

Analisis Frekuensi Terhadap Kecepatan Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) Satu Fasa Kontruksi *Axial Flux* Celah Udara Tunggal

Rizqi Afif

Rizqiafif21@gmail.com
Universits Jember

Widyono Hadi

Widyono.hadi1961@gmail.com
Universits Jember

Widya Cahyadi

cahyadi@unej.ac.id
Universitas Jember

Abstrak

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penemuan baru dan pengembangan untuk mempermudah dalam melakukan sesuatu pekerjaan. Salah satu pengembangan alat yang sering dibutuhkan dan digunakan dalam kehidupan sehari – hari yaitu motor penggerak. Isu pemanasan global dan penghematan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan isu pendongkrak berkembangnya teknologi motor listrik. Motor DC konvensional sudah dikenal efisien dan bebas polusi, namun masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Solusi dari permasalahan tersebut salah satunya adalah motor bldc (*brushless direct current*) satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal. Alasan untuk melakukan penelitian tentang analisa *driver* menggunakan IC NE 555 untuk memperbaiki penelitian sebelumnya yaitu rancang bangun motor searah tanpa sikat satu fasa (bldc) kontruksi *axial flux* (*pancake*) dengan celah udara tunggal. Dari hasil pengujian menggunakan frekuensi antara 5 Hz sampai 50 Hz dihasilkan pada motor bldc (*brushless direct current*) satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal saat frekuensi 5 Hz sudah dapat berputar dengan menghasilkan kecepatan terkecil sebesar 99,3 rpm dan saat frekuensi 50 Hz menghasilkan kecepatan tertinggi sebesar 1022 rpm. Dari penelitian yang dihasilkan bahwa semakin besar frekuensi yang masuk maka semakin cepat putaran dari motor.

Kata Kunci — *Driver, IC NE 555, Motor BLDC, Axial Flux*

Abstract

In this era, the development of science and technology is very fast. There are so many new inventions and developments to simplify human work. One of the development tools that often needed and used in everyday life is motor drive. The issue of global warming and saving Fuel (BBM) is a levers issue of electric motor technology development. Conventional DC motor has known as an efficient and pollution-free, but it still has deficiencies that need to be fixed. One of solutions to solve the problem is bldc motor (*brushless direct current*) single phase *axial flux* with a single air gap construction. The reason in doing research on the analysis of driver using IC NE 555 was to improve previous research on the design of motor used unidirectional one-way brush (bldc) *axial flux* construction (*pancake*) with a single air gap. Based on the result of test used frequencies between 5 Hz to 50 Hz showed that when the frequency of 5 Hz, bldc motor (*brushless direct current*) single phase *axial flux* with a single air gap construction can spin and

produce the smallest speed of 99.3 rpm and when the frequency of 50 Hz, it produce the highest speed which was 1022 rpm. Based on the research result, it can be concluded that the greater frequency given the faster rotation of the motor.

Keywords — *Driver, IC NE 555, Motor BLDC, Axial Flux.*

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penemuan baru dan pengembangan untuk mempermudah dalam melakukan sesuatu pekerjaan. Pengembangan dalam bidang teknologi sangat dibutuhkan untuk lebih meningkatkan efisiensi dan kualitas alat yang sudah dibuat. Salah satu pengembangan alat yang sering dibutuhkan dan digunakan dalam kehidupan sehari – hari yaitu motor penggerak. Isu pemanasan global dan penghematan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan isu pendongkrak berkembangnya teknologi motor listrik. Motor DC konvensional sudah dikenal efisien dan bebas polusi, namun masih memiliki kekurangan yang perlu diperbaiki. Maka diperlukan pengembang maupun perancangan motor listrik baru untuk mendapatkan performa motor listrik yang lebih baik[1]. Kendaraan listrik memiliki beberapa keuntungan dibanding mobil mesin pembakaran internal, termasuk pengurangan polusi udara yang signifikan, mengurangi emisi gas, dan mengurangi ketergantungan energi pada berkurangnya cadangan minyak. Kendaraan listrik akan menggunakan listrik yang tersimpan di dalam baterai untuk menggerakkan motor, dan daya bisa diisi ulang dengan pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan. Dari berbagai motor listrik, motor yang paling cocok untuk kendaraan listrik adalah motor BLDC, karena motor ini memiliki keandalan tinggi, kepadatan tenaga tinggi, Persyaratan perawatan rendah, biaya rendah dan bobot yang lebih rendah efisiensi tinggi[2]. Teknologi motor tanpa sikat memungkinkan untuk mencapai keandalan yang tinggi dengan efisiensi tinggi, dan dengan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan motor sikat. Meskipun karakteristik dari motor tanpa sikat bisa diaplikasikan pada beberapa jenis motor – motor AC, motor stepper, motor induksi AC, motor BLDC secara konvensional didefinisikan sebagai motor sinkron magnet permanen dengan bentuk gelombang EMF

