

ISBN 978-602-98569-1-0



ITATS

INSTITUT
TEKNOLOGI
ADHI TAMA
SURABAYA

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI TERAPAN

"SNTEKPAN IV"

2016

INOVASI TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR
BERWAWASAN LINGKUNGAN

Surabaya, 26 Oktober 2016

ISBN : 978-602-98569-1-0

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI TERAPAN IV
(SNTEKPAN IV)
TAHUN 2016**

**“ INOVASI TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR
BERWAWASAN LINGKUNGAN “**

INSTITUT TEKNOLOGI ADHI TAMA SURABAYA

Jl. ARief Rachman Hakim 100, Surabaya

Tlp/Fax : 0315945043 / 0315997244

**SUSUNAN PANITIA PELAKSANA SEMINAR NASIONAL
SAINS DAN TEKNOLOGI TERAPAN KE – 4, 2016**

Penanggung Jawab	: 1. Syamsuri,ST.,MT.,PhD 2.. Dr. Ir. Minto Basuki, MT	Nip. 051180 Nip. 921029
Panitia Pelaksana	:	
Ketua	: Kurnia Hadi Putra, S.Pd.,ST.,MT	Nip. 153104
Wakil Ketua	Jusfarida, SSi.MT.	Nip. 133005
Sekretaris	: 1. Efrita Arfah Zuliari, ST.,MT. 2. Erlin Novianti	Nip. 051181 Nip 874050
Bendahara	: Theresia MCA. ST.,MT.	Nip. 941020
Sie Humas	: 1. Suparjo, ST.,MT. 2. Anwar Shodiq, ST 3. Nanang Fakhrur Rozi, S.ST, M.Kom	Nip. 954184 Nip. 153106 Nip. 122093
Sie Publikasi	: 1. Faza Wahmuda, ST.,MT. 2. Randy Pratama S. ST.,M.Arch.	Nip. 052031 Nip. 133012
Sie Acara dan Sidang	: 1. Farida, S.Kom. 2. Eky Novianarenti, ST.MT. 3. Dian Pramita Eka L., ST.,MT. 4. Ratna Puspitasari,ST.,MT. 5. Addin Aditya, S.Kom	Nip. 112062 Nip. 153108 Nip. 133013 Nip. 112073 Nip. 153064
Sie Makalah & Proceeding	: 1. Isa Albana , S.Si.,MSi. 2. Achmad Chusnun Ni'am. S.Si.,MT 3. Erlinda Ningsih.ST.,MT. 4. Amalia Anjani A.S.Kom.,M.Kom	Nip. 143026 Nip. 143027 Nip. 153058 Nip. 153090
Sie Konsumsi	: 1. Siti Choiriyah, ST.MT 2. Yustia Wulandari, M. ST.MT.	Nip. 941019 Nip. 072042
Sie Perlengkapan	: 1. Moch. Kalam Mollah, S.Ag.MPdl 2. Ir. Damarwulan 3. Heri Irawan,ST.,MT 4. Suwari	Nip. 051179 Nip. 114269 Nip. 014232 Nip. 944146

Reviewer :

1. Dr. Yulfiah, ST., M.Si. Nip. 941033
2. Syamsuri, ST., MT., PhD. Nip. 051180
3. Dr.Ir. Minto Basuki, MT. Nip. 921029
4. Dr.Agus Budianto, ST.,MT. Nip. 981090
5. Prof. Dr. E. Titiek Winanti, MS. (Universitas Negeri Surabaya)
6. Dr. Mat Syai'in, ST.,MT.,Ph.D (Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)
7. Dr. Nyoman Puspa Asri, M.Sc (Universitas WR Supratman)

