

Rancang Bangun *Inverter* Satu Fasa Dengan Dengan Modulasi Lebar Pulsa PWM Menggunakan Antarmuka Komputer

David Nugraha, Krismadinata

¹ Teknik Elektro, ² Universitas Negeri Padang

davidnugraha02@gmail.com

Abstrak

Energi alternatif yang berkembang pada saat ini dapat kita manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memanfaatkan energi tersebut kita menggunakan sebuah *Inverter*. *Inverter* sendiri dapat merubah tegangan DC menjadi AC. Dalam artikel ini penulis membuat *Inverter* bertujuan untuk memanfaatkan sumber tegangan DC untuk menggerakkan motor induksi satu fasa. *Inverter* yang penulis buat menggunakan H-Bridge *Mosfet* yang dihubungkan dengan *Gate Drive* sebagai pengaman antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya. Metoda yang penulis gunakan dalam artikel ini menggunakan metoda SPWM dengan mengatur lebar pulsanya. SPWM adalah bentuk gelombang keluaran dari *Inverter* tersebut membentuk gelombang sinus. *Visual Basic* digunakan sebagai antarmuka dalam penelitian ini. *Inverter* yang dibuat dapat merubah tegangan DC menjadi AC yang dapat digunakan sebagai supply tegangan untuk berbagai beban AC.

Abstract

Alternative energy that is developing at this time can be utilized in our daily lives. To utilize this energy we use an Inverter. The Inverter itself can change the DC voltage to AC. In this article the author makes an Inverter aimed at utilizing a DC voltage source to drive a single phase induction motor. The inveter that I made uses the H-Bridge Mosfet which is connected to the Gate Drive as a safety between the control circuit and the power circuit. The method that I use in this article uses the SPWM method by adjusting the pulse width. SPWM is the Output waveform from the Inverter forming a sine wave. Visual Basic is used as an interface in this study. Inverters that are made can convert DC voltage into AC which can be used as a supply voltage for various AC loads.

Keywords: *Inverter, Gate Drive, SPWM, Visual Basic*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan modern saat ini energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan [1]. Energi listrik tersebut dapat kita peroleh dari energi alternatif yang berkembang pada saat ini sehingga dapat kita manfaatkan dalam kehiduapam sehari-hari. Untuk memanfaatkan energy alternative tersebut kita membutuhkan sebuah alat yaitu *Inverter*.

Inverter sendiri dapat diartikan sebagai alat untuk merubah tegangan DC menjadi AC Dimana keluaran *Inverter* tersebut kita dapat merubah besaran frekuensi dan tegangannya.

Dari bentuk gelombang yang dikeluarkan *Inverter* dapat berupa gelombang yang membentuk kotak, gelombang sinus modifikasi dan gelombang sinusoidal [2]

Pada sebuah *Output Inverter* mempunyai distorsi harmonisa yang sangat besar, karna itu kita harus meminimalkan total distorsi harmonik tersebut agar kerja dari *Inverter* tersebut lebih maksimal [3].

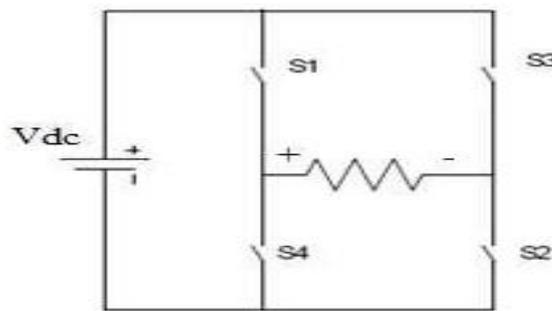
TEORI DASAR

a. *Inverter*

Inverter adalah perlatan elektronik untuk menghasilkan tegangan bolak balik dengan masukan tegangan searah, dengan frekuensi sebesar 50Hz, sehingga dapat menghasilkan pwm dengan *switching* tegangan tinggi dengan membandingkan sinyal sinusoidal dengan sinyal segitiga [4].

b. *Inverter* satu fasa

Inverter satu fasa penulis buat mempunyai empat saklar yang di rangkai H-Bridge yang memiliki waktu pengoperasian yang berbeda.



