

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR EFISIENSI TRANSFORMATOR 1
FASA MENGGUNAKAN PZEM004T BERBASIS ARDUINO NANO**



Disusun Oleh:

Akhmad Zefrianto (2052003)

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIII
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR EFISIENSI
TRANSFORMATOR 1 FASA MENGGUNAKAN
PZEM004T BERBASIS ARDUINO NANO**

TUGAS AKHIR

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Ahli Madya*



**Disusun Oleh:
Nama: Akhmad Zefrianto
NIM: 2052003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK DIII
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023**



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417635 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Akhmad Zefrianto
N.I.M : 2052003
Jurusan/Prodi : Teknik Listrik DIII
Masa Bimbingan : 6 (enam) bulan
Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Efisiensi Transformator 1 Fasa
Menggunakan PZEM004T Berbasis Arduino Nano.

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jenjang Program Diploma Tiga,

pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 15 Agustus 2023
Dengan Nilai : 87

Panitia Ujian Tugas Akhir :



Ketua Majelis Penguji

Ir. Eko Nurcahyo, MT
NIP. Y. 1028700172

Sekretaris Majelis Penguji

Rachmadi Setiawan, ST, MT
NIP. P. 1039400267

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Rachmadi Setiawan, ST, MT
NIP. P. 1039400267

Dosen Penguji II

Ir. M. Abd. Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN ALAT UKUR EFISIENSI
TRANSFORMATOR 1 FASA MENGGUNAKAN PZEM004T
BERBASIS ARDUINO NANO

TUGAS AKHIR

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan
guna mencapai gelar Ahli Madya*

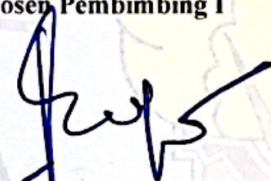
Disusun oleh :


AKHMAD ZEFRIANTO
NIM : 2052003

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

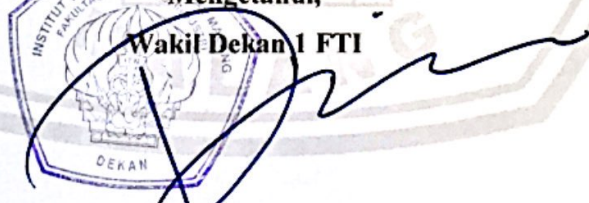
Dosen Pembimbing II


Ir. Eko Nurcahvo, MT
NIP. Y. 1028700172


Ir. H. Taufik Hidayat, MT
NIP. Y. 1018700151

Mengetahui,

Wakil Dekan 1 FTI


Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT
NIP. 197706152005012002

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK D-III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2023

KATA PENGANTAR

Kepada Pembaca yang Terhormat, Dengan rendah hati dan penuh rasa syukur, saya ingin mempersembahkan kata pengantar ini sebagai bagian dari Tugas Akhir saya yang berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Efisiensi Transformator 1 Fasa Menggunakan PZEM004T Berbasis Arduino Nano. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Teknik Listrik D3 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Tugas Akhir ini merupakan hasil dari perjalanan panjang dan dedikasi dalam mengeksplorasi bidang Ketenagalistrikan. Saya ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan motivasi selama proses penulisan Tugas Akhir ini.

1. Kedua Orang Tua, atas doa dan restu yang tiada henti.
2. Ibu Dr. Irrine Budi Sulistiawati, ST., MT. Selaku wakil dekan 1 FTI.
3. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT. Selaku ketua Program Studi Teknik Listrik D3.
4. Bapak Ir. Eko Nurcahyo, MT. Selaku dosen pembimbing 1.
5. Bapak Ir. H. Taufik Hidayat, MT. Selaku dosen pembimbing 2.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Listrik D3, selaku pendidik di program studi Teknik Listrik D3 yang telah memberi bekal ilmu pengetahuan selama belajar di Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Rekan-rekan seperjuangan yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Melalui Tugas Akhir ini, saya berharap dapat memberikan sumbangsih yang berarti dalam perkembangan ilmu pengetahuan di bidang studi yang saya tekuni. Saya berharap bahwa Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi siapa pun yang menggunakannya. Semoga ilmu yang terkandung di dalamnya dapat memberikan inspirasi dan menjadi sumber pengetahuan yang berguna bagi yang membutuhkan.

