

**RANCANG BANGUN ANTARMUKA PENYEARAH TERKENDALI TIGA
FASA GELOMBANG PENUH DENGAN *PERSONAL COMPUTER***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Sarjana Sains Terapan
pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**ANDI SULTAN TAHUR
NIM. 14130043 / 2014**

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

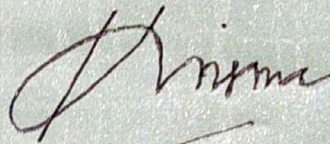
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

"Rancang Bangun Antarmuka Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang
Penuh dengan *Personal Computer*"

Nama : Andi Sulman Tabur
BP/NIM : 2014/14130043
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2019

Disetujui Oleh
Pembimbing



Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 19770911 200012 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

"Rancang Bangun Antarmuka Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang
Penuh dengan *Personal Computer*"

Nama : Andi Sultan Tahur
BP/NIM : 2014/14130043
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dinyatakan LULUS setelah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Padang, Februari 2019

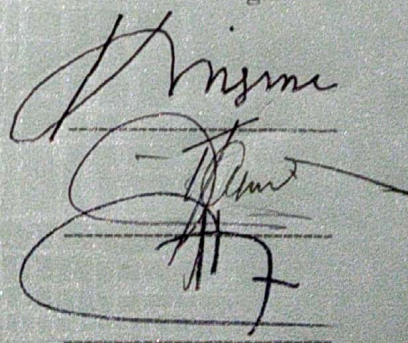
Tim Penguji :

Tanda Tangan

Ketua : Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D

Anggota : Asnil, S.Pd, M.Eng

Anggota : Dr. Hendri, M.T

The image shows three handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal line. The top signature is the most legible and appears to be 'Krismadinata'. The middle signature is more stylized and less legible. The bottom signature is also stylized and less legible.



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

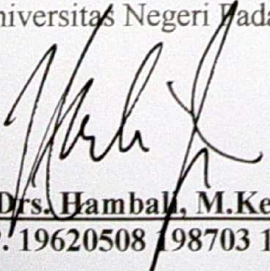
Nama : Andi Sultan Tahur
NIM/TM : 14130043/2014
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Rancang Bangun Antarmuka Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang Penuh dengan *Personal Computer*”** 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


Drs. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

Saya yang menyatakan,



Andi Sultan Tahur
NIM/BP. 14130043/2014

ABSTRAK

Andi Sultan Tahur : RANCANG BANGUN ANTARMUKA PENYEARAH TERKENDALI TIGA FASA GELOMBANG PENUH DENGAN *PERSONAL COMPUTER*

Pembimbing : Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D

Pemanfaatan komponen elektronika daya dalam proses konversi daya telah meningkat sesuai dengan berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi khususnya dalam proses kerja dari suatu industri. Pada umumnya komponen elektronik daya banyak menggunakan sumber tegangan DC. Di industri yang menggunakan daya DC tinggi biasanya menggunakan jembatan penyearah tiga fasa. Untuk itu dibutuhkan konverter AC DC tiga fasa yang disearahkan dengan komponen semikonduktor.

Penyearah terkendali adalah alat yang mengkonversi tegangan AC menjadi DC dengan tegangan keluaran yang dapat dikendalikan. Komponen utama dari alat ini adalah *zero crossing detector*, *gate drive*, dan sinyal penyulutan (*trigger*). Untuk proses operasi menggunakan *Arduino Mega2560*. Jenis penyearah yang digunakan adalah penyearah tiga fasa gelombang penuh terkendali. Pengendalian sudut penyalaaan SCR yaitu 0° (0 ms), 15° (0,83 ms), 30° (1,67 ms), 45° (2,5 ms), 60° (3,33 ms), 75° (4,17 ms).

Berdasarkan pengujian penyearah terkendali yang dihubungkan ke beban resistor, didapatkan tegangan bervariasi antara 6,34 – 29,79 Vdc pada beban resistor 330Ω dan tegangan bervariasi antara 6,23 – 29,53 Vdc pada beban resistor 1000Ω . Semakin besar sudut penyalaaan atau *delay* yang diberikan maka tegangan keluaran penyearah terkendali semakin kecil.