Gambar 1. Rangkaian H-Bridge

Dari gambar diatas dapat kita lihat bentuk penyaklaran dari H-Bridge saat s1 dan s2 on maka s3 dan s4 off begitu juga sebaliknya. Bekerjanya H-Bridge diatur dengan memasukan sinyal PWM.

c. *Mosfet*

Mosfet merupakan salah satu jenis FET, *Mosfet* memiliki tiga buah kaki konduktor, yaitu kaki pertama atau ujung atas dinamakan drain, kaki kedua dinamakan source, dan kaki ketiga dinamakan gate. Pada sisi kanan dan kiri *Mosfet* mempunyai implant semikonduktor yang berbeda di setiap sisinya. Terminal pada kedua sisi implant tersebut terhubung pada sebuah gate. Yang membedakan *Mosfet* dengan *FET-FET* lainnya terletak pada gate, karena gate yang terdapat pada *Mosfet* diisolasi oleh bahan oksida. Gate sendiri terbuat dari bahan metal seperti alumunium.

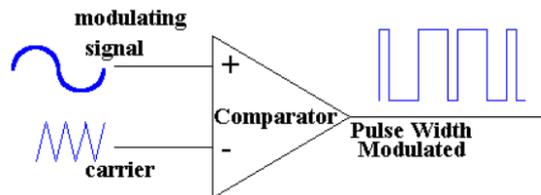
Karakteristik dari sebuah *Mosfet* sama dengan transistor, tetapi *Mosfet* lebih tahan dari sebuah gangguan. Untuk pengendalian komutasi pada transistor dilakukan dengan arus base, sedangkan *Mosfet* terdapat pada tegangan gate untuk melakukan pengendalian komutasi.

d. *Sinusoidal Pulse Widht Modulation*

Untuk menghasilkan gelombang pulsa, menggunakan rangkaian SPWM yang dapat disetting sesuai dengan perubahan gelombang yang digunakan berupa gelombang

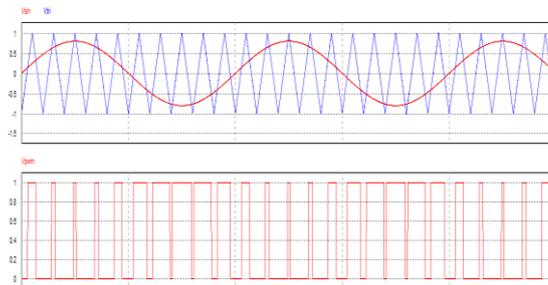
sinusoidal. Dalam sistem ini membandingkan $V_{reference}$ dengan gelombang $V_{carrier}$ digunakan komparator.

SPWM memiliki prinsip kerja dengan mengatur lebar pulsa yang mengikuti pola gelombang sinusoidal. Komparator digunakan untuk membandingkan gelombang sinusoidal dan gelombang segitiga. Jika nilai tegangan sinusoidal lebih besar dari tegangan segitiga maka *Output* komparator akan bernilai 1 (*high*). Namun jika tegangan sinusoidal lebih kecil dari tegangan segitiga maka *Output* komparator akan bernilai 0 (*low*). Berikut gambar skema pembentukan sinyal SPWM.



Gambar 2. Skema Pembentukan Sinyal SPWM

Memodulasi sinyal *carrier* yaitu digunakan sinyal sinus dengan amplitudo dan frekuensi maksimum. Sebagai gelombang *carrier*, gelombang pemodulasi (sinyal sinus) tidak boleh lebih besar daripada frekuensi sinyal segitiga. Perbandingan antara amplitudo gelombang sinusoidal dengan gelombang segitiga disebut indeks modulasi amplitudo. Dapat dilihat pada gambar dibawah bentuk gelombang SPWM.

