

# PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI AC 1 PHASA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535 DENGAN PENAMPIL LCD016L

**Agung Rahmanda Putra<sup>1</sup>, M.Andang Novianta, ST.,MT<sup>2</sup>, Sigit Priyambodo,ST.,MT**

(1) Mahasiswa, (2) Dosen Pembimbing 1, (3) Dosen Pembimbing 2

Program Sarjana Strata-1 (S-1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta

Kampus 1 Jl. Kalsahak No. 28 Kompleks Balapan Tromol Pos 45-Yogyakarta 55222

Email: [Agung25ramadhan@gmail.com](mailto:Agung25ramadhan@gmail.com)<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*In running the electric motors in the industry, sometimes it takes the AC line voltage source with amplitude and different frequency to the AC power source voltage supplied by a network of meshes. In this case the nets provided by PT. PLN is a voltage of 220 V with a frequency of 50 Hz. In this research, simulation and design of power electronics circuits that reduce and change the fundamental frequency of 50 Hz into a variable frequency. Operating techniques with pulse width modulation to control the electrical phase angle with driver circuit in order to facilitate the triggering of motor rotation speed control. The goal is to increase the speed of an induction motor by reducing the frequency of entering the induction motor by using the keys through a function microcontroller and determine the influence of frequency, voltage to the motor speed. Motors achieve constant rotation at 34Hz-47Hz frequency enters the range of 2000 rpm and a slight decrease in PLN frequency (48-50Hz) with the amount of slip that is still below the normal dititik 1 as well as a small torque when no load.*

**Keywords:** 1 phase induction motor, PWM, Microcontroller8535

## INTISARI

Dalam menjalankan motor-motor listrik pada industri, terkadang dibutuhkan sumber tegangan listrik AC dengan *amplituda* dan frekuensi yang berbeda dengan sumber tegangan listrik AC yang disediakan oleh jaringan jala-jala. Dalam hal ini jala-jala yang disediakan oleh PT. PLN adalah bertegangan 220 V dengan frekuensi 50 Hz. Pada penelitian ini dilakukan simulasi dan perancangan rangkaian elektronika daya yang mereduksi dan mengubah frekuensi *fundamental* 50 Hz menjadi frekuensi *variable*. Teknik pengoperasian modulasi lebar pulsa dengan mengendalikan sudut fasa listrik dengan rangkaian *driver* dalam pemicuan *triac* untuk mempermudah pengendalian kecepatan putaran motor. Tujuannya untuk menambah kecepatan motor induksi dengan cara mereduksi frekuensi yang masuk pada motor induksi dengan menggunakan tombol melalui fungsi mikrokontroler serta mengetahui pengaruh frekuensi, tegangan terhadap kecepatan motor. Motor mencapai putaran konstan pada frekuensi 34Hz-47Hz memasuki rpm kisaran 2000 dan sedikit berkurang pada frekuensi PLN (48-50Hz) dengan jumlah slip yang masih berada dititik normal dibawah 1 serta torsi yang kecil ketika tanpa beban .

**Kata kunci :** Motor induksi 1 fasa, Pwm, Mikrokontroler Atmega 8535

### Penduluan

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (ac) yang namanya berasal dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan *relative* antara putaran motor dan medan putar yang dihasilkan oleh arus statornya yang biasa disebut dengan slip. Belitan stator yang dihubungkan dengan sumber tegangan akan menghasilkan medan putar dengan kecepatan sinkron. Pada kondisi seperti ini kecepatan medan magnet putar tergantung pada jumlah kutub stator dan frekuensi sumber daya.

Terdapat Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kecepatan putaran motor induksi, diantaranya adalah dengan mengubah tegangan stator, mengubah jumlah kutub, mengubah tegangan stator serta mengubah jumlah kutub. Dari beberapa cara pengendalian kecepatan motor induksi, salah satunya adalah yang diterapkan pada penelitian ini, yaitu dengan mengatur frekuensi masukan pada motor.

