

**PENGARUH TOTAL HARMONIC DISTORTION (THD)**

**PADA SUATU SISTEM**

**TUGAS AKHIR**



**Oleh :**

**ALEXANDER SURYAJAYA**

**NIM : 06.50.0005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

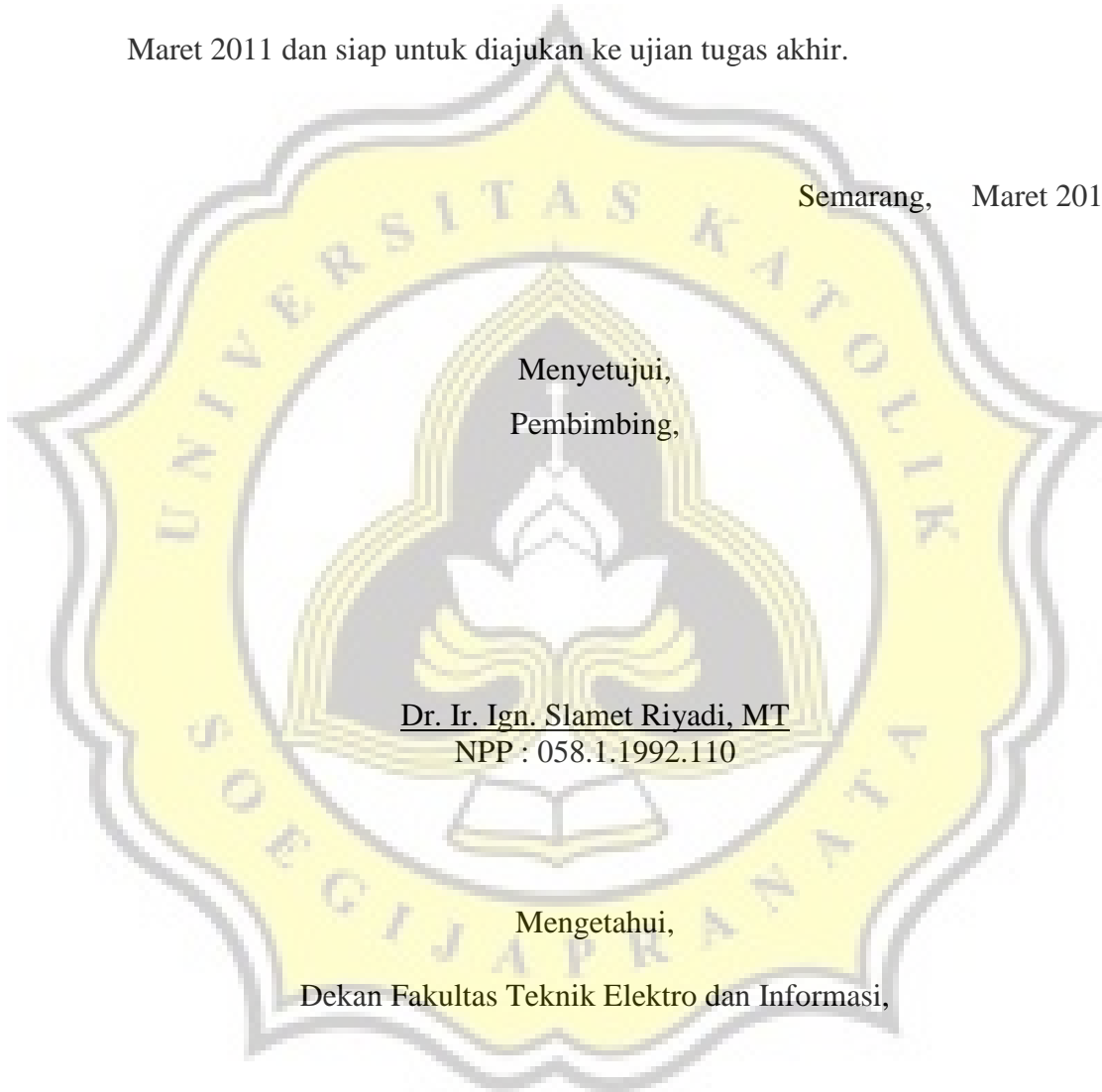
**SEMARANG**

**2011**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul Pengaruh **Total Harmonic Distortion (THD) Pada Suatu Sistem** telah disetujui dan disahkan pada tanggal Maret 2011 dan siap untuk diajukan ke ujian tugas akhir.