trapesium belakang. Mesin sinkron magnet permanen dengan trapezoidal Back – EMF dan (120 derajat kelistrikan yang lebar) arus stator persegi panjang banyak digunakan karena mereka menawarkan keuntungan berikut pertama, dengan asumsi motor memiliki Impho trapesium murni dan bahwa proses pergantian fase stator akurat, mekanis torsi yang dikembangkan oleh motor konstan; Kedua, driver DC motor tanpa sikat menunjukkan kepadatan tenaga mekanik yang sangat tinggi[3]. Brushless DC (BLDC) adalah motor magnet permanen akan tetapi proses comutator dan sikat digantikan oleh solid state switch. Pada Controller Brushless DC Motor (BLDC) tiga fasa berperan sangat penting atau sebagai penunjang utama beroperasinya motor DC Brushless karena motor ini membutuhkan suatu trigger pulsa ke bagian elektromagnetik (stator) dari motor DC Brushless sebagai pengaturan besarnya arus yang mengalir sehingga motor dapat berputar dan diatur secara akurat[4].

Pada penelitian yang dilakukan ini yaitu untuk menganalisis driver IC NE 555 pada motor searah tanpa sikat. Penelitian ini menggunakan motor searah tanpa sikat satu fasa kontruksi Auxial Flux dengan rotor ada di bagian atas dan stator di bagian bawah dan untuk mengetahui karakteristik driver NE 555 dan membandingkan hasilnya dengan menggunakan driver Arduino – UNO. Pada perancangan motor searah tanpa sikat peneliti menggunakan 6 coil sebagai stator dan 6 magnet neodmium sebagai rotor dengan diameter kawa email 0,2 mm. Dengan adanya penelitian ini yang menggunakan kontruksi Axuial Flux dengan 6 coil sebagai stator dan 6 magnet neodmium sebagai rotor serta IC NE 555 sebagai driver yang digunakan untuk mengendalikan motor searah tanpa sikat satu fasa sehingga dapat mengembangkan suatu driver yang baru untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi yang lebih tinggi.

II. METODE

Rotor adalah bagian motor yang berputar karena adanya gaya elektromagnetik dari stator. Jumlah kutub magnet berbanding lurus dengan torsi motor, namun berbanding terbalik dengan RPM. Untuk mendapatkan hasil dari kecepatan motor yang sedang berputar dengan nilai frekuensi yang sudah diketahui pada osiloskop dapat digunakan persamaan sebagai berikut[5].

$$N_s = \frac{120 f}{P} \dots\dots\dots (1)$$

Dari rumus tersebut menjelaskan bahwa besar kecepatan dipengaruhi oleh besar frekuensi (f) dan jumlah kumparan (P) yang digunakan. Sehingga dapat diketahui kecepatan berbanding lurus dengan besar frekuensi. Dan sebaliknya yaitu kecepatan berbanding terbalik dengan jumlah kumparan.

2 IC (*Integrated Circuit*) adalah komponen elektronika semi konduktor yang merupakan gabungan dari ratusan atau ribuan komponen – komponen lain. Bentuk IC berupa kepingan silikon padat, biasanya berwarna hitam yang mempunyai banyak kaki – kaki (pin) sehingga bentuknya mirip sisir. IC

merupakan gabungan dari beberapa komponen seperti resistor, kapasitor, dioda dan transistor yang telah terintegrasi menjadi sebuah rangkaian berbentuk chip kecil. IC digunakan untuk beberapa keperluan pembuatan peralatan elektronik agar mudah dirangkai menjadi peralatan yang berukuran relatif kecil [6].

