pada rotor belum sempurna berputar, kemudian tegangan input sebesar 36 Volt, lalu arus input yang masuk kedalam tiga kawat stator adalah 7.48 Ampere kawat ke-1, 5.67 Ampere kawat ke-2 dan 3.52 Ampere kawat ke-3.

Kata Kunci: BLDC, Alternator, modifikasi DC motor

1. Pendahuluan

Sejak tahun 1980-an konsep baru tentang *permanent magnet brushless motor* telah berkembang. Isu pemanasan global dan penghematan Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan faktor pemicu berkembangnya motor listrik. Berkembangnya motor listrik DC konvensional yang menggunakan transmisi mekanik yang berupa sikat (*brushed*). Kekurangan tersebut bisa diatasi oleh *Brushless DC Motor* yang beroperasi tanpa transmisi mekanik. Dalam industri yang berkembang pada masa ini semakin banyak kendaraan yang menggunakan teknologi ramah lingkungan yang mana menggunakan energi listrik sebagai bahan bakar utamanya. Itulah sebabnya penggunaan *Brushless DC Motor* sangat berguna dalam teknologi ramah lingkungan terutama dalam industri otomotif. *Brushless DC Motor* merupakan motor dengan magnet permanen dimana fungsi sikat (*brush*) digantikan oleh sensor yang berfungsi sebagai penentu orientasi Bergeraknya motor listrik. *Brushless DC Motor* dipilih karena memiliki efisiensi yang tinggi, tidak membutuhkan perawatan yang terlalu rumit, tahan lama, dan masih banyak lagi keunggulan yang lainnya.

Selain keunggulan-keunggulan diatas, *Brushless DC Motor* juga memiliki satu ciri khas lain dimana terdapat controller yang bertugas untuk mendistribusi arus dan *voltage*, sesuai dengan kebutuhan untuk satu kali putaran-nya. Untuk memperoleh performa motor listrik dan pengendalian yang optimal. Parameter input pada unit kontrol merupakan salah satu cara untuk meningkatkan performance dari *Brushless DC Motor*.



Motor listrik memiliki jenis yang bervariasi dalam perkembangannya. Secara garis besar motor listrik dibagi menjadi dua yaitu motor listrik dengan sumber daya arus AC dan sumber daya arus DC. Motor listrik jenis AC menggunakan prinsip induksi pada langkah kerjanya, memiliki masalah pada saat starting. Berbeda halnya dengan motor DC, perkembangan motor DC diawali oleh *Brushed DC Motor*. *Brushed Motor DC* yang menggunakan sikat untuk mengalirkan arus ke rotor seringkali menimbulkan masalah yaitu ausnya 'sikat'. Maka dikembangkan motor listrik DC tanpa sikat atau *Brushless DC Motor* yang mempunyai kelebihan yaitu efisiensi tinggi, umur yang panjang, konsumsi energi yang kecil (Nurriartono, 2014).

Prinsip kerja Motor BLDC sebenarnya sama dengan motor listrik DC konvensional. Perbedaan hanya terletak pada penggunaan *brush* (sikat). Pada motor DC konvensional, sikat dan komutator mekanik digunakan dalam proses komutasi. Sedangkan motor BLDC sudah menggunakan teknologi elektronik dalam proses komutasinya, yaitu *sensor hall* dan *controller* (Husaini, 2015).

Stator adalah bagian pada motor yang diam/statis dimana berfungsi sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat berputar. Sedangkan rotor bagian motor yang berputar karena adanya gaya elektromagnetik dari stator. Rotor pada *Brushless Motor DC* berbeda dengan rotor pada motor DC konvensional, yang mana motor DC konvensional hanya tersusun dari satu buah elektromagnet yang berada di antara *brushes* (sikat). Sedangkan rotor pada *Brushless Motor DC* terdiri dari beberapa magnet permanen yang saling direkatkan, serta jumlahnya dapat di-variasikan sesuai dengan desain (Masudi, 2014).

Metode Six-Step adalah metode yang paling sering digunakan dalam pengendalian BLDC. Metode ini disebut Six-Step karena agar mampu menciptakan gelombang trapezoidal atau square yang menyerupai gelombang sinusoidal, digunakan PWM square yang terdiri dari enam bagian yaitu dua bagian positif dan dua bagian negatif, dan dua bagian floating. Masing-masing bagian besarnya 60° gelombang sinusoidal. Kondisi floating pada algoritma. Ini adalah kondisi ketika gelombang sinusoidal dipotong pada titik nol (Lita, 2012).