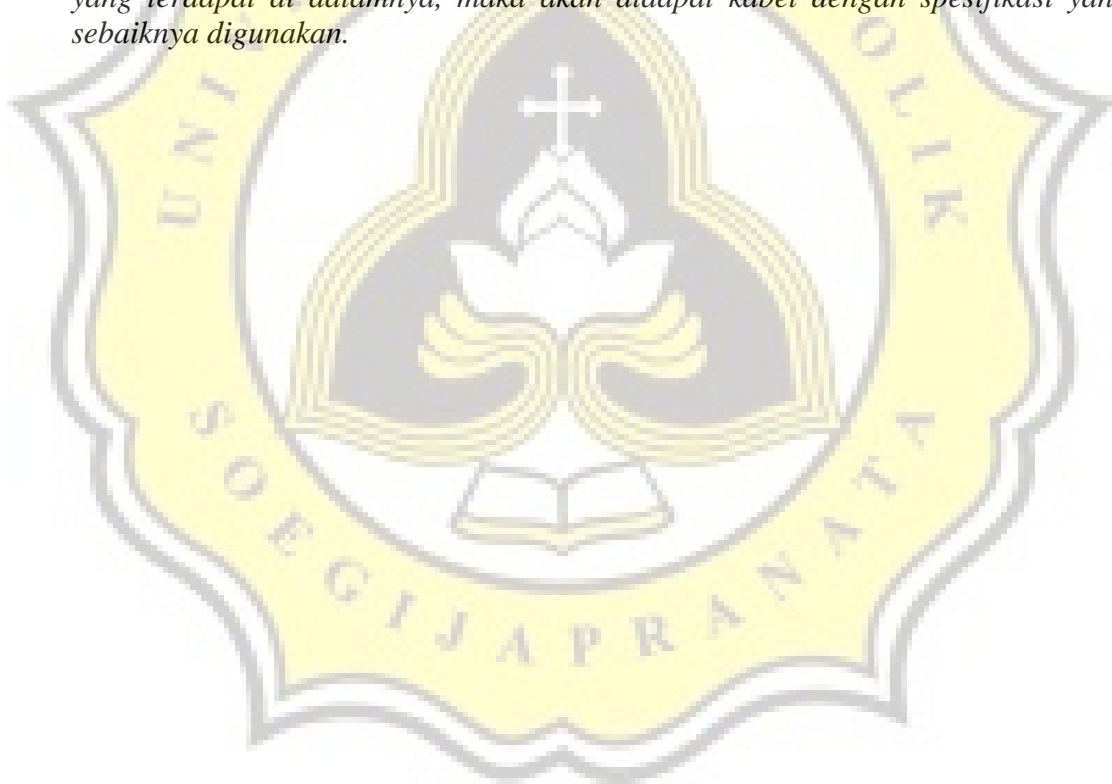
Semarang, Maret 2011



Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT.  
NPP: 058.1.1994.150

## ABSTRAKSI

*Perkembangan teknologi ternyata tidak diiringi dengan meningkatnya kualitas daya. Penyebab kualitas daya yang digunakan semakin menurun adalah karena terdapat peralatan-peralatan elektronik yang menghasilkan harmonisa arus. Harmonisa arus dihasilkan oleh peralatan-peralatan elektronik yang mengandung beban tak linier. Beban tak linier merupakan beban yang menghasilkan arus yang tidak sinusoidal. Salah satu penyumbang harmonisa terbesar adalah penyearah dengan kapasitor sebagai pengurang riak. Padahal penyearah jenis ini dapat dengan mudah kita temui pada peralatan-peralatan elektronik yang sering kita gunakan seperti lampu hemat energi, komputer, laptop, televisi, dan lain sebagainya. Salah satu dampak negatif yang dihasilkan oleh harmonisa adalah umur penggunaan kabel yang semakin singkat. Dengan mengetahui peralatan elektronik yang akan digunakan dan mengetahui beban yang terdapat di dalamnya, maka akan didapat kabel dengan spesifikasi yang sebaiknya digunakan.*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas anugerah dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir berikut laporan ini dapat selesai dengan baik. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam menempuh pendidikan sarjana pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata.

