

RANCANG BANGUN PENGATURAN KECEPATAN MOTOR LISTRIK INDUKSI SATU PHASA DENGAN PULSE WIDTH MODULATION

Shela Annisa L¹, Azhar², Muhaimin³

^{1,2,3}Prodi Instrumentasi dan Otomasi Industri Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh-Medan km 280,3. Buket rata, Lhokseumawe

e-mail : shelaannisalarasati@gmail.com

Abstrak - Motor induksi satu fasa digunakan secara luas pada berbagai aplikasi komersil dan rumah tangga. Kelemahan motor induksi adalah perbedaan kecepatan putar stator dan rotor sulit di kontrol kecepataannya. Suatu metode pengendalian adalah salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi kerja dari motor induksi. Dengan adanya metode pengendalian, kecepatan putar motor dengan mudah dapat dikendalikan. Metode pengendalian dengan pemodelan PWM (Pulse Width Modulation) yang terhubung dengan mikrokontroler ATmega32 dan komponen-komponen elektronika dapat memicu kecepatan putar motor induksi satu fasa. Sehingga kecepatan motor induksi satu fasa berubah-ubah sesuai dengan pengaturan PWM yang diberikan sebagai pemicu arus dan tegangan terhadap kinerja motor. Dimana dengan perubahan arus dan tegangan mengakibatkan perubahan daya. Perubahan daya berbanding lurus dengan kecepatan motor. Pada sistem pengendalian kecepatan motor satu fasa ini, sebagai pengontrol kecepatan suatu media bagi operator untuk mengendalikan kecepatan motor. Dari hasil pengujian pada pengaturan kecepatan motor listrik induksi satu fasa dengan *pulse width modulation*, kecepatan putaran motor maksimal dengan set PWM sebesar 254 menghasilkan putaran motor 1473 RPM.

Kata Kunci : Motor Induksi Satu Fasa, PWM, Mikrokontroler, ATmega32

I. PENDAHULUAN

Motor induksi satu fasa digunakan secara luas pada berbagai aplikasi komersil dan rumah tangga. Motor induksi satu fasa merupakan pilihan utama karena dapat langsung dihubungkan dengan sumber tegangan AC dan memiliki banyak kelebihan antara lain konstruksi yang sederhana dan mudah dalam perawatan. Sedangkan kelemahan motor induksi adalah rotor slip (perbedaan kecepatan putar stator dan rotor) sulit di kontrol kecepataannya [1], diperlukan suatu peralatan pengendalian kecepatan motor sebagai salah satu metode untuk meningkatkan efisiensi kerja dari motor induksi tersebut.

Dalam dunia industri pengendalian kecepatan putar motor induksi sangat dibutuhkan karena banyak jumlah motor induksi yang digunakan dalam proses produksi, dengan tercapainya efisiensi dari motor induksi akan memberikan dampak yang signifikan.

Adapun pengaturan kecepatan motor induksi satu fasa banyak dilakukan dengan berbagai cara salah satunya dengan pemodelan PWM (*Pulse Width Modulation*), dengan memanfaatkan PWM pada mikrokontroler ATmega32 dan bantuan komponen-komponen elektronika. Pengatur lebar pulsa (PWM) sebagai pemicu gate triac dapat mempermudah pengendalian kecepatan putaran motor induksi satu fasa. Dengan terjadinya perubahan penyuluhan gate triac maka akan terjadi perubahan tegangan dan arus keluaran. Sehingga perubahan tersebut mengakibatkan perubahan daya yang diberikan ke beban dan menghasilkan putaran motor yang

berbeda-beda tergantung daya yang bekerja. Penelitian ini akan diimplementasikan pada motor listrik induksi satu fasa. Kecepatan motor merupakan teknik kontrol PWM dimana input PWM berbanding lurus dengan kecepatan motor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

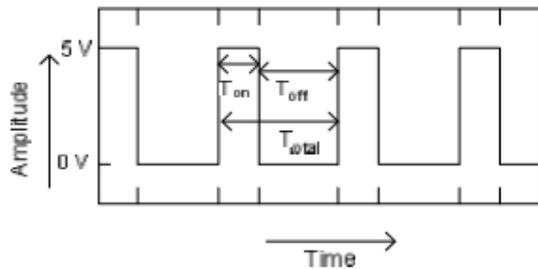
A. *Pulse Width Modulation* (PWM)

