

**RANCANG BANGUN INVERTER TIGA FASA
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi
Diploma IV di Universitas Negeri Padang*



Oleh:

FAUZIAH ANITA

NIM. 98840/2009

**PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2015**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535

Nama : Fauziah Anita

BP/NIM : 2009 / 98840

Program Studi : DIV Teknik Elektro Industri

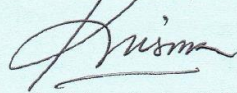
Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Padang, 06 Maret 2015

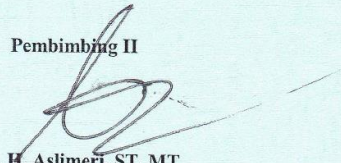
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Krismadinata, ST, MT
NIP. 19770911200012 1 001

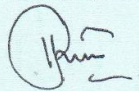
Pembimbing II



Drs. H. Aslimeri, ST, MT
NIP. 19560501 198301 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Oriza Candra, ST, MT
NIP. 19721111 199903 1 002

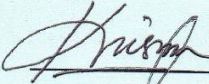
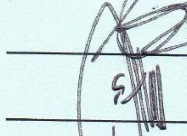
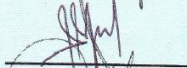


HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega
8535

Nama : Fauziah Anita
BP / NIM : 2009 / 98840
Program Studi : DIV Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 06 Februari 2015

Dewan penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Krismadinata, ST, MT	
Sekretaris	: Drs. H. Aslimeri, MT	
Anggota	: Drs. H. Aswardi, MT	
Anggota	: Ali Basrah Pulungan, ST, MT	
Anggota	: Asnil, S.Pd, M.Eng	



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Fax (0751) 705644 e-mail: info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fauziah Anita
NIM/TM : 98840 / 2009
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535**" adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Oriza Candra, M.T
NIP. 19721111 199903 1 002

Saya yang menyatakan,



Fauziah Anita
NIM/BP. 98840/2009

ABSTRAK

Fauziah Anita (98840/2009). Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535

Pembimbing I : Dr. Krismadinata, ST. MT

Pembimbing II : Drs. H. Aslimeri, MT

Inverter adalah konverter yang dapat mengkonversi atau mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC). Inverter merupakan salah satu perangkat utama didalam UPS (*Uninterruptible Power Supply*). Saat sekarang ini inverter banyak digunakan, salah satunya sebagai penyearah transmisi tegangan tinggi DC dalam memperbaiki faktor daya. Pada transmisi tegangan tinggi ini digunakan inverter tiga fasa karena dapat menghasilkan daya lebih besar. Inverter tiga fasa merupakan inverter yang keluarannya berupa arus dan tegangan bolak-balik tiga fasa, yang digunakan untuk aplikasi daya tinggi, karena itu penulis tertarik untuk merancang dan membuat inverter tiga fasa menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pengendalinya. Inverter tiga fasa ini dapat dibuat secara analog, yaitu menggunakan cara pengatur *duty cycle*, namun pembuatan secara analog ini memerlukan rangkaian tambahan untuk mengatur lebar pulsa yang diinginkan.

Prinsip kerja dari inverter tiga fasa ini yaitu, bagaimana menghasilkan gelombang keluaran inverter tiga fasa menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dan menganalisa gelombang keluaran tersebut. Inverter tiga fasa yang dibuat ini juga menggunakan IC HCPL 3120 sebagai kendali switching gate MOSFET tipe IRF 840.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, inverter tiga fasa yang telah dibuat dapat menghasilkan gelombang keluaran bentuk *quasi sinus* dengan dua tipe konduksi yaitu konduksi 120^0 dan konduksi 180^0 dan nilai harmonisa yang dihasilkan dari gelombang keluaran inverter tiga fasa untuk dua tipe konduksi adalah 30, 39%.

Kata Kunci: DC-AC *converter*, Mikrokontroler ATmega 8535, MOSFET IRF 840, IC HCPL 3120

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Judul penelitian yang telah dilakukan adalah **“Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535”**. Pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains terapan (D-IV) di Universitas Negeri Padang.

Dimulai dari perencanaan, pengujian dan berakhir dengan pembuatan laporan. Penulis banyak mendapat bantuan, saran-saran, petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Krismadinata, ST, MT dan Bapak Drs. H. Aslimeri, MT selaku dosen pembimbing dan memberikan ide awal dalam pengembangan tugas akhir ini. Selanjutnya penulis juga mengucapkan terima kasih kepada.