Pada kesempatan ini dengan rasa syukur dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta yang telah memberikan dorongan serta doa restu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang begitu besar pada pihak-pihak yang telah membantu, kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata. Yang telah memberikan ijin dan fasilitas dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ign. Slamet Riyadi, MT. selaku pembimbing dan koordinator dalam pembuatan tugas akhir ini dimana telah memberikan dorongan dan petunjuk dalam penyusunan dan pembuatan tugas akhir ini.
3. Bapak Yulianto Tedjo, ST. MT. selaku Dosen Wali angkatan 2006 yang telah membantu selama penulis menempuh studi di Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata.
4. Mas Agung selaku Koordinator Laboratorium atas kerjasama, bantuan serta sarannya yang memudahkan penulis dalam membuat tugas akhir.

5. Bapak, Ibu dosen beserta segenap karyawan Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Soegijapranata.
6. Teman-teman Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata semuanya, khususnya angkatan 2006. Atas semangat dan kerjasama yang telah diberikan, membuat penulis menjadi nyaman selama mengerjakan tugas akhir.
7. Untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu atas bantuannya baik secara moril maupun materiil terimakasih banyak.

Tiada lain penulis hanya dapat memanjatkan doa kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, kiranya dengan limpahan rahmat, anugerah dan karunia-Nya untuk kebahagiaan dan kesejahteraan semua pihak yang telah membantu penulis, atas segala budi baik yang telah diberikan kepada kita semua.

Dengan pepatah tak ada gading yang tak retak, penyusun juga menyadari laporan ini belumlah sempurna, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik dari teman-teman maupun pembaca sekalian sehingga laporan ini dapat menjadi lebih sempurna dan memberikan sumbangsih dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Semarang, Januari 2011

Penulis,

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
LAMPIRAN.....	xviii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II : DASAR TEORI</b>	
2.1. Pendahuluan.....	6
2.2. Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.2.1. Faktor Daya.....	8

2.2.2. Karakteristik Beban.....	8
2.2.2.1. Beban Linier.....	9
2.2.2.2. Beban Tak Linier.....	11
2.3. Harmonisa.....	14
2.3.1. Dampak Negatif yang dihasilkan.....	19

### BAB III : PERALATAN-PERALATAN PADA GEDUNG PERKANTORAN

3.1. Pendahuluan.....	23
3.2. Peralatan Bersifat Linier.....	23
3.2.1. Lampu Bohlam.....	24
3.2.2. Motor Listrik.....	25
3.2.3. Pemanas.....	26
3.3. Peralatan Bersifat Tak Linier.....	27
3.3.1. Lampu Hemat Energi (LHE).....	27
3.3.2. Komputer.....	29
3.3.3. Laptop.....	30
3.3.4. Televisi CRT.....	32
3.3.5. Televisi LCD.....	33

### BAB IV : HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendahuluan.....	36
4.2. Hasil Pengukuran Peralatan-peralatan Elektronik.....	36
4.2.1. Peralatan Bersifat Linier.....	37