PWM merupakan sebuah mekanisme untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang antara *high* dan *low* dimana kita dapat mengontrol durasi sinyal *high* dan *low* sesuai dengan yang kita inginkan. *Duty cycle* merupakan prosentase periode sinyal *high* dan periode sinyal, prosentase *duty cycle* akan berbanding lurus dengan tegangan rata-rata yang dihasilkan. Berikut ilustrasi sinyal PWM, misalkan kondisi *high* 5 V dan kondisi *low* 0 V.

Pengaturan lebar pulsa modulasi atau PWM merupakan salah satu teknik yang ampuh yang digunakan dalam sistem kendali (*control system*) saat ini. Pengaturan lebar modulasi dipergunakan di berbagai bidang yang sangat luas, salah satu diantaranya adalah: *speed control* (kendali kecepatan), *power control* (kendali sistem tenaga), *measurement and communication* (pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi).

Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan

sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut.



Gambar 1. Bentuk gelombang kotak (pulsa) dengan kondisi high 5V dan low 0V

T_{on} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca: *high* atau 1) dan, T_{off} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca: *low* atau 0). Anggap T_{total} adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara T_{on} dengan T_{off} , biasa dikenal dengan istilah “periode satu gelombang.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off} \dots\dots\dots (1)$$

Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang di definisikan sebagai:

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \dots\dots\dots (2)$$

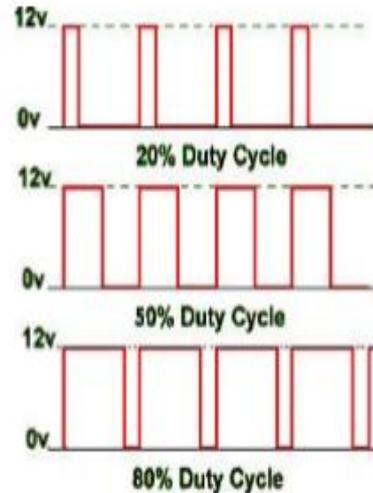
Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut, $V_{out} = D \times V_{in}$ sehingga :

$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in} \dots\dots\dots (3)$$

Dari rumus diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran dapat diubah ubah secara langsung dengan mengubah nilai T_{on} . Apabila T_{on} adalah 0, V_{out} juga akan 0. Apabila T_{on} adalah T_{total} maka V_{out} adalah V_{in} atau katakanlah nilai maksimumnya.

PWM bekerja sebagai *switching power* suplai untuk mengontrol *on* dan *off*. Tegangan dc dikonvert menjadi sinyal kotak bolak balik, saat *on* mendekati tegangan puncak dan saat *off* menjadi nol (0) volt. Jika frekuensi *switching* cukup tinggi maka kecepatan yang dikendalikan akan semakin sesuai dengan yang diharapkan. Dengan mengatur *duty cycle* dari sinyal (modulasi lebar pulsa dari sinyal disebabkan oleh PWM). Terlihat pada gambar 2 berikut ini sinyal referensi adalah sinyal tegangan dc yang dikonversi dan menghasilkan

sinyal kotak . Informasi analog dapat dikirimkan dengan menggunakan pulsa-pulsa tegangan atau pulsa-pulsa arus. Dengan modulasi pulsa, pembawa informasi terdiri dari pulsa-pulsa persegi yang berulang-ulang. Salah satu teknik modulasi yang sering digunakan adalah teknik modulasi durasi atau lebar dari waktu tunda positif ataupun waktu tunda negatif pulsa-pulsa persegi tersebut. Untuk membangkitkan sinyal PWM adalah dengan menggunakan fungsi *timer/counter* yang dibandingkan nilainya dengan sebuah register tertentu.



