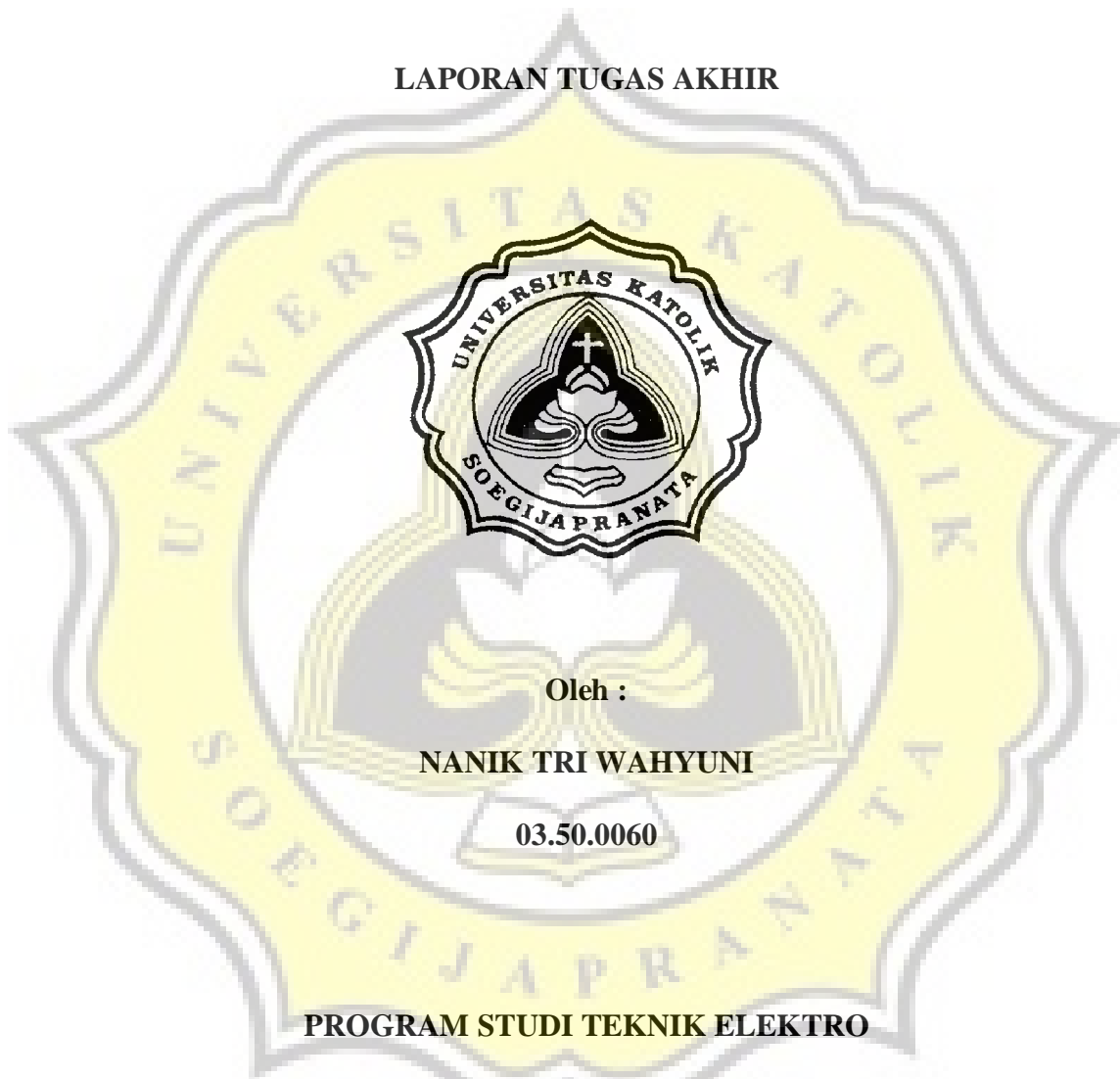


**INVERTER JENIS TEGANGAN  
TIGA FASA EMPAT LENGAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**



Oleh :

**NANIK TRI WAHYUNI**

**03.50.0060**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

**SEMARANG**

**2009**

## PENGESAHAN

Laporan tugas akhir dengan judul “INVERTER JENIS TEGANGAN TIGA FASA EMPAT LENGAN“ diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro di Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Laporan tugas akhir ini disetujui pada tanggal . . . Februari 2009.