4.2.1.1. Lampu Bohlam.....	37
4.2.1.2. Motor Listrik.....	38
4.2.1.3. Pemanas.....	39
4.2.2. Peralatan Bersifat Tak Linier.....	39
4.2.2.1. Lampu Hemat Energi (LHE) .....	40
4.2.2.2. Komputer.....	41
4.2.2.3. Laptop.....	42
4.2.2.4. Televisi CRT.....	43
4.2.2.5. Televisi LCD.....	44
4.3. Hasil Pengukuran Listrik di Gedung Yustinus Lantai 1.....	44
4.3.1. Kabel Merah (Fasa R) .....	45
4.3.2. Kabel Kuning (Fasa S) .....	46
4.3.3. Kabel Biru (Fasa T) .....	47
4.3.4. Kabel Fasa 1 .....	48
4.3.5. Kabel Fasa 2 (Merah-Kuning) .....	49
4.3.6. Kabel Fasa 3 (Kuning-Biru) .....	50
4.3.7. Kabel 1.....	51
4.3.8. Kabel 2.....	51
4.3.9. Kabel 3.....	52
4.3.10. Kabel 4.....	53
4.3.11. Kabel 5.....	54
4.3.12. Kabel 6.....	54
4.3.13. Kabel 7.....	55



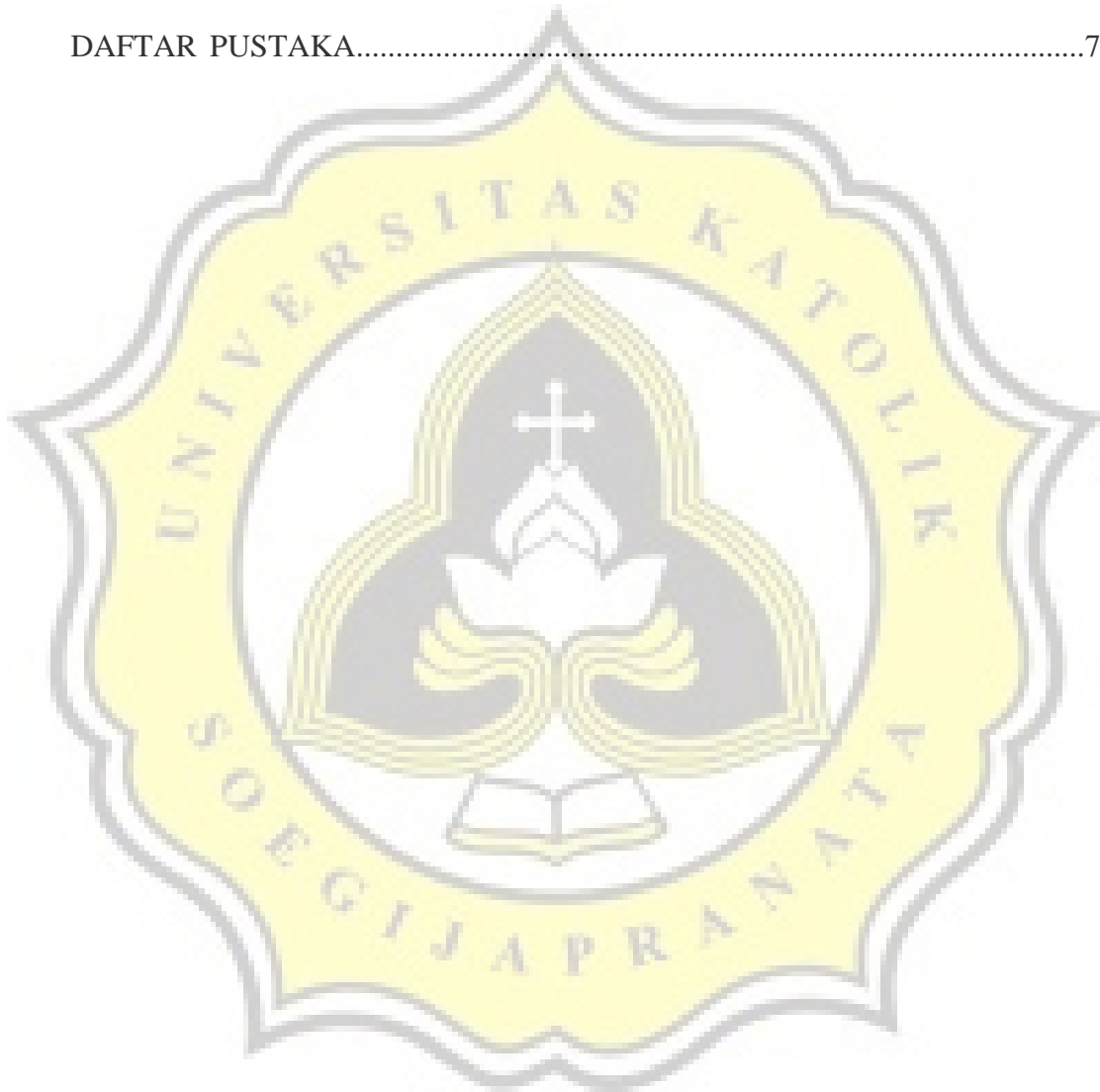
4.3.14. Kabel 8.....	56
4.3.15. Kabel 9.....	57
4.3.16. Kabel 10.....	57
