

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *CYCLOCONVERTER* UNTUK
PENGENDALIAN MOTOR INDUKSI SATU PHASA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Terapan Pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh

Lian Abdiansyah Tanjung

1302571/2013

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

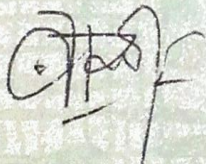
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Perancangan Dan Pembuatan *Cycloconverter* Untuk Pengendalian Motor Induksi Satu Phasa
Nama : Lian Abdiansyah Tanjung
NIM/BP : 1302571/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, 26 Juli 2017

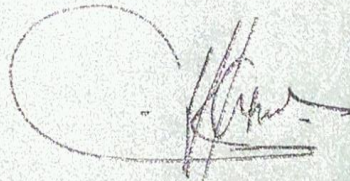
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



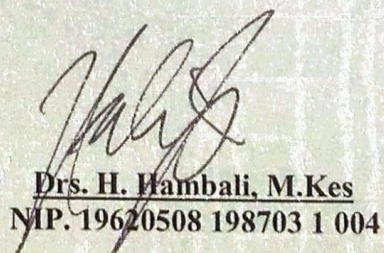
Dr. Suartin, M.T
NIP. 19660721 200604 1 001

Pembimbing II



Asnil, S.Pd, M.Eng
NIP. 19811007 200604 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP



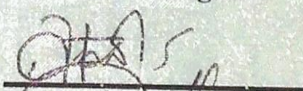
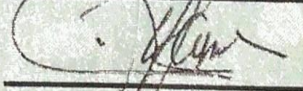
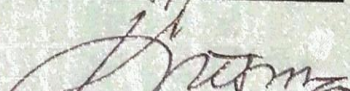
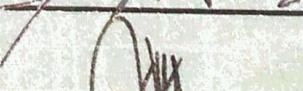

Drs. H. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang**

Judul : Perancangan Dan Pembuatan *Cycloconverter* Untuk Pengendalian Motor Induksi Satu Phasa
Nama : Lian Abdiansyah Tanjung
NIM/BP : 1302571/2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dewan Penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Suartin, M.T	
Sekretaris	: Asnil, S.Pd, M.Eng	
Anggota	: Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D	
Anggota	: Drs. H. Aswardi, M.T	
Anggota	: Dwiprima Elvanny Myori S.Si, M.Si	



UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jl. Prof. Hamka - Kampus UNP - Air Tawar - Padang 25131
Telp/Fex (0751). 7055644, 445998.E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

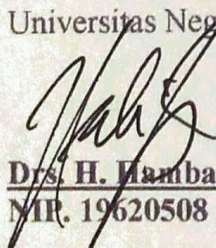
Nama : Lian Abdiansyah Tanjung
NIM/TM : 1302571/ 2013
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul **“Perancangan Dan Pembuatan Cycloconverter Untuk Pengendalian Motor Induksi Satu Fasa “** 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 UNP maupun di masyarakat dan negara.

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

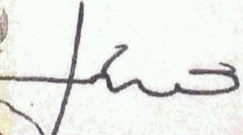
Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang


Drs. H. Hambali, M.Kes
NIR. 19620508 198703 1 004

Padang, 26 Juli 2017
Saya yang menyatakan,




Lian Abdiansyah Tanjung
NIM/BP. 1302571/2013

ABSTRAK

Lian Abdiansyah Tanjung (1302571/2013) : **Perancangan Dan Pembuatan Cycloconverter Untuk Pengendalian Motor Induksi Satu Fasa**

Pembimbing I : **Dr. Suartin, M.T**

Pembimbing II : **Asnil, S.Pd, M.Eng**

Pembuatan Tugas Akhir ini dilatar belakangi oleh pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa yang ada di industri. Pengendalian kecepatan sangat diperlukan untuk mengontrol peralatan-peralatan mesin yang ada di industri. Akan tetapi, masih dijumpai industri yang masih mengoperasikan secara manual sehingga tidak efektif dan efisien. Pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa dapat dilakukan dengan mengubah frekuensi masukan sumber listrik. Berdasarkan hal tersebut maka pada Tugas Akhir ini dirancang dan dibuat *cycloconverter* untuk pengendalian motor induksi satu fasa.