Semarang, . . . Februari 2009

Menyetujui,

Pembimbing I

(Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT.)

058.1.1992.110

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

(Leonardus Heru P., ST, MT.)

058.1.2000.234

## ABSTRAK

*Kemajuan dalam bidang elektronika khususnya elektronika daya sekarang ini memegang peranan yang sangat penting, terutama di bidang industri, perkantoran dan rumah tangga seperti motor drives, UPS, komputer, dll. Pandangan dari kemungkinan ketidakseimbangan beban akan berakibat menjadi non linier, khususnya untuk aplikasi dimana netral dari beban digunakan. Peralatan-peralatan ini umumnya menyebabkan arus mempunyai harmonisa dan karena adanya pemakaian beban-beban satu fasa akan menyebabkan ketidakseimbangan pada arus fasa dan menimbulkan arus netral.*

*Hal ini berakibat buruk dan membahayakan karena arus netral tidak pernah diukur dan diberi pengaman sehingga bila peralatan-peralatan elektronik tersebut tidak sengaja tersentuh akan tersengat sengatan listrik.*

*Oleh karena hal-hal tersebut diatas, maka akan diusulkan suatu metoda pengontrolan dengan menggunakan inverter tiga fasa empat lengan yang diharapkan dengan adanya lengan yang ke empat, netral yang terdapat pada sistem tiga fasa dapat dikendalikan sehingga tidak mempengaruhi kinerja pada sistem.*

*Kata Kunci : Inverter, Tiga Fasa, Empat Lengan, Netral*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan segala rahmat dan anugerahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporannya yang berjudul “ **INVERTER JENIS TEGANGAN TIGA FASA EMPAT LENGAN** “ yang menjadi tugas studi penulis sebagai mahasiswa Program Sarjana Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Pada kesempatan ini penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah banyak membantu selama pelaksanaan Tugas Akhir di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang dan penulisan laporannya yaitu :

1. My Lovely Jesus ; Bapa ku yang selalu setia menemaniku, menguatkanku dalam iman, pengharapan dan kasihNya.
2. Bapak Leonardus Heru P.,ST,MT; selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, yang telah memberikan saya ijin untuk melaksanakan Tugas Akhir.
3. Dr. Ir. Ign. Slamet Riyadi, MT; selaku dosen pembimbing I dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, baik dalam pengerjaan alat telah memberikan saran, kritik, dan semangat hingga selama proses penyusunan laporan akhir.
4. T. Brenda Ch., ST, MT; selaku koordinator Tugas Akhir dan dosen wali, yang telah memberikan ijin dan support kepada saya selama saya kuliah dan dalam pelaksanaan Tugas Akhir.

5. Mas Agoenk; selaku pendamping laboratorium, yang telah banyak membantu selama pengerjaan Tugas Akhir dan selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini ” Thengkyu so much mas! GBU”.
6. Bapak, Ibu, Mas Anto, Mb Wiwin; keluargaku yang kusayang terima kasih atas supportnya selalu setia dan yang tak pernah berhenti sehingga saya mampu menyelesaikan studi.
7. Ko’ Hendra; makasih atas support, bimbingan dan nasehat - nasehatmu yang tak pernah lelah menemaniku.
8. Bapak Ibu Sur, Ceri, Mb Ita, Mas Ari, Dek Dina; My second family, terima kasih atas support dan doanya yang menguatkan.
9. Kakak – kakak ku yang jauh disana, Mas Domo, Mas Abud, Mas Timbul, Mas Tatang, Mbah e, Mas Jhebenk, Mb Dewi, Mas Peyang; Matur nuwun sudah dibantu selama pengerjaan alat dan juga doanya. Sukses bro!
10. Crew DISCAHOLIC; DJ ”Gemblung” Yuko, Mr.Don, Apid, Abri, Iyyon. Terima kasih frend, kapan nyusul? ^o^
11. Seluruh penghuni laboratorium: April “ Thengkyu sist, CAYO dek!! “, Bebek n Jajank, “Thengkyu Bro!”, saudara kembar Prast n Kokok, Supermen, Toto, Mbah Tanto, Wiwin, Panji dan semua teman - teman yang seneng main di Lab, yang tidak bisa disebutin satu persatu TERIMA KASIH smuanya.
12. Teman – teman Fakultas Teknologi Industri jurusan teknik Elektro angkatan 2003, Lemod Team ( escp, Ceri terima kasih support dan bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir, *Ganbate!!* ).

