

RANCANG BANGUN PROTOTIPE KENDALI KECEPATAN MOTOR INDUKSI BERDASARKAN PERUBAHAN SUHU BERBASIS PWM

**A. M. Shiddiq Yunus¹, Marhatang², Abdul Maliki Mulki³, Muhammad
Ruswandi Djalal⁴**

Jurusan Teknik Mesin, Prodi Teknik Konversi Energi,
Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10, Makassar, 90245 Indonesia^{1,2,3,4}
Email: shiddiq@poliupg.ac.id¹, marhatang@poliupg.ac.id²,
abdulmalikimulki93@gmail.com³, wandi@poliupg.ac.id⁴

ABSTRAK

Penelitian dimulai dengan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak mikrokontroler, dan perakitan Zero Crossing Detector berfungsi untuk mensinkronkan antara input dan output yang digunakan untuk pemrograman waktu tunda sudut picu TRIAC dan pembentukan generator sinyal gigi gergaji rangkaian komparator sebagai pembanding antara rangkaian kontrol dan sinyal gigi gergaji yang berfungsi pembentukan sinyal PWM. Dari bentuk gelombang yang didapatkan dibuat pembangkit pulsa PWM satu fasa kemudian dapat dilihat bentuk sinyal yang diamati dengan osiloskop. Selanjutnya dilakukan dengan pengamatan bentuk gelombang PWM tegangan keluaran dan kecepatan motor berdasarkan perubahan suhu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan suhu dan kecepatan putar motor induksi untuk frekuensi tetap 50 Hz dengan 7 indeks modulasi berbeda dengan metode PWM sinusioda berbasis mikrokontroler dapat menghasilkan putaran motor yang berubah-ubah.

Kata Kunci—Motor Induksi satu fasa; PWM; dan Mikrokontroler

I.PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era sekarang ini berkembang sangat pesat sekali, hal ini dibuktikan dengan lahirnya inovasi-inovasi baru dalam segala bidang secara kontinyu. Di berbagai aspek bidang kehidupan dimasa sekarang ini segala sesuatu dituntut agar dapat berjalan secara efisien. Misalnya, disebuah perusahaan atau industri yang dapat dikatakan tidak lepas dari bidang elektronika efisien. Efisiensi disini dimaksudkan bahwa sistem yang digunakan harus dapat bekerja sesuai dengan perencanaan, dengan meminimalkan *error* (Langi, Wuwung, & Lumenta, 2014). Motor induksi telah banyak dipakai di berbagai aplikasi dan industri karena memiliki

banyak keuntungan antara lain harganya murah, konstruksi kokoh, handal dan mudah pemeliharaanya, tetapi motor induksi tidak dapat berubah tanpa adanya penurunan efisiensi, begitupun dengan kecepatan akan menurun seiring bertambahnya beban. Karena ketidakmampuan motor induksi mempertahankan kecepatannya dan memperbaiki performansinya, maka dibutuhkan suatu rangkaian sistem pengatur untuk mengendalikan kecepatannya (Hartono, 2013). Aplikasi mesin induksi telah banyak digunakan termasuk sebagai generator pada PLTB jenis Savonius (Yunus & Wahdah, 2016), (Yunus, Abu-Siada, & Masoum, 2012), (Khamaira, Yunus, & Abu-Siada, 2013), (A. S. Yunus, A. Abu-Siada, & M. Masoum, 2011), (A. S. Yunus, A. Abu-Siada, & M. A. Masoum, 2011). Pengendalian dapat dilakukan dengan cara konvensional dengan menggunakan inverter untuk merubah frekuensi dan mengubah jumlah kutub motor dan mengubah nilai tegangan stator (Maulana, 2012) dan (Nusyura, 2015), telah mendesain kendali kecepatan motor induksi otomatis dengan menggunakan sensor suhu LM35. Desain ini dilengkapi dengan rangkaian komparator sebagai pembanding tegangan input IC Analog (LM324), yang kemudian di XOR kan dengan IC digital (74LS86). Akan tetapi, sistem pengaturan tersebut tidak bekerja secara real timer dan kontinu. Pengaturan dengan cara tersebut tidak dapat diperoleh dengan pengaturan motor induksi yang kontinu dan linier (Sugandhi, 1983).