Gambar 2. Sinyal Referensi (sinyal tegangan DC)

B. Fasa dan Frekuensi PWM

Fasa dan frekuensi *Pulse Width Modulation* yang benar, atau fasa dan frekuensi mode PWM yang benar (WGMn3: 0 = 8 atau 9) memberikan fase resolusi dan frekuensi gelombang PWM pilihan generasi yang tepat. Mode PWM fase dan frekuensi yang benar adalah, seperti mode PWM fase yang benar, berdasarkan operasi *dual-slope*. Penghitung berulang kali dari BOTTOM (0x0000) ke TOP dan kemudian dari TOP ke BOTTOM. Dalam mode *Compare Output* non-pembalikan, *Output Compare (OCnx)* dihapus pada Bandingkan Match antara TCNTn dan OCRnx sementara *downcounting*, dan set pada Bandingkan Match sementara *downcounting*. Dalam mode pembalikan Compare Output, operasi terbalik. Operasi *dual-slope* memberikan frekuensi operasi maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan operasi *single-slope*.

Namun, karena fitur simetris mode *dual-slope* PWM, mode ini lebih disukai untuk aplikasi kontrol motor. Perbedaan utama antara fasa yang benar, dan fasa dan frekuensi mode PWM yang benar adalah saat Register OCRnx diperbarui oleh Register Buffer OCRnx. Resolusi PWM untuk mode PWM fase dan frekuensi yang benar dapat didefinisikan dengan ICRn atau OCRnA. Resolusi minimum yang diizinkan adalah 2-bit (ICRn atau OCRnA diatur ke 0x0003), dan

resolusi maksimumnya adalah 16-bit (ICRn atau OCRnA set to MAX).

C. Motor Induksi

Motor induksi adalah jenis dari motor motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet. Ada beberapa jenis motor listrik mulai dari motor listrik 1 fasa sampai dengan motor listrik 3 fasa. Motor listrik 3 fasa bekerja berdasarkan perbedaan fasa pada sumber untuk menimbulkan gaya putar pada rotornya, perbedaan fasa yang di dapat langsung dari sumber. Hal tersebut menjadi pembeda antara motor 1 fasa dengan motor 3 fasa. Konstruksi motor induksi satu fasa terdiri atas dua komponen yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagiandari motor yang tidak bergerak kdn rotor adalah bagian yang bergerak yang bertumpu pada bantalan poros terhadap stator.

Motor induksi terdiri atas kumparan-kumparan stator dan rotor yang berfungsi membangkitkan gaya gerak listrik akibat dari adanya arus listrik bolak-balik satu phase yang melewati kumparan kumparan tersebut sehingga terjadi suatu interaksi induksi medan magnet antara stator dan rotor. Prinsip kerja motor apabila kumparan-kumparan motor induksi satu fasa dialiri arus bolak-balik satu fasa maka pada celah udara akan dibangkitkan medan yang berputar dengan kecepatan putaran. Medan magnet bergerak berputar memotong belitan rotor sehingga menginduksikan tegangan listrik pada kumparan-kumparan tersebut. Biasanya lilitan rotor berada dalam hubungan singkat .Akibatnya lilitan rotor akan mengalir arus listrik yang besarnya tergantung tegangan induksi dan impedansi rotor. Arus listrik yang mengalir pada rotor akan mengakibatkan medan magnet rotor dengan kecepatan sama dengan kecepatan medan putar stator sebagai berikut:

$$n_s = \frac{120 f}{p} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

n_s = kecepatan sinkron (rpm)

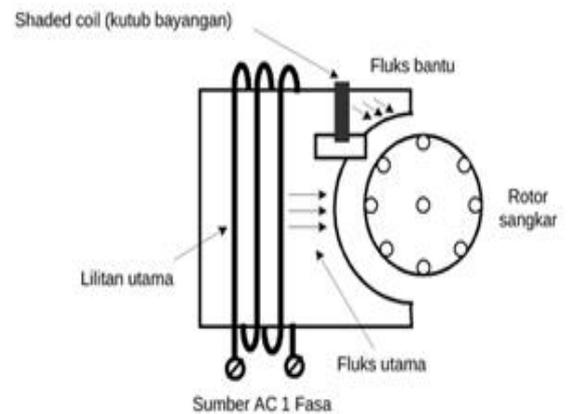
f = frekuensi jala-jala (Hz)

P = Jumlah kutub motor

Kecepatan putar rotor selalu lebih rendah dari pada kecepatan sinkron. Antara kecepatan rotor dan kecepatan sinkron disebut slip. Nilai slip dipengaruhi oleh beban. Pada keadaan tanpa beban, slip motor induksi sangat rendah sehinggaputaran motor mendekati kecepatan sinkron. Jika motor terbebani maka slip akan bertambah sehingga putaran motor berkurang.