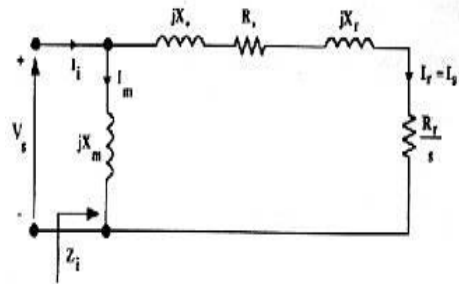
### Landasan teori

Motor Induksi terdiri dari dua komponen magnetik berupa stator dan rotor yang diantara keduanya terdapat celah udara sebagai tempat perpindahan energy dari stator ke rotor. Dalam proses kerjanya stator merupakan bagian yang tidak bergerak dan memiliki kumparan yang dapat menginduksi medan elektomagnetik pada kumparan rotor rotor dengan dua kumparan yang terpasaang secara terpisah, diantaranya kumparan utama (Main Winding) dan kumparan bantu (Auxiliary Winding) yang biasa disebut dengan kumparan start.

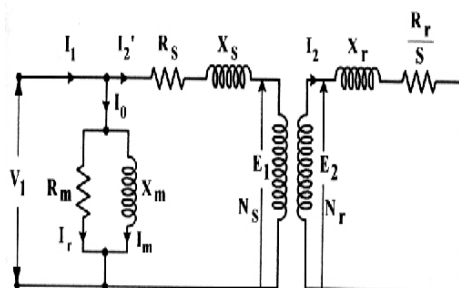
Rotor merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan pada kumparan rotor yang pada umumnya ada dua jenis rotor berbeda yaitu rotor belitan dan rotor sangkar dengan kontruksi yang berbeda.

### Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi

Motor induksi satu fasa terdiri dari kumparan satator dan rotor yang masing-masing berupa parameter resistansi "R" dan reaktansi "jX" untuk lebih lengkap rangkaian ekuivalen ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1 Rangkaian ekuivalen sederhana motor induksi



Gambar 2 Rangkaian ekuivalen pengganti motor induksi

Nilai dari arus bolak-balik 1 fasa dapat dirumuskan dengan :

$$I_1 = I_\theta + I_2 \quad (1)$$

Besarnya arus pemagnetan  $I_\theta$  yang timbul akibat adanya induksi yang antara rotor dan medan stator adalah :

$$I_\theta = I_r + I_m \quad (2)$$

Ggl yang dihasilkan akibat adanya interaksi antara induksi medan stator dan rotor masing-masing sebesar :

$$E_1 = I_2 (R_s + jX_s) \quad (3)$$

$$E_2 = I_2 \left( \frac{R_r}{s} + jX_r \right)$$

Dengan Nilai impedensi :

$$jX_s L_s \text{ atau } jX_r L$$

### Prinsip Kerja Motor

Pada kumparan motor induksi 1 fasa dialiri arus bolak balik, maka celah udara antara stator dan rotor akan membangkitkan medan putar pada motor dengan lilitan 2 kutub. Kepadatan medan magnetik berputar yang akan membuat putaran penuh dalam satu siklus dengan kecepatan sebesar :

$$\text{Siklus} = \frac{p}{2} \times \text{putaran}$$

$$\text{Siklus persekon} = \frac{p}{2} \times \text{putaran persekon}$$

Oleh karena itu putaran persekon sama dengan putaran permenit  $n$ , dibagi 60 dan banyaknya siklus dalam persekon adalah frekuensi  $f$ , maka akan didapat hasil sesuai rumus dibawah ini :

$$f = \frac{p}{2} \times \frac{n}{60} = \frac{np}{120} \text{ atau } N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \quad (4)$$

dimana :

$f$  = frekuensi

$p$  = jumlah kutub

$N_s$  = kecepatan motor

Medan putar stator akan memotong lilitan konduktor rotor yang menginduksi tegangan pada kumparan-kumparan tersebut, arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan rotor memiliki kecepatan yang sama dengan kecepatan medan putar stator, dari ini akan terlihat hubungan yang sama antara frekuensi, kutub maupun kecepatan motor ( $n_s$ ). Dengan adanya perbedaan medan putar stator dan rotor (slip) pada motor induksi 1 fasa, didapat rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{W_s - W_r}{W_s} \text{ atau } S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \quad (5)$$

### Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 merupakan keping mikroprosesor yang dilengkapi dengan sebuah CPU sebesar 8 bit, memori (RAM dan ROM),

memiliki 40 pin dengan 32 saluran *input-output* serta mempunyai memori SRAM dan EEPROM sebesar 52 *byte*.