Oleh karena itu untuk memperoleh hasil pengaturan putaran yang halus dan rentang yang lebar digunakan PWM (*Pulse width Modulation*) dalam rangkaian pengaturannya. Proses pembangkitan sinyal PWM menjadi salah satu faktor penentu unjuk kerja sistem secara keseluruhan. Sinyal PWM dapat dibangkitkan secara analog lebih sederhana namun pembangkitan secara digital dapat menghasilkan sinyal PWM lebih baik karena tidak terpengaruh oleh derau tetapi mempunyai tingkat kerumitan lebih tinggi dibanding cara analog. Dalam penelitian ini dibuatlah sebuah prototipe kendali kecepatan putaran motor induksi pada Kipas Angin berdasarkan perubahan suhu berbasis PWM, dengan memadukan dua buah kontrol secara analog dan digital

(Mikrokontroler) yang dapat mengatur suhu secara analog dan digital untuk mengatur kecepatan putaran motor induksi berdasarkan perubahan suhu. Dengan demikian penulis membuat pengaturan kecepatan putaran motor dengan memanfaatkan kontrol PWM digital yang terdiri dari sinyal zero crossing detektor yang berfungsi mensinkronkan antara sinyal kontrol dengan sinyal jala-jala, pada pembentukan sinyal PWM, yang akan diproses oleh mikrokontroler, sinyal PWM yang dihasilkan digunakan untuk mengatur sudut picu triac. Sudut picu triac sebanding dengan perubahan suhu. Sumber suhu menggunakan bola lampu pijar yang diatur oleh dimmer, lampu pijar pada saat terang maka akan memancarkan cahaya panas sehingga sensor dapat mendeteksi panas. Panas yang dideteksi digunakan untuk pengaturan kecepatan motor induksi (Syahrul, 2012).

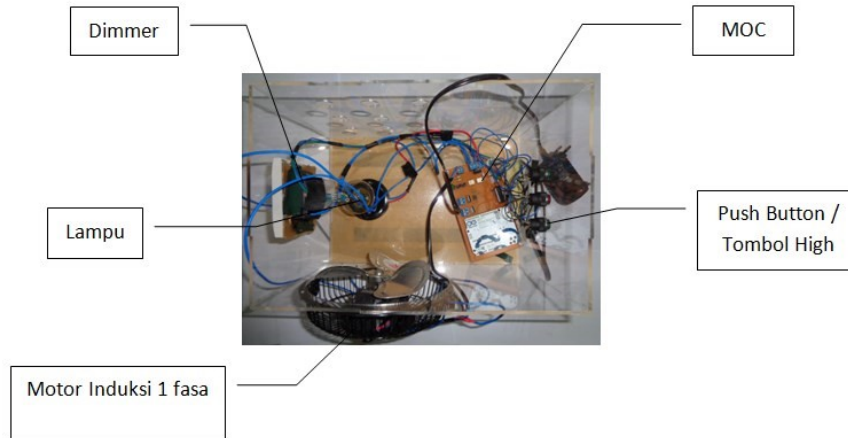
Pengaturan kecepatan motor induksi secara kontinu dengan memanfaatkan Mikrokontroler Arduino Uno karena didalam sudah dilengkapi fitur PWM dan dengan bantuan sensor suhu, Sensor suhu Inframerah IR Thermometer MLX90614 maka suhu obyek dapat menyesuaikan pergeseran dengan penundaan waktu sudut picu triac (Wahyu, 2014) dan (Webb, 1993).