13. Crew Y! Internet Banyumanik, Om Ed, Mas Erwan, Mas West, Uchiha, Mas Toto, Jenk Tya, Dee chan, Cempluk. Trima kasih atas bantuannya dan nasehat-nasehatnya dan buat gratisan nge-net-nya ya.
14. Guru GSM, Heny, Mb Lia, Devin. Makasih supportnya selalu sist, Gusti Mberkahi.

Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan ini. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangannya, 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 Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Semarang,

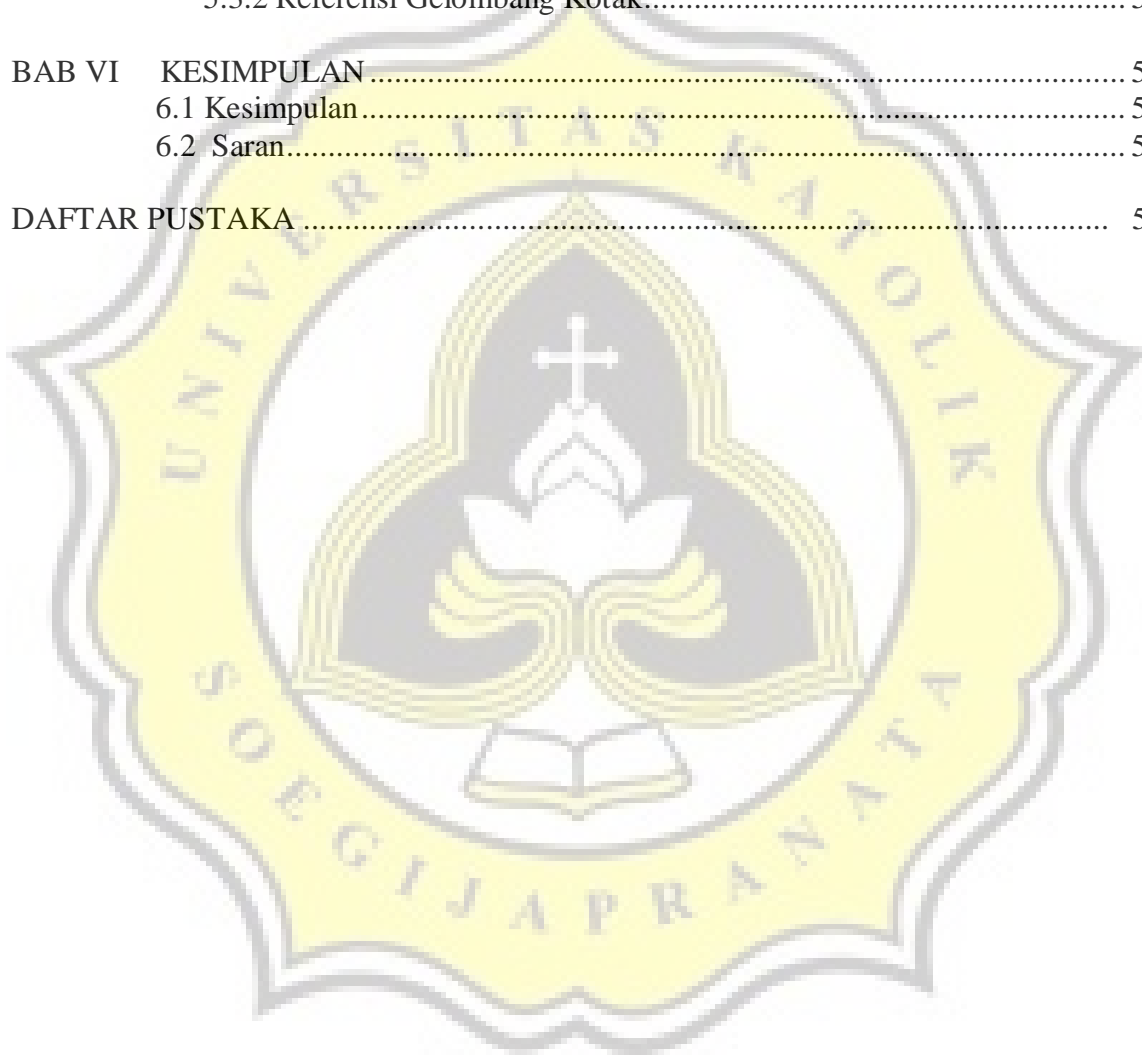
Februari 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Dan Manfaat.....	4
1.5    Metode Penelitian .....	4
1.6    Sistematika Penulisan.....	5
BAB II    KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1    Pendahuluan.....	7
BAB III    INVERTER TIGA FASA TIGA LENGAN .....	11
3.1    Pendahuluan.....	11
3.2    Topologi .....	11
3.2.1    Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan .....	11
3.2.2    Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Empat Kawat .....	14
3.3    Simulasi Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan .....	18
BAB IV    INVERTER TIGA FASA EMPAT LENGAN .....	23
4.1    Pendahuluan.....	23
4.2    Topologi .....	24
4.3    Perancangan Inverter Tiga Fasa Empat Lengan .....	27
4.3.1    Referensi Gelombang Sinusoidal .....	28
4.3.2    Referensi Gelombang Kotak.....	32
4.3.3    Pembentukan Sinyal Referensi Tiga Fasa .....	37
4.3.4    Summing Three .....	40
4.3.5    Rangkaian Driver .....	40
4.3.6    Kontroler Proporsional Integral .....	42
4.3.7    Rangkaian Pendeteksi Arus .....	43

