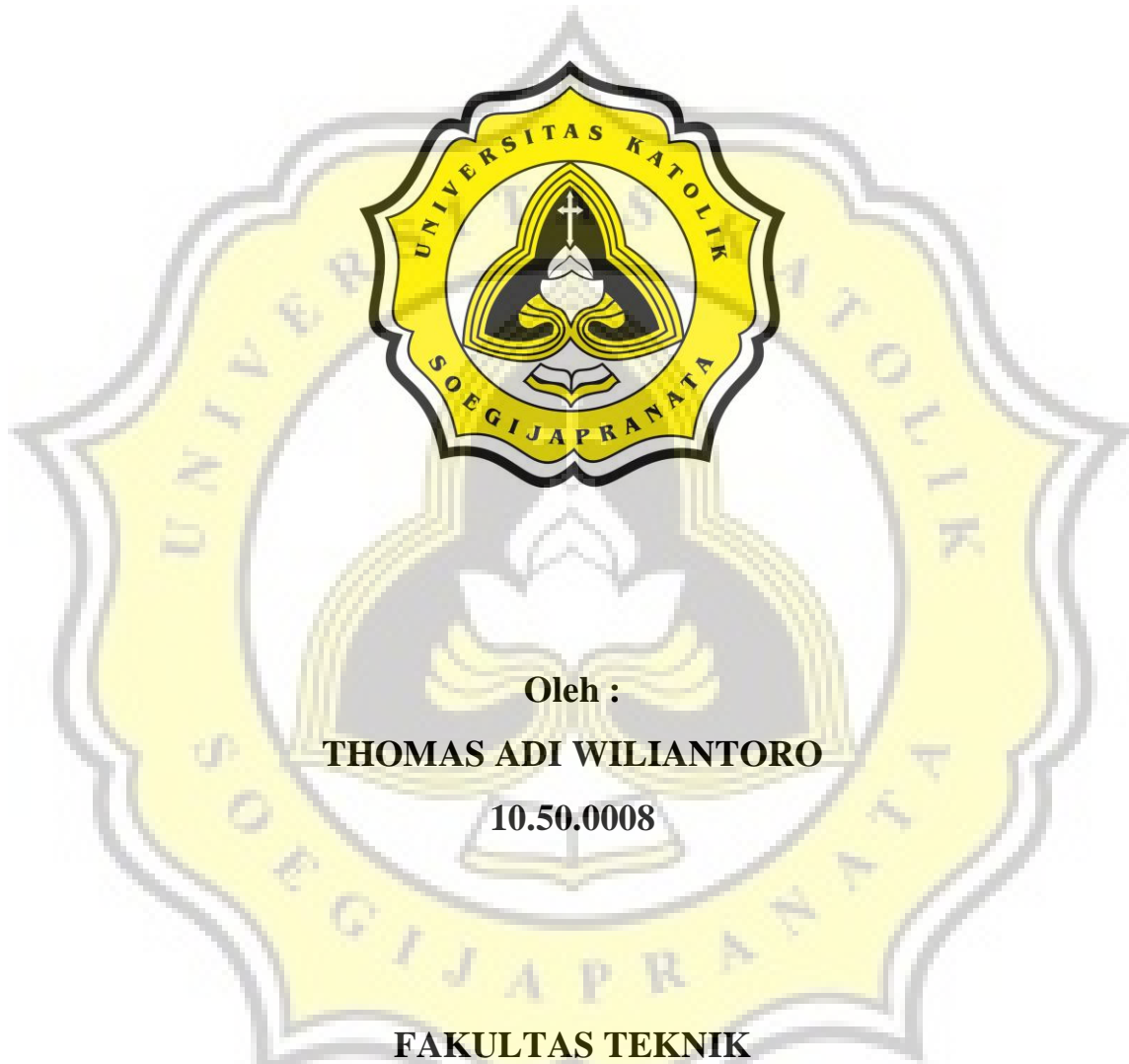


**MODIFIKASI *INVERTER* TIPE *DIODE CLAMP* DAN
H-BRIDGE UNTUK MEMBENTUK LIMA LEVEL *INVERTER***

LAPORAN TUGAS AKHIR



Oleh :

THOMAS ADI WILANTORO

10.50.0008

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

SEMARANG

2014

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Modifikasi Inverter Tipe Diode Clamp dan H-Bridge untuk membentuk Lima Level Inverter**” diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Laporan Tugas Akhir ini disetujui pada tanggal . . . November 2014.

