

## Kontrol kecepatan motor induksi menggunakan teknologi IoT (*Internet of Things*)

Noer Soedjarwanto<sup>1</sup>, Budiarto<sup>1</sup>, Gigih Forda Nama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Elektro, Universitas Lampung, Indonesia

<sup>2</sup> Teknik Informatika, Universitas Lampung, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

Diterima 17 September 2020

Direvisi 11 Oktober 2020

Diterbitkan 30 Oktober 2020

#### Kata kunci:

Kontrol Kecepatan Motor  
Motor Induksi Satu Fasa  
Internet of Things  
Inverter

#### Keywords:

Speed Control and Monitoring  
One Phase Induction Motor  
Internet of Things  
Inverter

#### Penulis Korespondensi:

Gigih Forda Nama,  
Teknik Informatika,  
Universitas Lampung,  
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung  
Email: [gigih@eng.unila.ac.id](mailto:gigih@eng.unila.ac.id)

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini Kemajuan teknologi membawa dampak yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat terbukti semakin banyak peralatan rumah tangga dan industri yang menggunakan hasil pengembangan teknologi berupa penggunaan motor induksi satu fasa. Menurut B. L. Theraja dan A. K. Theraja dalam buku yang berjudul “*Electrical Technology Volume I: Basic Electrical Engineering*”, pengaturan kecepatan motor

### ABSTRAK

*Inverter* merupakan peralatan yang dapat mengubah besaran listrik arus searah menjadi besaran listrik arus bolak-balik. Terdapat berbagai macam inverter seperti inverter *full-bridge*, *half-bridge*, *multi-inverter* dan *push-pull*, khususnya pada penelitian ini menggunakan *inverter push-pull*. Untuk mengatur inverter sendiri membutuhkan panel kendali dengan ruang kendali khusus yang telah disediakan, dengan adanya teknologi *Internet of Things (IoT)* pengaturan inverter dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja dari jarak yang jauh. Metode yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor dilakukan dengan cara merubah frekuensi sumber stator yang didapat dari *switching mosfet* pada *inverter* dengan teknik modulasi lebar pulsa (PWM). Pengujian menunjukkan bahwa kecepatan motor dapat di kontrol sekaligus di monitoring dari tempat yang jauh melalui *website*. Dengan menggunakan *hosting* dari 000webhost.com motor dapat diatur dengan frekuensi *inverter* dari 40hz sampai 65hz dengan kenaikan 5hz dan menghasilkan kecepatan motor dari 566 rpm sampai 802 rpm.

### ABSTRACT

*Inverter is a device that changes direct current (DC) to alternating current (AC). There are various kinds of inverters such as full bridge, half bridge, multi-inverter and push-pull inverters, especially in this case using push-pull inverters. To control the inverter, need a special control panel provided, with internet of things, the inverter control can be done anywhere and anytime over long distances. The method used to change the motor speed by changing the frequency of the stator source obtained from switching MOSFETs on the inverter. By using hosting from 000webhost.com, motor can set the inverter frequency from 40hz to 65hz with an increase of 5hz and produce motor speeds from 566 rpm to 802 rpm.*

induksi memiliki kelemahan dalam pengaturan kecepatan motor. Pengaturan kecepatan motor dapat dilakukan dengan mengubah jumlah kutub atau frekuensi motor. Pengaturan dengan mengubah jumlah kutub sulit untuk dilakukan karena akan merubah konstruksi motor. Pengaturan dengan mengubah frekuensi sumber pada stator lebih mudah dilakukan karena tidak merubah konstruksi motor yang sudah jadi [1].

Teknologi pengendali kecepatan motor induksi saat ini masih menggunakan panel kendali atau remot berkabel. Pengendali kecepatan motor induksi menggunakan panel kendali atau remot memiliki kelemahan yaitu memerlukan ruang kendali khusus sebagai tempat pengoperasian motor. Jika menggunakan sistem remot kontrol maka operator tidak dapat terlalu jauh karena adanya kabel remot yang panjangnya terbatas. Sebagai khazanah teknologi pengendali putaran motor, timbul suatu ide untuk membuat rancang bangun (prototipe) pengendali kecepatan dan monitoring motor induksi berbasis IoT (*Internet of things*) yang dapat diakses dari manapun dan kapanpun tanpa adanya jarak tertentu.