4.3.17. Kabel 11.....	58
4.3.18. Kabel 12.....	59
4.3.19. Kabel 13.....	60
4.3.20. Kabel 14.....	60
4.3.21. Kabel 15.....	61
4.3.22. Kawat Netral.....	62
4.4. Pembahasan.....	63
4.4.1. Pengukuran Peralatan Bersifat Linier.....	63
4.4.2. Pengukuran Peralatan Bersifat Tak Linier.....	64
4.4.3. Pengukuran Listrik di Gedung Yustinus Lantai 1.....	67
4.4.4. Dampak Negatif yang Dihasilkan Oleh Harmonisa Arus.....	71
4.4.4.1. Terjadi Harmonisa Tegangan.....	71
4.4.4.2. Dapat Mengganggu Sistem Telekomunikasi.....	71
4.4.4.3. Pemutusan Beban Tidak Bekerja dengan Baik. ....	72
4.4.4.4. Terganggunya Saluran Transmisi.....	72
4.4.4.5. Transformator dapat menjadi panas.....	73
4.4.4.6. Mesin-Mesin Berputar ( <i>Rotating Machines</i> ) .....	73
4.4.4.7. Bank Kapasitor ( <i>Capasitor Banks</i> ) .....	74
4.4.5. Penggunaan Kabel yang Sesuai.....	74