1. Kedua orang tua penulis yang selama ini memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP.
4. Bapak Ketua Program Studi DIV Teknik Elektro FT UNP.
5. Bapak Dosen Penasehat Akademik.
6. Teknisi-teknisi jurusan teknik elektro.

Penulis mengharapkan kritikan dan masukan sekiranya masih terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Kritikan dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap agar laporan ini memberikan manfaat bagi pembaca dan pengembangan potensi diri mahasiswa untuk mengembangkan tugas akhir ini.

Padang,...Maret 2015

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBARAN PENGESAHAN

ABSTRAK.....	i
<u>KATA PENGANTAR</u>	ii
<u>DAFTAR ISI</u>	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan.....	4
E. Manfaat Tugas Akhir.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Inverter.....	5
B. Voltage Source Inverters (Inverter Sumber Tegangan)	5
C. Harmonisa.....	17
D. Mikrokontroler ATmega 8535.....	20
E. Code Vision AVR.....	27

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. Perancangan Hardware.....	32
B. Perancangan Software.....	38

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Prosedur Pengujian.....42
B. Peralatan Pengujian.....43
C. Beban Pengujian.....44
D. Pengujian dan Hasil Pengukuran.....44
E. Analisa Data.....77

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 90
B. Saran..... 90
DAFTAR PUSTAKA.....91
LAMPIRAN.....

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR:	HALAMAN
1 Half Bridge Inverters	7
2 Keluaran Half Bridge Inverters.....	7
3 Full Bridge Voltage Source Inverters.....	8
4 Tegangan Keluaran Full Bridge Inverters	8
5 Rangkaian Daya Inverter Tiga Fasa	9
6 Inverter 3 Fasa Setengah Jembatan (Setengah Siklus)	10
7 Inverter 3 Fasa Jembatan Penuh (Satu Siklus Penuh).....	10
8 Arah Aliran Arus pada beban mengikuti pola pensaklaran Inverter 3 Fasa Persegi mode konduksi 120	12
9 Bentuk Gelombang Arus Fasa dan tegangan line pada inverter 3 Fasa persegi mode konduksi 120	12
10 Arah Aliran arus pada beban mengikuti pola pensaklaran inverter 3 Fasa persegi mode konduksi 180	14
11 tegangan keluaran inverter 3 Fasa konduksi 180	14
12 Mosfet.....	17
13 Bentuk Gelombang arus yang terdistorsi	18
14 Blok Diagram ATmega 8535.....	21
15 Konfigurasi ATmega 8535	23
16 Peta Memori ATmega 8535	26
17 Blok Diagram Sistem	31
18 Rangkaian Penyearah.....	32
19 Rangkaian Catu Daya.....	33

20 Rangkaian Driver Mosfet	34
21 Rangkaian Minimum Sistem ATmega 8535.....	35
22 Rangkaian LCD.....	35
23 Rangkaian daya inverter tiga Fasa.....	36
24 Rancangan Box Inverter.....	37
25 Flowchart	39
26 Tampilan LCD Tanpa Program.....	86
27 Tampilan LCD Sesudah Didownloadkan Program ke Mikrokontroler...86	

DAFTAR TABEL

TABEL:	HALAMAN
1 Konfigurasi Pensaklaran pada inverter 3 Fasa mode konduksi 120.....	11
2 Konfigurasi Pensaklaran pada inverter 3 Fasa mode konduksi 180.....	13
3 Keterangan Pin-Pin ATmega 8535	23
4 Nilai pengujian gelombang <i>output</i>	54
5 Perbandingan Nilai <i>Total Harmonic Distortion</i>	82
6. Pengukuran Parameter Mikrokontroler ATmega 8535.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN:

- 1 Gambar Rangkaian Keseluruhan Inverter Tiga Fasa.....
- 2 Hasil Keseluruhan Nilai *Total Harmonic Distortion* (THD).....
- 3 Gambar Bentangan Rancangan *Box* Inverter Tiga Fasa.....
- 4 Foto Keseluruhan Inverter.....
- 5 Data Sheet IRF 840
- 6 Data Sheet IC HCPL 3120.....
- 7 Data Sheet ATmega 8535.....