Aplikasi daripada penelitian ini yaitu bisa diterapkan pada motor induksi 1 fasa pada kipas angin, dimana jika pemilik rumah lupa untuk mematikan kipas ketika berpergian ataupun hendak menyalakan kipas maka pemilik rumah pun dapat mengontrol kipas tersebut dari jarak jauh. Dengan demikian pengaturan kecepatan motor induksi satu fasa dapat dilakukan dengan mengatur perubahan frekuensi menggunakan inverter satu fasa. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya timbul ide untuk membuat prototipe pengaturan kecepatan motor induksi satu fasa dengan perubahan frekuensi menggunakan sistem IoT.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Motor asinkron atau juga disebut motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke rotor [2]. Arus rotor diperoleh dari arus induksi yang diakibatkan karena adanya perbedaan antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan arus stator. Prinsip kerja dari sebuah motor adalah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi bekerja berdasarkan dari induksi elektromagnetik yang berasal dari kumparan stator kepada kumparan rotor [3]. Kumparan stator akan menginduksikan garis-garis gaya fluks sehingga akan memotong kumparan rotor yang menyebabkan timbulnya Gaya Gerak Listrik (GGL) atau juga disebut dengan tegangan induksi [4].

Terdapat beberapa jenis topologi pada inverter diantaranya push-pull, full bridge, half bridge, dll. Pada topologi *push-pull*, *inverter* membutuhkan bantuan transformator arus untuk mengubah tegangan DC menjadi AC dengan cara memanfaatkan *Center Tapped* pada transformator, sehingga tegangan hanya melewati satu sisi secara bergantian pada trafo tergantung pensaklaran pada mosfet. Berikut ini adalah gambar rangkaian *inverter* satu fasa dengan topologi push pull:

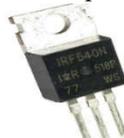


Gambar 1. (a) *Simple inverter push pull* (b) *Auto-Switching inverter push pull*

Mosfet IRF540 dapat melewati arus maksimum 33A dengan batas suhu maksimum sesuai datasheet. Sebagai perhitungan kasar, mosfet ini dapat menghasilkan:

$$(\text{Tegangan suplai}) 12\text{VDC} \times 33\text{A} = 396 \text{ Watt}$$

Mosfet dapat menghantarkan 396 Watt dengan satu buah mosfet [5]. Jika ingin hasil daya yang lebih besar dapat dilakukan dengan cara menghubungkan dua mosfet secara paralel untuk menggandakan daya output asalkan tegangan supply dan transformator dapat memenuhi kebutuhan.



Gambar 2. Mosfet IRF540N

Tegangan keluaran dari arduino dinyatakan dengan besaran:

$$\frac{V_{Out}}{V_{In}} = \frac{T_{On}}{T_{On} + T_{Off}} = \frac{T}{2} \quad (1)$$

Untuk menentukan frekuensi keluaran dari *inverter*, maka setiap *mosfet* akan bekerja secara bergantian. Setiap satu kali *mosfet* bekerja yaitu dengan siklus satu kali menyala dan satu kali mati maka siklus ini disebut satu periode. Maka didapatkan rumus perhitungan seperti berikut :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{T_{On} + T_{Off}} \tag{2}$$

