

# RANCANG BANGUN RANGKAIAN FULL BRIDGE CONVERTER DAN THREE PHASE INVERTER SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER (THREE PHASE INVERTER)

**Dimas Pungky P<sup>1</sup>, Ir. M. Zaenal Effendi, MT<sup>2</sup>, Ir. Era Purwanto, M.Eng<sup>3</sup>**

(1)Mahasiswa Jurusan Elektronika Industri, (2)(3) Dosen Pembimbing Program Diploma III Jurusan  
Elektronika Industri Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111  
Telp : (+62)-31-5947280, Fax : (+62)-31-5946114

## ABSTRACT

At this Final Project was created 3 Phase Inverter module based microcontroller as electric vehicle mover that used to control 3 phase induction motor speed in electric vehicle. This 3 Phase Inverter circuit using microcontroller ATMEGA16 programmed by C Language to produce PWM(Pulse Width Modulation) signal, that will be an input of 3 phase Inverter driver IR2130 as 3 phase Inverter driver that provide virtual ground and dead time of each pulse at once, this ability bring easiness and safeness in 3 phase Inverter circuit. The Output signal will be used to trigger mosfet in Inverter circuit with 180° conduction mode and variable trigger frequency between 10-50 Hz.

**Key Words:** 3 Phase Inverter , Microcontroller, ATMEGA16, IR2130

## ABSTRAK

Pada Proyek akhir ini dibuat sebuah modul Inverter 3 fasa berbasis mikrokontroler sebagai penggerak mobil listrik yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi 3 fasa pada mobil listrik sebagai mesin penggerak. Rangkaian inverter 3fasa sebagai masukan motor induksi 3fasal ini menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16 dengan menggunakan bahasa C untuk menghasilkan PWM(Pulse Width Modulation) yang nantinya sinyal PWM digunakan untuk masukan rangkaian IR2130 sebagai driver inverter 3 fasa yang menyediakan virtual ground dan death time antar pulsa sehingga memberikan faktor kemudahan dan keamanan lebih pada rangkaian inverter 3phasa. Hasil dari keluaran rangkaian IR2130 akan digunakan untuk menyulut mosfet pada rangkaian inverter 3fasa dengan mode konduksi 180° dan frekuensi penyulutan yang variable yaitu 10 - 50Hz.

**Kata kunci:** : *Inverter 3Fasa, Mikrokontroler, ATMEGA16, IR2130.*

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan utama yang tengah dihadapi pada saat ini di bidang transportasi terutama pada mobil adalah semakin berkurangnya bahan bakar minyak yang masih merupakan energi utama, untuk mengatasi hal tersebut motor listrik bertenaga listrik adalah alternatif lain untuk digunakan sebagai penggerak.

Motor listrik jenis motor induksi adalah jenis motor yang paling menguntungkan untuk digunakan pada mobil listrik sebagai sistem penggerak, dan untuk mengatur besarnya kecepatan motor induksi 3 fasa pada mobil listrik diperlukan rangkaian inverter 3 fasa.

Aki adalah sumber tenaga yang biasa digunakan pada mobil listrik, dimensi yang

besar dan berat membuat aki tidak bisa digunakan terlalu berlebih dengan kata lain lebih terbatas, rangkaian penaik tegangan adalah cara yang tepat untuk menaikkan tegangan masukan dari aki sehingga besarnya sesuai dengan tegangan yang di butuhkan motor induksi

## 2 TUJUAN

Tujuan yang harus dicapai dalam proyek akhir ini ada dua yaitu:

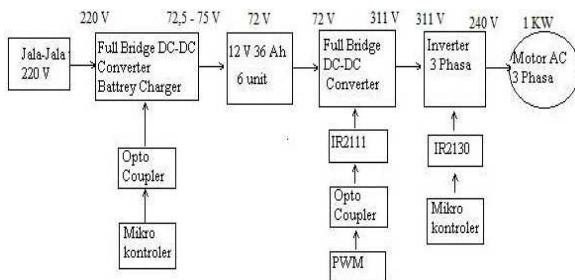
1. Tujuan Khusus  
Sebagai syarat kelulusan di Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-ITS untuk memperoleh gelar D3 yaitu *Ahli Madya (Amd)*.
2. Tujuan Umum

Membuat rangkaian *inverter* tiga fase sebagai pengemudi motor induksi 3 fase sebagai penggerak mobil listrik.

**BATASAN MASALAH**

- Membuat Inverter 3 fase dengan IC IR 2130.
- Program pada mikrokontroler ATmega 16 untuk mengontrol penyulutan pada Mosfet menggunakan Bahasa C.
- Penyulutan pada Mosfet menggunakan metode switching PWM (*Pulse Width Modulated*) mode konduksi 180°.
- Tampilan untuk memperlihatkan frekuensi menggunakan LCD.