No	Judul Artikel (A)	Pemakalah	Halaman
16	Pengaruh Umur, Masa Kerja dan Pendidikan Tenaga Kerja Terhadap Daya Dengar di PT. Alfabet	Feri Harianto, Ana Lufiatul Chorimah	A - 121
17	Kajian Teknis Kinerja Alat Muat dan Alat Angkut dalam Upaya Mencapai Sasaran Produksi Penambangan Batugamping di PT. United Tractors Semen Gresik Kabupaten Tuban Jawa Timur	Yazid Fanani, Rino Firsya Putra Syahanda, Ahmad Fawaidun Nahdliyin	A - 127
18	Pengembangan Jiwa Kewirausahaan Siswa SMA Muhammadiyah 1 Gresik	Achmad Chusunun Ni'am	A - 139
19	Analisis Pemilihan Moda Kendaraan Pribadi dan Angkutan Umum di Bandara Internasional Adisucipto Yogyakarta	Mutiara Firdausi, Ratih Sekartadji Sambodja	A - 143
20	Analisis Kapasitas dan Tingkat Pelayanan pada Ruas Jl. Margorejo Indah Surabaya	Amrita Winaya Shita Dewi, Andries Kharisma	A - 151
21	Pemanfaatan Paving Stone Beton Berpori dengan Bahan Tambahan Sikacim untuk Menanggulangi Permasalahan Banjir	Arie Wardhono	A - 157

B. Bidang Teknologi Industri

No	Judul artikel (B)	Pemakalah	Halaman
1	Perancangan Mesin Secara Ergonomi Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Di UKM Mebel	Jaka Purnama, Abdul Haris H.A.	B 1 - 8
2	Sistem Pengaturan Pembukaan Gas Acitelin dan Oksigen Pada Scator Untuk Pemotongan Plat Baja	Catur Wahyu Nugroho, Wahyu Setyo Pambudi	B 9 - 16
3	Rancang Bangun Inverter 3 Fasa Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa 1/2hp 0.37kw Menggunakan Metode Spwm Berbasis ARM Mikrokontroler (STM32F4)	Achmad Efendi Setiawan, Tjahya Odinanto, Syahri Muharom	B 17 - 24
4	Perbandingan penggunaan model filter pasif dan filter aktif seri tiga phasa untuk meningkatkan kualitas daya listrik akibat beban non-linier Di industri	Agus Kiswantono, Amirullah	B 25 - 36
5	Kaji Eksperimental Distribusi Temperatur Pada Portable Cold Box Dengan Thermoelektrik Tec1-12706	Denny M. E Soedjono, Joko Sarsetiyanto, Gathot Dwi Winarno, Alichia Silfiyati	B 37 - 48
6	Meningkatkan Kapasitas Dan Efisiensi Pompa Centrifugal Dengan Jet-Pump	Suhariyanto, Joko Sarsetiyanto, Budi L Sanjoto, Atria Pradityana	B 49 - 54
7	Analisa Optimasi Manajemen Energi Listrik Chiller Pada Central Air	Nurmansyah Dwi Cahyono, Titiek Suheta	B 55 - 64

RANCANG BANGUN INVERTER 3 FASA SEBAGAI PENGENDALI KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA 1/2HP 0.37KW MENGUNAKAN METODE SPWM BERBASIS ARM MIKROKONTROLER (STM32F4)

Achmad Efendi Setiawan¹, Tjahya Odianto², Syahri Muharom³
Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya
Email: fendixariel@yahoo.com ,
tjahjaodynanto@gmail.com , syahrimuharom@gmail.com

ABSTRACT

The speed controlling on three phase induction motor required an Inverter modules. Inverter consists of semiconductor switches or transistors in certain arrangement and appropriate control signals to control on-off in semiconductor switch. The method to encoding analog signals to be on-off duration is Pulse Width Modulation (PWM). This final project conducted the speed controlling on the three phase induction motor by Sinusoidal Pulse With Modulation (SPWM). The control was Implemented on STM32F4 ARM Microcontroller control pulses through switching Inverter. The AC source of grid will be converted to DC source of rectifier series as Inverter input. Inverter will convert DC source to AC source to supply three phase induction motor. SPWM method was implemented to seek frequency value obtained from the difference between reference frequency and estimation frequency. The research results indicated that the speed with 300 RPM set point was the response of motor speed in which the resulted motor speed value was almost the same as equal the value of determined speed set point i.e. 298.2 RPM, while the resulted error was 0.6036%.