Sehingga setiap waktu untuk mosfet menyala dan mati adalah :

$$Mosfet_{On/Off} = \frac{T}{2} \tag{3}$$

Arduino merupakan suatu papan *mikrokontroler* tipe arduino yang berdasarkan *mikrokontroler* Atmega. Arduino mempunyai beberapa jenis seperti Arduino nano dan arduino mega 2560. Arduino 2560 mempunyai 54 digital pin, dimana pin tersebut terdiri dari *input* dan *output* dengan 15 pin dapat digunakan sebagai *output* untuk PWM, 16 analog *input*, 4 UART (*hardware port serial*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *socket jack*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Semua fasilitas tersebut digunakan untuk mendukung mikrokontroler agar terhubung dengan komputer dengan kabel USB atau adaptor AC-DC. Teknik PWM dilakukan dengan mengontrol gelombang digital menjadi ON/OFF secara bergantian dalam satu periode gelombang. Perbandingan waktu antara saat gelombang ON dengan waktu gelombang dalam satu periode disebut dengan *duty cycle*. Rumus untuk menghitung siklus kerja atau *duty cycle* dapat ditunjukkan seperti persamaan di bawah ini.

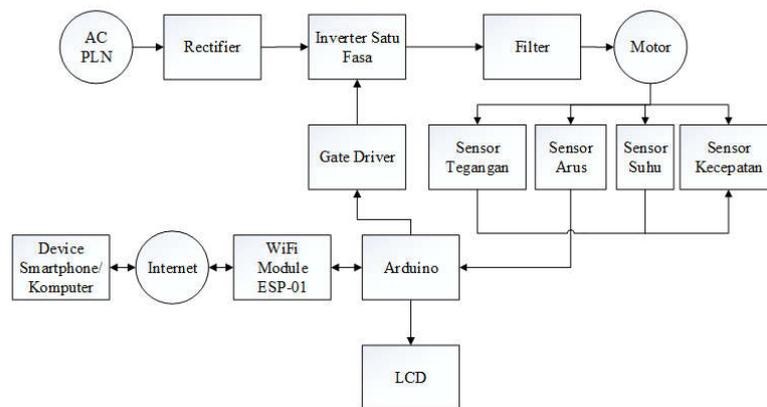
$$DutyCycle = \frac{T_{On}}{(T_{On} + T_{Off})} \tag{4}$$

Arduino merupakan suatu modul *mikrokontroler* yang sangat populer saat ini, terdapat beberapa macam arduino sesuai kebutuhan [6]. Modul ESP8266 merupakan platform efektif untuk digunakan berkomunikasi atau kontrol melalui *internet* baik digunakan secara standalone (berdiri sendiri) maupun dengan menggunakan mikrokontroler tambahan [7]. Internet of things merupakan salah satu bentuk teknologi masa kini dari perkembangan jaringan internet. Internet of things dapat digambarkan sebagai koneksi dari perangkat pintar, komputer pribadi, sensor, aktuator maupun perangkat lain yang terhubung melalui jaringan *internet* sehingga dapat menghasilkan informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh masyarakat umum maupun sistem lainnya [8]. Sensor ACS712 merupakan sensor arus yang digunakan untuk membaca nilai arus [9]. Sensor tegangan AC ZMPT101B merupakan *module* yang digunakan untuk mengukur tegangan bolak balik 1 fasa [10]. DHT-22 atau AM2302 adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu [11]. Arduino nano menggunakan chip ATmega328 [12]. Teknologi *web* dan *database* semakin berkembang dengan menyediakan banyak fitur utk menyimpan data [13].

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan peralatan yaitu ada beberapa tahap diantaranya pembuatan tampilan *website*, *database*, pemasangan sensor, *inverter* dan pemrograman pada mikrokontroler Arduino. Blok diagram sederhana perancangan peralatan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Perancangan Alat

### 3.2. Pengujian Alat dan Sistem

Pengujian alat dan sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang dibuat pada penelitian ini. Pengujian dilakukan secara bertahap dari pengujian komponen/ alat, pengujian setiap alat, dan pengujian sistem keseluruhan. Berikut ini adalah penjelasan dari tahapan pengujian yang dilakukan:

#### 1. Pengujian Komponen/Alat Ukur

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui komponen atau alat pendukung yang akan digunakan dapat berfungsi dengan baik. Pengujian komponen dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur seperti multimeter dan osiloskop. Sementara pengujian alat pendukung seperti multimeter dan osiloskop dapat dilakukan dengan cara pengkalibrasian alat.