**2. KONFIGURASI SISTEM**



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Keterangan :  
Pada blok diagram di atas adalah blok diagram system mobil listrik secara keseluruhan.

**4. PRINSIP KERJA**

Pada proyek kali ini kami membuat suatu modul inverter 3fase yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi 3 fase sebagai penggerak mobil listrik. Mikrokontroler ATMEGA16 digunakan untuk menghasilkan pulsa penyulutan tiap-tiap mosfet pada inverter 3 fase metode switching PWM dengan mode konduksi 180°. LCD 16 karakter digunakan untuk memonitoring frekuensi penyulutan inverter 3 fase.

Untuk mendesain rangkaian inverter 3 phase yang baik diperlukan perhitungan nilai komponen-komponen yang tepat. Karena nilai komponen yang tidak tepat, dapat menyebabkan hasil output yang kurang baik, seperti keluarnya ripple tegangan dan arus yang terlalu besar.

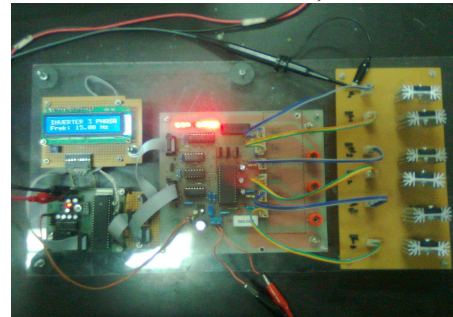
Untuk mendesain rangkaian inverter 3 phase, perlu ditetapkan terlebih dahulu beberapa variable, yaitu:

- Frekuensi inverter : 50Hz
- VL-L Inverter : 220 V

- Tegangan input : 311 V
- Perhitungan Rangkaian Inverter
- Daya motor : 1 KW
- Daya Inverter : 1,25 KW
- Tegangan motor : 220 V (dihubungkan Delta)
- Arus keluaran inverter:  
 $I = 1000/220 = 4,5$  Ampere
- Frekuensi inverter : 50 Hz
- MOSFET yang digunakan adalah IRFP460

**5. DATA HASIL PERCOBAAN**

Untuk pengujian inverter kami membutuhkan sumber penyulutan sumber DC. dengan memberikan data penyulutan pada Qa,Qb dan Qc maka penulis dapat menguji keluaran dari inverter untuk masing-masing tabel switching. Gambar 5.0 adalah rangkaian keseluruhan Inverter 3 fase yang terdiri dari LCD 16 karakter, ATMEGA16, rangkaian Driver Inverter 3 Fase IR2130, dan 6 mosfet.



Gambar 5.0 Rangkaian Inverter 3 fase

Berikut gambar-gambar sinyal-sinyal inverter 3fase

Gambar 5.1 Gelombang PWM phase R-S frekuensi 10 Hz



Gambar 5.2 Gelombang PWM phase R-S frekuensi 20 Hz



**Gambar 5.3** Gelombang PWM phase R-S frekuensi 30 Hz



**Gambar 5.4** Gelombang PWM phase R-S frekuensi 40 Hz



**Gambar 5.5** Gelombang PWM phase R-S frekuensi 50 Hz

Frekuensi (Hz)	Vdc (Volt)	VI-l rms praktek (Vac)	VI-l rms teori (V)	% Error (%)
10	258.7	190,4	201.786	5.6
20	269.2	198,4	209.97	5.5
30	272	204,3	212.16	3.6
40	285.2	213,7	222,45	3.3
50	298	231,1	232.44	0.56
50	125	102	97.5	4.3
50	158	129	123,24	4.67
50	183	148.5	142,7	4.07

**Tabel.I** Data Hasil Percobaan

Berikut adalah persamaan yang digunakan pada six step inverter:

Dari **tabel 1** kita bisa melihat semakin rendah frekuensi Inverter 3 fasa arus keluaran Inverter 3 fasa jadi semakin besar, hal ini disebabkan metode switching Inverter menggunakan PWM untuk itu  $V/f = \text{konstan}$

belum tercapai. Jadi pada frekuensi rendah dan tegangan tetap.

Analisa data :

Untuk inverter 3 fasa dengan metode switching  $180^\circ$ , rumus yang digunakan adalah :

$$V_{ab(rms)} = (4\sqrt{3}/2\sqrt{2}) \times (V_{dc}/\pi) = \mathbf{0,78 \cdot V_{dc}}$$

$$V_{ab(rms)2} = 0.78 \times 269.2 = 209.97 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)3} = 0.78 \times 272 = 212.16 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)4} = 0.78 \times 285.2 = 222,45 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)5} = 0.78 \times 298 = 232.44 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)6} = 0.78 \times 125 = 97.5 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)7} = 0.78 \times 158 = 123,24 \text{ Volt}$$