Keywords : Sinusoidal Pulse With Modulation (SPWM), 3 phase Induction Motor, STM32F4.

ABSTRAK

Pengendalian kecepatan motor induksi tiga fasa ini membutuhkan modul Inverter. Inverter terdiri dari saklar semikonduktor atau transistor yang disusun sedemikian rupa, dan memerlukan sinyal kendali yang digunakan untuk mengatur nyala-mati saklar semikonduktor tersebut. Metode untuk merubah sinyal analog menjadi durasi nyala atau mati tersebut adalah Pulse Width Modulation (PWM). Pada proyek akhir ini akan dilakukan pengaturan kecepatan motor induksi tiga fasa menggunakan metode Sine Wave Pulse With Modulation (SPWM). Implementasi control tersebut dilakukan pada mikrokontroler ARM Mikrokontroler STM32F4 untuk mengatur pulsa melalui switching Inverter. Sumber AC dari jala-jala akan diubah menjadi sumber DC oleh rangkaian rectifier untuk masukan Inverter. Kemudian Inverter akan mengubah sumber DC menjadi sumber AC untuk mensuplai motor induksi tiga fasa. Metode SPWM diimplementasikan untuk mencari nilai Frekuensi dari selisih antara Frekuensi referensi dan Frekuensi estimasi. Hasil menunjukkan bahwa kecepatan dengan set point 300 RPM, merupakan respon kecepatan motor dimana nilai kecepatan motor yang dihasilkan hampir sama dengan nilai set point kecepatan yang telah ditentukan yaitu dengan kecepatan 298.2 RPM, error yang dihasilkan adalah 0,6036%.

Kata Kunci : Sine Wave Pulse With Modulation (SPWM), Motor Induksi 3 fasa, STM32F4.

PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan motor induksi tiga fasa di industri maupun pada mesin-mesin yang menggunakan motor listrik sudah semakin banyak. Hal ini disebabkan karena motor induksi tiga fasa memiliki beberapa kelebihan yaitu handal, memiliki tenaga yang besar, konsumsi daya listrik rendah dan perawatannya mudah. Tetapi motor induksi tiga fasa juga memiliki beberapa kelemahan salah satunya adalah pada pengontrolan kecepatan. Kontrol kecepatan pada motor induksi tiga fasa hanya bergantung pada frekuensi masukan sedangkan sumber frekuensi yang

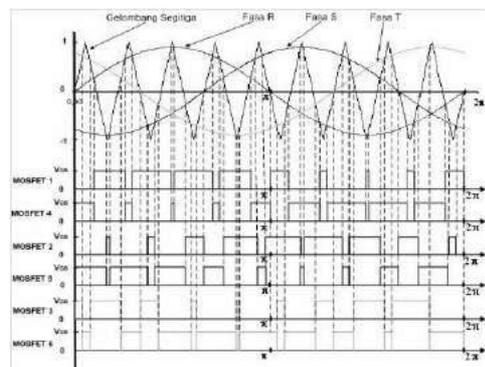
tersedia memiliki frekuensi yang konstan atau tidak dapat diubah nilainya, sehingga pada penerapannya mengatur frekuensi tidak mudah dari pada mengatur besar tegangan sumber yang masuk ke motor induksi tiga fasa. Untuk mengontrol motor-motor tersebut diperlukan sebuah alat yang mampu mengendalikan kecepatan motor tersebut. Dengan ditemukannya inverter maka hal tersebut dapat direalisasikan.

Permanfaatan inverter untuk mensupply motor 3 fasa memerlukan suatu rangkaian kontrol yang mampu mengendalikan Mosfet sehingga tegangan keluaran menjadi stabil dan mampu memenuhi kebutuhan beban tersebut. Kontrol Sinusoidal PWM pada Three Phase Full Bridge Inverter adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengaturan frekuensi dan tegangan keluaran inverter. Dengan menggunakan ARM Mikrokontroler sebagai pembangkit PWM diharapkan dapat melakukan switching pada mosfet dengan maksimal, sehingga mampu mensupply beban 3 fasa pada motor dan mampu menjaga kecepatan putar motor pada set point tertentu.