Kata kunci : *Arduino Mega2560, Gate Drive, Penyearah Terkendali, SCR, Zero Crossing Detector.*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**RANCANG BANGUN ANTARMUKA PENYEERAH TERKENDALI TIGA FASA GELOMBANG PENUH DENGAN *PERSONAL COMPUTER***”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng, selaku Penguji pada tugas akhir.
3. Bapak Dr. Hendri, M.T, selaku Penguji pada tugas akhir.
4. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Drs. Hambali M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Hendri, M.T, selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Industri.
7. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.

8. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2014.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa Penulis sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal saleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin...

Padang, Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH	3
C. BATASAN MASALAH.....	3
D. RUMUSAN MASALAH.....	4
E. TUJUAN	4
F. MANFAAT.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. PENYEARAH (<i>RECTIFIER</i>) TIGA FASA TERKENDALI.....	6
1. <i>Gate Drive</i>	12
2. <i>Zero Crossing Detector (ZCD)</i>	14
B. KOMPONEN UTAMA ELEKTRONIKA DAYA	16
1. <i>Silicon Controlled Rectifier (SCR)</i>	16
2. <i>Optoisolator (Optocoupler)</i>	21
3. Potensiometer	23
C. <i>ARDUINO</i>	25
1. <i>Sejarah Arduino</i>	25
2. <i>Board Arduino</i>	27
3. <i>Arduino Mega 2560</i>	27
4. <i>Bahasa Pemrograman C pada Arduino</i>	35
5. <i>Software Integrated Development Environment (IDE) Arduino</i>	41

D. <i>VISUAL BASIC</i>	46
E. <i>FLOWCHART</i>	51

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

A. PERANCANGAN UMUM	55
1. Rangkaian Kontrol	56
2. Blok Diagram	57
3. Prinsip Kerja Rangkaian Keseluruhan	59
B. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS	61
1. Perancangan Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang Penuh	61
2. Perancangan Catu Daya	64
3. Perancangan Rangkaian <i>Zero Crossing Detector</i>	64
4. Perancangan Rangkaian <i>Gate Drive</i>	67
5. Perancangan Rangkaian <i>Potensiometer</i>	68
C. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK	69
1. <i>Flowchart</i>	69
2. Pembuatan Rancangan Program <i>Arduino IDE</i>	72
D. PEMBUATAN ALAT	73

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. TUJUAN PENGUJIAN ALAT	76
B. INSTRUMENTASI PENGUJIAN ALAT.....	77
C. PENGUJIAN RANGKAIAN	80
1. Catu Daya Simetris	80
a. Pengujian dan Pengukuran	80
b. Analisa	81
2. <i>Arduino Mega2560</i>	83
a. Pengujian dan Pengukuran	83
b. Analisa	84
c. <i>Analog Digital Converter (ADC) Pada Arduino Mega2560</i> ..	84
3. <i>Zero Crossing Detector</i>	86