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....76

5.2. Saran.....76

DAFTAR PUSTAKA.....78



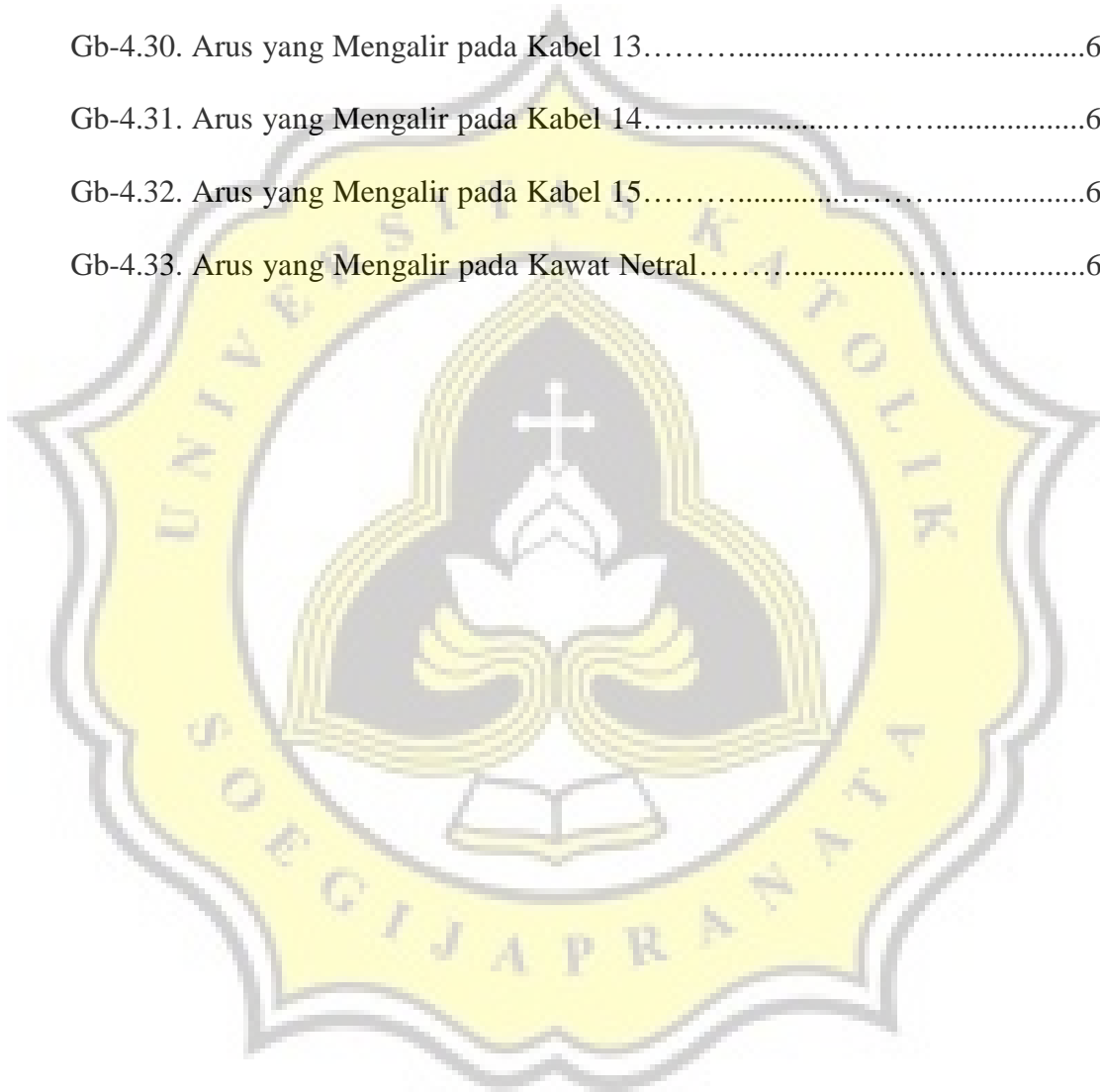
## DAFTAR GAMBAR

Gb-2.1. Saluran Transmisi dan Distribusi.....	7
Gb-2.2. Diagram Fasor (a) Beban Kapasitif ( <i>Leading</i> ) (b) Beban Induktif ( <i>Lagging</i> ).....	8
Gb-2.3. Rangkaian Pengganti untuk Beban Linier.....	9
Gb-2.4. Bentuk Gelombang dan Arus Beban Linier.....	9
Gb-2.5. Spektrum Arus Harmonisa Beban Linier.....	10
Gb-2.6. Rangkaian Pengganti untuk Beban Tak Linier.....	11
Gb-2.7. Bentuk Gelombang Arus dan Tegangan Beban Tak Linier.....	11
Gb-2.8. Spektrum Arus Harmonisa Beban Tak linier.....	12
Gb-2.9. Gelombang Fundamental, Gelombang Harmonisa dan Gelombang yang Terdistori.....	15
Gb-2.10. Gelombang Terdistori dan Gelombang Harmonisa orde 1, 2, 3, 4, 5, 6, dst.....	16
Gb-3.1. Rangkaian Lampu Bohlam.....	24
Gb-3.2. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Lampu Bohlam....	24
Gb-3.3. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan oleh Lampu Bohlam.....	24
Gb-3.4. Rangkaian Motor Listrik.....	25
Gb-3.5. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Motor Listrik.....	25
Gb-3.6. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan oleh Motor Listrik.....	25
Gb-3.7. Rangkaian Pemanas.....	26
Gb-3.8. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Pemanas.....	26