Malang, 07 Juli 2023



Akhmad Zefrianto

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : Akhmad Zefrianto
NIM : 2052003
Program Studi : Teknik Listrik DIII
Fakultas : Teknologi Industri
Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Ukur Efisiensi Transformator 1 Fasa
Menggunakan PZEM004T Berbasis Arduino Nano

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa judul maupun isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah hasil karya sendiri dan tidak merupakan Plagiasi dari karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar saya bersedia menerima sanksi akademik.

Malang, 13 September 2023

Yang menyatakan,



(Akhmad Zefrianto)
NIM. 2052003

Abstrak

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengukur efisiensi trafo yang inovatif, dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengukur efisiensi trafo yang akan ditampilkan secara langsung melalui monitor LCD 20x4 i2c maupun layar komputer atau laptop.

Pada perancangan ini dilakukan pemodelan efisiensi trafo dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T yang mampu mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya. Data yang dihasilkan oleh sensor ini kemudian diolah untuk mendapatkan informasi efisiensi trafo pada setiap level beban.

Hasil pengujian pada alat menunjukkan bahwa efisiensi transformator memiliki beberapa variasi yang signifikan berdasarkan tingkat beban yang diberikan. Pada pengujian efisiensi transformator 12V 500mA : efisiensi maksimal adalah 46,59%, pada beban 17,5 Watt. Pada pengujian efisiensi transformator 12V 1A : efisiensi maksimal adalah 49,32%, pada beban 17,5 Watt. Pada pengujian efisiensi transformator 12V 2A : efisiensi maksimal adalah 53,87% , pada beban 17,5 Watt. Pada pengujian efisiensi transformator 12V 5A : efisiensi maksimal adalah 73.45%, pada beban 52,2% Watt.

Kata kunci: transformator, efisiensi, sensor PZEM-004T, LCD monitor 20x4 i2c.

Abstrak

This final project aims to develop an innovative transformer efficiency meter, using the PZEM-004T sensor. This tool has the ability to measure the efficiency of the transformer which will be displayed directly through a 20x4 i2c LCD monitor or computer or laptop screen.

In this design, transformer efficiency modeling is carried out by utilizing the PZEM-004T sensor which is capable of measuring electrical parameters such as voltage, current, and power. The data generated by this sensor is then processed to obtain information on transformer efficiency at each load level.

The test results on the equipment show that the efficiency of the transformer has several significant variations based on the applied load level. In testing the efficiency of the 12V 500mA transformer: the maximum efficiency is 46.59%, at a load of 17.5 Watts. In testing the efficiency of the 12V 1A transformer: the maximum efficiency is 49.32%, at a load of 17.5 Watts. In testing the efficiency of the 12V 2A transformer: the maximum efficiency is 53.87%, at a load of 17.5 Watts. In testing the efficiency of the 12V 5A transformer: the maximum efficiency is 73.45%, at a load of 52.2% Watts.

Keywords: transformer, efficiency, sensor PZEM-004T, LCD monitor 20x4 i2c.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR KEASLIAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Daya	5
2.2. Transformator	7
2.3. Arduino	10
2.4. Modul PZEM 004T.....	16
2.5. LCD 20x4 I2C	21
2.6. Modul i2c	23
2.7. <i>Power Supply</i>	24
2.8. <i>Toggle Switch</i>	26
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	28
3.1. Alat dan Bahan	28
3.2. Perancangan Arduino NANO.....	30
3.3. <i>Wiring</i> Arduino Keseluruhan	36
3.4. Rangkaian Beban	37
3.5. Diagram Blok Alat.....	39
3.6. Perhitungan Efisiensi pada Trafo Kapasitas 100VA	40