#### 2. Pengujian Modul

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsi kerja dari setiap modul. Fungsi kerja tersebut berupa nilai tegangan dan arus yang terukur.

#### 3. Pengujian Prototipe

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah serangkaian modul dalam sistem dapat bekerja dan bersinergi dengan baik. Pengujian ini bertujuan untuk pengambilan data secara keseluruhan yang kemudian akan dianalisa.

### 3.3. Analisa Pengujian

Analisa dilakukan dari perolehan data seperti nilai tegangan, arus, suhu serta pengiriman data yang didapat saat melakukan pengujian. Analisa dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kesesuaian alat terhadap tujuan penelitian. Proses analisa data menghasilkan kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang sudah dilakukan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk fisik peralatan dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Tampilan Alat Secara Keseluruhan



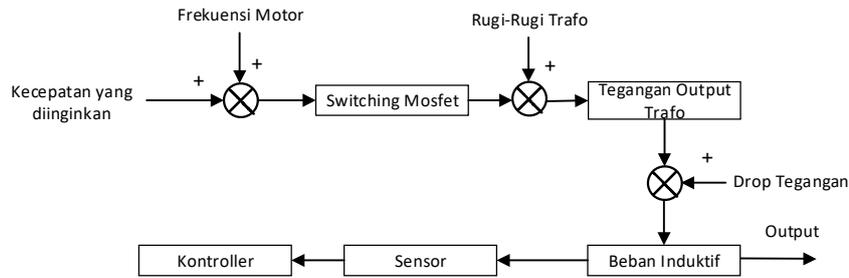
Gambar 5. Kipas Angin Sebagai Motor Induksi Satu Fasa



Gambar 6. Tampilan Halaman Website

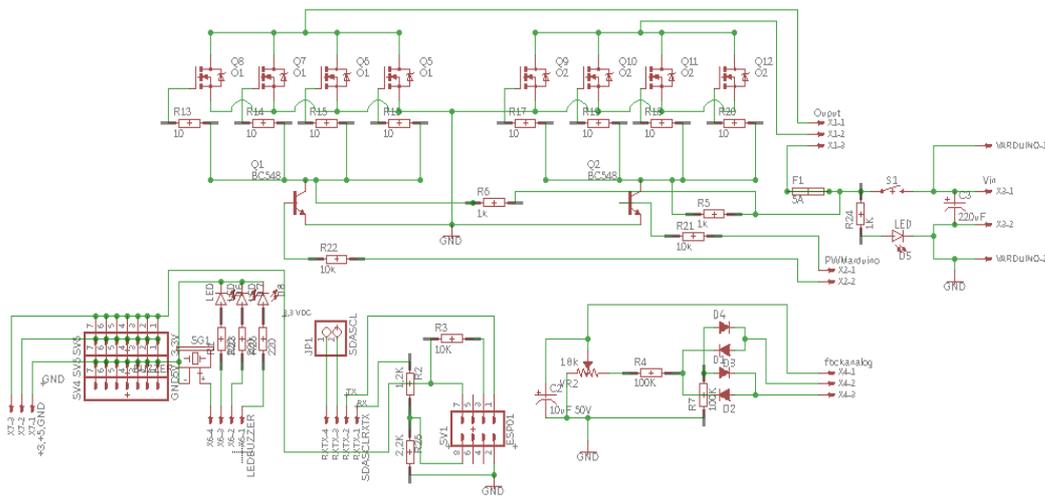
Pengujian prototipe dilakukan dengan mengintegrasikan modul-modul yang telah diuji dengan modul motor induksi satu fasa menjadi satu sistem. tegangan Output rata-rata PWM arduino sebesar 2,5v yang terbaca pada sensor yang disebabkan 50% waktu on dan 50% waktu off lalu dialirkan menuju gate driver BC548 dengan linier untuk menaikkan tegangan sebesar 10v yang nantinya digunakan untuk menyalakan mosfet IRF540N.