TINJAUAN PUSTAKA

Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM)

SPWM adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan sudut pemicuan dengan cara membandingkan gelombang segitiga dengan 3 gelombang sinus (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang masing-masing berbeda fasa 120° , seperti ditunjukkan pada gambar berikut:

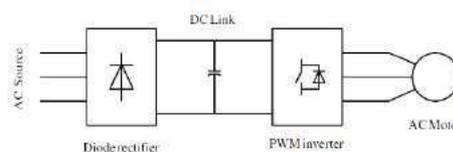


Gambar 1. Pemicuan gelombang SPWM

Setelah didapatkan titik potong antara gelombang segitiga dan tiga gelombang sinus (R, S, dan T), maka di tiap titik dilakukan pemicuan secara bergantian antara MOSFET sisi atas dan bawah sampai satu periode.

Inverter

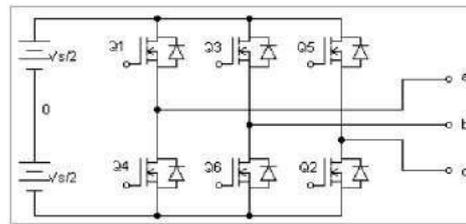
Inverter merupakan suatu peralatan yang dapat digunakan untuk mengkonversikan sumber tegangan AC satu fasa maupun tiga fasa dengan frekwensi yang konstan menjadi tegangan AC 3 fasa dengan Frekwensi yang bisa diatur, sehingga dapat dipakai untuk mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa yang besarnya berbanding lurus dengan Frekwensi sumber tegangannya.



Gambar 2. Inverter Sebagai Pengendali Motor AC

Inverter Tiga Fasa

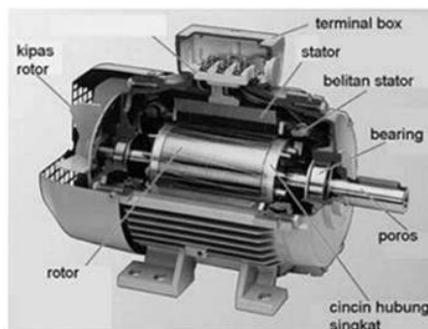
Inverter tiga fasa digunakan untuk penerapan daya tinggi. Keluaran tiga fasa didapat dari sebuah konfigurasi dari enam transistor dan enam buah dioda, seperti yang terlihat pada Gambar 4. Apabila transistor Q1 di-ON-kan, terminal a dihubungkan ke terminal positif tegangan sumber DC. Apabila transistor Q4 di-ON-kan, terminal a dihubungkan ke terminal negatif sumber DC.



Gambar 3. Full bridge inverter tiga fasa

Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi atau motor arus bolak-balik adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor induksi disebut juga sebagai motor asinkron karena rotor berputar tidak serempak dengan putaran magnetik fluks yang berputar yang dihasilkan dalam kumparan stator.



Gambar 4. Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa

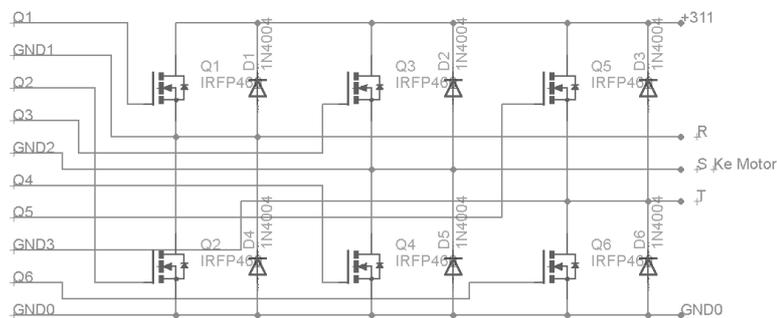
Prinsip kerja dari motor induksi ialah sebagai berikut:

Apabila sumber tegangan 3 ϕ dipasang pada kumparan medan (stator), timbullah medan putar dengan kecepatan angular (ω s). Medan putar stator akan memotong batang konduktor pada rotor. Akibatnya pada kumparan jangkar (rotor) timbul tegangan induksi (ggl) yang mengakibatkan rotor berputar dengan kecepatan putar sinkron terhadap kecepatan putar stator.