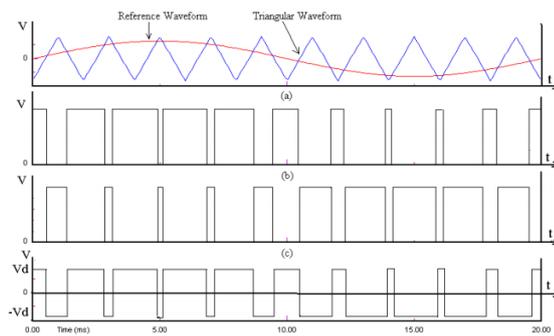


Gambar 3. Bentuk Gelombang SPWM

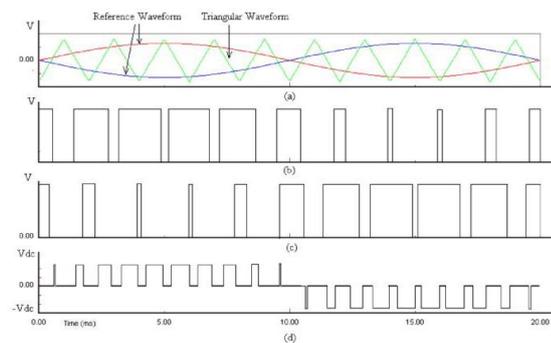
Pada sinyal SPWM, frekuensi keluaran *Output Inverter* tergantung frekuensi sinyal referensi. Misalkan frekuensi sinyal referensi 50 Hz, maka frekuensi *Output* tegangan *Inverter* akan bernilai 50 Hz. Frekuensi sinyal *carrier* akan disebut sebagai frekuensi *switching*. Faktor distorsi dan faktor harmonisa orde rendah dapat kita kurangi dengan menggunakan metoda SPWM.

e. SPWM *Switching* Bipolar

SPWM dengan tegangan *switching* bipolar terdiri dari sebuah komparator yang membandingkan sinyal tegangan referensi dengan sinyal segitiga.

Gambar 4. SPWM Dengan *Switching* Tegangan Bipolarf. SPWM *Switching* Unipolar

SPWM dengan tegangan *switching* unipolar membutuhkan dua komparator untuk membandingkan sinyal segitiga dan dua sinyal referensi yang terdiri dari sinyal positif dan negatif.

Gambar 5. SPWM Dengan *Switching* Tegangan Unipolar

Dalam skema unipolar tegangan *switching*, amplitudo harmonik signifikan jauh lebih rendah untuk semua indeks modulasi sehingga filtrasi lebih mudah, dengan ukuran yang jauh lebih kecil antara 0 dan $-V_{DC}$. Berbeda dengan bipolar *switching* dimana tegangan *Output* berulang antara V_{DC} dan $-V_{DC}$

g. Motor Induksi Satu Fasa

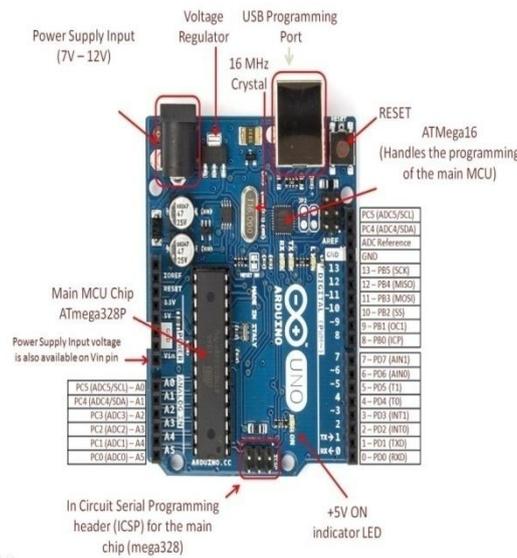
Motor induksi satu fasa dapat diartikan sebagai motor yang dijalankan dengan tegangan bolak balik atau AC. Putaran rotor dari motor tersebut tidak sama dengan putaran medan stator, karna terdapat slip atau selisih. Motor induksi satu fasa dapat digunakan dengan kondisi daya yang rendah namun kecepatan yang relatif konstan. Kontruksi dari motor satu fasa cukup sederhana dan umumnya digunakan pada peralatan domestik. Motor satu fasa tidak bisa melakukan pengasutan sendiri tanpa pertolongan alat bantu dan juga efisiensi dari motor tersebut yang cukup rendah