a. Pengujian dan Pengukuran	86
b. Analisa	90
4. <i>Gate Drive</i>	91
a. Pengujian dan Pengukuran	91
b. Analisa	94
D. PENGUJIAN SUDUT PENYALAAN	95
1. Pengujian Gelombang Keluaran Rangkaian pada Alat dan Simulasi PSIM	95
2. Pengujian dan Perbandingan Tegangan Keluaran Rangkaian Dengan Perhitungan	103
E. ANALISA PROGRAM	110
1. Penentuan Pin Input dan output	110
2. Inisialisasi Input dan Output	111
3. Pembacaan <i>Zero Crossing</i>	112
4. Program Pengiriman Data <i>Delay</i> Melalui Pot atau PC	112
5. Program Pengaktifan Trigger	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	117
B. SARAN	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Penyearah Terkendali Gelombang Penuh atau <i>Graetz Bridge</i>	7
Gambar 2.2 Bentuk Gelombang Tegangan Keluaran Penyearah Terkendali Gelombang Penuh atau <i>Graetz Bridge</i>	8
Gambar 2.3 Diagram <i>Gate Drive</i> Pada Sistem Elektronia Daya	12
Gambar 2.4 Pemicuan SCR Dengan Memberikan Arus pada <i>Gate</i>	13
Gambar 2.5 Pemicuan SCR Dengan Sinyal Pulsa dan Isolasi Transformator Pulsa	14
Gambar 2.6 Zero Crossing Detector dengan Op Amp 741	15
Gambar 2.7 Sinyal Perbandingan Input dan Output Op Amp	15
Gambar 2.8 Simbol Skematik dan Susunan Ekuivalen SCR.....	17
Gambar 2.9 Karakteristik Statis V-I <i>Thyristor</i>	17
Gambar 2.10 Pengaktifan SCR Sumber DC	20
Gambar 2.11 Skema Pengaktifan SCR Sumber AC	21
Gambar 2.12 Skematik Optoisolator MOC 3021.....	22
Gambar 2.13 Cara Kerja Potensiometer.....	24
Gambar 2.14 Board Arduino Mega 2560.....	28
Gambar 2.15 Konfigurasi Pin ATmega 2560.....	32
Gambar 2.16 Tampilan Visual Basic	47
Gambar 3.1 Ilustrasi Gambar Box Kontrol	56
Gambar 3.2 Blok Diagram	57
Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Secara Keseluruhan.....	60
Gambar 3.4 Skematik Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang Penuh	61
Gambar 3.5 Gambar Simulasi Penyearah Tiga Fasa Gelombang Penuh dengan PSIM	62
Gambar 3.6 Bentuk Gelombang dengan $\alpha = 0^\circ$	62
Gambar 3.7 Bentuk Gelombang dengan $\alpha = 30^\circ$	63
Gambar 3.8 Bentuk Gelombang dengan $\alpha = 45^\circ$	63

Gambar 3.9 Bentuk Gelombang dengan $\alpha = 60^\circ$	63
Gambar 3.10 Skematik Rangkaian Catu Daya Simetris	64
Gambar 3.11 Skematik Rangkaian <i>Zero Crossing Detector</i>	65
Gambar 3.12 Skematik Rangkaian <i>Gate Drive</i>	67
Gambar 3.13 Skematik Rangkaian <i>Potensiometer</i>	68
Gambar 3.14 <i>Flowchart</i>	69
Gambar 3.15 Bagian Deklarasi dan Inisialisasi	70
Gambar 3.16 Bagian Proses ADC.....	70
Gambar 3.17 Bagian Proses Pembacaan Interupsi.....	71
Gambar 3.18 Bagian Proses sinyal penyulutan.....	71
Gambar 4.1 Titik pengukuran Catu Daya Simetris	80
Gambar 4.2 Gelombang Keluaran Catu Daya Simetris +9 Vdc	82
Gambar 4.3 Gelombang Keluaran Catu Daya Simetris -9 Vdc	83
Gambar 4.4 Titik Pengukuran dan Pengujian <i>zero crossing detector</i>	86
Gambar 4.5 Gelombang sinus fasa R (kuning) dan fasa S (biru).....	87
Gambar 4.6 Gelombang sinus fasa R (kuning) dan fasa T (biru)	88
Gambar 4.7 Gelombang keluaran ZCD fasa R (kuning) dan ZCD fasa S (biru)...	88
Gambar 4.8 Gelombang keluaran ZCD fasa R (kuning) dan ZCD fasa T (biru)...	88
Gambar 4.9 Gelombang Keluaran <i>Zero Crossing Detector</i> dengan perbandingan gelombang AC pada Fasa R.....	89
Gambar 4.10 Gelombang Keluaran <i>Zero Crossing Detector</i> dengan perbandingan gelombang AC pada Fasa S	89
Gambar 4.11 Gelombang Keluaran <i>Zero Crossing Detector</i> dengan perbandingan gelombang AC pada Fasa T	90
Gambar 4.12 Titik Pengukuran Rangkaian <i>Gate Drive</i>	92
Gambar 4.13 Perbandingan Gelombang <i>trigger</i> untuk T1 dan T2	92
Gambar 4.14 Perbandingan Gelombang <i>trigger</i> untuk T1 dan T3	93
Gambar 4.15 Perbandingan Gelombang <i>trigger</i> untuk T1 dan T4	93
Gambar 4.16 Perbandingan Gelombang <i>trigger</i> untuk T1 dan T5	93
Gambar 4.17 Perbandingan Gelombang <i>trigger</i> untuk T1 dan T6	94