METODE

Rangkaian Inverter 3 Fasa

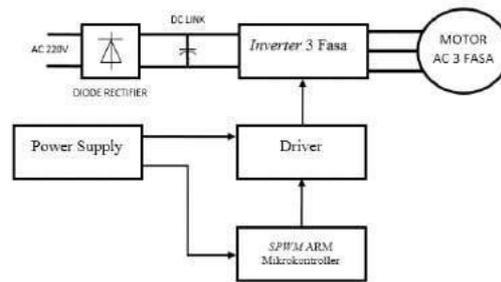
Rangkaian Inverter tiga fasa terdiri dari enam buah mosfet dan 6 buah dioda.



Gambar 5. Perancangan rangkaian utama Inverter tiga fasa

Mosfet yang digunakan adalah mosfet dengan tipe IRFP460. Pertimbangan memilih tipe IRFP460 adalah mosfet tipe tersebut memiliki tegangan drain source maksimum 500 V dan arus drain maksimum 20 A. Berdasarkan parameter tersebut dapat menjadi acuan mengingat beban yang akan ditangani sebesar 0,37 kW.

Blok Diagram Rancangan Inverter Tiga Fasa



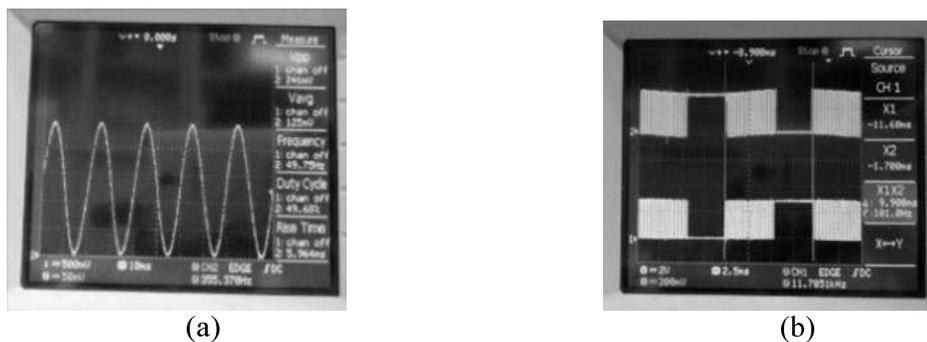
Gambar 6. Blok Diagram Rancangan Inverter

Dari blok diagram pada gambar di atas sumber tenaga yang digunakan adalah dari jala-jala PLN sebesar 220Volt sebagai sumber tenaga listrik AC yang kemudian di searahkan menggunakan rangkaian rectifier satu fasa yang akan menghasilkan sumber DC, karena tegangan DC tersebut memiliki ripple maka memerlukan Capacitor DC sebagai filter agar mengurangi ripple yang di hasilkan oleh rangkaian rectifier tersebut yang kemudian di lanjutkan ke rangkaian Inverter sebagai sumber inputnya. Output dari Inverter tersebut selanjutnya akan digunakan untuk mensuply sebuah Motor Induksi 3 fasa. Kecepatan putar motor akan dikendalikan oleh rangkaian Mikrokontroler dengan cara mengubah frekuensi SPWM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Pulsa SPWM Pada Mikrokontroler