Dengan kata lain Mikrokontroler merupakan suatu mikrokomputer dengan metode *single chip* yang dikemas dalam bentuk IC (*Integrated Circuit*) tunggal, sebagai bagian utama dan beberapa peripheral lain yang harus ditambahkan seperti Kristal dan kapasitor.

Mikrokontroler ATmega8535 sebagai piranti pengolah data yang digunakan merupakan mikrokontroler CMOS dengan daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan serta instruksi kerja dengan satu siklus kerja.

### Pemrograman

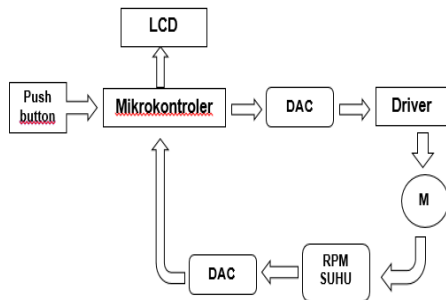
Pemrograman merupakan suatu bentuk perintah yang dituliskan dan akan diolah oleh Mikrokontroler ATmega8535 untuk menjalankan sistem yang dibuat, pada penelitian ini aplikasi pemrograman yang digunakan adalah *Bascom AVR*.

*Bascom AVR* merupakan *tool* untuk merancang/membuat program yang biasa disebut dengan *IDE (Integrated Development Environment)* yaitu lingkup kerja yang telah terintegrasi dan fitur untuk memonitoring komunikasi serial serta dapat mensimulasi program, dengan didukung suatu piranti untuk mendownload program ke mikrokontroler yang biasa disebut dengan *Downloader*.

### Metodologi Penelitian

Sistem kendali kecepatan motor induksi berbasis mikrokontroler dimulai dari perancangan *hardware* penyusun sistem, maka dibutuhkan adanya Rangkaian *driver* yang bekerja melalui metode pemicuan *triac* dengan menggunakan PWM serta MOC 3021 sebagai pemicunya, Data-data yang diperoleh dari sensor yang ditanamkan akan diolah oleh mikrokontroler ATmega8535 serta kemudian akan

ditampilkan pada LCD dalam bentuk tampilan digital, berikut adalah blok diagram dari perancangan keseluruhan sistem :



Gambar 3 blok diagram perancangan alat

Fungsi kerja dari blok diagram diatas diuraikan sebagai berikut :

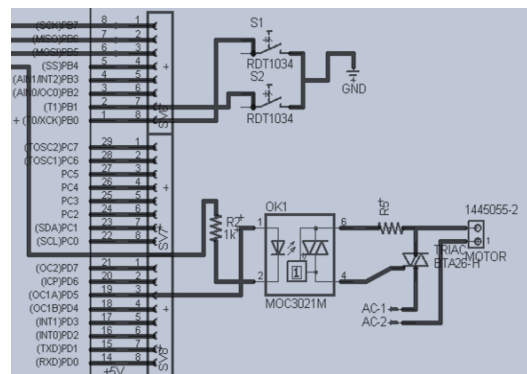
1. Minimum sistem Mikrokontroler ATmega8535 memiliki fungsi untuk menerjemahkan perintah/data yang dimasukan melalui *push button* serta perintah lainnya.
2. Masukkan *push button* memiliki fungsi untuk menaikkan kecepatan motor dalam keadaan motor sedang dioperasikan sesuai dengan kebutuhan.
3. Rangkaian *driver* motor berfungsi sebagai kendali kecepatan motor melalui pemicuan triac.
4. Motor merupakan objek yang diatur pada putarannya dan pada porosnya terpasang piringan dengan beberapa lubang disetiap sudutnya.
5. Sensor berfungsi untuk mengukur atau mendeteksi kondisi kerja motor, baik itu sensor suhu dan sensor kecepatan untuk kemudian dikirim diolah oleh Mikrokontroler.
6. LCD berfungsi untuk menampilkan data kondisi kerja motor dari sensor-sensor yang ditanamkan kedalam sistem.