Gambar 4.18 Kondisi Saat Rekap Data Gelombang.....	95
Gambar 4.19 Skema Rangkaian Penyearah Terkendali.....	96
Gambar 4.20 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 0^\circ$	96
Gambar 4.21 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 15^\circ$	97
Gambar 4.22 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 30^\circ$	97
Gambar 4.23 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 45^\circ$	97
Gambar 4.24 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 60^\circ$	98
Gambar 4.25 Tampilan Visual Basic dengan $\alpha = 75^\circ$	98

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi board arduino Mega 2560.....	28
Tabel 2.2 Keyword berdasarkan standar ANSI.....	37
Tabel 2.3 Tipe Data Numerik.....	38
Tabel 2.4 Karakter Escape pada Bahasa C.....	40
Tabel 2.5 Operator yang didukung pada Bahasa C.....	40
Tabel 2.6 Bagian Bagian Menu File Pada IDE Arduino.....	42
Tabel 2.7 Bagian Bagian Menu Edit Pada IDE Arduino	43
Tabel 2.8 Bagian Bagian Menu Sketch Pada IDE Arduino	44
Tabel 2.9 Bagian Bagian Menu Tools Pada IDE Arduino.....	45
Tabel 2.10 Bagian Bagian Tool Bar Pada IDE Arduino.....	45
Tabel 2.11 Operator-Operator di Dalam <i>Visual Basic</i>	51
Tabel 2.12 Simbol – simbol yang digunakan untuk menggambar flowchart	53
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Oscilloscope</i>	78
Tabel 4.2 Spesifikasi Multimeter Digital	78
Tabel 4.3 Pengukuran Catu daya Simetris	81
Tabel 4.4 Pengukuran Parameter <i>Mega2560</i>	83
Tabel 4.5 Pengukuran Parameter ADC Terhadap Perubahan Tegangan Input.....	85
Tabel 4.6 Pengukuran Tegangan Keluaran <i>Zero Crossing Detector</i>	87
Tabel 4.7 Gambar Gelombang Keluaran Alat dan Simulasi PSIM	98
Tabel 4.8 Perbandingan Vdc dan Idc Pengukuran, Perhitungan dan Smulasi PSIM Beban $R = 330 \Omega$, $V_{rms} = 12 V$	108
Tabel 4.9 Perbandingan Pengukuran, Perhitungan dan Smulasi PSIM Beban $R =$ 1000Ω , $V_{rms} = 12 V$	109

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pemanfaatan komponen elektronika daya dalam proses konversi daya telah meningkat sesuai dengan berkembangnya Ilmu Pengetahuan dan Teknologi khususnya dalam proses kerja dari suatu industri. Pada umumnya komponen elektronik daya banyak menggunakan sumber tegangan DC. Di industri yang menggunakan daya DC tinggi biasanya menggunakan jembatan penyearah tiga fasa. Untuk itu dibutuhkan konverter AC DC tiga fasa yang disearahkan dengan komponen semikonduktor.

Penyearah terkendali (konverter) merupakan rangkaian yang mengubah sumber tegangan AC menjadi sumber tegangan DC yang dapat dikendalikan/diatur (Adhi & Agus, 2015: 1). Penyearah terkendali dapat dibedakan menjadi penyearah terkendali penuh dan setengah terkendali. Pada penyearah setengah terkendali pengendalian hanya pada gelombang positif saja, sedangkan pada terkendali penuh pengendalian ada pada gelombang positif dan negatif. Pada tugas akhir ini jenis penyearah yang akan dipakai adalah penyearah terkendali gelombang penuh.

Rashid yang diterjemahkan oleh Ary Prihatmanto (1999: 39) menyatakan bahwa “Teknik penyearahan atau *rectifier* tiga fasa merupakan teknik yang mengkonversikan energi listrik bolak balik (AC) tiga fasa menjadi energi satu arah (DC)”. Teknik ini sebenarnya sudah lama dikenal

dan hal ini terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dibidang *power electronics* yang mencakup kemajuan pada segi efisiensi, kapasitas daya, maupun pengendalian dan penerapannya.