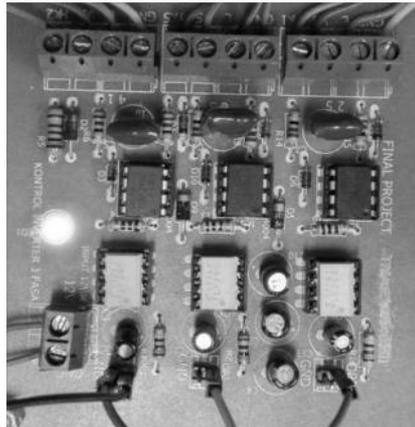
Pada pengujian ini yang dilakukan yaitu menguji signal pulsa yang dihasilkan oleh Mikrokontroler ARM STM32F407VG. Pulsa penyulutan SPWM dperoleh dengan membandingkan sinyal carrier berupa sinyal segitiga yang memiliki offset atau nilai maximal sebesar 1,25V dengan frekuensi 12,5KHz dengan sinyal referensi berupa sinyal sinus sebesar 50Hz dan juga memiliki nilai offset atau nilai maximal 1,25V. Pada gambar 7 sinyal referensi yaitu 50Hz dan sinyal carrier dengan nilai mf yang digunakan adalah sebesar 250 gelombang. Maka signal carrier yang terjadi yaitu 50Hz.



Gambar 7. a) Bentuk sinyal referensi 50Hz, b) Bentuk Pulsa SPWM 50 Hz

Pengujian Driver Inverter

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bentuk gelombang output driver inverter dan bentuk gelombang trigger mikrokontroler yang masuk pada driver inverter.

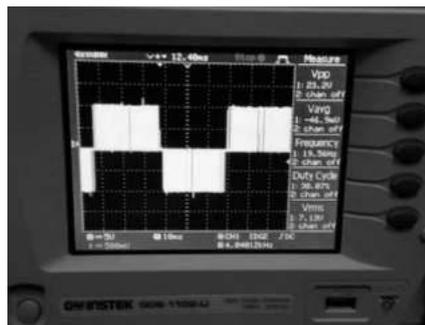


Gambar 8. Rangkaian driver IR2111

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan pulsa PWM pada input rangkaian driver inverter dari output dari timer mikrokontroler

Pengujian Output Inverter

Pengujian dilakukan untuk mengetahui bentuk gelombang output dan besar nilai tegangan output rangkaian inverter. Berikut adalah bentuk gelombang output inverter :



Gambar 9. Bentuk gelombang Output Inverter

Pengujian Motor Tanpa Beban

Tabel 1. Hasil pengujian motor tanpa beban

Set Point (RPM)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)	Cos ϕ	Kec. Motor (RPM)	Error (%)
1200	183	1.18	153.32	0.71	1185	1.250
1050	166	1.18	160.62	0.82	1031	1.809
900	142	1.16	143.31	0.87	891.4	0.955
750	127	1.15	128.52	0.88	742.5	1.000
600	102	1.14	105.81	0.91	591.3	1.450
450	86	1.12	91.50	0.95	446.7	0.733
300	63	1.1	67.91	0.98	301.4	0.466
150	41	0.7	28.41	0.99	145.8	2.800

Berdasarkan hasil percobaan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa daya motor yang dihasilkan cenderung turun nilainya sebanding dengan turunnya nilai frekuensi inverter. Pada saat kecepatan

300 RPM nilai kecepatan yang terbaca menunjukkan nilai sebesar 301.4 RPM. Sehingga dapat dihitung error perbandingan antara set point dan kecepatan yang terbaca sebagai berikut :

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{set point} - \text{kec. motor}}{\text{set point}} \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = \frac{300 - 301.4}{300} \times 100\%$$

$$\text{Error}(\%) = 0.466\%$$

Pengujian Motor Berbeban

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kerja dari sistem kontrol yang telah dibuat dengan cara memberikan tegangan input pada rectifier sebesar 220Volt. Berikut adalah data hasil pengujian motor saat berbeban:

Tabel 2. Hasil pengujian motor saat berbeban

Beban	Set Point	Tegangan	Arus	Daya	Kec. Motor	Error
N.m	(RPM)	(Volt)	(Ampere)	(Watt)	(RPM)	(%)
1	1200	177	1.14	155	1186	1.1666
	1050	158	1.17	135	1039	0.7333
	900	140	1.18	119	890.7	1.0441
	750	117	1.18	99	742.2	1.0509
	600	94	1.19	79	590.4	1.6260
	450	70	1.19	58	440.3	2.2030
	300	48	1.20	40	298.2	0.6036
	150	24	1.21	20	147.8	1.4884

KESIMPULAN

Pada pengujian motor tanpa beban, saat set point bernilai 300 RPM, nilai kecepatan motor yang dihasilkan masih terdapat osilasi dengan nilai error yang bervariasi dari 0% hingga 9%. Pada pengujian motor saat berbeban dapat dilihat bahwa nilai kecepatan motor berubah-ubah dengan nilai beban yang tetap. Sehingga kontrol sistem akan menyesuaikan kecepatan motor tersebut sesuai dengan set point yang diberikan. Namun dapat dikatakan bahwa respon kecepatan motor masih fluktuatif. Pada sample data kecepatan dengan set point 300 RPM, merupakan respon kecepatan motor dimana nilai kecepatan motor yang dihasilkan hampir sama dengan nilai set point kecepatan yang telah ditentukan yaitu dengan kecepatan 298.2 RPM, error yang dihasilkan adalah 0,6036%. Sedangkan error yang tertinggi yaitu pada sampel data kecepatan pada set point 450 RPM yaitu dengan kecepatan 440.3 RPM dengan nilai error 2.203%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adrianto, H. 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR) edisi revisi. Bandung : Informatika.
- [2] Aswardi. 2009. e-learning Documen. Medan : BJJ FT UNP Padang – P4TK Medan.
- [3] Faisyal Rahman. 2013. Pengendalain Tegangan Inverter 3 Fasa Menggunakan Space Vektor Pulse Width Modulation (SVPWM) Pada Beban Fluktuatif. Jember : Universitas Jember.
- [4] Junaidi. 2010. Analisa Switching Transistor untuk Pembentukan Gelombang Sinusoidal PWM. Depok : Universitas Indonesia.
- [5] M. Imam Jazuli. 2014. Perancangan Inverter 3 Fasa Dengan Kontrol Berbasis Mkrontroler Atmega16. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.

- [6] Munoz, O. D. 2011. Design Strategy for a 3-Phase Variable Frequency Drive (VFD). San Luis Obispo. California Polytechnic State University.
- [7] Mokhammad asrul afrizal. 2010. Perencanaan dan Pembuatan Modul Inverter 3 Phase Sebagai Suplai Motor Induksi Pada Pengembangan Modul Praktikum Pengemudi Listrik. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] Pradana, D. P. 2010. Rancang Bangun Rangkaian Full Bridge Converter dan Three Phase Inverter sebagai Penggerak Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler (Three Phase Inverter). Surabaya : PENS Institut Teknologi Sepuluh November.
- [9] Prayogo, R. 2012. Modul Pengaturan PWM (Pulse With Modulation) Dengan PLC. Malang : Universitas Brawijaya.
- [10] Rashid, M. H. 2004. "Power Electronics Circuits, Devices, and Application 3rd Edition". USA : Prentice Hall.
- [11] Rashid, M. H. 2001. Power electronics handbook. Canada : Academic press
- [12] Tim Penulis, 2012. Panduan Kompetisi Mobil Listrik Indonesia IV. Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- [13] UPT Penerbitan Jember. 2009. Pedoman Karya Tulis Ilmiah. Jember : Jember University Press.
- [14] Wasono, Adi.2011. Rancang Bangun Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Melalui Iverter. Semarang : Staf Pengajar Jurusan Elektro Politeknik Negeri Semarang.
- [15] Yadi Yunus, Suyamto. 2008. Rancang Bangun Alat Pengatur Kecepatan Motor Induksi Dengan Cara Mengatur Frekuensi. DIY : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN.
- [16] Zuhail, 1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.