### Rangkaian Driver

*Driver* memiliki peranan penting dalam sistem kendali kecepatan motor

serta memperkuat sinyal keluaran dalam pemicuan *triac* , rangkaian ini juga sebagai pemisah antara tegangan rangkaian kontrol bertegangan DC terhadap rangkaian daya bertegangan AC.

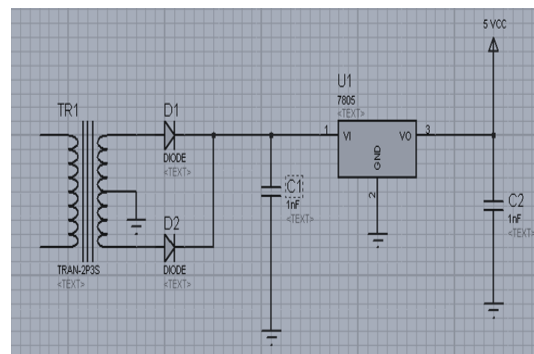
Rangkaian *driver* terdiri dari beberapa komponen yaitu, *triac* BT-A12, *Optocoupler* MOC3021, kapasitor serta resistor. Rangkaian driver dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4 Rangkaian Driver

### Power Supply

*Power supply* merupakan salah satu sistem yang digunakan sebagai suplay daya pada sistem kendali maupun Mikrokontroler, pada perancangan alat ini daya yang digunakan sebesar 5VDC. Rangkaian power supply dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

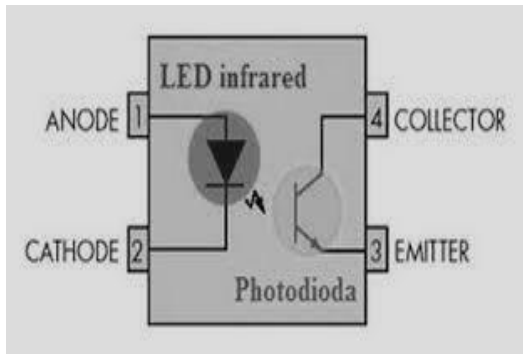


Gambar 5 Rangkaian Power Supply

### Sensor Ouptocoppler

*Optocoupler tipe U* memiliki celah ditengahnya yang berfungsi sebagai tempat piringan roda, sehingga

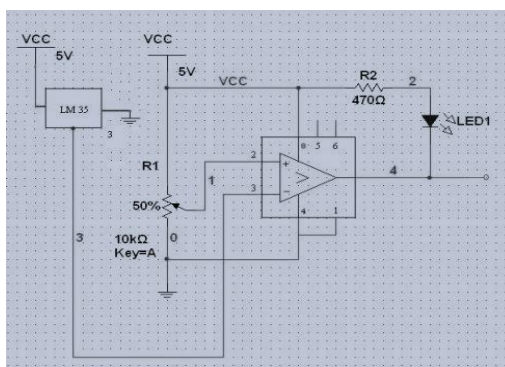
mampu menghitung banyaknya cacahan.pada prinsipnya ketika *phototransistor*(LED) terhalang oleh sesuatu sehingga tidak dapat menerima cahaya dari sinar infra merah maka optocoupler akan berlogika (*high*) atau menghasilkan *output* tegangan sebesar 5 volt dan sebaliknya akan menghasilkan tegangan 0 (*low*).