Kontruksi Motor induksi satu fasa terdiri dari dua buah bagian utama yaitu bagian rotor dan bagian stator. Diantara stator dan rotor terdapat celah untuk udara. rotor adalah bagian yang berputar dari sebuah motor yang terdapat lilitan tembaga dalam rotor tersebut. Sedangkan stator adalah bagian yang diam atau rangka pada sebuah motor tempat rotor terpasang.

h. Mikrokontroler Atmega 328

Arduino adalah sebuah board mikrokontroler dengan desain skematik dan *PCB* yang memiliki open source, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. Untuk memprogram dan menjalankan *Arduino* kita memerlukan *software* arduino IDE untuk mengupload program tersebut ke *Arduino*.

Board *Arduino* menggunakan Chip/IC mikrokontroler dimana pada artikel ini menggunakan ATmega328. Operasi berbasis waktu dapat dilaksanakan dengan tepat dikarenakan terkandungnya mikroprosesor serta kelengkapan dengan *oscillator* 16MHz serta regulator atau *supply* sebesar 5 volt.



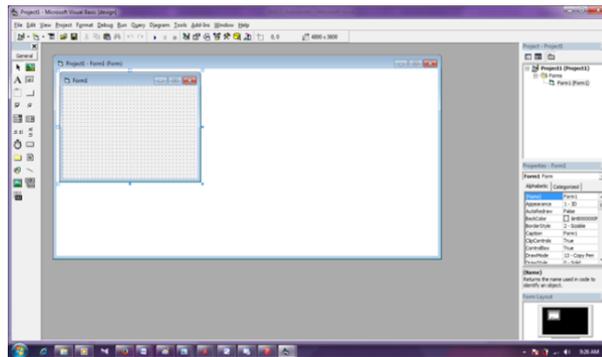
Gambar 6. Board *Arduino*

i. *Gate Drive*

Gate Drive berfungsi sebagai penguat tegangan dan arus pada gelombang pulsa yang akan dihubungkan ke gate sebuah *Mosfet* sehingga gelombang pulsa yang akan menjadi pemicu aktifnya *Mosfet* dapat memenuhi syarat untuk mengaktifkan gate *Mosfet*. Selain itu *Gate Drive* juga berfungsi sebagai isolasi dan pengaman antara rangkaian daya dan kontrol

j. *Visual Basic*

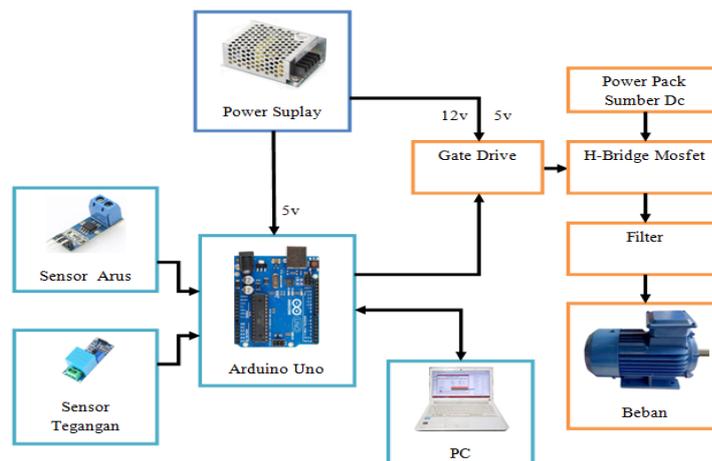
Visual Basic atau VB merupakan program yang akan berjalan jika pemakai memberikan respon dengan mengklik atau menekan mouse dan memulai yang ada pada tampilan layar VB tersebut. Bahasa pemrograman dari *Visual Basic* adalah pemrograman *windows* yang berbasis GUI (*Graphical User Interface*). Sifat bahasa pemrogramannya adalah *Event driven*. Saat *event* terjadi maka kode yang berhubungan dengan *event* akan dijalankan. *Visual Basic* mempunyai suatu jendela yang luas sebagai ruang kerjanya. Pembuatan aplikasi dalam *Visual Basic* kita harus memulai dengan memikirkan kebutuhan, merancang skema dan dilanjutkan dengan *coding* untuk program tersebut.