Pada pengukuran tegangan input motor terjadi drop tegangan dari tegangan output awal power supply. hal tersebut disebabkan SMPS digunakan untuk menyalakan arduino, gate driver, mosfet dan input dari sisi primer transformator arus yang memerlukan kapasitas arus yang sangat besar, sehingga arus dari power supply terbagi dengan kemampuan maksimal sebesar 10A. Untuk menggambarkan cara kerja kecepatan yang diinginkan berikut adalah gambar diagram blok sistem kendali tersebut.



Gambar 7. Diagram Blok Sistem Kendali Kecepatan yang Diinginkan

Keseluruhan rangkaian skematik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 8. Rangkaian Skematik Peralatan

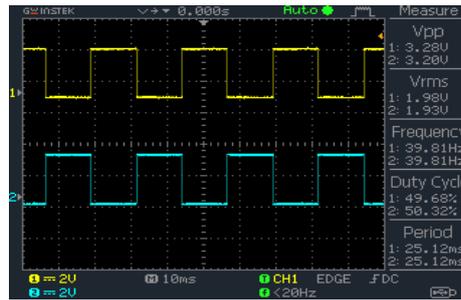
Motor induksi satu fasa yang digunakan pada penelitian ini yaitu kipas angin dengan tipe rotor sangkar tupai. Berikut adalah tabel spesifikasi dan gambar motor induksi satu fasa yaitu kipas angin.

Tabel 1. Spesifikasi Kipas Angin

Aplikasi Motor Induksi Satu Fasa	Kipas Angin
Merk	Miyako KAD-927B
Daya	35 W
Voltase Nominal	220 VAC
Ukuran	9" / 22.8 cm

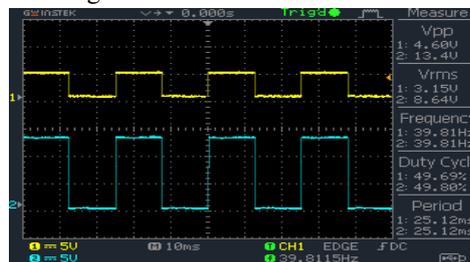
Pada pengujian Arduino Mega sebagai mikrokontroler pengatur keseluruhan sistem mulai dari penggabungan semua sensor, berinteraksi dengan database, dan komunikasi dengan arduino nano. Pada pengujian Arduino nano digunakan sebagai pembangkit PWM untuk dapat menswitch mosfet on dan off secara bergantian. Frekuensi yang dihasilkan oleh inverter didapat dari waktu periode untuk mosfet on dan off. Arduino nano diprogram dengan delay tertentu untuk menghasilkan periode yang diinginkan dengan

menggunakan rumus 4. Gambar gelombang keluaran dari arduino dengan frekuensi 40 Hz dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 9. PWM Arduino dengan Frekuensi 40Hz

Sinyal gelombang PWM arduino dihubungkan dengan modul gate driver untuk dapat menaikkan tegangan 2,5V menjadi 10 V sehingga dapat menyalakan mosfet. Berikut adalah pengujian pada modul gate driver setelah dan sebelum tegangan melewati gate driver.



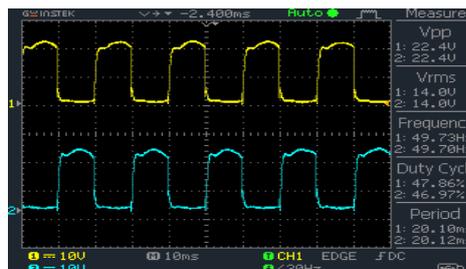
Gambar 10. Gelombang Gate Driver

Modul SMPS terdapat resistor variabel yang dapat mengatur tegangan output dengan rentang tegangan 11 – 13 VDC 10A. Untuk mendapatkan tegangan yang maksimal maka diatur tegangan output power supply pada tegangan 12,9VDC tanpa beban. Ketika inverter dinyalakan dengan tegangan tersebut maka tegangan output power supply mengalami drop disebabkan rugi-rugi pada trafo arus sangat besar hingga turun ke tegangan 12VDC. Berikut adalah sinyal gelombang keluaran pada power supply.