Mikrokontroler Arduino digunakan sebagai pengendali dengan mengirimkan sinyal ke rangkaian *cycloconverter* berdasarkan sinyal yang masuk dari rangkaian *zero crossing detector*. Rangkaian *zero crossing detector* akan mendeteksi gelombang sinus 220 VAC saat melewati perseberangan titik nol dari tegangan sumber satu fasa. Perseberangan titik nol ini merupakan acuan yang digunakan Mikrokontroler arduino untuk melakukan interupsi.

Rangkaian *cycloconverter* ini telah diuji untuk menghasilkan tegangan keluaran 0 – 49 VAC dengan frekuensi dari 50 - 10 Hz dan kecepatan putaran motor diperlambat dari 331 rpm – 102 rpm. Pada saat beban tahanan murni 15 ohm menghasilkan tegangan 20 VAC dan arus 6 A. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin kecil frekuensi keluarannya maka semakin kecil kecepatan putaran pada motor.

Kata kunci : *cycloconverter, motor induksi, mikrokontroler, zero crossing detektor*

KATA PENGANTAR

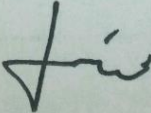


Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Perancangan dan Pembuatan Cycloconverter Untuk Pengendalian Motor Induksi 1 Phasa”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada

1. Bapak Dr. Suartin, MT selaku pembimbing I dan bapak Asnil, S.Pd.,M.Eng selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Krismadinata, ST. MT. Ph.D selaku penguji I dan bapak Drs. H. Aswardi. MT selaku penguji II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa dalam kemampuan baik moral ataupun materil dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Rekan – rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2013.
5. 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 ibadah dan mendapat 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. Akhirnya besar harapan agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Padang, 26 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. LatarBelakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Motor Induksi 1 Fasa	6
1.Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa.....	7
2. Prinsip Motor Induksi Satu Fasa.....	8
3. Slip Motor Induksi Satu Fasa.....	8
B. Cycloconverter	9
1. Prinsip Dasar Cycloconverter	10
2. Rangkaian Cycloconverter	11
C. <i>Silicon Control Rectifier</i> (SCR).....	13
1. Pengertian SCR	13
2. Konstruksi SCR	13
3. Karakteristik SCR	15
D. <i>Optocoupler</i>	17
E. Mikrokontroler.....	19

1. Pengenalan Arduino.....	19
a. Pengertian Arduino.....	20
b. Arsitektur Arduino.....	21
c. Blok Diagram Arduino	22
d. Konfigurasi Arduino.....	25
e. Bahasa Pemograman.....	26
1. Struktur	26
2. Sintak	27
3. Variabel	28
4. Operator Matematika	29
5. Operator Pembandingan	30
6. Struktur Pengaturan	30
F. Rotary Encoder	31
G. <i>Zero Crossing Detector</i>	33
H. Catu Daya	33
1. Penurun tegangan.....	34
2. Penyearah.....	35
3. Penyaring (Filter)	35
4. Penstabilan tegangan.....	36

BAB III Perancangan Dan Pembuatan Alat

A. Blok Diagram Sistem.....	37
B. Perancangann <i>Hardware</i>	38
1. Perancangan Rangkaian Catu Daya.....	39
2. Perancangan Rangkaian LCD.....	40
3. Perancangan Rangkaian Zero Crossing Detector	40
4. Perancangan Rangkaian Cycloconverter	42
C. Pembuatan Alat	41
1. Pembuatan Papan Rangkaian PCB.....	43
a. Pembuatan Jalur.....	44
b. Pemindahan Jalur.....	44
c. Pelarutan	45
d. Pembersihan	45

e. Pegeboran	45
f. Pemasangan Komponen	46
1. Polaritas Komponen	46
2. Daya Tahan Komponen	46
3. Kesalahan Pemasangan	46
D. Perancangan Software	47
1. Flowchart sistem	47
2. Flowchart program	48