$$V_{ab(rms)8} = 0.78 \times 183 = 142,7 \text{ Volt}$$

$$\%Error = \left| \frac{V_{llrms\_teori} - V_{llrms\_praktek}}{V_{llrms\_teori}} \right| \times 100\%$$

$$\%Error1 = \left| \frac{201,78 - 190,4}{201,78} \right| \times 100\% = 5.6\%$$

$$\%Error2 = \left| \frac{209,97 - 198,4}{209,97} \right| \times 100\% = 5.5\%$$

$$\%Error3 = \left| \frac{212,16 - 204,4}{212,16} \right| \times 100\% = 3.6\%$$

$$\%Error4 = \left| \frac{222,45 - 213,7}{222,45} \right| \times 100\% = 3.3\%$$

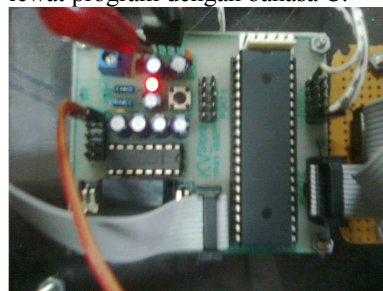
$$\%Error5 = \left| \frac{232,44 - 231,1}{232,44} \right| \times 100\% = 0.56\%$$

$$\%Error6 = \left| \frac{97,5 - 102}{97,5} \right| \times 100\% = 4.3\%$$

$$\%Error7 = \left| \frac{123,24 - 129}{123,24} \right| \times 100\% = 4,67\%$$

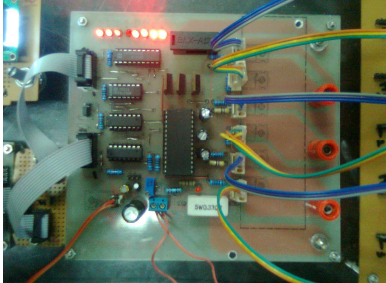
$$\%Error8 = \left| \frac{142,7 - 148,5}{142,7} \right| \times 100\% = 4.07\%$$

**Gambar 5.6** adalah gambar rangkaian minimum system ATMEGA16, mikrokontroler yang digunakan untuk menghasilkan pulsa trigger inverter 3 fasa, lewat program dengan bahasa C.



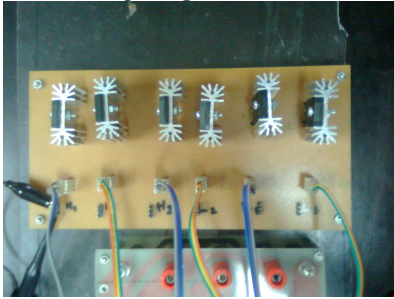
**Gambar 5.6** Minimum system ATMEGA16

Untuk rangkaian Driver Inverter 3 fasa dengan IR2130 bisa dilihat pada **gambar 5.7**



**Gambar 5.7** Rangkaian Driver IR2130

Terdapat 6 unit MOSFET tipe IRFP460 yang digunakan pada switching Inverter 3 fasa, bisa dilihat pada **gambar 5.8**



**Gambar 5.8** Rangkaian Mosfet sebagai switching inverter 3 fasa

Dari mikrokontroler ATMEGA16 kita bisa memrogram LCD 16 karakter sehingga terlihat seperti **gambar 5.9**



**Gambar 5.9** Tampilan LCD 16 karakter

## 6. KESIMPULAN

Setelah melalui beberapa proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan Three phase Inverter, maka dapat disimpulkan:

1. Karena metode switching pada proyek akhir ini menggunakan metode PWM maka V/F konstan belum tercapai, jadi semakin rendah frekuensi switching

inverter, arus yang dihasilkan menjadi cukup besar.

2. Three Phase Inverter yang dibuat hanya mampu mencatu tegangan stabil hingga 298,5 volt dengan kemampuan arus maksimum 4 A.

3. Untuk mendapatkan daya keluaran maksimal pada Three Phase Inverter bisa didapat dari pemilihan komponen switching yang tepat.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afif Salakhudin, "Rancang Bangun Inverter Satu Fase pada Daya Cadangan Rumah Tangga (switching PWM)", Proyek Akhir PENS-ITS 2007.
- [2] Hasna Abadiningrum, "Sepeda Elektrik Menggunakan Penggerak Motor Induksi Tiga Fasa (Mikrokontroler sebagai Driver pada Buck-Boost Konverter Inverter Tiga Fasa)", Proyek Akhir PENS-ITS 2008.
- [3] Muhammad H. Rashid, "Power Electronics Circuits, Devices, and Application 3", Prentice Hall 2004.
- [4] Datasheet ATmega8535, diakses 1 Februari 2009, <http://www.atmel.com/literature>.
- [5] Datasheet AVR ISP Programmer, diakses 1 Februari 2009, <http://www.avrispprogrammer.com/literature>.