Gambar 6 rangkaian *optocoupler tipe U*

### Sensor Suhu LM35

Sensor suhu LM35 merupakan komponen yang berfungsi sebagai mengubah besaran suhu menjadi besaan listrik dalam bentuk tegangan, sensor LM35 memiliki keluaran impedensi yang rendah dan linieritas yang tinggi dan memiliki penyetelan lanjutan serta jangkauan maksimal operas antara  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $+150^{\circ}\text{C}$  sedangkan untuk tegangan masukan sebesar 5 volt.



Gambar 7 sensor suhu LM35

### Prinsip kerja sistem

Prinsip kerja sistem kendali kecepatan motor diawali dengan tugas dari rangkaian *driver* yang akan mencerna data sesuai perintah dari

mikrokontroler. Pada prosesnya, ketika tegangan masuk berupa tegangan 220 v, maka untuk mampu diterima oleh sistem kendali maka sumber tegangan masukkan tersebut akan diubah menjadi tegangan 5 VDC untuk tegangan masukan Mikrokontroler sebagai proses pengolah perintah/data, pada bentuk nyatanya proses kendali kecepatan putaran motor yang diatur dengan metode penyulutan triac melalui pwm pada motor dengan tombol serta sensor yang ditanamkan akan mengirim data kondisi kerja motor baik itu suhu motor maupun kecepatan ke Mikrokontroler untuk diolah dan kemudian akan ditampilkan pada LCD dalam bentuk data.

### Analisa dan Pembahasan

Data hasil pengujian dan analisa yang dilakukan daam skripsi ini adalah pengujian terhadap rangkaian keras dan sistem kerja motor. Pengamatan meliputi pengaruh frekuensi terhadap kecepatan motor, Kendali kecepatan motor dilakukan oleh rangkaian driver dengan metode pemicuan *triac* dengan pengaturan lebar pulsa pada PWM melalui fungsi mikrokontroler dalam mengendalikan kecepatan motor sesuai dengan kenaikan kecepatan motor yang dibutuhkan disertai dengan analisa slip dan torsi.

Analisa kecepatan motor didapat dari :

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \quad (6)$$

Tabel 1 pengaruh frekuensi terhadap kecepatan

Pwm	Frekuensi	Rpm
138	25 Hz	1501
140	26 Hz	1642
142	27 Hz	1662
144	28 Hz	1716
148	29 Hz	1803
150	30 Hz	1837
154	31 Hz	1940
156	32 Hz	1955
158	33 Hz	2034
160	34 Hz	2051
162	35 Hz	2115
164	36 Hz	2185
166	37 Hz	2286
168	38 Hz	2290
170	39 Hz	2376
172	40 Hz	2451
174	41 Hz	2489
176	42 Hz	2507
178	43 Hz	2595
180	44 Hz	2652
182	45 Hz	2727
184	46 Hz	2742
186	47 Hz	2828
192	48 Hz	2895
194	49 Hz	2969
202 – 255	50 Hz	2967

194	49 Hz	207	2969	2940	0,009
202	50 Hz	207	2967	3000	0,011

Berubahnya kecepatan motor induksi ( $n_s$ ) akan mengakibatkan harga slip dari 100% pada saat *start* hingga 0% pada saat motor diam ( $n_r - n_s$ ). Kecepatan putar aktual dari motor induksi akan lebih kecil dari bentuk perhitungan kecepatan serempak dengan sejumlah slip.

Dapat dilihat dari data hasil analisa/hitung diatas pada tabel 1 dan 2, pengambilan data dimulai dari frekuensi awal yaitu 25 Hz dan diketahui kutub ( $p$ ) berjumlah 2, maka jumlah  $n_s$  sebesar :

$$n_s = \frac{125.25}{2} = 1500 \text{ Rpm}$$

Slip pada frekuensi 25Hz sebesar :