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu pengetahuan, teknologi, dan juga informasi (IPTEK) saat ini terus berkembang seiring berjalannya waktu tidak terkecuali di Indonesia. Kemajuan IPTEK tersebut berkembang disemua bidang termasuk di bidang industri. Perkembangan teknologi industri dalam skala yang besar mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik. Masing-masing perusahaan industri menggunakan energi listrik dengan daya yang relatif besar, misalnya sumber listrik tiga fasa sebagai penghasil tenaga gerak maupun panas.

Sumber energi listrik di industri pada kenyataannya sering mengalami gangguan seperti terjadinya pemadaman listrik oleh PLN atau terjadinya gangguan penyaluran listrik kekonsumen, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya penurunan produksi pabrik. Sehubungan dengan itu diperlukan sumber energi listrik cadangan terutama untuk mesin-mesin yang tidak boleh berhenti selama proses produksi berlangsung. Sumber energi listrik cadangan ini adalah *Uninterruptible Power Supply* (UPS), salah satu komponen utama UPS adalah inverter. (Aswardi 2010:128).

Secara umum Inverter adalah konverter yang dapat mengkonversi atau mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) dengan tegangan, arus dan frekuensi output dapat diatur. (Gitral 2007:8). Saat sekarang ini inverter sangat banyak digunakan, sebagai contoh, inverter digunakan untuk penyearah transmisi tegangan tinggi DC dalam memperbaiki

faktor daya. Pada transmisi tegangan tinggi ini digunakan inverter tiga fasa karena menghasilkan daya lebih besar.

Inverter tiga fasa merupakan inverter yang keluarannya berupa arus atau tegangan bolak-balik 3 fasa, yang digunakan untuk aplikasi daya tinggi. Sebelumnya inverter tiga fasa dibuat secara analog, yaitu menggunakan cara pengatur *duty cycle* oleh IC, misalnya IC CD4047, dimana IC tersebut bekerja sebagai mulvibrator astabil yang menghasilkan dua sinyal kotak yang berbeda fasa 180^0 , gelombang kotak yang dihasilkan digunakan untuk memberikan *driver* ke gate MOSFET, gate pada MOSFET akan dipicu oleh keluaran dari IC, *driver* inverter ini berfungsi untuk mengontrol sistem induksi pada trafo *step up* secara bergantian, sehingga trafo *step up* akan mendapatkan induksi secara dua arah dari titik CT. jadi, secara garis besar pengaturan gelombang sinyal keluaran oleh inverter analog dilakukan oleh IC, dimana untuk pengaturan waktu tundanya digunakan potensio. Pembuatan inverter secara analog ini juga membutuhkan rangkaian pembagi tegangan PLN untuk membangkitkan gelombang sinusoidal, karena tegangan PLN yang ada mempunyai nilai tinggi sehingga tidak bisa digunakan untuk komponen yang kecil. (Ari Rizki 2014:39). Banyaknya rangkaian yang dibutuhkan untuk pembuatan inverter secara analog dianggap kurang efektif untuk saat ini.

Tugas Akhir ini pengaturan sinyal picu gate pada MOSFET diatur dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535, dimana Mikrokontroler ATmega 8535 ini deprogram terlebih dahulu menggunakan *CodeVision AVR* untuk mengatur *delay ON OFF* gelombang sinyal, jika mikro yang digunakan

tidak diprogram maka sinyal penyalan akan *ON* secara bersamaan dan *OFF* secara bersamaan mengakibatkan inverter akan rusak. Inverter yang menggunakan Mikrokontroler banyak mempunyai kemudahan yaitu dapat mengatur program untuk sinyal penyalan MOSFET dengan lebar pulsa bisa diubah-ubah tanpa menukar komponen-komponen elektroniknya.

Banyaknya kemudahan yang ditimbulkan dari penggunaan chip Mikrokontroler ATmega 8535, dengan judul lengkapnya "***Rancang Bangun Inverter Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535***".