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Spesifikasi Pengujian	49
B. Peralatan dan Bahan Pengujian	49
C. Pengujian Rangkaian	51
1. Pengujian Masing-masing Rangkaian	51
a. Rangkaian Catu daya	51
b. Rangkaian LCD	53
c. Rangkaian Zero Crossing	54
2. Pengujian Rangkaian Menyeluruh	56
a. Pengujian Menggunakan Tahanan Murni	56
b. Pengujian Menggunakan Beban Motor	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan	61
2. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	62
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Konstruksi Umum Motor Induksi Satu Fasa	7
2. Rangkaian ekivalen <i>cycloconverter</i>	10
3. Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Dengan Beban RL	11
4. Cycloconverter	11
5. Gelombang <i>cycloconverter</i> pada frekuensi 50 Hz dan 16,67 Hz	12
6. Gelombang <i>cycloconverter</i> pada frekuensi 50 Hz dan 10 Hz	12
7. Struktur SCR	14
8. Rangkaian ekivalen SCR	14
9. Karakteristik SCR	16
10. Optocoupler	18
11. Arduino Mega 2560	21
12. Atmega 2560	21
13. Blok Diagram Atmega 2560	22
14. Konfigurasi Pin Atmega 2560	25
15. Rotary Encoder	32
16. Prinsip Kerja Rotary Encoder	32
17. Prinsip Kerja Zero Crossing Detektor	33
18. Catu daya	34
19. Blok diagram sistem	37
20. Rangkaian Catu Daya	39
21. Rangkaian LCD	40

22. Rangkaian Zero Crossing Detector	41
23. Rangkaian <i>Cycloconverter</i>	42
24. Pembuatan Jalur	44
25. Pemindahan Jalur	45
26. <i>Flowchart</i> sistem cycloconverter	47
27. <i>Flowchart</i> program	48
28. Rangkaian Pengujian Catu Daya	51
29. Gelombang keluaran catu daya	52
30. Tampilan LCD tanpa program	53
31. Tampilan LCD	54
32. Rangkaian Zero Crossing Detector	54
33. Gelombang pengujian rangkaian Zero Crossing Detector	55
34. Pengaruh tegangan input tetap dengan frekuensi berubah-ubah terhadap kecepatan motor	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen rangkaian catu daya	39
2. Komponen rangkaian zero crossing detektor	41
3. Komponen rangkaian cycloconverter	43
4. Hasil pengujian catu daya	52
5. Pengukuran Zero Crossing Detector	54
6. Pengaruh tegangan input tetap dengan frekuensi berubah-ubah terhadap tegangan output dan kecepatan motor	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Rangkaian Keseluruhan	63
2. Foto Rangkaian	64
3. <i>Program</i>	67
4. Alat-alat yang digunakan	70
5. <i>Data Sheet</i> Komponen	73



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan teknologi sekarang ini menuntut sistem industri dan domestik untuk selalu menggunakan motor listrik dalam pengoperasian. Tentunya motor listrik ini harus bisa dikendalikan sesuai dengan kebutuhan agar memiliki hasil yang cukup maksimal. Salah satu motor listrik yang digunakan adalah motor induksi satu fasa. Banyaknya penggunaan motor induksi satu fasa di industri membutuhkan pengendalian berupa sebuah peralatan elektronik. Akan tetapi, pengendalian yang ada belum sesuai dengan penggunaan motor bahkan masih dijumpai industri yang masih mengoperasikan motor listriknya secara manual sehingga tidak efektif dan efisien.

Motor induksi satu fasa adalah motor listrik arus bolak-balik (*Alternating Current/AC*) dengan sumber tegangan satu fasa. Adapun kelebihan dari motor induksi satu fasa adalah konstruksi sederhana, harganya murah dan biaya perawatannya mudah. Sedangkan kelemahannya adalah sulit dikendalikan kecepatannya dan menimbulkan rotor slip. Rotor slip adalah perbedaan kecepatan putar stator dan kecepatan putar rotor (Chapman, 2005:386).