D. Motor Kutub Bayangan (*Shaded Pole Motor*)

Motor kutub bayangan atau biasa disebut juga shaded pole adalah salah satu jenis dari motor induksi AC baik daya listrik daya listrik satu fasa . Pada dasarnya motor ini adalah motor sangkar bajing yang kumparan bantu nya diberi cincin tembaga yang melingkar di setiap kutubnya. Kumparan bantu ini disebut juga dengan kumparan bayangan. Arus terinduksi kedalam kumparan dengan menunda fase medan magnet dari fluks magnetik pada kutub bayangan (*shaded pole*) sehingga cukup untuk membentuk medan yang berputar untuk memutar rotor. Arah dari medan putar pada *shaded pole motor* adalah dari kutub utama ke kutub bayangannya. Gambar 3 menunjukkan konstruksi motor kutub bayangan. Karena perbedaan sudut fase antara kutub utama dengan kutub bayangannya sangat kecil, menyebabkan motor ini hanya menghasilkan torsi yang kecil.



Gambar 3. Shaded pole Motor

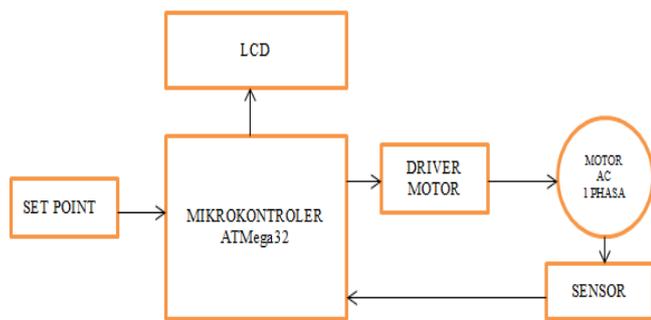
Pada kutub bayangan (*shaded pole*) diberi cincin tembaga yang melingkar sehingga mengakibatkan medan magnet pada daerah *shaded pole* mengalami perbedaan sudut fase dengan kutub utama (*unshaded pole*). Kemudian medan putar akan timbul dan mempunyai arah dari kutub utama ke kutub bayangannya. Stator motor shaded pole berbentuk sepatu kutub (salient). Kumparan stator hanya terdiri dari kumparan utama. Untuk membentuk medan putar dipasang shaded coil yang merupakan suatu rangkaian tertutup pada sepatu kutub tersebut. Pada kutub bayangan (*shaded pole*) diberi cincin tembaga yang melingkar sehingga mengakibatkan medan magnet pada daerah shaded pole mengalami perbedaan sudut fase dengan kutub utama (*unshaded pole*). medan putar akan timbul dan mempunyai arah dari kutub utama ke kutub bayangannya.

III METODELOGI PENELITIAN

Perancangan alat untuk pengaturan kecepatan putaran motor induksi satu fasa berbasis mikrokontroler ATmega32 ini ,dalam perancangannya dimulai dengan perancangan *hardware* dan kemudian perancangan *software* yang dibagi menjadi beberapa bagian.

A. Blok Diagram Sistem

Jenis mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah AVR ATmega32, yang memiliki empat port I/O yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D dimana jumlah seluruh port 32 buah pin I/O. Blok diagram alat pengaturan kecepatan motor induksi satu fasa dengan *pulse width modulation* dapat dilihat pada Gambar 4. Perancangan *hardware* diantaranya terdiri dari perancangan rangkaian *zero crossing detector*, perancangan rangkaian *driver motor* dan perancangan rangkaian *power supply*.