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

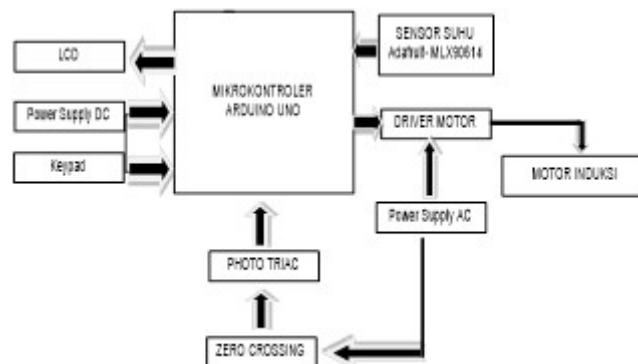
Perancangan terdiri dari studi literatur mengenai dasar teori triac, zero crossing detector, sensor suhu AdafruitMLX 90614, mikrokontroler Arduino Uno, keypad, driver motor AC, photo triac dan kontrol PWM. Selanjutnya Perancangan system berdasarkan literatur, membuat design (Gambar 1), melakukan pemograman dan uji coba sistem.

B.Perancangan Perangkat Keras



Gambar 1. Desain Prototipe

Dimulai dengan Perakitan *Zerro Crossing Detector* berfungsi sebagai mencari titik nol paada tegangan input untuk mensinkronkan antara input dan output, Generator sinyal gigi gergaji berfungsi untuk pembentukan sinyal PWM, komparator berfungsi sebagai pembanding antara sinyal sinyal kontrol dengan sinyal gigi gergaji, *Power supply* DC berfungsi sebagai supply daya pada komponen aktif, Driver Motor rangkaian penggerak motor, Pemasangan Sensor Suhu sebagai pendeteksi suhu, Pemasangan LCD pada Mikrokontroler berfungsi sebagai monitoring (Yuni, 2015).



Gambar 2. Diagram Blok Perangkat Keras

C. Pembuatan Perangkat Lunak

Dimulai Pembuatan diagram alir dan dilanjutkan dengan pembuatan program mikrokontroler Arduino Uno yang agar dapat berkomunikasi dengan perangkat keras yang telah dirakit.

D. Pengumpulan Data

Pengamatan dengan osiloskop terhadap pembentukan sinyal zero crossing detector, sinyal PWM, yang terdiri dari lebar pulsa on dan off yang digunakan untuk menentukan besar sudut penyalan triac dan sinyal tegangan keluaran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Lebar Pulsa T_{on} dan T_s

Pada sinyal PWM yang dapat digunakan untuk menentukan sudut penyalan triac, karena sudut penyalan menentukan nilai keluaran tegangan efektif, karena nilai tegangan keluaran digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor induksi. Pergeseran lebar pulsa sangat ditentukan oleh besarnya suhu yang diambil oleh sensor sehingga terjadi perubahan tegangan keluaran pada triac. Dari hasil pengukuran tegangan output akan diperoleh lebar pulsa T_{on} dan T_s . Pulsa PWM yang diperoleh dapat dianalisa tegangan pada beban dengan memanfaatkan rumus sudut penyalan

$$\alpha = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 180^\circ \quad (1)$$

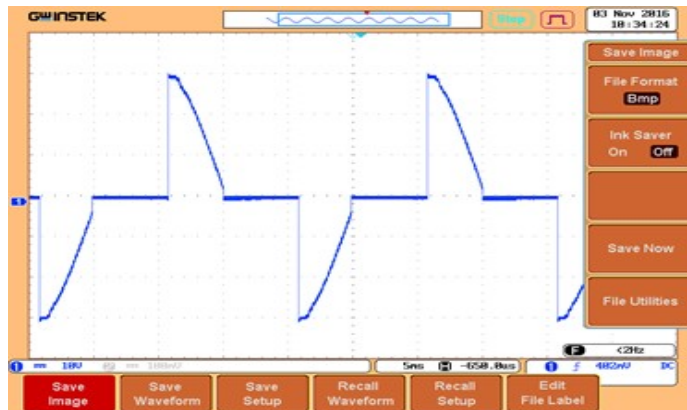
yang kemudian akan mendapatkan besaran rad dengan rumus :

