

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xii
ABSTRAK.....	xviii
 BAB I. PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Pendahuluan.....	5
2.2. Jaringan Tiga Fasa.....	6
2.2.1. Jaringan Tiga Fasa Tiga Kawat.....	6

2.2.2.	Jaringan Tiga Fasa Empat Kawat.....	8
2.3.	Harmonisa.....	11
2.4.	Beban Non Linier.....	13
2.5.	Distorsi Harmonik.....	15
2.5.1.	Pengertian Harmonik.....	15
2.5.2.	Orde Harmonik.....	19
2.5.3.	Total Harmonik Distortion (THD).....	19
2.5.4.	Total Demand Distortion (TDD).....	20
2.5.5.	Nilai RMS (<i>Root Mean Square</i>).....	21
2.5.6.	Pembatasan Harmonik Dalam Sistem Tenaga Menurut Standart IEEE 519-1992.....	22
2.5.7.	Dampak Distorsi Harmonik.....	23
2.5.8.	Mengatasi Distorsi Harmonik.....	24
2.6.	Motor Induksi 3 fasa.....	25
2.6.1.	Prinsip Kerja Motor Induksi.....	26
2.6.2.	Pengaturan Kecepatan Motor Induksi.....	27
2.7.	Inverter Untuk Pengaturan Motor Induksi 3 Fasa.....	29
2.8.	Virtual Instrument CompactDAQ NU USB-6229.....	31
2.9.	Perangkat Lunak (Software) LabView.....	32
BAB. III	TATA CARA PENELITIAN.....	34
3.1.	Tata Cara Penelitian.....	34
3.2.	Jalannya Penelitian.....	35
3.3.	Pembuatan Program LabVIEW.....	36

3.4. Kalibrasi Tegangan.....	38
3.5. Kalibrasi Arus.....	41
3.6. Uji Coba Pengukuran Tegangan.....	44
3.7. Uji Coba Pengukuran Arus.....	46
3.8. Diagram Pengukuran Tegangan dan Arus.....	49
3.9. Identifikasi Harmonik.....	51
BAB. IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1. Pengukuran Tegangan Sebelum Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	52
4.2. Pengukuran Tegangan Sesudah Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	55
4.3. Pengukuran Arus Sebelum Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	63
4.4. Pengukuran Arus Sesudah Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	67
4.5. Pengukuran Harmonik Tegangan Sebelum Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	71
4.6. Pengukuran Harmonik Tegangan Sesudah Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	74
4.7. Pengukuran Harmonik Arus Sebelum Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	84
4.8. Pengukuran Harmonik Arus Sesudah Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 Fasa.....	93

BAB. V KESIMPULAN.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN A : Variable Speed Drive (Inverter) di instalasi Untai Uji BETA	
LAMPIRAN B : Diagram pengukuran sebelum inverter	
LAMPIRAN C : Diagram pengukuran sesudah inverter	
DAFTAR KONSULTASI SKRIPSI	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a). Sistem Tiga Fasa Kawat Hubungan Delta.....	7
(b). Fasor Sistem Tegangan Tiga Fasa Tiga Kawat.....	7
Gambar 2.2 Sistem Tegangan Tiga Fasa.....	9
Gambar 2.3. (a). Sistem Tiga Fasa Kawat Hubungan Bintang.....	10
(b). Fasor Sistem Tegangan Tiga Fasa Empat Kawat.....	10
Gambar 2.4. Pemodelan Harmonisa Pada Sistem.....	12
Gambar 2.5. (a) Rangkaian Penganti Untuk Beban Linier.....	14
(b). Bentuk Gelombang Tegangan dan Arus Beban Linier.....	14
Gambar 2.6. (a). Rangkaian Pengganti Untuk Beban Non Linier.....	15
(b). Bentuk Gelombang Tegangan Dan Arus Beban Non Linier	15
Gambar 2.7. Gelombang Sinus Arus Dan Tegangan.....	16
Gambar 2.8. Gelombang Fundamental, Harmonik Ketiga dan Hasil Penjumlahan.....	17
Gambar 2.9. Motor Induksi 3 fasa pada untai uji beta.....	26
Gambar 2.10. Rangkaian Inverter 3 fasa.....	30
Gamabr 2.11. NI Compact DAQ Tipe NI USB-6229.....	31
Gambar 2.12. Ilustrasi Program <i>LabVIEW</i>	32
Gambar 3.1. Rangkaian Pengukuran Tegangan dan Arus.....	35
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengukuran Tegangan dan Arus.....	37
Gambar 3.3. Pengukuran Tegangan.....	38
Gambar 3.4. Skema diagram pengukuran arus.....	41