BAB V	INVERTER JENIS TEGANGAN TIGA FASA EMPAT LENGAN TERKENDALI ARUS.....	44
5.1	Pendahuluan.....	44
5.2	Inverter Tiga Fasa Empat Lengan Terkendali Arus.....	44
5.2.1	Penjumlahan Arus Fasa Sama Dengan Nol ( $I_a+I_b+I_c = 0$ ).....	46
5.2.2	Penjumlahan Arus Fasa Tidak Sama Dengan Nol ( $I_a+I_b+I_c \neq 0$ )....	49
5.3	Hasil Percobaan .....	51
5.3.1	Referensi Gelombang Sinusoidal.....	51
5.3.2	Referensi Gelombang Kotak.....	54
BAB VI	KESIMPULAN.....	57
6.1	Kesimpulan.....	57
6.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	.....	58





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Topologi Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan.....	12
Gambar 3.2	Delapan Konfigurasi Penyaklaran Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan .....	12
Gambar 3.3	Topologi Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Empat Kawat.....	14
Gambar 3.4	Rangkaian Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Empat Kawat .....	19
Gambar 3.5	Arus dan Tegangan Keluaran Tak Seimbang .....	19
Gambar 3.6	Arus Netral Akibat Beban Tak Seimbang .....	20
Gambar 3.7	Hasil Fast Fourier Transform Gelombang Tegangan Keluaran .....	20
Gambar 3.8	Spektrum Arus Netral Akibat Beban Tak Seimbang .....	20
Gambar 3.9	Arus Keluaran Mengikuti Referensi .....	21
Gambar 3.10	Arus Netral Dan Spektrum Arus Netral.....	22
Gambar 4.1	Topologi Inverter Tiga Fasa Empat Lengan.....	24
Gambar 4.2	Enam Belas Penyaklaran Inverter Tiga Fasa Empat Lengan .....	25
Gambar 4.3	Pemodelan Rangkaian Inverter Jenis Tegangan Tiga Fasa Empat Lengan Dengan Referensi Gelombang Sinusoidal.....	28
Gambar 4.4	(a) Hasil Simulasi Gelombang Tegangan Keluaran Seimbang Dan Tegangan Referensi (b) Arus Netral dan Spektrumnya .....	29
Gambar 4.5	(a) Hasil Simulasi Gelombang Arus dan Tegangan Keluaran Tak Seimbang (b) Arus Netral dan Spektrumnya .....	31
Gambar 4.6	Inverter Jenis Tegangan Tiga Fasa Empat Lengan Referensi Kotak.....	32
Gambar 4.7	(a) Gelombang Tegangan Keluaran ( $V_o$ ) Dan Tegangan Referensi ( $V_{ref}$ ) (b) Arus Netral dengan Referensi Kotak.....	33