Gambar 7. Tampilan *Visual Basic*

METODE PENELITIAN

a. Rancangan

Sebelum membuat sebuah alat kita memerlukan sebuah rancangan untuk menentukan komponen yang akan digunakan. Rancangan tersebut dapat kita lihat dalam sebuah blok diagram untuk melihat masukan dan keluaran dari alat yang dibuat.



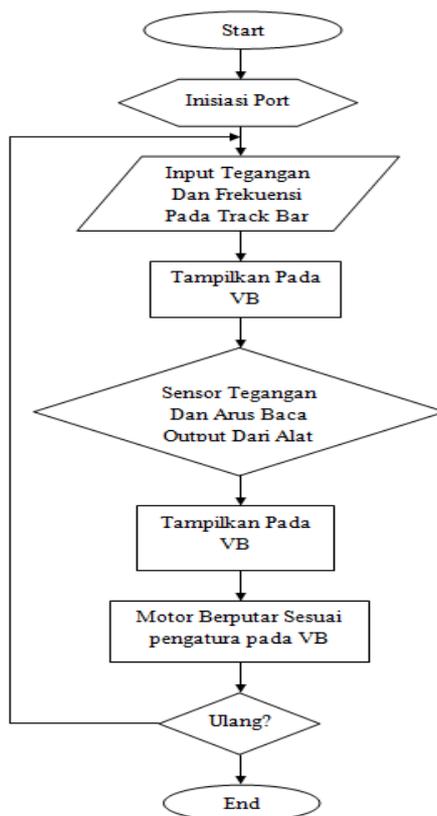
Gambar 8. Blok Diagram

Dari blok diagram tersebut dapat dilihat *Inverter* yang akan di buat menggunakan *PC* (komputer) sebagai *interface* dan pengontrolan frekuensi dan tegangannya.

Cara kerja alat ini dimulai dengan menghubungkan *arduino uno* dan mengkoneksikannya pada sebuah *PC* (komputer) yang telah terinstal software *visual studio*. Setelah *Arduino* terkoneksi dengan *PC*, nyalakan power suplay untuk menghidupkan *Gate Drive*. *Power Pack* yang sudah dihubungkan dengan *H-Bridge Mosfet* perlahan dinaikkan tegangannya dengan batas maksimal 220 VDC. Setelah *H-Bridge* mendapatkan suplay tegangan dari *Power Pack*, barulah set bar yang ada pada *PC* dinaikkan perlahan sampai batas yang telah ditentukan.

b. Flowchart

Dalam memudahkan dalam memahami langkah kerja dari alat yang dibuat digunakan flowchart dalam perancangan ini.



Gambar 9. Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada beberapa pengujian yang dilakukan dalam artikel ini.

1. Pengujian catu daya

Pengujian pada catu daya dilakukan untuk melihat apakah catu daya dapat bekerja dengan baik untuk menyuplai tegangan pada mikrokontroler dan *Gate Drive*.