Semarang, . . . November 2014

Menyetujui,

Pembimbing

Leonardus Heru P., ST. MT.

058.1.2000.234

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr.F.Budi setiawan ST.,MT

058.1.1994.150

ABSTRAK

Pada Tugas Akhir ini akan dikaji suatu modifikasi inverter tipe Diode Clamp dan H-bridge untuk membentuk lima level inverter dengan implementasi kendali berbasis mikrokontrol tipe PIC 18F4550. Dari hasil kajian ini inverter lima level ternyata memiliki banyak keuntungan. Rangkaian daya inverter yang dirancang bertujuan untuk mengurangi stress tegangan pada komponen saklar elektronik. Dengan memanfaatkan mikrokontroller PIC 18F4550 diharapkan dapat mengurangi kerumitan struktur rangkaian kendali. Suatu analisis berdasarkan mode operasi diturunkan untuk mendapatkan metode pengendalian. Simulasi dilakukan untuk mendasari implementasi yang dilakukan dan sebagai tahap akhir dilakukan implementasi skala laboratorium. Dari hasil ujicoba yang dilakukan inverter yang dirancang dapat berjalan dengan baik yaitu menghasilkan level sebanyak lima level.

Kata Kunci: *Inverter, Lima Level Inverter, Mikrokontroler PIC 18F4550*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan segala rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporan Tugas Akhir yang berjudul “ **MODIFIKASI INVERTER TIPE DIODE CLAMP DAN H-BRIDGE UNTUK MEMBENTUK LIMA LEVEL INVERTER**” yang menjadi tugas studi penulis sebagai mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.

Pembuatan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang sudah memberikan Berkat dan Rahmat sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, ST.MT. selaku Kepala Progdik Teknik Elektro dan Dosen wali angkatan 2010, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah memfasilitasi laboratorium dan perlengkapannya.
3. Bapak Leonardus Heru P., ST. MT; selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dan yang juga memberikan saran, kritik, dan semangat pada saya.
4. Bapak Dr. Slamet Riyadi; yang juga membantu saya dalam beberapa materi referensi yang saya butuhkan.
5. Bapak Juang dan Bapak Vincent, yang telah memberikan banyak bantuan, dukungan, dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

6. Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah banyak membantu memberikan fasilitas sehingga pengerjaan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar.
7. Orang tua yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dan seluruh Keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil.
8. Teman-temanku elektro : Musa, Yunan Wibisono, Uje, Adhi Kurniawan, Agus, Erik, Adit, Nikolas, Arifin Wibisono, Kevin, Stanley Suryono, Enggar, Dryan, Rendy, Arief Catur, Joanna, Oxa, Elwinta Ginting, Adhi Citra, Rikcy Fajar'12, Koh Ram'09, koh Anton'08, Bang Adit'09, Herry Erawan, seluruh rekan yang lain, terimakasih untuk doa dan dukungannya.
9. Eva Christina yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
10. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, yang pada kesempatan ini tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan, maka penulis sangat mengharapkan saran maupun kritik dari berbagai pihak untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan permohonan maaf apabila terdapat hal – hal yang kurang berkenan dalam penulisan laporan ini.