3.7. <i>Flowchat</i> Kerja Alat	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Kalibrasi Tegangan <i>Input</i> Pada Rangkaian	43
4.2. Pengujian Program Arduino	45
4.3. Pengujian Sensor PZEM 004T	48
4.4. Pengujian Beban.....	51
4.5. Pengujian Transformator <i>Stepdown</i> 12V 500Ma	54
4.6. Pengujian Transformator <i>Stepdown</i> 12V 1 Ampere.....	63
4.7. Pengujian Transformator <i>Stepdown</i> 12V 2 Ampere.....	72
4.8. Pengujian Transformator <i>Stepdown</i> 12V 5 Ampere.....	85
BAB V PENUTUP	123
5.1. Kesimpulan.....	123
5.2. Saran	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Daya	7
Gambar 2. 2 Simbol Transformator	8
Gambar 2. 3 Arduino.....	11
Gambar 2. 4 Arduino Nano.....	16
Gambar 2. 5 Modul Sensor PZEM 004T	17
Gambar 2. 6 <i>Wiring</i> Sensor PZEM 004T.....	20
Gambar 2. 7 LCD 20x4 I2C	21
Gambar 2. 8 Modul I2C	23
Gambar 2. 9 Blok Diagram Rangkaian Penyearah Daya.....	25
Gambar 2. 10 <i>Switch-Mode Power Supply</i> 12V 5 Ampere.....	26
Gambar 2. 11 Saklar <i>Toggle 2 Way</i>	27
Gambar 3. 1 <i>Wiring</i> Arduino Ke Sensor	31
Gambar 3. 2 <i>Wiring</i> Arduino Ke LCD 20x4 I2C.....	33
Gambar 3. 3 <i>Wiring</i> Sensor Ke Transformator	35
Gambar 3. 4 <i>Wiring</i> Arduino Keseluruhan	36
Gambar 3. 5 Rangkaian Beban 1 Dan 2	37
Gambar 3. 6 <i>Wiring</i> Keseluruhan Pada Alat.....	38
Gambar 4. 1 Proses Penyesuaian Tegangan <i>Output Power Supply</i>	44
Gambar 4. 2 Tegangan <i>Output Power Supply</i> Sebelum Disesuaikan	44
Gambar 4. 3 Tegangan <i>Output Power Supply</i> Setelah Disesuaikan	45
Gambar 4. 4 Menunggu Pada Saat Membuka <i>Software</i> Arduino	46
Gambar 4. 5 Buka Program.....	46
Gambar 4. 6 Tampilan Program.....	47
Gambar 4. 7 Tampilan Hasil Pada <i>Serial Monitor</i>	47
Gambar 4. 8 Hasil Pembacaan Sensor Tanpa <i>Input</i> Tegangan	49
Gambar 4. 9 Hasil Pembacaan Sensor Betegangan	49
Gambar 4. 10 Hasil Pembacaan Tegangan Pada Alat Ukur <i>AVO Meter Digital</i> ..	50
Gambar 4. 11 memasang Transformator Pada Alat.....	51
Gambar 4. 12 Tegangan Yang Masuk Pada Beban Bohlam Lampu 12V.....	52
Gambar 4. 13 Pengujian Bohlam	52
Gambar 4. 14 Cek Tegangan Sekunder.....	53

Gambar 4. 15 Cek Arus Sekunder	53
Gambar 4. 16 <i>Wiring</i> Sumber Tegangan AC Pada Alat Ke Sisi Primer Transformator.....	55
Gambar 4. 17 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Menggunakan <i>AVO Meter</i> ...	55
Gambar 4. 18 Hasil Pengukuran Arus Primer Menggunakan <i>Ampere Meter</i>	55
Gambar 4. 19 <i>Wiring</i> Tegangan Sekunder Pada Alat Ke Sisi Sekunder Transformator.....	56
Gambar 4. 20 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Menggunakan <i>Avo Meter</i> .	56
Gambar 4. 21 Hasil Pengukuran Arus Sekunder Menggunakan <i>Ampere Meter</i> ..	56
Gambar 4. 22 Tampilan Pada Layar Monitor Alat	57
Gambar 4. 23 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	57
Gambar 4. 24 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	57
Gambar 4. 25 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	58
Gambar 4. 26 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	58
Gambar 4. 27 tampilan layar monitor dengan 1 beban bohlam lampu	58
Gambar 4. 28 hasil pengukuran tegangan primer dengan 2 beban bohlam lampu	59
Gambar 4. 29 hasil pengukuran arus sisi primer dengan 2 beban bohlam lampu.	59
Gambar 4. 30 hasil pengukuran tegangan sekunder dengan 2 beban bohlam lampu	59
Gambar 4. 31 hasil pengukuran arus sisi sekunder dengan 2 beban bohlam lampu	60
Gambar 4. 32 Tampilan layar monitor dengan 2 beban bohlam lampu.....	60
Gambar 4. 33 Perbandingan Grafik Dari Alat dan Alat Ukur	62
Gambar 4. 34 <i>Wiring</i> Sumber Tegangan AC Pada Alat Ke Sisi Primer Transformator.....	63
Gambar 4. 35 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Menggunakan <i>AVO Meter</i> ...	64
Gambar 4. 36 Hasil Pengukuran Arus Primer Menggunakan <i>Ampere Meter</i>	64