Clock Generator sering disebut sebagai pembangkit pulsa (*clock*). Pembangkit pulsa dalam pembuatan rangkaiannya sering digunakan rangkaian terpadu linear (IC : *Integrated Circuit*). IC linear yang sering digunakan secara umum biasanya NE 555 yang merupakan IC pewaktu (*Timer*). Sebagai *timer* secara analogi dapat juga digunakan sebagai *Clock Generator* atau pembangkit pulsa yang pada umumnya dapat membangkitkan frekuensi atau waktu sesuai dengan yang diperlukan. Untuk membangkitkan pulsa atau frekuensi sesuai yang diperlukan tersebut, maka dalam setiap periodenya dapat dihitung dengan menggunakan prinsip dasar rangkaian dan persamaan (2)[7].

$$F = \frac{1}{0,693 (R_A + 2R_B).C} \dots\dots\dots (2)$$

III. PROSEDUR

Adapun prosedur yang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur
Tahap ini merupakan tahapan untuk mencari sumber informasi terkait penelitian yang akan dilakukan, dengan informasi yang didapat maka akan menjadi acuan untuk mencapai hasil penelitian
2. Perancangan dan pembuatan *driver* motor
Pada tahap ini dilakukan perancangan dan pembuatan *driver* motor yang menggunakan IC NE 555 untuk penggerak motor tersebut.
3. Percobaan *driver* IC NE 555
Pada tahapan ini adalah melakukan percobaan pada *driver* yang telah selesai dirancang dan dibuat.
4. Pengujian *driver* IC NE 555 pada motor tanpa sikat satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal
Pada tahap ini adalah pengujian alat yang telah dibuat dengan menggunakan AVO meter untuk mengukur tegangan dan arus masukan ke *driver*, *fluks* meter untuk mengukur kerapatan magnet, *tachometer* untuk mengukur kecepatan dan menghitung torsi motor, dan osiloskop untuk melihat frekuensi dan *duty cycle* masukan pada *driver* IC NE 555.
5. Analisa data dan pembuatan laporan
Pada tahap ini dilakukan setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis terhadap data yang telah didapatkan. Analisis tersebut berfungsi untuk mengetahui karakteristik *dirver* IC NE 555 dan perbandingan antara pengukuran dan perhitungan mengenai kinerja dari motor tersebut.
6. Penarikan kesimpulan dan saran
Setelah menganalisa data dan pembuatan laporan dilakukan kemudian dapat ditarik beberapa kesimpulan

yang menyangkut kriteria dengan ketentuan apabila daya yang dihasilkan dibandingkan dengan rumus kecepatan motor menurut (pramono, pratama, & warindi, 2016), maka kinerja alat dinilai semakin baik, selain itu apabila frekuensi semakin besar maka kecepatan motor semakin besar dan saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kekurangan yang ada, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan alat pada penelitian selanjutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian motor pada frekuensi 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, dan 50 Hz.

Pada tabel 1 dapat dilihat kecepatan yang dihasilkan dengan jumlah kutub sebanyak enam memiliki kecepatan putar rotor tertinggi yang dihasilkan yaitu sebesar 1022 rpm dengan menggunakan sumber tegangan (Vin) tetap sebesar 13 volt dengan sumber dc dan frekuensi yang digunakan sebesar 50 Hz. Sedangkan kecepatan putar rotor terendah yang dihasilkan yaitu sebesar 99,3 rpm dengan menggunakan sumber tegangan (Vin) tetap sebesar 13 volt dengan sumber dc dan frekuensi yang digunakan sebesar 5 Hz, dengan didapatkannya hasil tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan.

Tabel 1. Hasil pengujian pengukuran menggunakan frekuensi 5 Hz sampai 50 Hz

Vin (volt)	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)
13	5	99,3
13	10	212,5
13	15	301,3
13	20	407,9
13	25	499,8
13	30	604,0
13	35	705,3
13	40	816,2
13	45	891,3
13	50	1022

Perhitungan pada kecepatan motor BLDC Satu Fasa Kontruksi *Axial Flux* Celah Udara Tunggal

Dari data hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 2 dengan menggunakan rumus pada persamaan (1), maka dapat diketahui bahwa kecepatan yang dihasilkan oleh motor terkecil sebesar 100 rpm pada saat frekuensi 5 Hz dan kecepatan motor terbesar sebesar 1000 rpm pada saat frekuensi sebesar 50 Hz. Sehingga dapat disimpulkan bahwa

semakin besar frekuensi yang digunakan maka semakin cepat putaran motor.