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan sinkron. Kecepatan

medan magnet putar tergantung pada jumlah kutub stator dan frekuensi yang disebut kecepatan sinkron sehingga diperoleh rumus :

$$n_s = \frac{120 f}{p} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

n_s = Kecepatan sinkron (rpm)

f = Frekuensi (Hz)

p = Jumlah kutub

(Chapman, 2005:38)

Berdasarkan rumus tersebut maka pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa dapat dilakukan dengan cara mengubah jumlah kutub dan frekuensi. Pengendalian kecepatan motor induksi satu fasa dengan mengubah jumlah kutub merupakan cara yang tidak hemat. Selain itu, motor listrik yang sudah dibuat dengan jumlah kutub tertentu sangat tidak mungkin dapat ditambah jumlah kutubnya. Oleh karena itu, untuk mengubah kecepatan putar motor yang efektif dan efisien adalah dengan cara mengubah frekuensi.

Mengubah kecepatan putar motor dengan mengubah frekuensi memerlukan rangkaian elektronika daya. Rangkaian ini akan mengonversi sumber daya listrik dari bentuk gelombang tertentu menjadi sumber daya listrik dengan bentuk gelombang lain dengan menggunakan komponen semikonduktor daya. Komponen semikonduktor daya sangat berperan dalam pengaplikasian rangkaian elektronika daya. Umumnya digunakan pada operasi pensakelar (*switching*), pengubah (*converting*) dan pengatur (*controlling*). Salah

satu rangkaian yang dapat digunakan untuk keperluan ini adalah *cycloconverter*.

Cycloconverter adalah sebuah peralatan elektronika daya yang dapat mengubah masukan sumber listrik AC pada frekuensi dan tegangan konstan menjadi keluaran sumber listrik AC pada frekuensi dan tegangan yang bisa diubah tanpa adanya perantara sambungan DC (Sindura dan Kartheek,2013:776). Jenis sumber masukan dan keluaran listrik AC untuk sumber rangkaian ini dapat digunakan sumber listrik AC satuphasa maupun tigaphasa. Adapun kelebihan dari *cycloconverter* ini adalah frekuensi dapat diubah dalam kondisi pengoperasian, tidak ada perubahan ukuran motor serta menghasilkan perubahan kecepatan yang lebih halus.

Standar frekuensi listrik PLN adalah 50 Hz. *Cycloconverter* dapat menurunkan frekuensi tersebut dengan frekuensi yang diinginkan. Aplikasi *cycloconverter* dapat dilihat pada industri-industri yang menggunakan motor induksi dengan kecepatan rendah seperti industri pengolahan semen, aplikasi pada *rolling ball mill*, *scherbius drive*, *mine-winders* yang biasanya berkapasitas lebih dari 1 MW. Sebelumnya sudah pernah dibuat tugas akhir dengan judul “Perancangan Dan Pembuatan *Cycloconverter* untuk Pengendalian Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Mikrokontroler at89s52”. Tugas akhir tersebut membahas *cycloconverter* 1 phasa dengan beberapa frekuensi keluaran yang lebih rendah dari frekuensi masukan dengan beban motor induksi 1 phasa tetapi penulis melihat bahwa masih ada kekurangan yaitu belum menganalisa frekuensi yang digunakan untuk mengubahputaran

motor. Untuk itu, penulis tertarik untuk merancang ulang dan memperbaiki kekurangan dari Tugas Akhir tersebut.

A. Identifikasi Masalah

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

1. Motor induksi satu phasa yang ada di industri belum bisa diatur kecepatannya langsung dan tidak sesuai dengan yang dibutuhkan sementara industri membutuhkan kecepatan yang bisa diatur sesuai dengan yang dibutuhkan.
2. *Cycloconverter* yang sudah dibuat pada Tugas Akhir sebelumnya belum menganalisa frekuensi yang digunakan untuk mengubah putaran motor.

B. Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini ada beberapa hal yang terlibat di dalamnya. Untuk itu penulis akan mempersempit pokok bahasan yaitu perancangan dan pembuatan *cycloconverter* satu phasa dengan frekuensi keluaran 50 -10 Hz untuk mengubah putaran motor induksi satu phasa dengan tegangan kerja 50 VAC daya 15 Watt.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari diatas dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana merancang dan membuat *cycloconverter* satu phasa dengan frekuensi keluaran 50 - 10 Hz untuk mengubah putaran motor induksi satu phasa dengan tegangan kerja 50 VAC daya 15 Watt.

D. Tujuan

Tugas akhir ini memiliki beberapa tujuan. Adapun tujuan adalah:

1. Membuat *cycloconverter* yang mampu menghasilkan frekuensi keluaran 50 - 10 Hz untuk mengubah putaran motor induksi satu phasa dengan tegangan kerja 50 VAC daya 15 Watt.
2. Mengetahui pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putaran motor.

E. Manfaat

Perancangan pada Tugas Akhir ini sangat diharapkan memiliki manfaat baik dalam dunia industri maupun bagi pihak-pihak lain yang membutuhkan. Berikut manfaat dari pembuatan tugas akhir akhir ini antara lain :

1. Untuk mengendalikan motor induksi satu phasa dengan mengubah frekuensi.
2. Untuk mengetahui pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putaran motor.
3. Untuk dapat dijadikan sebagai referensi dan bahan pembelajaran.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dengan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Cycloconverter yang dibuat mampu menghasilkan frekuensi keluaran dari 50 - 10 Hz untuk mengubah kecepatan putaran motor.
2. Semakin kecil frekuensi keluaran yang dihasilkan maka semakin kecil kecepatan putaran pada motor.

B. Saran

1. *Cycloconverter* yang dibuat hanya mampu mengendalikan beban motor Induksi satu phasa 15 Watt pada tegangan input maksimal 50 VAC dan beban tahanan murni sebesar 6 A pada tegangan keluaran 20 VAC. Diharapkan untuk perbaikan selanjutnya *cycloconverter* mampu mengendalikan beban motor induksi satu phasa lebih dari 15 Watt pada tegangan input 220 VAC.
2. *Cycloconverter* yang dibuat hanya bisa dikontrol secara manual. Diharapkan untuk perbaikan selanjutnya *cycloconverter* dapat dikontrol menggunakan keypad.

DAFTAR PUSTAKA

- Adraya.2016. *Silicon Control Retrifier*. Diambil tanggal 24 Desember 2016 dari <http://adraya.blogspot.co.id>
- Arduino Mega 2560.2016.Mega 2560. Diambil tanggal 24 Desember2016 www.arduino.cc
- Atmel.2016. Datasheet AVR atmega2560. Diambil tanggal 24 Desember 2016 dari www.atmel.com
- Chapman.2005. *Electric Machinery Fundamnetals*.New York: McGraw Hill
- Djutmiko, Istianto Wahyu. 2010. *Bahan Ajar Elektronika Daya*. Yogyakarta.Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kul Techno Lab And Research Center. 2016. *Electrical Engineering*. Diambil tanggal 24 Desember 2016 dari <https://www.kullabs.com>
- Lewis Loflin.2016. *Zero Crossing Detector Circuit And Applications*. Diambil tanggal 20 November 2016 dari <http://www.bristolwatch.com>.
- Malvino dan David.2013.*Electronic Principles*.New Delhi : McGraw Hill
- Muhammad Rashid.2007. *Power Electronic Handbook* . San Diego: Elsevier.
- P.C Sen. 1987.*Power Elektronik*. New Delhi : McGraw Hill
- Sindura dan Kartheek.2013.*Speed Control Of Induction Motor Using Cycloconverter*,International Journal of Engineering Trends and Technology(IJETT)-Volume4Issue4-April2013.
- Yasmiri. 2013. *Perancangan Dan Pembuatan Cycloconverter untuk Pengendalian Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Mikrokontroler at89s52. Tugas Akhir*. Teknik Elektro Universitas Negeri Padang.