Tabel 1. Pengukuran catu daya

No	Parameter pengukuran	Nilai
1	Tegangan Sumber Utama	220 VAC
2	Tegangan keluaran Catu Daya	11,98 VDC
3	Tegangan keluaran Buck-Boost	5,0 VDC

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan didapatkan tegangan keluaran dari catu daya 11,98 VDC dan 5 VDC pada keluaran Buck-Boost untuk. Dari hasil tersebut terdapat error yang masih batas toleransi.

2. Pengujian Mikrokontroler Atmega 328

Pengujian pada Mikrokontroler dilakukan untuk melihat tegangan pada logika *low* dan *high* pada Mikrokontroler tersebut.

Tabel 2. Penujuan mikrokontroler

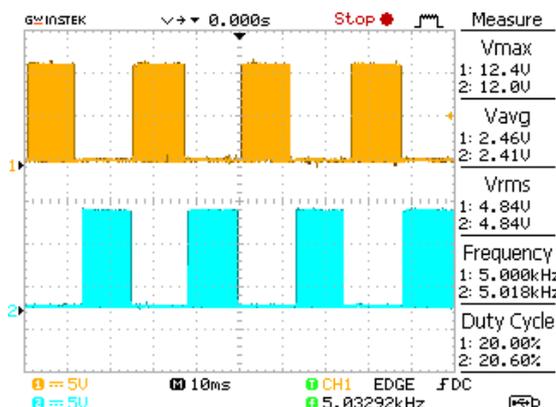
Logika Port	Tegangan pada pin I/O
<i>Low</i> (0)	0,0261 V
<i>High</i> (1)	4,3V

Bedasarkan hasil pengukuran yang dilakukan didapatkan mikrokontroler dalam keadaan lohika *low* tegangan yang dihasilkan 0,0261V dan logika *High* 4,3 V

3. Pengujian *Gate Drive*

Tabel 3. Pengujian keluaran *Gate Drive*

A		B	
High	Low	High	Low
2,52	1,56	2,51	1,59



Gambar 10. Gelombang keluaran *Gate Drive*

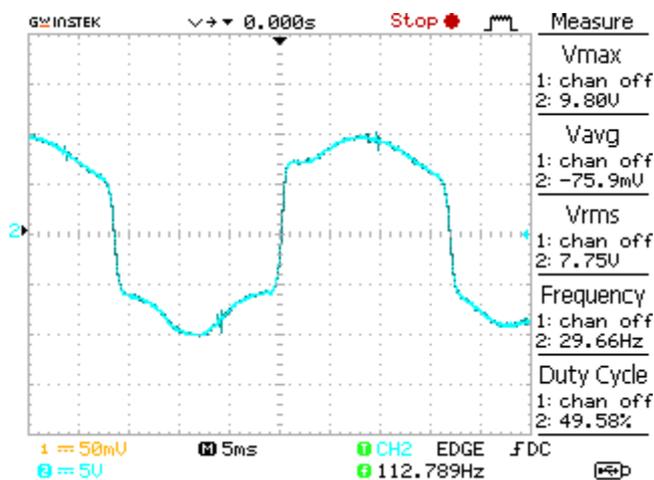
Dari hasil pengukuran dan bentuk gelombang yang dihasilkan *Gate Drive* yang akan diteruskan ke *Gate Mosfet*. Gelombang yang dikeluarkan dari *Mosfet* tersebut memperlihatkan gelombang *high* dan *low* yang akan menjadi setengah sinus positif, dan setengah sinus negatif.

4. Pengujian *Mosfet*

Pengujian *Mosfet* bertujuan apakah *Mosfet* dapat bekerja dengan baik.

Tabel 4. Pengujian *Mosfet*

Vin	Tanpa Filter	Dengan Filter
150V	89,5 V	87,5 V



Gambar 12. Bentuk gelombang menggunakan resistor

Berdasarkan tabel diatas dapat kita lihat hasil dari pengukuran pada rangkaian *Mosfet* terdapat perbedaan pada pengukuran sebelum dan sesudah filter. Perbedaan saat dengan filter dan tanpa filter tersebut dikarnakan filter tersebut mempengaruhi tegangan keluaran sehingga terjadi penurunan tegangan. Sedangkan pada gambar yang diberi beban resistor terlihat bentuk gelombang yang menyerupai seperti gelombang sinus.