Tabel 2. Hasil perhitungan kecepatan motor bldc satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal

Vin (volt)	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)
13	5	100
13	10	200
13	15	300
13	20	400
13	25	500
13	30	600
13	35	700
13	40	800
13	45	900
13	50	1000

Perbandingan Antara Perhitungan dengan Pengukuran Pada Kecepatan Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) Kontruksi *Axial Flux* Satu Fasa Celah Udara Tunggal

Dari data yang dihasilkan dapat dilihat pada table 3 maka dapat diketahui bahwa nilai *error* persen terbesar terdapat pada frekuensi 10 Hz yaitu sebesar 6,25%, kemudian pada nilai *error* persen terkecil terdapat pada frekuensi 15 Hz yaitu sebesar 0,2%. Pada perhitungan terdapat nilai *error* persen karena diakibatkan pada alat ukur tachometer pada motor yang kurang mendukung.

Tabel 3. Hasil perbandingan *error* persen motor bldc satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal

Vin (volt)	Rpm (Pengukuran)	Ns (Perhitungan)	E% (Perhitungan)
13	99,3	100	0,7
13	212,5	200	6,25
13	301,3	300	0,43
13	407,9	400	1,98
13	499,8	500	0,2
13	604,0	600	0,67
13	705,3	700	0,76
13	816,2	800	2,03
13	891,3	900	0,97
13	1022	1000	2,2

Perbandingan Frekuensi Antara Teori dengan Pengukuran Pada Resistot *Driver* Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) Kontruksi *Axial Flux* Satu Fasa Celah Udara Tunggal

Dari data yang dihasilkan maka dapat diketahui bahwa nilai *error* persen terbesar terdapat pada frekuensi 5 Hz yaitu sebesar 1,94%, kemudian pada nilai *error* persen terkecil terdapat pada frekuensi 35 Hz yaitu sebesar 0,09%. Pada perhitungan terdapat nilai *error* persen karena diakibatkan alat ukur dan alat yang digunakan.

Tabel 4 Hasil Perbandingan Frekuensi Antara Teori dengan Pengukuran Pada Resistor *Driver* Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) Kontruksi *Axial Flux* Satu Fasa Celah Udara Tunggal

Perhitungan Resistor (Ω)	Frekuensi Teori (Hz)	Frekuensi Praktikum (Hz)	E% (Perhitungan)
127085,44	5	5,05	1,94%
65058,65	10	10	0,60%
43372,43	15	15,06	0,20%
32545,5	20	20	0,55%
26116,92	25	25,02	0,16%
21664,68	30	30,15	0,20%
18625,21	35	35,11	0,09%
16313,31	40	40,25	0,32%
14500	45	45,04	0,22%
13071,5	50	50,20	0,26%

V. KESIMPULAN (PENUTUP)

Dari hasil pengujian pada driver IC NE 555 terhadap kecepatan motor BLDC (*brushless direct current*) satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal maka dapat disimpulkan dan saran yang dapat digunakan untuk pengujian selanjutnya diantaranya yaitu sebagai berikut. Pada rancangan *driver* IC NE 555 dapat menghasilkan frekuensi sebesar 5 Hz sampai 50 Hz dan dimana frekuensi tersebut dapat menggerakkan motor BLDC (*brushless direct current*) satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal dengan kecepatan 99,3 rpm sampai 1022 rpm dan semakin besar frekuensi yang diatur maka akan semakin besar kecepatan putar dari motor BLDC (*brushless direct current*) satu fasa kontruksi *axial flux* celah udara tunggal karena arus listrik yang masuk ke *coil* (kumparan) sehingga membuat dorongan terhadap magnet permanen yang ada di rotor semakin cepat.

REFERENSI

- [1] Rencana, H., Sakti, P., & Yuniarto, M. N. 2014. *Perancangan dan Uji Performa Axial Flux Permanent Magnet Coreless Brushless Direct Current (DC) Motor*, 1(1), 1–7.
- [2] Sujanarko, B. 2014. *BLDC Motor Control for Electric Vehicle Based On Digital Circuit and Proportional*-, 11674–11681.

- [3] Welekar, A. M., & Apte, A. A. 2014. *Development of Brushless DC Motor Drive*. *Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE)*, 2014, 12–18.
- [4] Indradewa, E. (2013). *Brushless Motor DC*. *Jurnal Elektromagnetika*.
- [5] Hadi, W. (2016). *Rancang Bangun Motor BLDC Dengan Rotor*. *Prosiding*.
- [6] Hakiem, Ilmiawan. 2015. *TOKOTEKNOLOGI*. Malang. PT. Tokoteknologi Mikroelektronik Nusantara.
- [7] Susa'at, S. 2015. *APLIKASI IC NE 555 SEBAGAI CLOCK GENERATOR PADA RANGKAIAN TERPADU (IC) DIGITAL JENIL TTL*. Malang. Widyaiswara Madya P4TK BOE/VEDC.