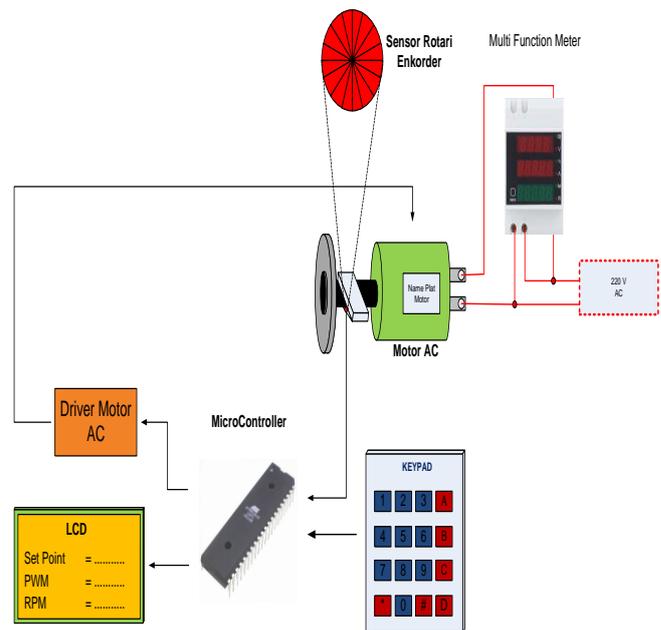
Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Dari gambar blok diagram sistem keseluruhan dapat dijelaskan secara singkat cara kerjadari sistem pengaturan kecepatan putaran motor induksi satu fasa berbasis mikrokontroler ATmega32 ini, sehingga mengakibatkan terkendalinya putaran motor induksi tersebut. Adapun cara kerja dari sistem tersebut diuraikan secara singkat sebagai berikut

- 1) Minimum system ATmega32 berfungsi untuk menerjemahkan perintah yang dimasukkan melalui keypad ataupun *setpoint*.
- 2) *Input setpoint* berupa *variable resistor* yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan kecepatan putaran motor yang diinginkan.
- 3) Rangkaian *driver motor* berfungsi menerjemahkan perintah yang dikeluarkan oleh system mikrokontroler sebagai pengatur kecepatan putaran motor.
- 4) Motor berfungsi memutar piringan yang dihubungkan melalui poros pemutar.

- 5) Sensor berfungsi untuk mengukur kecepatan putaran motor yang dideteksi dari piringan yang diputar oleh poros motor dan kemudian dikirim ke mikrokontroler.
- 6) LCD berfungsi untuk menampilkan data kecepatan putar piringan berupa rpm.

Prinsip kerja rancang bangun kecepatan motor satu fasa dengan pulse width modulation adalah dengan memanfaatkan pwm pada mikrokontroler. Dengan menentukan frekuensi input sebagai pembangkit sinyal pulse yang akan mengatur kecepatan motor sesuai kondisinya. Adapun gambar perancangan/ilustrasi mekanik dapat dilihat seperti pada Gambar 5. Ssensor akan membaca keadaan motor dan menampilkan melalui LCD. Dapat diamati apakah metode pwm dapat berjalan sesuai prinsip kerjanya.



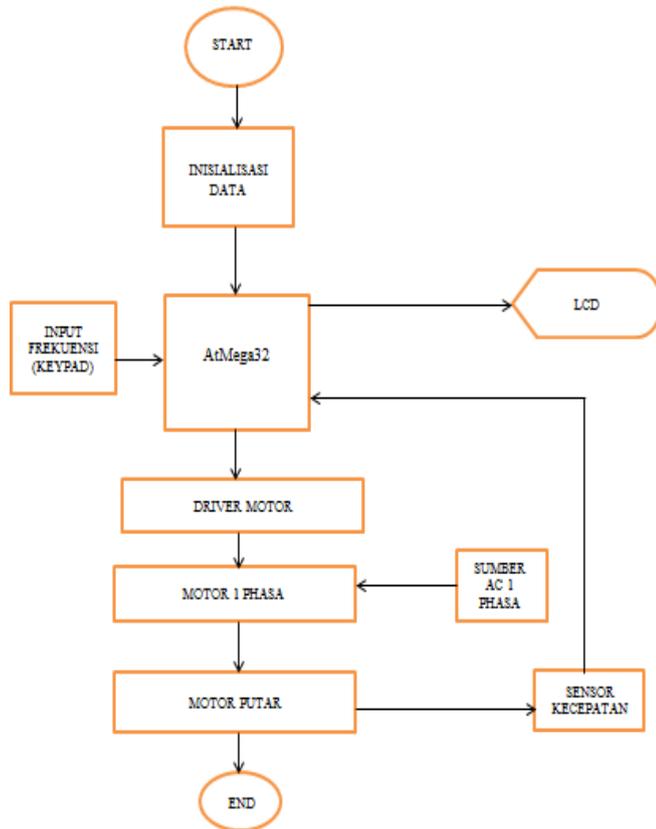
Gambar 5 Perancangan Kontruksi Mekanik.