Gb-3.9. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan oleh Pemanas.....	26
Gb-3.10. Diagram Blok Catu Daya LHE.....	28
Gb-3.11. Pendekatan Rangkaian Catu Daya LHE.....	28
Gb-3.12. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran LHE.....	28
Gb-3.13. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan LHE.....	28
Gb-3.14. Diagram Blok Catu Daya Komputer.....	29
Gb-3.15. Pendekatan Rangkaian Catu Daya Komputer.....	29
Gb-3.16. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Komputer.....	30
Gb-3.17. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan Komputer.....	30
Gb-3.18. Diagram Blok Catu Daya Laptop.....	31
Gb-3.19. Pendekatan Rangkaian Catu Daya Laptop.....	31
Gb-3.20. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Laptop.....	31
Gb-3.21. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan Laptop.....	31
Gb-3.22. Diagram Blok Catu Daya Televisi CRT.....	32
Gb-3.23. Pendekatan Rangkaian Catu Daya Televisi CRT.....	32
Gb-3.24. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Televisi CRT.....	33
Gb-3.25. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan Televisi CRT.....	33
Gb-3.26. Diagram Blok Catu Daya Televisi LCD.....	34
Gb-3.27. Pendekatan Rangkaian Catu Daya Televisi LCD.....	34
Gb-3.28. Gelombang Tegangan Masukkan dan Arus Keluaran Televisi LCD.....	34
Gb-3.29. Spektrum Harmonisa yang dihasilkan Televisi LCD.....	35
Gb-4.1. Arus Keluaran yang dihasilkan Lampu Bohlam.....	37
Gb-4.2. Arus Keluaran yang dihasilkan Motor Listrik.....	38

Gb-4.3. Arus Keluaran yang dihasilkan Pemanas.....	39
Gb-4.4. Arus Keluaran yang dihasilkan LHE.....	40
Gb-4.5. Arus Keluaran yang dihasilkan Komputer.....	41
Gb-4.6. Arus Keluaran yang dihasilkan Laptop.....	42
Gb-4.7. Arus Keluaran yang dihasilkan Televisi CRT.....	43
Gb-4.8. Arus Keluaran yang dihasilkan Televisi LCD.....	44
Gb-4.9. Tegangan pada Fasa R.....	45
Gb-4.10. Arus yang Mengalir pada Fasa R.....	46
Gb-4.11. Tegangan pada Fasa S.....	47
Gb-4.12. Arus yang Mengalir pada Fasa S.....	47
Gb-4.13. Tegangan pada Fasa T.....	48
Gb-4.14. Arus yang Mengalir pada Fasa T.....	48
Gb-4.15. Arus yang Mengalir pada Kabel Fasa 1.....	49
Gb-4.16. Arus yang Mengalir pada Kabel Fasa 2.....	50
Gb-4.17. Arus yang Mengalir pada Kabel Fasa 3.....	50
Gb-4.18. Arus yang Mengalir pada Kabel 1.....	51
Gb-4.19. Arus yang Mengalir pada Kabel 2.....	52
Gb-4.20. Arus yang Mengalir pada Kabel 3.....	53
Gb-4.21. Arus yang Mengalir pada Kabel 4.....	53
Gb-4.22. Arus yang Mengalir pada Kabel 5.....	54
Gb-4.23. Arus yang Mengalir pada Kabel 6.....	55
Gb-4.24. Arus yang Mengalir pada Kabel 7.....	56
Gb-4.25. Arus yang Mengalir pada Kabel 8.....	56