Gambar 4. 37 <i>Wiring</i> Tegangan Sekunder Pada Alat Ke Sisi Sekunder Transformator.....	64
Gambar 4. 38 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Menggunakan <i>AVO Meter</i>	65
Gambar 4. 39 Hasil Pengukuran Arus Sekunder Menggunakan <i>Ampere Meter.</i>	65
Gambar 4. 40 Tampilan Pada Layar Monitor Alat	65
Gambar 4. 41 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	66
Gambar 4. 42 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	66
Gambar 4. 43 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	66
Gambar 4. 44 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	67
Gambar 4. 45 Tampilan Layar Monitor Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	67
Gambar 4. 46 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	67
Gambar 4. 47 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	68
Gambar 4. 48 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	68
Gambar 4. 49 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	68
Gambar 4. 50 Tampilan Layar Monitor Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	69
Gambar 4. 51 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	70
Gambar 4. 52 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	71
Gambar 4. 53 Perbandingan Grafik Dari Alat Dan Alat Ukur.....	72
Gambar 4. 54 <i>Wiring</i> Sumber Tegangan AC Pada Alat Ke Sisi Primer Transformator.....	73
Gambar 4. 55 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Menggunakan <i>AVO Meter</i> ...	73
Gambar 4. 56 Hasil Pengukuran Arus Primer Menggunakan <i>Ampere Meter.</i>	74
Gambar 4. 57 <i>Wiring</i> Tegangan Sekunder Pada Alat Ke Sisi Sekunder Transformator.....	74

Gambar 4. 58 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Menggunakan <i>AVO Meter</i>	74
Gambar 4. 59 Hasil Pengukuran Arus Sekunder Menggunakan <i>Ampere Meter</i> ..	75
Gambar 4. 60 Tampilan Pada Layar Monitor Alat	75
Gambar 4. 61 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	75
Gambar 4. 62 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	76
Gambar 4. 63 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	76
Gambar 4. 64 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	76
Gambar 4. 65 Tampilan Layar Monitor Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	77
Gambar 4. 66 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	77
Gambar 4. 67 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	77
Gambar 4. 68 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	78
Gambar 4. 69 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	78
Gambar 4. 70 Tampilan Layar Monitor Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	78
Gambar 4. 71 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	79
Gambar 4. 72 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	79
Gambar 4. 73 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	79
Gambar 4. 74 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	80
Gambar 4. 75 Tampilan Layar Monitor Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	80
Gambar 4. 76 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	82
Gambar 4. 77 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	82

Gambar 4. 78 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	83
Gambar 4. 79 Perbandingan Grafik Dari Alat Dan Alat Ukur.....	84
Gambar 4. 80 <i>Wiring</i> Sumber Tegangan AC Pada Alat Ke Sisi Primer Transformator.....	85
Gambar 4. 81 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Menggunakan <i>AVO Meter</i> ...	86
Gambar 4. 82 Hasil Pengukuran Arus Primer Menggunakan <i>Ampere Meter</i>	86
Gambar 4. 83 <i>Wiring</i> Tegangan Sekunder Pada Alat Ke Sisi Sekunder Transformator.....	86
Gambar 4. 84 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Menggunakan <i>AVO Meter</i>	87
Gambar 4. 85 Hasil Pengukuran Arus Sekunder Menggunakan <i>Ampere Meter</i> ..	87
Gambar 4. 86 Tampilan Pada Layar Monitor Alat	87
Gambar 4. 87 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	88
Gambar 4. 88 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	88
Gambar 4. 89 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	88
Gambar 4. 90 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	89
Gambar 4. 91 Tampilan Layar Monitor Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	89
Gambar 4. 92 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	89
Gambar 4. 93 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	90
Gambar 4. 94 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	90
Gambar 4. 95 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	90
Gambar 4. 96 Tampilan Layar Monitor Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	91
Gambar 4. 97 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	91