B. Perancangan Software

Program yang digunakan adalah pemograman dengan bahasa C. Bahasa C merupakan bahasa yang sifatnya portable dengan sedikit perubahan dimana program yang ditulis pada satu komputer dapat digunakan pada komputer lainnya. Pemograman dengan menggunakan *software Code Vision AVR*. Perangkat lunak yang dibuat harus dapat mengelola data-data dari sensor yang diberikan ke port mikrokontroler atmega 32, dikirim melalui port serial dan dieksekusi berdasarkan flow chart alat pengatur kecepatan motor 1 fasa dengan *Pulse Width Modulation*.

Untuk mengatur kecepatan motor, mikrokontroler terlebih dahulu mampu menerjemahkan program program

menjadi manipulasi data dimana terdapat input sebagai referensi yang di inginkan dibangkitkan sebagai acuan kecepatan putaran motor dan semua prosesnya di tampilkan melalui LCD. Setelah mikrokontroler mengolah data , mikrokontroler mengirimkan perintah/sinyal kepada driver motor untuk memicu kinerja kecepatan motor. Motor berputar sesuai kecepatan referensi yang di inputkan. Dan pada saat motor berputar sensor kecepatan bekerja mendeteksi perubahan kecepatan motor dimana data akan di kirimkan ke mikrokontroler untuk ditampilkan ke LCD



Gambar 6. Flowchart

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembuatan *hardware* dan *software*, maka penulis perlu melakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat, apakah alat dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan perencanaan pengujian yang sebelumnya dilakukan secara terpisah kemudian dikombinasikan dalam suatu sistem kontrol yang telah dirancang. Tujuan dari pengujian alat ini ialah sebagai berikut.

- Untuk mengetahui bagaimana metode PWM dapat bekerja untuk menggerakkan motor satu fasa.

- Untuk mengetahui apakah driver motor dapat merespon perintah dari setpoint awal.
- Untuk mengetahui apakah sensor kecepatan dapat mendeteksi motor dan sesuai dengan setpoint awal.

A. Pengujian Rangkaian Power Supply

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan kerja yang dikeluarkan oleh rangkaian *power supply*, pengujian rangkaian *power supply* dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada sisi sekunder transformator dan sisi output pada rangkaian *power supply*.

Adapun tabel hasil pengujian rangkaian power supply dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Hasil Pengujian *Power Supply*

Objek Yang Diukur	Hasil Pengukuran	
	Input (V)	Output (V)
Transformator	216 AC	12 AC
LM7805	12 AC	4,95 DC

Dari hasil pengujian yang di dapat, rangkaian power supply ini dapat berfungsi dengan baik dengan keluaran sebesar 4,95 Volt DC, karena untuk mengaktifkan mikrokontroler diperlukan tegangan 4,5 Volt DC sampai dengan 5,5 Volt DC.

B. Perhitungan Nilai Kecepatan Sinkron Pada Motor

Kecepatan sinkron motor dihitung menggunakan persamaan (4):

Diketahui frekuensi jala-jala motor yang digunakan adalah 50 Hz.

$$\begin{aligned} \text{Maka, } n_s &= \frac{120 \cdot 50}{4} \\ n_s &= \frac{6000}{4} \\ n_s &= 1500 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Kecepatan sinkron (n_s) pada motor adalah 1500 rpm. Untuk mendapatkan kecepatan motor yang berbeda dapat dilakukan pengujian pada modul pengaturan kecepatan motor yang telah dirancang.