Tegangan keluaran penyearah terkendali tergantung pada pengaturan sudut penyalaan *thyristor*. Dengan mengatur besar sudut penyalaan *thyristor* maka akan dihasilkan tegangan keluaran DC yang bervariasi. Pengaturan sudut penyalaan *thyristor* pada penyearah terkendali dilakukan dengan menggunakan teknik *phase delay control*. Sehingga tegangan keluaran dari penyearah dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan supply DC.

Pengaturan sudut penyalaan *thyristor* pada penyearah terkendali tersebut bisa juga diatur dari PC (*Personal Computer*) sebagai monitoring nya. Dimana *Interfacing* yang digunakan untuk komunikasi antara PC dan *Arduino* adalah menggunakan *Visual Basic*. Dari rancangan tampilan dan program yang dibuat pada *Visual Basic* sehingga mampu mengatur sudut penyalaan *thyristor* sehingga tegangan keluaran dari penyearah tiga fasa ini dapat bervariasi dan sudut penyalaan *thyristor* tersebut ditampilkan pada rancangan tampilan *Visual Basic*.

Tugas akhir tentang penyearah pernah dibuat oleh Imam (2008) dengan judul penelitian Rancang Bangun Penyearah Terkendali Gelombang Penuh Untuk Simulator Modul Surya. Akan tetapi penelitian ini membahas penyearahan dari sumber satu fasa dan masih hanya menggunakan kontrol potensiometer dalam memberikan *delay*.

Penelitian ini akan membahas bagaimana perbandingan keluaran tegangan pada pengaturan sudut penyalan *thyristor*, perhitungan, dan simulasi. Berdasarkan latar belakang masalah diatas Penulis bermaksud untuk merancang sebuah tugas akhir yang berjudul **“Rancang Bangun Antarmuka Penyearah Terkendali Tiga Fasa Gelombang Penuh dengan *Personal Computer*”**. Perancangan ini diharapkan dapat mengontrol tegangan keluaran DC sesuai dengan besar sudut penyalan *thyristor*.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang, maka masalah yang akan diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sebuah penyearah terkendali tiga fasa dengan nilai tegangan keluaran DC yang bervariasi.
2. Bagaimana merancang komunikasi antara PC dan Arduino Mega 2560 dengan menggunakan software *Visual Basic* sebagai *Interfacing* sebagai kontrol dan monitoring penyearah terkendali.
3. Dapat meminimalisir kesalahan dan *error* yang sering terjadi pada pengendalian penyalan sudut fasa penyearah terkendali tiga fasa.

C. BATASAN MASALAH

Agar hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan dan tidak terjadi kerancuan maka pembatasan masalah dalam tugas akhir ini akan dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Merancang sebuah alat penyearah terkendali tiga fasa gelombang penuh berbasis *Arduino Mega 2560* yang menghasilkan tegangan DC yang bervariasi.
2. Menggunakan *Visual Basic 2012* untuk *Interfacing* antara PC dan *Arduino Mega 2560* dalam pengendalian sudut penyalaan pada *thyristor*.
3. Menggunakan metode *phase delay control* sebagai pengendalian sudut penyalaan pada *thyristor* dengan mengatur potensiometer.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah maka penulis merumuskan permasalahan pada tugas akhir ini adalah bagaimana merancang dan membuat antarmuka penyearah terkendali tiga fasa gelombang penuh berbasis *Arduino* sebagai sumber tegangan bervariasi.

E. TUJUAN

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membuat penyearah terkendali tiga fasa gelombang penuh yang dapat menghasilkan tegangan DC bervariasi dengan pengontrolan menggunakan *Arduino Mega 2560*.
2. Menguji dan menganalisa kinerja alat, apakah sesuai dengan prinsip kerja rangkaian dan hasil yang diharapkan.
3. Membandingkan hasil pengamatan dan perhitungan sesuai dengan persamaan yang ditentukan.