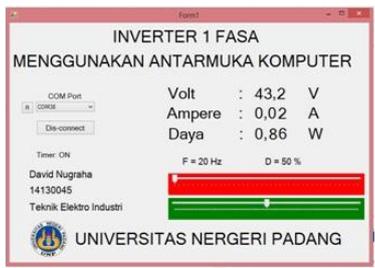
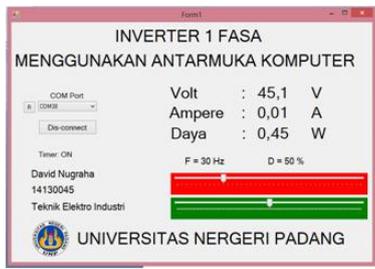
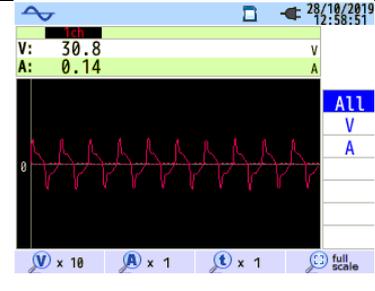
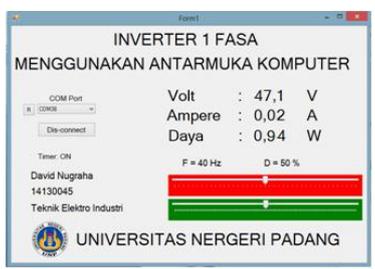
5. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

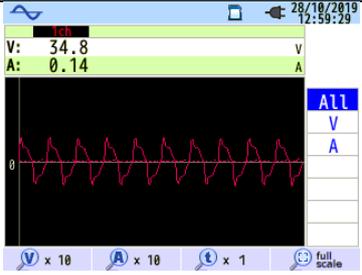
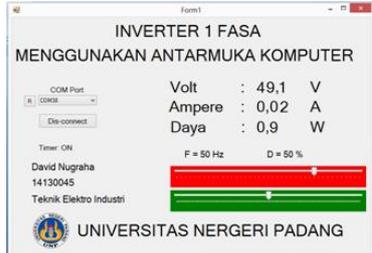
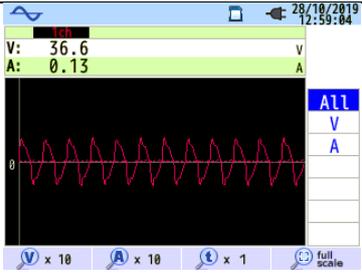
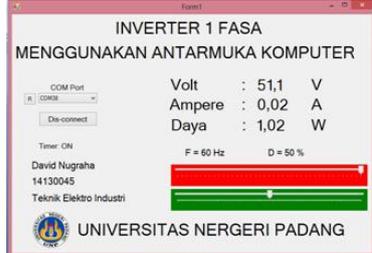
Dalam melakukan pengujian pada rangkaian keseluruhan pada *Inverter* ini diberikan tegangan *Input* DC 200 VDC dan *Duty Cycle* 50%. Beban yang digunakan adalah motor induksi satu fasa. Dalam pengujian ini dapat kita lihat apakah frekuensi dapat mempengaruhi kecepatan motor yang akan kita gunakan sebagai beban.