Akhirnya besar harapan penulis bahwa laporan ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi kemajuan ilmu dan teknologi di lingkungan kampus Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Semarang, November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan manfaat	2
1.5 Metodologi penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 <i>Inverter</i> Satu Fasa.....	7
2.2.1 <i>Inverter</i> jembatan Penuh / <i>H-Bridge</i>	7
2.2.2 <i>Inverter</i> Setengah Jembatan / <i>Half bridge</i>	10
2.3 Topologi <i>Multilevel Inverter</i> Lima Level	11
2.3.1 <i>Diode Clamp</i>	11
2.3.2 <i>Flying Capacitor</i>	13

	2.3.3	<i>Separated DC Source</i>	15
	2.4	Mosfet	16
	2.5	<i>Opto Coupler TLP 250</i>	18
	2.6	PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>).....	18
	2.7	Mikrokontroler <i>PIC 18F4550</i>	20
	2.7.1	Arsitektur <i>PIC 18F4550</i>	22
BAB III		PERANCANGAN MODIFIKASI INVERTER TIPE DIODE CLAMP DAN H-BRIDGE UNTUK MEMBENTUK LIMA LEVEL INVERTER	24
	3.1	Pendahuluan	24
	3.2	Modifikasi <i>Multilevel Inverter Tipe Diode Clamp Dan H-bridge</i>	25
	3.2.1	Cara kerja Modifikasi <i>Multilevel Inverter Tipe Diode Clamp dan H-Bridge</i>	25
	3.3	Strategi Kendali	29
	3.4	Blok Catu Daya	32
	3.5	Blok Sistem Kontrol	32
	3.5.1	Penyerarah $\frac{1}{2}$ Gelombang	32
	3.5.2	Rangkaian Pembalik (<i>Inverting</i>)	33
	3.5.3	<i>Zero Cross Detector</i>	33
	3.5.4	Perancangan Blok Sistem Kontrol	34
	3.6	Blok <i>Driver</i>	35
	3.7	Blok Kontrol.....	36
	3.8	Pemrograman pada <i>PIC18F4550</i>	38
	3.8.1	Inisialisasi Data	38

	3.8.2	Pembangkit Segitiga Internal	40
	3.8.3	Komparator Digital	41
BAB IV		HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA	44
	4.1	Pengujian Rangkaian dengan Simulator	44
	4.1.1	Simulasi Modifikasi <i>Inverter</i> tipe <i>Diode Clamp</i> dan <i>H-bridge</i> untuk membentuk lima level <i>Inverter</i>	44
	4.2	Hasil pengukuran Menggunakan Osiloskop	49
	4.2.1	Pengujian Rangkaian Kontrol	49
	4.2.2	Pengujian <i>Inverter</i>	52
BAB V		PENUTUP	55
	5.1	Kesimpulan	55
	5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Inverter H-Bridge</i> satu fasa.....	8
Gambar 2.2 <i>Inverter half Brigde</i> satu fasa	10
Gambar 2.3 Topologi <i>Diode Clamp</i>	11
Gambar 2.4 Topologi <i>Flying Capacitor</i>	13
Gambar 2.5 <i>Separated DC Source</i>	15
Gambar 2.6 Mosfet tipe <i>Depleksi</i>	17
Gambar 2.7 Mosfet tipe <i>Enhancement</i>	17
Gambar 2.8 Kontruksi <i>Opto Coupler TLP 250</i>	18
Gambar 2.9 Teknik modulasi sinyal referensi dan <i>carrier</i> pada PWM	19
Gambar 2.10 Konfigurasi Pin PIC 18F4550.....	23
Gambar 3.1 Rangkaian daya modifikasi <i>multilevel</i>	25
Gambar 3.2 Mode operasi 1.....	26
Gambar 3.3 Mode operasi 2.....	26
Gambar 3.4 Mode operasi 3.....	27
Gambar 3.5 Mode operasi 4.....	27
Gambar 3.6 Mode operasi 5.....	28
Gambar 3.7 Mode operasi 6.....	28
Gambar 3.8 Strategi kendali	29
Gambar 3.9 Gambaran umum sistem secara keseluruhan	31
Gambar 3.10 Rangkaian catu daya	32
Gambar 3.11 Penyearah $\frac{1}{2}$ gelombang	33