Gambar 3.5. Blok Diagram Pengukuran Tegangan dan Arus.....	44
Gambar 3.6. Rangkaian Pengukuran Harmonik Kondisi Sebelum Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 fasa.....	49
Gambar 3.7. Rangkaian Pengukuran Harmonik Kondisi Sesudah Inverter Dengan Beban Motor Induksi 3 fasa.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batasan Distorsi Arus (dalam%IL).....	23
Tabel 2.2. Batasan Distorsi Tegangan (dalam%VL)	23
Tabel 3.1. Data-data Tegangan yang telah dirata-ratakan.....	39
Tabel 3.2. Data-data Arus yang telah dirata-ratakan.....	42
Tabel 3.3. Data hasil pengukuran tegangan yang telah dirata-ratakan pada tegangan fasa R, fasa S dan fasa T.....	45
Tabel 3.4. Data hasil pengukuran Arus yang telah dirata-ratakan pada arus fasa R, fasa S dan fasa T.....	47
Tabel 4.1. Tabel tegangan sebelum inverter dalam bentuk (RMS).....	55
Tabel 4.2. Tabel tegangan sesudah inverter dalam bentuk (RMS).....	63
Tabel 4.3. Tabel Arus sebelum inverter dalam bentuk (RMS).....	67
Tabel 4.4. Tabel Arus sesudah inverter dalam bentuk (RMS).....	71
Tabel 4.5. Tabel harmonik THD V (%) Sebelum Inverter 50 Hz.....	73
Tabel 4.6. Tabel harmonik THD V (%) Sesudah Inverter 10 Hz.....	76
Tabel 4.7. Tabel harmonik THD V (%) Sesudah Inverter 20 Hz.....	78
Tabel 4.8. Tabel harmonik THD V (%) Sesudah Inverter 30 Hz.....	80
Tabel 4.9. Tabel harmonik THD V (%) Sesudah Inverter 40 Hz.....	82
Tabel 4.10. Tabel harmonik THD V (%) Sesudah Inverter 50 Hz.....	84
Tabel 4.11. Tabel harmonik THD I (%) Sebelum Inverter 10 Hz.....	86
Tabel 4.12. Tabel harmonik THD I (%) Sebelum Inverter 20 Hz.....	87
Tabel 4.13. Tabel harmonik THD I (%) Sebelum Inverter 30 Hz.....	89
	91

Tabel 4.14. Tabel harmonik THD I (%) Sebelum Inverter 40 Hz.....	
Tabel 4.15. Tabel harmonik THD I (%) Sebelum Inverter 50 Hz.....	92
Tabel 4.16. Tabel harmonik THD I (%) Sesudah Inverter 10 Hz.....	95
Tabel 4.17. Tabel harmonik THD I (%) Sesudah Inverter 20 Hz.....	96
Tabel 4.18. Tabel harmonik THD I (%) Sesudah Inverter 30 Hz.....	98
Tabel 4.19. Tabel harmonik THD I (%) Sesudah Inverter 40 Hz.....	100
Tabel 4.20. Tabel harmonik THD I (%) Sesudah Inverter 50 Hz.....	101