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

1. Sumber energi listrik di industri sering mengalami gangguan seperti pemadaman listrik PLN atau gangguan penyaluran kekonsumen mengakibatkan penurunan produksi.
2. Pembuatan inverter tiga fasa secara analog yang menggunakan cara pengatur *duty cycle* dengan potensio sebagai pengatur waktu tunda gelombang sinusoidal yang membutuhkan banyak rangkaian tambahan dianggap kurang efektif saat sekarang ini.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada identifikasi masalah, perlu dilakukan pembatasan supaya pembahasan yang timbul tidak terlalu luas. Adapun ruang lingkup permasalahan meliputi:

1. Pembuatan inverter tiga fasa untuk tipe konduksi 120^0 dan tipe konduksi 180^0 menggunakan mikrokontroler ATmega 8535.
2. Pengaturan gelombang sinusoidal menggunakan program *CodeVision AVR* tanpa harus membuat rangkaian pembagi tegangan PLN.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membuat inverter tiga fasa menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535.
2. Bagaimana menganalisa gelombang keluaran inverter tiga fasa.

E. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk:

1. Merancang dan membuat sebuah inverter tiga fasa menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535 untuk menghasilkan gelombang keluaran *quasi sinus*.
2. Menganalisa nilai harmonisa dari gelombang keluaran inverter tiga fasa.

E. Manfaat Tugas Akhir

Tugas Akhir ini diharapkan dapat dimanfaatkan pada berbagai peralatan yang berhubungan dengan kelistrikan terutama pada energi terbarukan, serta dapat dijadikan sebagai acuan untuk Tugas Akhir selanjutnya yang terkait dengan inverter tiga fasa.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian *hardware*, *software* dan menganalisa rangkaian pada inverter tiga fasa menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 maka dapat di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian Inverter tiga fasa pada Tugas Akhir ini dapat menghasilkan gelombang keluaran bentuk *quasi sinus* dengan dua tipe konduksi yaitu konduksi 120^0 dan konduksi 180^0 .
2. Nilai harmonisa yang dihasilkan dari gelombang keluaran inverter tiga fasa untuk dua tipe konduksi adalah 30, 39%.

B. Saran

Tindak lanjut berikutnya untuk pengembangan alat ini penulis menyarankan beberapa perbaikan yaitu:

1. Dalam pembuatan inverter tiga fasa ini banyak menggunakan trafo, diharapkan untuk pengembangan selanjutnya dapat membuat rangkaian tambahan untuk meminimalisir trafo yang digunakan,
2. Untuk pengembangan tugas akhir ini dapat dibuat inverter tiga fasa bertingkat,
3. Dapat menggunakan beban berubah-ubah dengan frekuensi dapat diatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswardi. (2010). *Modul Elektronika Daya*. Padang. Universitas Negeri Padang
- BAB2.Pdf. (*digilib.unimus.ac.id*). hlm. 27-31. Akses 21-11-2013
- Fewson, D. 1998. *Introduction to Power electronics*. Newyork. Oxford University Press
- Gitral Hardiansyah. (2007). *Perancangan dan Pembuatan Inverter Sumber Tegangan Enam Pulsa Tiga Fasa variabel Frekuensi yang dikendalikan PC*. Tugas Akhir. Universitas Andalas. Padang. Hlm. 5, 9, 20.
- Grahame Holmes and Thomas A. Lipo. (2003). *Pulse Width Modulation For Power Converters*. Wiley-Inter Science. America
- John Wiley & Sons, Inc. 2003. *Power Electronics Converters, Applications, and Design Third Edition*. USA. Acid free paper
- Jos Arrillaga and Neville R. Watson. (2003). *Power Sistem Harmonic second edition*. Wiley-Inter Science. England
- M. Ary Heryanto, ST; & Ir. Wisnu Adi P. (2008). *“Pemograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMega 8535*. Yogyakarta. Andi Yogyakarta
- Omar, dkk. *The Design and Implementation of a Three Phase Power Converter in the Power Electronics and Drives Subject*. Research Report. Victoria University
- Rasyid, MH. 2013. *Power Electronics Handbook Third Edition*. USA. University Parkway
- Sutrisno. (1986). *Elektronika:Teori dan Penerapannya*. Bandung. Institut Teknologi Bandung
- Wahyu Nurdila Riantiningsih. (2009). *Pengaman Rumah Berbasis Mikrokontroller ATMega 8535 dengan Sistem Informasi dengan Menggunakan PC*. Tugas Akhir. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hlm. 9, 13, 14.
- Yustinus Swidyatmoko. (2010). *Pemanfaatan Mikrokontrol ATMega 8535 Sebagai Pengendali Inverter Satu Fasa Jembatan Penuh Terprogram $\frac{1}{4} \lambda$* . Laporan Tugas Akhir. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang. Hlm. 12.