4. Pembuatan sistim monitoring untuk mempermudah sistim kontrol sudut penyalan pada *thyristor*.

F. MANFAAT

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai sumber tegangan keluaran DC bervariasi.
2. Sebagai sumber alat pembelajaran dan penelitian lebih lanjut tentang penyearah terkendali dan elektronika daya.
3. Dapat digunakan untuk modul praktikum elektronika daya.
4. Dapat berfungsi sebagai supply beban DC seperti motor DC, lampu halogen, dan lain-lain.
5. Dapat digunakan sebagai perangkat monitoring yang telah berbasis PC.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, pengukuran, dan analisa rangkaian dan program pada penyearah terkendali, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Menurut hasil pengukuran dan pengujian alat dapat disimpulkan kinerja alat sesuai dengan yang diharapkan dengan kesalahan (*error*) yang tidak terlalu besar. Rangkaian penyearah terkendali setengah gelombang mampu menghasilkan tegangan keluaran yang bervariasi antara 6,34 – 29,79 Vdc dengan tegangan sumber 12 Vac.
2. Perubahan bentuk gelombang keluaran rangkaian sesuai dengan step perubahan sudut penyalan Sudut penyalan ditentukan per step *delay* dengan rentang 5 ms (*milisecond*) yaitu sudut 0° (0 ms), 15° (0,83 ms), 30° (1,67 ms), 45° (2,5 ms) , 60° (3,3 ms), 75° (4,17).
3. Dengan mengatur sudut penyalan dengan metode *phase delay control*, tegangan keluaran dari penyearah dapat divariasikan dimana semakin besar sudut penyalannya maka tegangan keluaran akan semakin kecil.

B. Saran

Beberapa saran yang bermanfaat jika dilakukan pengembangan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Agar pengaturan sudut fasa pada penyearahan lebih presisi, rangkaian *zero crossing detecor* harus bisa akurat dalam mendeteksi titik silang

gelombang AC. Karena inti pada pengaturan sudut fasa terdapat di rangkaian *zero crossing detector*. Rangkaian ini menentukan kapan sinyal *trigger* bisa diberikan ke *gate SCR*.

2. Kualitas sinyal *trigger* yang akan dihubungkan ke *gate drive* harus pulsa atau kotak dan dengan *ripple* yang tidak terlalu besar. Karena rangkaian ini sangat sensitif terhadap sinyal maupun tegangan masukan.
3. Lebar sinyal pulsa yang diberikan harus tipis dan tidak terlalu besar, karena untuk mencegah dispasi daya yang besar. Jika terjadi dispasi daya yang besar maka suhu SCR akan naik.
4. Jika menggunakan *Visual Basic* sebagai kontrol serta penampil data, lebih baik menambahkan beberapa sensor seperti sensor arus dan sensor tegangan agar tampilan pada *Visual Basic* lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradlay, D.A. 1995. *Power Electronics Second Edition*. UK: Lancaster University.
- Datasheet Arduino Mega2560. (Online). (roboromania.ro/, diakses pada tanggal 16 Februari 2019).
- Datasheet Op-Amp LM741. (Online). (www.mit.edu/, diakses pada tanggal 16 Februari 2019).
- Datasheet Optocoupler MOC 3021. (Online). (www.farnel.com/, diakses pada tanggal 16 Februari 2019).
- Datasheet SCR BT151. (Online). (<https://www.rapidonline.com/>, diakses pada tanggal 16 Februari 2019).
- Dimmer Theory. (online). (http://pcbheaven.com/wikipages/Dimmer_Theory, diakses pada tanggal 20 Mei 2018)
- Emmanuel E. Rached, Adel I. Chit, Michel J. Owayjan . 2010. “*Digital Semi-Controlled Rectifier using a Microcontroller*”. Technological Developments in Networking, Education and Automation. ISBN : 978-90-481-9150-5
- Fitri, Refdiani. 2008. *Penyearah Satu Fasa Semi Terkendali dengan Teknik Modulasi Lebar Pulsa*. Padang: Teknik Elektro UNP.
- Kustija, Jaja. (tanpa tahun). *Modul Penyearah Gelombang Menggunakan SCR*. Bengkulu : UMB
- Lander, Cyril W. 1993. *Power Electronics Third Edition*. Leicester: Department of Electronic and Electrical Engineering De Montfort University
- Luque, Antonio dan Steven Hegedus. 2003. *Handbook Of Photovoltaic Science and Engineering*. England: Willey.
- Malvino, Albert Paul. 1999. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Terjemahan oleh Barmawi dan Tjia. Jakarta: Salemba Teknika.
- Malvino, Albert Paul. 1985. *Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor*. Terjemahan oleh Barmawi dan Tjia. Jakarta: Erlangga.