DAFTAR GRAFIK

Grafik 3.1. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa R.....	39
Grafik 3.2. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa S.....	40
Grafik 3.3. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa T.....	40
Grafik 3.4. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa R.....	42
Grafik 3.5. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa S.....	43
Grafik 3.6. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa T.....	43
Grafik 3.7. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa R.....	45
Grafik 3.8. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa S.....	46
Grafik 3.9. Tegangan acuan terhadap tegangan pengukuran fasa T.....	46
Grafik 3.10. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa R.....	47
Grafik 3.11. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa S.....	48
Grafik 3.12. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa T.....	48
Grafik 3.13. Arus acuan terhadap tegangan pengukuran fasa N.....	48
Grafik 4.1. Hasil pengukuran tegangan fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu....	52
Grafik 4.2. Hasil pengukuran tegangan fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 20 Hz dalam domain waktu....	53
Grafik 4.3. Hasil pengukuran tegangan fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu....	53
Grafik 4.4. Hasil pengukuran tegangan fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu....	53
Grafik 4.5. Hasil pengukuran tegangan fasa R, fasa S dan fasa T sisi	

sebelum inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu....	54
Grafik 4.6. Hasil pengukuran tegangan fasa R, sisi sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu.....	56
Grafik 4.7. Hasil pengukuran tegangan fasa R, sisi sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz dalam domain waktu.....	56
Grafik 4.8. Hasil pengukuran tegangan fasa R, sisi sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu.....	56
Grafik 4.9. Hasil pengukuran tegangan fasa R, sisi sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu.....	57
Grafik 4.10. Hasil pengukuran tegangan fasa R, sisi sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu.....	57
Grafik 4.11. Hasil pengukuran tegangan fasa S, sisi sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu.....	58
Grafik 4.12. Hasil pengukuran tegangan fasa S, sisi sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz dalam domain waktu.....	58
Grafik 4.13. Hasil pengukuran tegangan fasa S, sisi sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu.....	59
Grafik 4.14. Hasil pengukuran tegangan fasa S, sisi sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu.....	59
Grafik 4.15. Hasil pengukuran tegangan fasa S, sisi sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu.....	59
Grafik 4.16. Hasil pengukuran tegangan fasa T, sisi sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu.....	60
Grafik 4.17. Hasil pengukuran tegangan fasa T, sisi sesudah inverter pada	

frekuensi 20 Hz dalam domain waktu.....	61
Grafik 4.18. Hasil pengukuran tegangan fasa T, sisi sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu.....	61
Grafik 4.19. Hasil pengukuran tegangan fasa T, sisi sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu.....	61
Grafik 4.20. Hasil pengukuran tegangan fasa T, sisi sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu.....	62
Grafik 4.21. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu.....	64
Grafik 4.22. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 20 Hz dalam domain waktu.....	64
Grafik 4.23. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu.....	65
Grafik 4.24. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu.....	66
Grafik 4.25. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sebelum inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu.....	66
Grafik 4.26. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz dalam domain waktu.....	68
Grafik 4.27. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz dalam domain waktu.....	68
Grafik 4.28. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz dalam domain waktu.....	69
Grafik 4.29. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sesudah	

inverter pada frekuensi 40 Hz dalam domain waktu.....	70
Grafik 4.30. Hasil pengukuran arus fasa R, fasa S dan fasa T sisi sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz dalam domain waktu.....	70
Grafik 4.31. Spektrum tegangan fasa R sebelum pada frekuensi 50 Hz.....	72
Grafik 4.32. Spektrum tegangan fasa S sebelum pada frekuensi 50 Hz.....	72
Grafik 4.33. Spektrum tegangan fasa T sebelum pada frekuensi 50 Hz.....	73
Grafik 4.34. Spektrum tegangan fasa R sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz.....	74
Grafik 4.35. Spektrum tegangan fasa S sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz.....	75
Grafik 4.36. Spektrum tegangan fasa T sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz.....	75
Grafik 4.37. Spektrum tegangan fasa R sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz.....	76
Grafik 4.38. Spektrum tegangan fasa S sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz.....	77
Grafik 4.39. Spektrum tegangan fasa T sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz.....	77
Grafik 4.40. Spektrum tegangan fasa R sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz.....	78
Grafik 4.41. Spektrum tegangan fasa S sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz.....	79
Grafik 4.42. Spektrum tegangan fasa T sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz.....	79