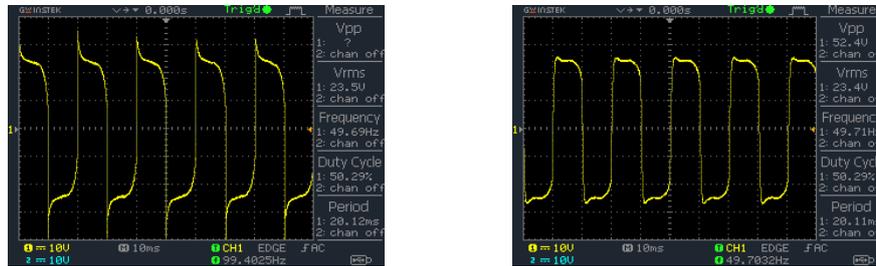
Gambar 11. Gelombang Keluaran SMPS

Pengujian modul inverter satu fasa dilakukan dengan cara memberi tegangan dc pada *input* inverter dan pulsa di kaki gate mosfet. Mosfet akan bekerja sebagai *switching* tergantung pada frekuensi yang diberikan oleh sinyal PWM. Dengan metode *switching*, mosfet on secara bergantian yang akan menghubungkan jalur CT di trafo ke ground untuk mendapatkan tegangan bolak-balik pada *output* trafo. Berikut adalah gambar hasil pengujian *switching* inverter.



Gambar 12. Gelombang Switching Mosfet

Pengujian modul filter C dilakukan dengan cara membandingkan hasil output trafo sebelum dan sesudah dipasang filter C. Filter C dipasang secara paralel pada output trafo untuk menghasilkan gelombang sinusoidal yang mendekati sempurna supaya motor dari kipas dapat bekerja dan tidak cepat rusak. Berikut adalah sinyal gelombang output trafo sebelum dan sesudah di filter pada frekuensi 50Hz.



(a) Gelombang Sebelum difilter 13 (b) Gelombang Setelah di filter

Pengujian modul ZMPT101B dan ACS712 dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang terukur pada modul sensor di website dengan alat ukur tegangan dan arus yaitu multimeter dan tang-ampere setiap kenaikan frekuensi. Berikut adalah hasil pengujian modul sensor tegangan ZMPT101B dan ACS712 yang terukur pada web dan tegangan yang terukur pada alat ukur didalam Tabel 2, pada Tabel 2 terdapat perbedaan nilai pengukuran arus oleh sensor yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan hasil pengukuran arus dengan tangamper, hal ini terjadi karena pembacaan nilai sensor belum melalui proses kalibrasi. Selanjutnya dilakukan proses kalibrasi sensor, dengan menyesuaikan hasil pengukuran agar mendekati hasil pengukuran tang amper.

Tabel 2 Pengujian modul ZMPT101B dan ACS712

Frekuensi (Hz)	V (sensor)	V (multimeter)	A (sensor)	A (tangmeter)
40	231	240	0.18	0.13
45	230	234	0.22	0.14
50	211	230	0.24	0.15
55	200	224	0.30	0.15
60	198	218	0.35	0.16
65	196	207	0.37	0.17

Pengujian modul DHT22 dilakukan dengan cara menghidupkan motor induksi selama satu sampai 15 menit untuk mendapatkan pembacaan dari sensor suhu DHT22. Tabel 3 adalah hasil pengujian dari modul DHT22.

Tabel 3 Pengujian Modul DHT22

Waktu Penyalaan (menit)	Suhu (°C)
1	24
3	25
5	29
10	32
15	38

Pengujian modul FC-51 dilakukan dengan cara merubah frekuensi pada motor induksi satu fasa untuk mengatur kecepatan pada baling-baling kipas yang nantinya terbaca pada modul sensor kecepatan FC-51. Berikut adalah hasil pengujian modul sensor kecepatan FC-51.