$$S = \frac{1501.1500}{1501} \times 100 = 0,06$$

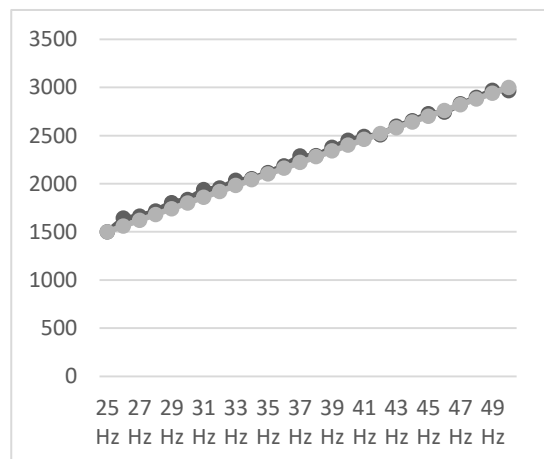
Analisa slip dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% \quad (7)$$

Untuk data hasil analisa selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2 Pengaruh frekuensi terhadap kecepatan dengan hasil slip

Pwm	Frekuensi	Volt	Rpm 1	Rpm 2	Slip
138	25 Hz	162	1501	1500	0,006
140	26 Hz	166	1642	1560	0,049
142	27 Hz	169	1662	1620	0,025
144	28 Hz	172	1716	1680	0,020
148	29 Hz	170	1803	1740	0,034
150	30 Hz	172	1837	1800	0,020
154	31 Hz	174	1940	1860	0,041
156	32 Hz	178	1955	1920	0,017
158	33 Hz	196	2034	1980	0,026
160	34 Hz	198	2051	2040	0,005
162	35 Hz	199	2115	2100	0,007
164	36 Hz	200	2185	2160	0,011
166	37 Hz	203	2286	2220	0,028
168	38 Hz	203	2290	2280	0,004
170	39 Hz	203	2376	2340	0,015
172	40 Hz	203	2451	2400	0,020
174	41 Hz	203	2489	2460	0,011
176	42 Hz	203	2507	2520	0,005
178	43 Hz	204	2595	2580	0,005
180	44 Hz	203	2652	2640	0,004
182	45 Hz	204	2727	2700	0,009
184	46 Hz	204	2742	2760	0,006
186	47 Hz	205	2828	2820	0,002
192	48 Hz	207	2895	2880	0,005



Gambar 8 Grafik pengaruh frekuensi terhadap kecepatan motor

Pada frekuensi berkisar 25Hz–32Hz putaran motor masih berada pada titik tidak stabil, tetapi untuk frekuensi selanjutnya ketika kecepatan motor memasuki 2000 Rpm putaran motor telah berada pada titik konstan hingga pada frekuensi maksimal, walau terlihat sedikit perbedaan kecepatan motor jika dibandingkan dengan data hasil analisa tetapi kecepatan putaran motor tetap stabil.

Dengan diketahuinya kecepatan motor maka hal ini dapat dihubungkan dengan torsi. Dalam hal ini dapat dijelaskan, torsi merupakan kemampuan rotor dalam melakukan gaya putar ketika berbeban maupun tanpa beban, Torsi yang dihasilkan selama motor induksi satu fasa berputar tergantung pada perubahan slip dan perubahan dalam Newton, meter. Dalam hal ini torsi dapat dihitung dengan :

$$T = \frac{P}{2\pi.n/60} \quad (8)$$

Diketahui daya pada motor sebesar 125 Watt dan  $2\pi = 6,28$  dan kecepatan( $n_s$ ) motor sebesar 1501, maka torsi pada frekuensi 25Hz diketahui :

$$T = \frac{125}{6,28.1501/60} = 0,795648 \text{ Nm}$$

Untuk data selengkapnya dapat dilihat secara keseluruhan pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3 pengaruh frekuensi dan kecepatan dengan hasil torsi motor.