Grafik 4.43. Spektrum tegangan fasa R sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz.....	80
Grafik 4.44. Spektrum tegangan fasa S sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz.....	81
Grafik 4.45. Spektrum tegangan fasa T sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz.....	81
Grafik 4.46. Spektrum tegangan fasa R sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz.....	82
Grafik 4.47. Spektrum tegangan fasa S sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz.....	83
Grafik 4.48. Spektrum tegangan fasa T sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz.....	83
Grafik 4.49. Spektrum arus fasa R sebelum inverter pada frekuensi 10 Hz..	85
Grafik 4.50. Spektrum arus fasa S sebelum inverter pada frekuensi 10 Hz..	85
Grafik 4.51. Spektrum arus fasa T sebelum inverter pada frekuensi 10 Hz..	85
Grafik 4.52. Spektrum arus fasa R sebelum inverter pada frekuensi 20 Hz..	86
Grafik 4.53. Spektrum arus fasa S sebelum inverter pada frekuensi 20 Hz..	87
Grafik 4.54. Spektrum arus fasa T sebelum inverter pada frekuensi 20 Hz..	87
Grafik 4.55. Spektrum arus fasa R sebelum inverter pada frekuensi 30 Hz..	88
Grafik 4.56. Spektrum arus fasa S sebelum inverter pada frekuensi 30 Hz..	88
Grafik 4.57. Spektrum arus fasa T sebelum inverter pada frekuensi 30 Hz..	89
Grafik 4.58. Spektrum arus fasa R sebelum inverter pada frekuensi 40 Hz..	90
Grafik 4.59. Spektrum arus fasa S sebelum inverter pada frekuensi 40 Hz..	90
Grafik 4.60. Spektrum arus fasa T sebelum inverter pada frekuensi 40 Hz..	90

Grafik 4.61. Spektrum arus fasa R sebelum inverter pada frekuensi 50 Hz..	91
Grafik 4.62. Spektrum arus fasa S sebelum inverter pada frekuensi 50 Hz..	92
Grafik 4.63. Spektrum arus fasa T sebelum inverter pada frekuensi 50 Hz..	92
Grafik 4.64. Spektrum arus fasa R sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz..	94
Grafik 4.65. Spektrum arus fasa S sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz..	94
Grafik 4.66. Spektrum arus fasa T sesudah inverter pada frekuensi 10 Hz..	94
Grafik 4.67. Spektrum arus fasa R sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz..	95
Grafik 4.68. Spektrum arus fasa S sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz..	96
Grafik 4.69. Spektrum arus fasa T sesudah inverter pada frekuensi 20 Hz..	96
Grafik 4.70. Spektrum arus fasa R sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz..	97
Grafik 4.71. Spektrum arus fasa S sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz..	97
Grafik 4.72. Spektrum arus fasa T sesudah inverter pada frekuensi 30 Hz..	98
Grafik 4.73. Spektrum arus fasa R sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz..	99
Grafik 4.74. Spektrum arus fasa S sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz..	99
Grafik 4.75. Spektrum arus fasa T sesudah inverter pada frekuensi 40 Hz..	99
Grafik 4.76. Spektrum arus fasa R sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz..	100
Grafik 4.77. Spektrum arus fasa S sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz..	101
Grafik 4.78. Spektrum arus fasa T sesudah inverter pada frekuensi 50 Hz..	101

ABSTRAK

Dalam sistem tenaga listrik, harmonisa disebabkan oleh adanya beban non-linier, yang antara lain berupa peralatan listrik, Tujuan penelitian ini adalah bagaimana kandungan harmonisa dari sistem suplai tiga fasa terhadap harmonisa tegangan dan arus inverter tiga fasa pada input dan output di instalasi Untai Uji BETA pada Pusat Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir – BATAN. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan perangkat virtual instrument untuk mengambil data hasil pengukuran tegangan, pengukuran arus, THD tegangan dan THD arus untuk selanjutnya dilakukan analisis dan penarikan kesimpulan. Hasil pembahasan menunjukan bahwa harmonisa pada motor induksi tiga fasa yang pengaturannya menggunakan inverter tiga fasa, dengan menggunakan perangkat virtual instrument sebagai pembacanya, maka untuk nilai THD tegangan sudah sesuai dengan standar yaitu 3% sedangkan untuk THD arus tidak sesuai dengan standar yang diperbolehkan yaitu IEEE standar 519 – 1992.

Kata kunci: Harmonisa, Virtual Instrument, Inverter Tiga Fasa dengan Motor Induksi Tiga Fasa, Standar IEE 519 – 1992.