Gambar 4.8 (a) Gelombang Tegangan Keluaran Beban Tak Seimbang (b) Arus Netral	
Referensi Kotak .....	34
Gambar 4.9 Diagram Blok Inverter Jenis Tegangan Tiga Fasa Empat Lengan .....	35
Gambar 4.10 Rangkaian Phase Lock Loop .....	38
Gambar 4.11 Rangkaian DAC 0800 .....	39
Gambar 4.12 Pemodelan Pemicuan Pulsa .....	40
Gambar 4.13 Optocoupler TLP 250.....	41
Gambar 4.14 Rangkaian Driver41 .....	25
Gambar 4.15 Rangkaian Kontroler PI.....	42
Gambar 4.16 Rangkaian pendeteksi arus tipe LEM HX 03-50P.....	43
Gambar 5.1 Inverter Tiga Fasa Empat Lengan.....	45
Gambar 5.2 Diagram Pewaktuan Penyaklaran .....	46
Gambar 5.3 (a) Mode Operasi Ketika Semua Saklar Positif Berkonduksi (1111) dan (b) Gelombang Keluaran Penyaklaran .....	47
Gambar 5.4 (a) Mode Operasi Ketika Semua Saklar Positif Berkonduksi (1111) dan (b) Gelombang Keluaran Penyaklaran .....	48
Gambar 5.5 Gelombang keluaran saklar Snj pada lengan netral.....	48
Gambar 5.6 Diagram Alur Arus Ketika Saklar Snn Berkonduksi .....	49
Gambar 5.7 Diagram Alur Arus Ketika Saklar Snp Berkonduksi .....	50
Gambar 5.8 Arus Referensi Tiga Fasa .....	52
Gambar 5.9 Tegangan Keluaran Inverter Tiga fasa .....	52
Gambar 5.10 Sinyal Referensi Tracking Terhadap Sinyal Keluaran Tiga Fasa.....	53
Gambar 5.11 Bentuk Gelombang Arus Netral (In).....	53

Gambar 5.12 Sinyal referensi kotak tergeser..... 54  
Gambar 5.13 Tegangan keluaran inverter tiga fasa dan arus netralnya ..... 54



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tegangan Sesaat Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan .....	13
Tabel 3.2	Tegangan Sesaat Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Empat Kawat .....	15
Tabel 3.3	Tabel Parameter Rangkaian Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Dengan Beban Tak Seimbang .....	18
Tabel 3.4	Tabel Parameter Rangkaian Inverter Tiga Fasa Tiga Lengan Dengan Beban Seimbang .....	21
Tabel 4.1	Tegangan Sesaat Inverter Tiga Fasa Empat Lengan.....	26
Tabel 4.2	Tabel Parameter Inverter Tiga Fasa Empat Lengan Beban Seimbang.....	28
Tabel 4.3	Tabel Parameter Inverter Tiga Fasa Empat Lengan Beban Tak Seimbang ....	30