Gambar 4. 98 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	91
Gambar 4. 99 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	92
Gambar 4. 100 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	92
Gambar 4. 101 Tampilan Layar Monitor Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	92
Gambar 4. 102 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	93
Gambar 4. 103 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	93
Gambar 4. 104 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	93
Gambar 4. 105 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	94
Gambar 4. 106 Tampilan Layar Monitor Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	94
Gambar 4. 107 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	94
Gambar 4. 108 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	95
Gambar 4. 109 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	95
Gambar 4. 110 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	95
Gambar 4. 111 Tampilan Layar Monitor Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	96
Gambar 4. 112 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	96
Gambar 4. 113 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	96
Gambar 4. 114 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	97

Gambar 4. 115 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	97
Gambar 4. 116 Tampilan Layar Monitor Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	97
Gambar 4. 117 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	99
Gambar 4. 118 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	100
Gambar 4. 119 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	101
Gambar 4. 120 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	101
Gambar 4. 121 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	102
Gambar 4. 122 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 6 Beban Bohlam Lampu	102
Gambar 4. 123 Perbandingan Grafik Dari Alat Dan Alat Ukur.....	104
Gambar 4. 124 <i>Wiring</i> Sumber Tegangan AC Pada Alat Ke Sisi Primer Transformator.....	105
Gambar 4. 125 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Menggunakan <i>AVO Meter</i>	105
Gambar 4. 126 Hasil Pengukuran Arus Primer Menggunakan <i>Ampere Meter</i> ..	106
Gambar 4. 127 <i>Wiring</i> Tegangan Sekunder Pada Alat Ke Sisi Sekunder Transformator.....	106
Gambar 4. 128 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Menggunakan <i>AVO Meter</i>	106
Gambar 4. 129 Hasil Pengukuran Arus Sekunder Menggunakan <i>Ampere Meter</i>	107
Gambar 4. 130 Tampilan Pada Layar Monitor Alat	107
Gambar 4. 131 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	107
Gambar 4. 132 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	107
Gambar 4. 133 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	108
Gambar 4. 134 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	108
Gambar 4. 135 Tampilan Layar Monitor Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	108
Gambar 4. 136 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	108

Gambar 4. 137 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	109
Gambar 4. 138 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	109
Gambar 4. 139 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	109
Gambar 4. 140 Tampilan Layar Monitor Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	109
Gambar 4. 141 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	110
Gambar 4. 142 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	110
Gambar 4. 143 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	110
Gambar 4. 144 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	111
Gambar 4. 145 Tampilan Layar Monitor Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	111
Gambar 4. 146 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	111
Gambar 4. 147 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	112
Gambar 4. 148 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	112
Gambar 4. 149 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	112
Gambar 4. 150 Tampilan Layar Monitor Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	113
Gambar 4. 151 Hasil Pengukuran Tegangan Primer Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	113
Gambar 4. 152 Hasil Pengukuran Arus Sisi Primer Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	113
Gambar 4. 153 Hasil Pengukuran Tegangan Sekunder Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	114

Gambar 4. 154 Hasil Pengukuran Arus Sisi Sekunder Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	114
Gambar 4. 155 Tampilan Layar Monitor Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	114
Gambar 4. 156 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 1 Beban Bohlam Lampu	116
Gambar 4. 157 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 2 Beban Bohlam Lampu	117
Gambar 4. 158 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 3 Beban Bohlam Lampu	117
Gambar 4. 159 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 4 Beban Bohlam Lampu	118
Gambar 4. 160 Tampilan Pada <i>Software</i> Dengan 5 Beban Bohlam Lampu	118
Gambar 4. 161 Perbandingan Grafik Dari Alat Dan Alat Ukur.....	120

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tegangan <i>Output Power Supply</i> Sebelum Dikalibrasi.....	45
Tabel 4. 2 Tegangan <i>Output Power Supply</i> Setelah Dikalibrasi	45
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Pada Alat	60
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	61
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Pada Alat	69
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	69
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Pada Alat	80
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	81
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Pada Alat	98
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	98
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Pada Alat	115
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Ukur	115