C. Pengujian Rangkaian Driver Motor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah driver motor dapat berfungsi atau tidak untuk mengatur kecepatan putaran motor listrik induksi satu fasa. Dengan sistem mikrokontroler ATmega32 yang bertugas mengeluarkan sinyal picu sebagai pemicu gate triac. Adapun tabel hasil pengujian rangkaian driver motor dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa semakin besar SetPoint yang di atur maka semakin cepat motor berputar. Dapat disimpulkan besar daya yang diberikan ke beban berbanding lurus dengan kecepatan motor (rpm) yang dihasilkan. Untuk perhitungan daya secara matematis dengan rumus $P=V \cdot I \cdot \text{CosPhi}$, maka di dapat hasil perhitungan:

1. PWM = 0
 $P = V \cdot I \cdot \text{CosPhi}$
 $= 220 \cdot 0,02 \cdot 0,091$
 $= 0,4 \text{ Watt}$
2. PWM = 25
 $P = V \cdot I \cdot \text{CosPhi}$
 $= 220 \cdot 0,15 \cdot 0,523$
 $= 17,259 \text{ Watt}$

Berdasarkan hasil perhitungan matematis di atas hasil perhitungan tidak jauh berbeda dengan hasil pembacaan alat ukur. Alat ukur hanya kurang presisi sekitar 0,05% dari hasil perhitungan manual.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rangkaian Driver Motor

Step	PW M	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	RPM	Cos Phi
1.	0	220	0,02	0,45	0	0,091
2.	25	217	0,15	17,22	405	0,523
3.	50	217	0,15	22,7	645	0,622
4.	75	213,7	0,15	24,0	860	0,688
5.	100	213,2	0,15	25,0	1300	0,693
6.	125	211,0	0,15	25,2	1446	0,78
7.	150	212,1	0,14	26,6	1449	0,833
8.	175	212,7	0,14	28,0	1452	0,856
9.	200	211,4	0,14	28,4	1471	0,904
10.	225	214,1	0,14	29,1	1473	0,905

D. Hasil Tampilan Osiloskop Pengujian PWM

Dengan bantuan osiloskop kita dapat melihat bentuk dan lebar pulsa keluaran untuk pengaturan kecepatan motor. Dengan setting chanel A yaitu menggunakan gelombang berwarna kuning dengan

- a. Setting tegangan Volt/div adalah 2V
- b. VPP (Peak to Peak Voltage)
 $V_{pp} = \text{Tinggi Pulsa} \times \text{V/div}$
 $= 2,6 \times 2V$
 $= 5,2 \text{ Vpp}$

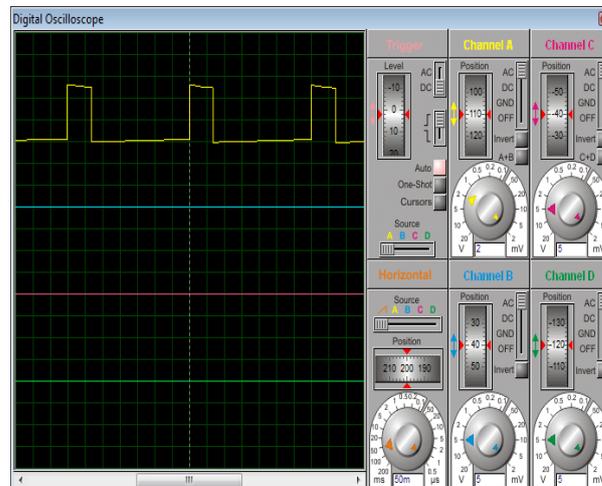
Berikut adalah bentuk dan lebar pulsa yang ditampilkan pada osiloskop.