$$\emptyset = \frac{\alpha}{57,3} \quad (2)$$

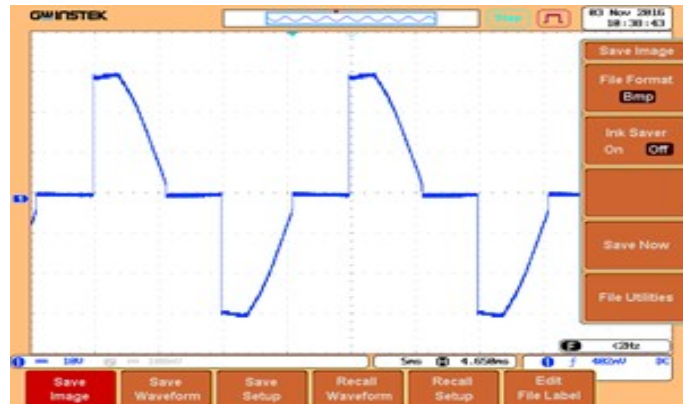
Tegangan keluaran di peroleh dengan persamaan:

$$V_{rms} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2\pi}} \sqrt{\pi - \theta + \frac{1}{2} \sin 2\theta} \quad (3)$$

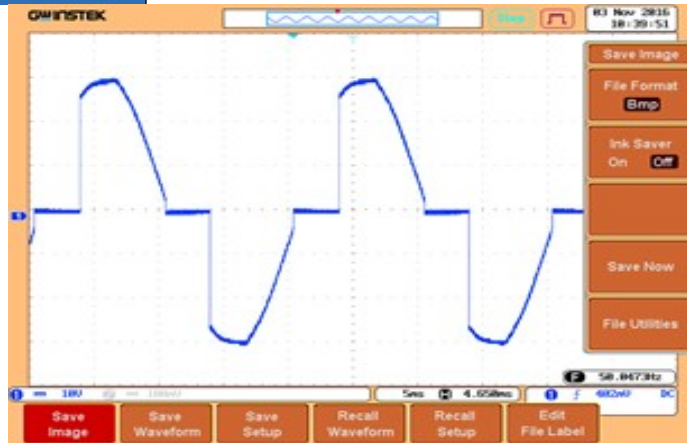
Hubungan antara lebar pulsa terhadap suhu dapat mempengaruhi putaran motor dapat dilihat pada tabel 1 dan hasil pengamatan gelombangnya ditunjukkan pada gambar 3-5.



Gambar 3. Hasil Simulasi pengukuran tegangan 175 volt dengan suhu 37 °C pada kecepatan motor 1426 rpm



Gambar 4. Hasil Simulasi pengukuran tegangan 150 volt dengan suhu 36 °C pada kecepatan motor 445,7 rpm



Gambar 5. Hasil Simulasi pengukuran tegangan 125 volt dengan suhu 5 °C pada kecepatan motor 275,1 rpm

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Tegangan keluaran (Volt)	Suhu (°C)	Kecepatan (rpm)	T_{ton} (ms)	T_s (ms)	Duty Cycle	Sudut penyalan
75	30	132,6	7,7	10	0,77	138,6°
100	32	238,3	5,8	10	0,58	104,4°
125	5	274,1	5,6	10	0,56	100,8°
150	36	445,7	5,2	10	0,52	93,6°
175	37	1426	4,5	10	0,45	81°

IV.PENUTUP

A.Kesimpulan

1. Putaran Motor pada Kipas Angin ini dapat berhenti apabila set point telah tercapai, sehingga lebih efisien pemakaian daya dari pada kipas angin yang ada

dipasaran karena masih tetap berputar meskipun suhu sudah sesuai dengan set point sebab tidak dilengkapi dengan kontrol suhu ruang.