Tabel 4 Pengujian Modul FC-51

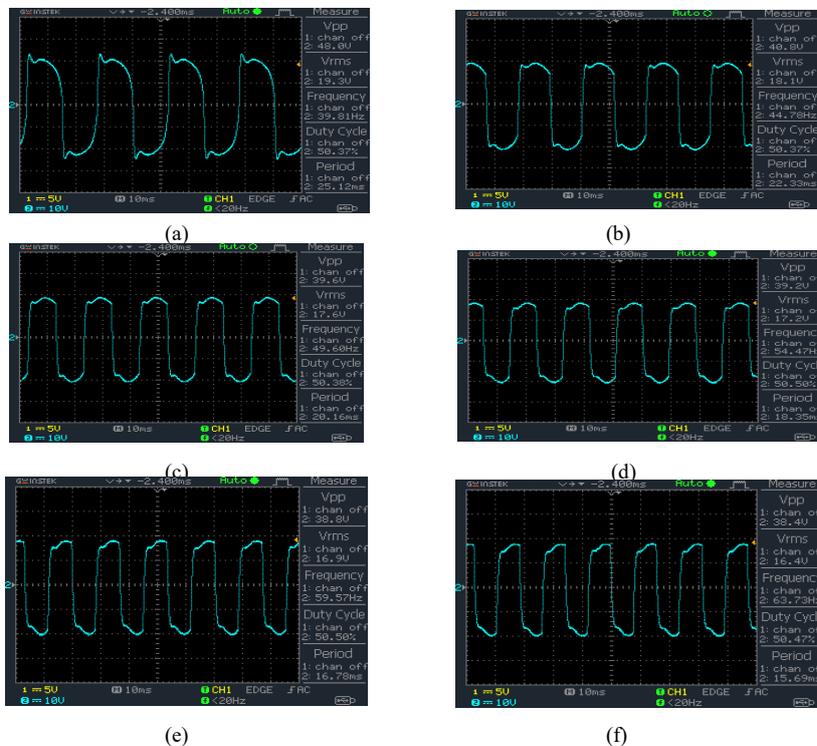
Frekuensi (Hz)	Kecepatan Kipas (RPM)
40	802
45	779
50	732
55	681
60	620
65	566

Pengujian bertujuan untuk memastikan prototipe sudah berfungsi sesuai dengan apa yang direncanakan. Pengujian ini dilakukan dengan mengoperasikan masing-masing modul secara bersamaan. Prototipe yang diuji akan mengeksekusi setiap perintah yang diberikan dan menghasilkan data-data yang dibutuhkan. Data-data tersebut didapat dari proses pengukuran menggunakan alat ukur seperti amperemeter dan multimeter disebabkan hasilnya yang lebih akurat dibanding dengan menggunakan sensor ZMPT101B dan ACS712. Berikut adalah tabel data hasil pengujian tegangan dan arus.

Tabel 5 Hasil Pengukuran Tegangan, Arus dan Kecepatan

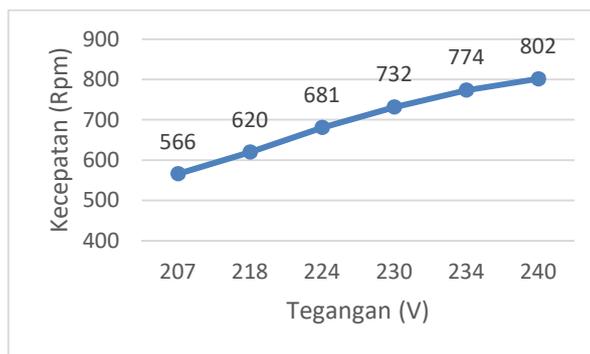
No.	F (Hz)	V supply (V)	Tegangan beban (V)	Arus beban (A)	Kecepatan (Rpm)
1	40	12.27	240	0.13	802
2	45	12.03	234	0.14	774
3	50	11.95	230	0.15	732
4	55	11.89	224	0.15	681
5	60	11.64	218	0.16	620
6	65	11.39	207	0.17	566

Gambar hasil gelombang inverter dengan filter pada beban setiap frekuensi dari 40, 45, 50, 55, 60, 65 dapat dilihat dibawah ini.