1. Saat keadaan setting PWM = 50
Dapat diamati dalam keadaan seting PWM = 50 adanya siklus kerja yang dibangkitkan oleh pulsa saat

sinyal on (Ton) dan saat sinyal off (Toff). Dapat dihitung

$$\text{Perioda (T)} = 7 \text{ div} \times 50 \text{ ms}$$

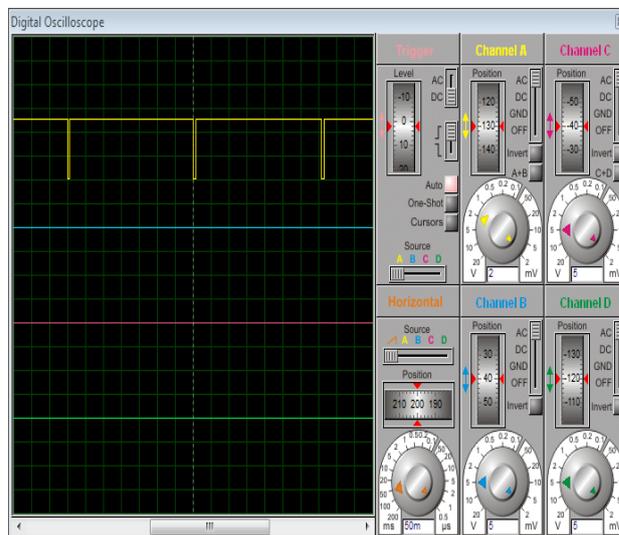
$$= 7 \text{ div} \times 50 \times 10^{-3} = 0,35 \text{ s}$$



Gambar 7. Keluaran pulsa pada osiloskop saat seting PWM =50

Perioda (T) sama dengan Ttotal, Ttotal adalah waktu satu siklus atau penjumlahan Ton dengan Toff. Tegangan keluaran yang dikeluarkan oleh siklus kerja (duty-cycle) bervariasi sesuai dengan set poin, dari perhitungan diperoleh $V_{out} = 1,04 \text{ V}$, dengan frekuensi yang dibangkitkan 2,857 Hz.

2. Saat keadaan setting PWM = 250



Gambar 8. Keluaran pulsa pada osiloskop saat seting PWM= 250

Dapat diamati dalam keadaan seting PWM = 250 siklus kerja yang dibangkitkan oleh pulsa saat sinyal on (Ton). Diperoleh Perioda= 0,35 s. Tegangan keluaran yang

dikeluarkan oleh siklus kerja (duty-cycle) adalah 5,127 V dan frekuensi yang dibangkitkan 2,857 Hz.

Pada pengaturan frekuensi pada PWM menghasilkan frekuensi yang sama, jadi dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai pengaturan PWM merupakan perubahan siklus kerja saat Ton dan Toff. Apabila setting PWM 50 maka Ton atau sinyal on lebih sedikit dibandingkan sinyal off. Berbanding terbalik dengan PWM 250 sinyal off hanya sedikit. Sehingga mengakibatkan perubahan tegangan keluaran yang berbeda-beda.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada pengaturan kecepatan motor induksi satu fasa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengaturan kecepatan motor listrik induksi satu fasa dengan pulse width modulation, kecepatan putaran motor maksimal dengan set PWM sebesar 254 menghasilkan putaran motor 1473 RPM.
2. Mikrokontroler ATmega32 sebagai kontrol utama alat dapat mengatur keluaran sinyal pemicu untuk triac. Dengan adanya picuan gate triac, maka di dapat keluaran daya yang berbanding lurus dengan kecepatan putaran motor (rpm) yang dihasilkan.
3. Adanya perbedaan lebar pulsa tergantung dari siklus kerja yang digunakan, jika PWM maksimal maka lebar pulsa T(Time)on jauh lebih lebar dibandingkan lebar pulsa T(Time)off. Artinya banyaknya sinyal On yang di bangkitkan dibandingkan sinyal Off.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiharo, Widodo. 2005. Perancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler. Elex Media Komputindo Jakarta.
- [2] Ali Muhammad, N Ariadie Chandra, dan Andik Asmara. "Proteus Profesional untuk Simulasi Rangkaian Digital dan Mikrokontroler". Modul Belajar, Vol 40, Hal 1-5, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] Sudjadi "Teori dan Aplikasi Mikrokontroler Aplikasi Pada Mikrokontroler". Penerbit Graha Ilmu, Hal 62-65. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [4] Bishop, Owen. 2002. "Dasar-dasar Elektronika". Erlangga.
- [5] Rahmat Hidayat, Didik Nutosujono, dan Dede Suhendi. 2010. "Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler Atmega8535". Jurnal. Teknik Elektro Universitas Pakuan Bogor.