Frekuensi	Daya	Rpm	Torsi
25 Hz	125	1501	0.795648
26 Hz	125	1642	0.727325
27 Hz	125	1662	0.718573
28 Hz	125	1716	0.69596
29 Hz	125	1803	0.662378
30 Hz	125	1837	0.650118
31 Hz	125	1940	0.615602
32 Hz	125	1955	0.610879
33 Hz	125	2034	0.587152
34 Hz	125	2051	0.582285
35 Hz	125	2115	0.564665

36 Hz	125	2185	0.546576
37 Hz	125	2286	0.522427
38 Hz	125	2290	0.521514
39 Hz	125	2376	0.502638
40 Hz	125	2451	0.487257
41 Hz	125	2489	0.479818
42 Hz	125	2507	0.476373
43 Hz	125	2595	0.460219
44 Hz	125	2652	0.450327
45 Hz	125	2727	0.437942
46 Hz	125	2742	0.435546
47 Hz	125	2828	0.422301
48 Hz	125	2895	0.412528
49 Hz	125	2969	0.402246
50 Hz	125	2967	0.402517

Berdasarkan dari data yang diperoleh dari penelitian disertai dengan dukungan grafik yang memperlihatkan pengaruh frekuensi terhadap kecepatan motor, dapat diketahui bahwa semakin besar frekuensi maupun tegangan maka semakin besar kecepatan motor.

Selama proses pengukuran, kecepatan motor mulai masuk titik konstan dan stabil ketika berada pada frekuensi 33Hz-50Hz dengan kecepatan memasuki kisaran 2000 Rpm, dibawah frekuensi 33Hz kecepatan cenderung tidak stabil maka data kecepatan putaran motor diambil pada titik tertinggi saja. Jika dilihat selama proses pengukuran, pengaruh kenaikan frekuensi dan tegangan yang disertai dengan semakin besarnya kecepatan motor melalui kumparan motor menyebabkan motor terlalu mudah panas, hal ini dapat juga disebabkan adanya harmonik yang terjadi selama motor beroperasi, motor tidak dapat dioperasikan pada durasi yang cukup lama, hal ini dapat menyebabkan motor terbakar.

### Kesimpulan

Dari hasil pengukuran serta analisa dari sistem alat yang dibuat maka kesimpulan diuraikan sebagai berikut :

- 1) Dari hasil pengukuran maupun analisa dapat diketahui, semakin besar frekuensi semakin besar pula kecepatan motor maka diketahui bahwa frekuensi dan kecepatan motor berbanding lurus, putaran

motor mulai konstan ketika berada pada frekuensi 33 Hz - 50 Hz.

- 2) Pada proses pengaturan masukan frekuensi dalam kendali kecepatan motor diikuti dengan perubahan besar dan kecilnya arus maupun tegangan yang masuk pada motor.
- 3) Kecepatan dan slip motor berhubungan dengan jumlah torsi, maka diketahui bahwa besar maupun kecilnya torsi tergantung pada jumlah slip yang terjadi pada motor selama beroperasi.
- 4) Slip normal berada pada titik 0-1, dari hasil analisa didapati slip yang masih berada dibatas normal dengan jumlah slip dibawah 1.
- 5) Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu LM35 yang memiliki jangkauan maksimal suhu antara -55<sup>0</sup>C sampai dengan +150<sup>0</sup>, pada proses kerjanya sensor suhu bekerja lebih sensitif sehingga data yang ditampilkan melalui LCD sedikit berbeda dari suhu yang ada disekitar motor .
- 6) Bentuk pencacahan pada sensor *Ouptocpler* harus disesuaikan dengan jumlah lubang yang dibuat pada piringan yang terpasang pada ujung rotor serta disesuaikan dengan rumus agar data yang akan diolah dari hasil pencacahan

mendapatkan hasil yang tepat dalam proses perhitungan setiap 1 putaran rotor seperti yang diharapkan.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Bishop O, 2004, Dasar- dasar Elektronika. Erlangga, Jakarta.
- [2] Lister E, 1993, Mesin dan Rangkaian Listrik, Erlangga, Jakarta.
- [3] Rasyid H.M, 1999, Elektronika Daya, PT Prenhallindo, Jakarta.
- [4] Rijono Y, 2004, Dasar Tknik Tenaga Listrik. Andi Offset, Yogyakarta.
- [5] Sumanto, 1998, Motor Arus Bolak-Balik. Andi Offset, Yogyakarta.