Gambar 3.12 Rangkaian pembalik	33
Gambar 3.13 Rangkaian <i>Zero Cross Detector</i>	34
Gambar 3.14 Rangkaian Sistem Kontrol.....	35
Gambar 3.15 Rangkaian <i>Driver</i>	36
Gambar 3.16 Rangkaian Kontrol Analog	36
Gambar 3.17 Flow Chart sistem kontrol.....	37
Gambar 3.18 Inisialisasi ADC	39
Gambar 3.19 Pembacaan ADC.....	39
Gambar 3.20 Hasil simulasi sinyal referensi.....	40
Gambar 3.21 Pembuatan segitiga internal	40
Gambar 3.22 Hasil simulasi sinyal segitiga bertingkat	41
Gambar 3.23 Penonaktifan komparator internal	41
Gambar 3.24 Komparator analog	42
Gambar 3.25 Listing program komparator	42
Gambar 4.1 Rangkaian daya <i>multilevel</i> modifikasi	44
Gambar 4.2 Sinyal referensi	45
Gambar 4.3 Sinyal pembawa (<i>carrier</i>).....	45
Gambar 4.4 Komparasi antara sinyal <i>carrier</i> dan sinyal referensi.....	45
Gambar 4.5 Sinyal PWM Saklar S1	46
Gambar 4.6 Sinyal PWM Saklar S2	46
Gambar 4.7 Komparasi antara sinyal <i>carrier</i> dan sinyal referensi ang tergeser 180^0	46
Gambar 4.8 Sinyal PWM Saklar S3	46
Gambar 4.9 Sinyal PWM Saklar S4	47

Gambar 4.10 Sinyal referensi sinusoidal dan ground	47
Gambar 4.11 Sinyal <i>zero cross detector</i> negative dan Sinyal <i>zero cross detector</i> positif	47
Gambar 4.12 Sinyal keluaran inverter sebelum melewati <i>inductor</i> (L)	48
Gambar 4.13 Sinyal keluaran inverter satu fasa setelah melewati <i>inductor</i> (L)	48
Gambar 4.14 Sinyal referensi	49
Gambar 4.15 Sinyal PWM saklar S1 keluaran mikrokontroler	50
Gambar 4.16 Sinyal PWM saklar S2 keluaran mikrokontroler	50
Gambar 4.17 Sinyal PWM saklar S3 keluaran mikrokontroler	50
Gambar 4.18 Sinyal PWM saklar S4 keluaran mikrokontroler	51
Gambar 4.19 Sinyal <i>Zero Cross Detector</i> xiegateive untuk saklar S5.....	51
Gambar 4.20 Sinyal <i>Zero Cross Detector</i> Positif untuk saklar S6	51
Gambar 4.21 Keluaran tegangan beban R	52
Gambar 4.22 Tegangan dan Arus keluaran dengan beban R.....	53
Gambar 4.23 Tegangan keluaran beban R dan L.....	53
Gambar 4.24 Tegangan dan Arus keluaran beban RL	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pola switching <i>inverter</i> bipolar satu fasa <i>H-Bridge</i>	9
Tabel 2.2 Pola switching <i>inverter</i> unipolar satu fasa <i>H-Bridge</i>	9
Tabel 2.3 Pola switching <i>inverter</i> satu fasa <i>H-Bridge</i>	10
Tabel 2.4 Pola <i>Swicthing</i> topologi <i>diode clamp</i> lima level.....	12
Tabel 2.5 Pola <i>Swicthing flying capacitor</i> lima level.....	14
Tabel 2.6 Pola <i>Swicthing</i> Separated Dc Source Lima Level	15
Tabel 3.1 Mode Operasi yang terjadi pada <i>inverter</i> lima level	25
Tabel 4.1 Parameter Simulasi	44
Tabel 4.2 parameter Pengujian	52