2. Sistem kendali kecepatan putaran motor dapat dilakukan dengan perubahan suhu pada ruang, perubahan suhu merubah besar lebar pulsa sudut picu triac, sehingga terjadi perubahan tegangan keluaran, perubahan tegangan keluaran dapat merubah kecepatan putaran motor.
3. Error yang paling kecil terjadi pada tegangan hasil pengukuran dan hasil perhitungan berada pada tegangan 220 volt dan 218 volt sedangkan error yang paling besar berada pada tegangan 100 volt dan 128 volt
4. Error yang paling kecil terjadi pada putaran hasil pengukuran dan hasil perhitungan berada pada 1841 rpm dan 1746,74 rpm sedangkan error yang paling besar berada pada putaran 1101,10 rpm dan 445,7 rpm
5. Error yang paling kecil terjadi pada suhu hasil pengukuran dan hasil perhitungan berada pada 37°C dan 36,89°C sedangkan error yang paling besar berada pada 35°C dan 33,44°C

B.Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik bagi pembaca yang ingin melakukan pengembangan alat prototipe kendali kecepatan motor induksi berdasarkan perubahan suhu berbasis PWM, penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan pengontrolan yang dapat mempertahankan suhu perlu penambahan pengontrolan suhu secara otomatis berbasis PWM, agar suhu dapat stabil pada set point.
2. Untuk memperbaiki sistem pengontrolan set point perlu digunakan sistem yang berbasis android agar set point dapat diatur dengan jarak jauh.
3. Untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik, sebaiknya sistem pengontrolan dipasang terpisah dengan sistem yang dikontrol agar panas yang diatur tidak mempengaruhi komponen pengontrolan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Pusat Studi Energi Berkelanjutan dan Aplikasi Jaringan Listrik Cerdas, Politeknik Negeri Ujung Pandang atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hartono, F. d. T. A. S. (2013). *Pengaturan Kecepatan dan Posisi Motor Ac 3 Phasa Menggunakan DT AVR Low Cost Micro System*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Khamaira, M. Y., Yunus, A. S., & Abu-Siada, A. (2013). *Improvement of DFIG-based WECS performance using SMES unit*. Paper presented at the Power Engineering Conference (AUPEC), 2013 Australasian Universities.
- Langi, S. I., Wuwung, J. O., & Lumenta, A. S. (2014). Kipas Angin Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Suhu. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 3(5), 41-48.
- Maulana, E. (2012). *Pengukuran PWM (Pulse Width Modulation) dengan PLC*. Universitas Brawijaya, Malang.
- Nusyura, F. (2015). Pengendalian Suhu Pada Prosesor Laptop Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 3(1).
- Sugandhi, R. K. S. (1983). *Thyristors Theory and Application*. Bahara Heavy Electricals Ltd New Delhi: Government College of Engineering and Teknologi Raipur.
- Syahrul. (2012). *Mikrokontroller AVR ATMEGA 8835*. Informatika, Bandung.
- Wahyu, M. (2014). *Sistem Kendali Kipas Angin Mendeteksi Posisi Keberadaan Manusia dengan PIR (Passive Infrared Sensor)*. (Jurusan Teknik Komputer), Politeknik Negeri Jember, Jember.

- Webb, J. K. G. (1993). *Industrial Control Electronics*. Northcentral Technica College.
- Yuni, N. P. d. (2015). *Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi Secara Non-Kontak Berbasisi Arduino dan Labview*. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Yunus, A. S., Abu-Siada, A., & Masoum, M. (2011). Effect of SMES unit on the performance of type 4 wind turbine generator during voltage sag.
- Yunus, A. S., Abu-Siada, A., & Masoum, M. (2012). Improving dynamic performance of wind energy conversion systems using fuzzy-based hysteresis current-controlled superconducting magnetic energy storage. *IET Power Electronics*, 5(8), 1305-1314.
- Yunus, A. S., Abu-Siada, A., & Masoum, M. A. (2011). *Improvement of LVRT capability of variable speed wind turbine generators using SMES unit*. Paper presented at the Innovative Smart Grid Technologies Asia (ISGT), 2011 IEEE PES.
- Yunus, A. S., & Wahdah, A. (2016). Modification and Testing of Wind Turbine with Double Savonius. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(1), 20-23.