Tujuan dari pengujian ini adalah mendapatkan BLDC motor listrik dari hasil pengembangan dan modifikasi dari non-BLDC listrik yang ada, serta memperoleh kinerja keluaran daya motor listrik BLDC tersebut. Adapun ruang lingkup kajian dalam pengujian ini adalah mulai dari menentukan dan memodifikasi motor listrik, merancang dan membuat rotor pada Brushless DC Motor, dan menguji Brushless DC Motor. Batasan masalah dalam pengujian ini adalah merubah dari motor DC Non-BLDC menjadi Motor BLDC, serta menggunakan kontroler yang telah ada di pasaran.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah: menentukan spesifikasi dari *brushless dc* yang akan digunakan, melakukan pemilihan motor listrik dan kontroler yang akan digunakan, melakukan perhitungan daya teoritik, melakukan proses modifikasi motor listrik dengan cara merubah rotor motor listrik awal, lalu mengecek kabel-kabel apakah terhubung atau tidak. Setelah itu menguji motor listrik BLDC dimulai dari mengecek voltase dari sumber daya dan berapa voltase yang masuk ke kontroler, menguji voltase *input* motor listrik kawat stator, menguji arus *input* motor listrik kawat stator, dan pengujian putaran motor listrik. Spesifikasi motor yang digunakan adalah alternator *Mitsubitshi 60 A*

12 V, kemudian menggunakan kontroler 12 V 36A, lalu menggunakan dua magnet silinder dengan diameter 7 cm.

Proses modifikasi dimulai dengan membongkar motor lalu melepaskan komponen-komponen pada motor seperti koil pada rotor, kelistrikan dan bagian dioda penyearah sehingga yang tersisa adalah poros, gulungan stator, dan *casing*. Setelah dilepas maka selanjutnya poros dipasangkan magnet dan setelah itu disatukan kembali seperti semula.

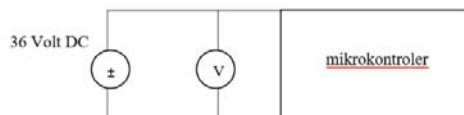


Gambar 1 Pemasangan Semua Bagian Motor

Setelah semua bagian yang telah dimodifikasi disatukan kembali maka proses berikutnya adalah pengujian motor listrik. Proses pengujian dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Voltase Kontroler

Dalam pengujian ini dilakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan hasil pengujian yang diinginkan. Pengujian pertama dimulai dengan mengecek apakah voltase yang masuk ke dalam kontroler sesuai kebutuhan atau tidak.



(a)



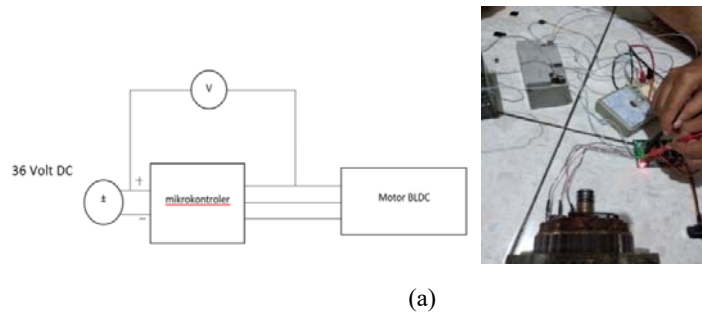
(b)

Gambar 1 (a) Skema Pengecekan Voltase (b) Pengecekan Voltase Accumulator

Cara mengecek voltasenya adalah dua kabel *accumulator* dihubungkan ke port yang ada pada kontroler. Setelah itu, kabel *probe* positif dihubungkan ke port positif dan kabel *probe* negatif dihubungkan ke port negative maka hasil dari pengujian akan terlihat dalam *Avometer*.

1. Pengujian Input Voltase Kawat Stator

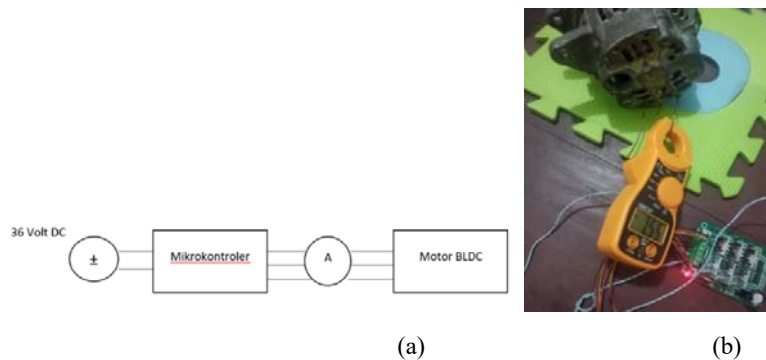
Setelah melakukan pengujian pertama, pengujian selanjutnya adalah melihat berapa besar voltase yang diterima oleh masing-masing kawat stator apakah besarnya sama atau tidak. Proses pengujian voltase ini adalah dengan menggunakan *Avometer*. Kabel *probe* positif dihubungkan ke dalam port sumber daya DC positif dan kabel *probe* negative dihubungkan ke dalam port kawat stator yang ada dalam kontroler.