Gb-4.26. Arus yang Mengalir pada Kabel 9.....	57
Gb-4.27. Arus yang Mengalir pada Kabel 10.....	58
Gb-4.28. Arus yang Mengalir pada Kabel 11.....	59
Gb-4.29. Arus yang Mengalir pada Kabel 12.....	59
Gb-4.30. Arus yang Mengalir pada Kabel 13.....	60
Gb-4.31. Arus yang Mengalir pada Kabel 14.....	61
Gb-4.32. Arus yang Mengalir pada Kabel 15.....	62
Gb-4.33. Arus yang Mengalir pada Kawat Netral.....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel-2.1. Standard Harmonisa Arus.....	18
Tabel-2.2. Standar Harmonisa Tegangan.....	19
Tabel-2.3. Polaritas dari Komponen Harmonisa.....	19
Tabel-2.4. Akibat dari Polaritas Komponen Harmonisa.....	20
Tabel-4.1. Hasil Pengukuran Lampu Bohlam.....	37
Tabel-4.2. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Lampu Bohlam.....	37
Tabel-4.3. Hasil Pengukuran Motor Listrik.....	38
Tabel-4.4. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Motor Listrik.....	38
Tabel-4.5. Hasil Pengukuran Pemanas.....	39
Tabel-4.6. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Pemanas.....	39
Tabel-4.7. Hasil Pengukuran LHE.....	40
Tabel-4.8. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa LHE.....	40
Tabel-4.9. Hasil Pengukuran Komputer.....	41
Tabel-4.10. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Komputer.....	41
Tabel-4.11. Hasil Pengukuran Laptop.....	42
Tabel-4.12. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Laptop.....	42
Tabel-4.13. Hasil Pengukuran Televisi CRT.....	43
Tabel-4.14. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Televisi CRT.....	43
Tabel-4.15. Hasil Pengukuran Televisi LCD.....	44
Tabel-4.16. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Televisi LCD.....	44
Tabel-4.17. Hasil Pengukuran Fasa R.....	45

Tabel-4.18. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Fasa R.....	45
Tabel-4.19. Hasil Pengukuran Fasa S.....	46
Tabel-4.20. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Fasa S.....	46
Tabel-4.21. Hasil Pengukuran Fasa T.....	47
Tabel-4.22. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel Fasa T.....	48
Tabel-4.23. Hasil Pengukuran Kabel Fasa 1.....	48
Tabel-4.24. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel Fasa 1.....	49
Tabel-4.25. Hasil Pengukuran Kabel Fasa 2.....	49
Tabel-4.26. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel Fasa 2.....	49
Tabel-4.27. Hasil Pengukuran Kabel Fasa 3.....	50
Tabel-4.28. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel Fasa 3.....	50
Tabel-4.29. Hasil Pengukuran Kabel 1.....	51
Tabel-4.30. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 1.....	51
Tabel-4.31. Hasil Pengukuran Kabel 2.....	51
Tabel-4.32. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 2.....	52
Tabel-4.33. Hasil Pengukuran Kabel 3.....	52
Tabel-4.34. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 3.....	52
Tabel-4.35. Hasil Pengukuran Kabel 4.....	53
Tabel-4.36. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 4.....	53
Tabel-4.37. Hasil Pengukuran Kabel 5.....	54
Tabel-4.38. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 5.....	54
Tabel-4.39. Hasil Pengukuran Kabel 6.....	54
Tabel-4.40. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 6.....	55



Tabel-4.41. Hasil Pengukuran Kabel 7.....	55
Tabel-4.42. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 7.....	55
Tabel-4.43. Hasil Pengukuran Kabel 8.....	56
Tabel-4.44. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 8.....	56
Tabel-4.45. Hasil Pengukuran Kabel 9.....	57
Tabel-4.46. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 9.....	57
Tabel-4.47. Hasil Pengukuran Kabel 10.....	57
Tabel-4.48. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 10.....	58
Tabel-4.49. Hasil Pengukuran Kabel 11.....	58
Tabel-4.50. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 11.....	58
Tabel-4.51. Hasil Pengukuran Kabel 12.....	59
Tabel-4.52. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 12.....	59
Tabel-4.53. Hasil Pengukuran Kabel 13.....	60
Tabel-4.54. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 13.....	60
Tabel-4.55. Hasil Pengukuran Kabel 14.....	60
Tabel-4.56. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 14.....	61
Tabel-4.57. Hasil Pengukuran Kabel 15.....	61
Tabel-4.58. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Kabel 15.....	61
Tabel-4.59. Hasil Pengukuran Laptop.....	65
Tabel-4.60. Hasil Pengukuran Spektrum Harmonisa Laptop.....	66

## LAMPIRAN

LAMPIRAN A RANGKAIAN CATU DAYA BEBAN TAK LINER.....	79
LAMPIRAN B FILTER DAYA PASIF.....	83
LAMPIRAN C FILTER DAYA PASIF.....	85
LAMPIRAN D DVR ( <i>DYNAMIC VOLTAGE RESTORER</i> ).....	89