Tabel 5. Pengujian dengan beban motor

V in	Frekuensi	Duty Cycle	V Out	Arus	RPM
200	20Hz	50%	22,5	0,3	1800
200	30Hz	50%	26,2	0,3	2022
200	40Hz	50%	30,8	0,3	2140
200	50Hz	50%	34,8	0,3	2307
200	60Hz	50%	36,6	0,3	2375

Tabel 6. Bentuk gelombang dan tampilan VB

20 Hz		
30 Hz		
40 Hz		

<p>50 Hz</p>		
<p>60 Hz</p>		

Dari tabel diatas dapat kita lihat perubahan kecepatan motor dengan mengatur frekuensi pada software *Visual Basic*. *Output* yang dihasilkan juga berbeda seiring dengan perubahan frekuensi.

Untuk mengatur frekuensi dan *Duty Cycle* penulis menggunakan software visual studio 2012. Disini memang terdapat perbedaan hasil pengukuran melalui alat ukur dengan pembacaan sensor yang ditampilkan pada *Visual Basic*, karena resolusi pada sensor-sensor yang digunakan sangat kecil, sehingga pembacaan arus dan tegangan pada sensor tidak begitu tepat

PENUTUP

Dari *Inverter* yang telah dibuat masih banyak terdapat kekurangan. *Inverter* tersebut sudah dapat mengatur kecepatan motor induksi satu fasa dengan merubah frekuensi dan tegangan *Output* dari sebuah komputer melalui software visual studio.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aliyan, Lalu Riza, dkk. (2014). “Desain *Inverter* Tiga Fasa dengan Minimum Total Harmonic Distortion Menggunakan Metode SPWM”
- [2] Sianturi, George PM dan Krismadinata. “RANCANG BANGUN *INVERTER* SATU FASA MENGGUNAKAN METODA SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)”. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [3] Tauhid, Barqie. (2017). “Perancangan *Inverter* Satu Fasa PWM dengan Teknik Eliminasi Harmonisa”. Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak.
- [4] Pangabean Subastian Yusuf. (2017). “Rancang Bangun *Inverter* Satu Fasa Menggunakan Teknik High Voltage Pwm (Pulse Width Modulation)”. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- [5] Andriyanto, Heri dan Aan, Darmawan. (2016). “*Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*”. Bandung: Informatika Bandung.
- [6] Asnil. 2009. Harmonik Pada *Inverter*. Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi. Vol. 10, No.2
- [7] Harahap Partaonan. (2018). “Harmonisa Pada Rangkaian *Inverter* Satu Fasa”. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- [8] Desiwantiyani, Novita dan Firmansyah Nur Budiman. “Rancang Bangun *Inverter* SPWM”. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [9] Rashid, Muhammad. (2017). “*Power Electronics Handbook*”. Florida: Butterworth Heineman
- [10] Rashid, Muhammad. (2001). *Power Electronics Handbook*. USA: Academic Press
- [11] Hidayat, Fitrah dan Krismadinata. (2019). “Rancang Bangun VVVF *Inverter* 3 Fasa Untuk Operasi Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Antarmuka Komputer”. Padang: Universitas Negeri Padang.
- [12] Saputra Ardyan, Rofiq Ainur, Dkk. “Rancang Bangun *Inverter* Satu Phase Sebagai Penggerak Motor Induksi Satu Phase”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [13] Sidik, Fajar Yohana, Dkk. (2013). “Sinusoidal Pulse Width Modulation Berbasis Lookup Table Untuk *Inverter* Satu Fase Menggunakan 16-Bit Digital Signal Controller”
- [14] Vishay. (2017). *IRFP460, SiHFP460 Datasheet* dalam <http://www.vishay.com/docs/91237/91237.pdf>. Diunduh pada 27 Desember 2018.
- [15] W. Hart, D. “*Power Electronic*”. McGraw-Hill Companies, New York, 2011.

Biodata Penulis

David Nugraha, Lahir di Padang 02 Maret 1996. Menyelesaikan program studi DIV Teknik Elektro Industri di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.

Krismadinata Lahir di Padang 11 September 1977. Menyelesaikan studi S1 di Universitas Andalas, S2 di Institut Teknologi Bandung, dan S3 di Universitas Malaya.