Gambar 2 (a) Skema Pengujian Input Voltase Motor (b) Pengujian Voltase Kawat Stator

2. Pengujian Arus Input Motor Listrik Kawat Stator

Pengujian berikutnya yang dilakukan adalah menguji berapa arus listrik yang masuk melalui kawat stator kedalam rotor apakah besar arus sama besar atau tidak. Cara menguji input arus yang masuk kedalam motor adalah dengan menggunakan *clamp ampere*. Ketika semua rangkaian telah terhubung dengan baik, *clamp ampere* dijepitkan kemasing-masing kawat stator untuk diukur berapa besar arus yang dialirkan dari kontroler menuju motor. Pengujian ini dilakukan tiga kali dengan menjepit satu persatu kawat stator.



Gambar 3 (a) Skema Pengujian Input Arus Motor (b) Pengujian Arus Pada Kabel Stator

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian voltase yang masuk kedalam kontroler. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengukuran, dan Hasil dari pengujian ini adalah voltase yang masuk kedalam kontroler adalah sebesar 36 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya yang digunakan masih baik dan tegangan listrik pun mengalir dengan baik ke dalam kontroler.

Tabel 1 Pengujian Voltase yang Masuk Ke Kontroler

Percobaan	Voltase (V)
1	36
2	36
3	36
Rata-rata	36



Setelah itu melakukan pengujian voltase input motor listrik kawat stator. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tiap kawat menerima besar voltase yang sama atau tidak. Dari ketiga kawat pada stator yang telah diuji sebelumnya, ketiganya menunjukkan hasil yang sama besar yaitu sebesar 36 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga kawat pada stator sama-sama dialiri tegangan yang besarnya sama yaitu sebesar 36 Volt.

Tabel 2 Pengujian Voltase Input Motor Listrik Kawat Stator

Percobaan	Voltase Input Kawat Stator 1	Voltase Input Kawat Stator 2	Voltase Input Kawat Stator 3
1	36 V	36 V	36 V
2	36 V	36 V	36 V
3	36 V	36 V	36 V
Rata-rata	36 V	36 V	36 V

Tabel 3 Pengujian Arus Input Motor Listrik Kawat Stator

Percobaan	Arus Input Kawat Stator 1	Arus Input Kawat Stator 2	Arus Input Kawat Stator 3
1	7.55 I	5.83 I	3.41 I
2	7.3 I	5.6 I	3.67 I
3	7.6 I	5.56 I	3.47 I
Rata-rata	7.48 I	5.67 I	3.52 I

Pengujian ketiga adalah pengujian arus input motor listrik kawat stator. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah arus yang mengalir pada kawat sama besar atau tidak. Hasil pengujian ini ketiga kawat yang dialiri arus berbeda-beda hal ini terjadi karena beberapa hal yaitu faktor ketidakseimbangan dari beban yang diterima oleh motor dan ketidakseimbangan pada sumber daya yang mengalir kedalam motor.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian pada motor BLDC modifikasi. Pada pengujian tersebut motor hanya berputar sebentar dan tidak sempurna kecepatannya, karena mungkin input arus kedalam motor kurang besar sehingga tidak dapat memutar motor tersebut.

Hal ini terjadi karena arus yang masuk kedalam motor tidak mampu memutar motor sehingga motor tidak berputar dan tidak ada daya keluaran yang dapat dihasilkan oleh motor tersebut. Dalam pengujian kali ini menggunakan kontroler yang memiliki besar arus input sebesar 15 Ampere yang mana besar arus tersebut masih kurang untuk memutar motor



sehingga menyebabkan tidak adanya daya keluaran yang dihasilkan oleh motor dan menyebabkan motor tersebut tidak berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang ingin dicapai.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian yang dilakukan kali didapatkan hasil bahwa nilai voltase yang masuk kedalam kontroler adalah sebesar 36 V, kemudian pengujian I *voltase input* yang masuk kedalam kawat stator sebesar 36 V, dan yang terakhir pengujian arus *input* motor listrik kedalam masing-masing kawat stator yaitu sebesar 7.48 I, 5.67 I, 3.52 I. Lalu pada pengujian kali motor listrik yang sudah dimodifikasi sebelumnya tidak berputar sesuai keinginan. Motor listrik hanya berputar satu kali saja tidak berputar secara konstan sehingga tidak dapat digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] Masudi, N. (2014). *Respository Institut Teknologi Sepuluh November*. Retrieved from Desain Controller Motor BLDC untuk Meningkatkan Performa (Daya Output) Sepeda Motor Listrik: <http://repository.its.ac.id/42128/1/2111030069-Non%20Degree.pdf>
- [2] Nurriartono, A. (2018, Agustus 24). *Respository Institut Teknologi Sepuluh November*. Retrieved from Rancang Bangun Dan Uji Performa Axial Brushless DC Motor Dengan Daya Output 2000 Watt: <http://repository.its.ac.id/51646/>
- [3] Husaini, A. N. (2015, September 17). Retrieved Februari 15, 2020, from Prinsip Kerja Motor Brushless DC (BLDC Motor): <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-motor-brushless-dc-blcd-motor/>
- [4] Lita, A., & Cheles, M. (2008). Sensorless BLDC Control with Back-EMF Filtering Using a Majority Function. *Microchip Technology Inc*, P.1-24.