Gambar14. Gelombang keluaran setiap frekuensi

Pada pengujian prototipe dapat dibuat sebuah grafik hubungan antara kecepatan putar motor dan tegangan input motor.



Gambar 15. Grafik Hubungan Tegangan dan Kecepatan

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan input motor maka kecepatan putar motor semakin cepat atau semakin banyak drop tegangan maka kecepatan putar motor semakin pelan, hal tersebut disebabkan induksi GGL pada motor berkurang yang disebabkan oleh tegangan motor mengalami drop tegangan.

## 5. KESIMPULAN

Prototipe kontrol kecepatan dan monitoring motor induksi satu fasa berbasis IoT dapat berfungsi dengan baik untuk mengatur kecepatan motor melalui web. Prototipe mengatur frekuensi inverter dari 40 sampai 65 Hz dengan tahap kenaikan sebesar 5 Hz dan menghasilkan rentang kecepatan motor dari 566 sampai 802 Rpm. Pengaturan switching mosfet dapat dilakukan menggunakan teknik Pulse Width Modulation (PWM) dengan delay tertentu untuk setiap nilai frekuensinya. Pengaturan prototipe menggunakan internet dapat dilakukan dimanapun user berada dan device apapun yang terhubung ke internet dengan cara masuk ke website. Nilai frekuensi inverter yang semakin naik akan menghasilkan kecepatan putaran motor yang lebih rendah hal ini disebabkan drop tegangan yang terjadi dan tidak menggunakan rangkaian feedback untuk mengatur tegangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Theraja, B.L., dan Theraja, A.K. 2005. "Electrical Technology Volume 1: Basic Electrical Engineering". New Dehli: S. Chand & Company LTD
- [2] Arindya, Radita. 2013. "Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [3] Tobing, Bonggas L, Peralatan Tegangan Tinggi, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- [4] W. Hart, Daniel. 2011. "Power Electronics". New York: Mc.Graw-Hill Companies.
- [5] W. H. Hayt dan K. Jack E, Rangkaian Listrik, Jakarta: Erlangga, 1999
- [6] <https://www.arduino.cc/>
- [7] Mehta, Mannan. 2015. "ESP 8266: A Breakthrough In Wireless Sensor Networks And Internet Of Things". *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology*.
- [8] Oris Krianto Sulaiman, Adi Widarma, Sitem *Internet of Things* Berbasis *Cloud Computing* dalam Campus Area Network, Universitas Islam Sumatera Utara, 2012
- [9] 14core Editor, *Introduction of ACS712 Current Sensor Module – 30A with Arduino* [Online], diakses pada tanggal 19 Juni 2017, Available : <http://www.14core.com/introduction-of-ACS>.
- [10] I. Abubakar, Saifulnizam Abd Khalid, Saifulnizam Abd Khalid, M. Mustapha, "Calibration Of Zmpt101b Voltage Sensor Module Using Polynomial Regression For Accurate Load Monitoring ", *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 1077-1079, 2017.
- [11] Putri Mandarani, Zaini, "Pengembangan Sistem Monitoring Pada *Building Automation System (BAS)* Berbasis Web Di Fakultas Teknik Universitas Andalas", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 4, no. 2, pp. 10-11, 2015.
- [12] Andrianto, H., & Darmawan, A. (2016). *Arduino Belajar Cepat Dan Pemrograman*. Bandung: Informatika.
- [13] Puspitosari, Heni A. "Pemrograman Web Database dengan PHP dan MySQL Tingkat Lanjut". Penerbit : Skripta. Malang, Juli 2010.