

**INVESTIGASI HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK PADA  
GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1)

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**Dwi Nofrianto**

**20160120090**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2021**

**HALAMAN JUDUL**

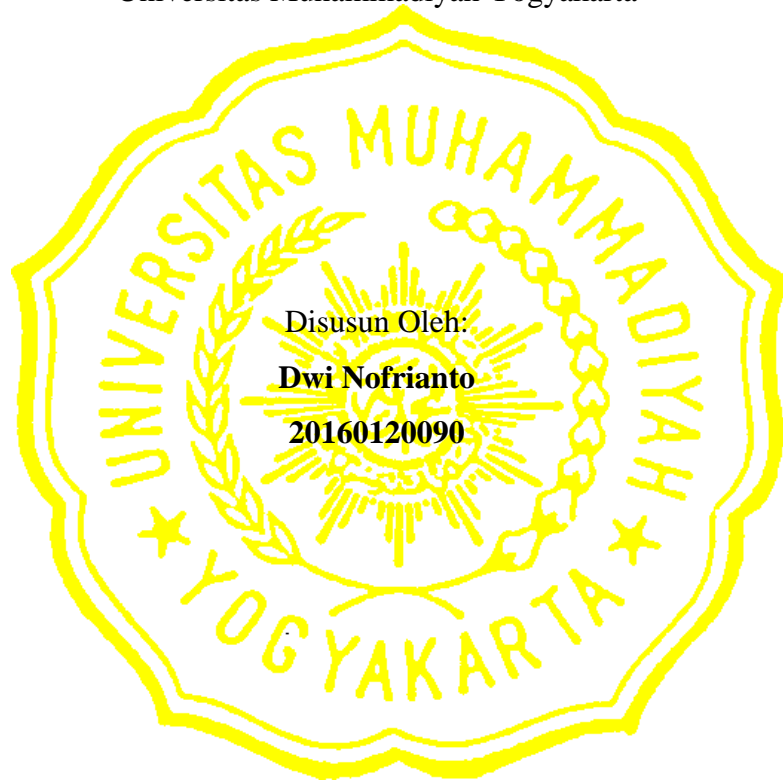
**INVESTIGASI HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK PADA  
GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1)

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dwi Nofrianto  
NIM : 20160120090  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Judul Skripsi : Investigasi Harmonisa Arus dan Tegangan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul **“INVESTIGASI HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA”** adalah karya saya sendiri dan tidak terdapat karya serupa yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 26 Februari 2021



Dwi Nofrianto

NIM, 20160120090

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirrabbi'l'amin, segala puji syukur kupersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan segala syukur yang penulis miliki, tugas akhir ini penulis persembahkan untuk kedua orang tuaku, Bapak Suparman dan Ibu Sri Siswati sebagai bentuk tanggung jawab, bakti, dan cinta kasih serta sayang.

## **MOTTO**

“Teruslah melangkah dan sempurnakan senjamu”

(-)

“Diantara puing-puing, selalu ada harapan menemukan kebaikan”

(Jalaluddin Rumi)

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang mana telah melimpahkan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “INVESTIGASI HARMONISA ARUS DAN TEGANGAN PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA”. Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam upaya penyelesaian tugas akhir ini banyak bantuan, dukungan, penyemangat, nasehat, saran dan kritik dari beberapa pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku dosen pembimbing I yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Tony K. Hariadi, M.T., selaku dosen pembimbing II yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh Staff Biro Aset Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dalam pengambilan data tugas akhir.
6. Kedua orang tua penulis dan kakak, yang selalu mendoakan serta memberi dorongan semangat motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Elektro 2016 kelas C yang telah menemani penulis dalam menuntut ilmu selama ini.
8. Semua pihak yang telah mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam penyelesaian naskah skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis tetap mengharap kritik dan saran yang membangun. Semoga dengan terselesaikannya naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang bersangkutan.

*Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.*

## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL .....                    | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN I.....               | ii    |
| LEMBAR PENGESAHAN II .....             | iii   |
| HALAMAN PERNYATAAN .....               | iv    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....              | v     |
| MOTTO .....                            | vi    |
| KATA PENGANTAR .....                   | vii   |
| DAFTAR ISI .....                       | ix    |
| DAFTAR GAMBAR.....                     | xii   |
| DAFTAR TABEL.....                      | xv    |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                   | xvi   |
| INTISARI .....                         | xvii  |
| ABSTRACT .....                         | xviii |
| BAB I.....                             | 1     |
| PENDAHULUAN .....                      | 1     |
| 1.1. Latar Belakang.....               | 1     |
| 1.2. Rumusan Masalah.....              | 2     |
| 1.3. Batasan Masalah .....             | 2     |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....           | 2     |
| 1.5. Manfaat .....                     | 3     |
| 1.6. Sistematika Penulisan .....       | 3     |
| BAB II .....                           | 5     |
| TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI ..... | 5     |
| 2.1 Tinjauan Pustaka.....              | 5     |
| 2.2. Dasar Teori .....                 | 6     |
| 2.2.1. Beban Listrik.....              | 6     |
| 2.2.2. Sifat Beban Listrik .....       | 7     |
| 2.2.3. Daya .....                      | 9     |
| 2.2.4. Faktor Daya.....                | 12    |



|                         |   |    |
|-------------------------|---|----|
| 2.2.5                   | Menghitung <i>Power Losses</i> .....                        | 13 |
| 2.2.6.                  | Konsumsi Pemakaian Daya Listrik.....                        | 14 |
| 2.2.7.                  | Ketidakseimbangan Beban.....                                | 15 |
| 2.2.8.                  | Harmonisa.....  | 16 |
| 2.2.9.                  | Filter.....   | 21 |
| 2.2.10.                 | Analisis Faktor Ekonomi .....                               | 23 |
| 2.2.11.                 | <i>Cost benefit analysis</i> .....                          | 24 |
| 2.2.12.                 | <i>Simple Payback Period</i> .....                          | 24 |
| 2.2.13.                 | <i>Net Present Value</i> .....                              | 25 |
| BAB III .....           |   | 26 |
| METODE PENELITIAN ..... |   | 26 |
| 3.1.                    | Alat Penelitian.....  | 26 |
| 3.2.                    | Waktu Penelitian.....                                       | 26 |
| 3.3.                    | Tempat Penelitian .....                                     | 26 |
| 3.4.                    | Diagram Alur Penelitian .....                               | 26 |
| 3.5.                    | Data Transformator Gedung Perpustakaan.....                 | 31 |
| BAB IV .....            |   | 33 |
| HASIL PENELITIAN .....  |   | 33 |
| 4.1.                    | Gambaran Umum Gedung Perpustakaan.....                      | 33 |
| 4.2.                    | Menentukan Perbandingan THD Dengan Standar IEEE .....       | 33 |
| 4.3.                    | Hasil Pengukuran Pada Gedung Perpustakaan .....             | 34 |
| 4.3.1.                  | Hasil Pengukuran Pada Sabtu 19 September 2020 .....         | 34 |
| 4.3.2.                  | Hasil Pengukuran Hari Minggu 20 September 2020 .....        | 42 |
| 4.3.3.                  | Hasil Pengukuran Senin 21 September 2020.....               | 49 |
| 4.3.4.                  | Hasil Pengukuran Selasa, 22 September 2020.....             | 57 |
| 4.3.5.                  | Hasil Pengukuran Rabu, 23 September 2020.....               | 65 |
| 4.3.6.                  | Hasil Pengukuran Kamis 24 September 2020.....               | 73 |
| 4.3.7.                  | Hasil Pengukuran Pada Jumat 25 September 2020.....          | 81 |
| 4.3.8.                  | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 19 September 2020 ..... | 89 |
| 4.3.9.                  | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 20 September 2020 ..... | 91 |
| 4.3.10.                 | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 21 September 2020 ..... | 94 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| 4.3.11.        | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 22 September 2020 .....   | 97  |
| 4.3.12.        | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 23 September 2020 .....   | 100 |
| 4.3.13.        | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 24 September 2020 .....   | 103 |
| 4.3.14.        | Nilai Hasil Pengukuran Harian Sabtu 25 September 2020 .....   | 106 |
| 4.4.           | Perhitungan Rugi – Rugi Daya .....  | 109 |
| 4.4.1.         | Hambatan Kabel Penghantar.....  | 109 |
| 4.4.2.         | Nilai Arus Orde Harmonisa Fase R, S, T, N Pada SDP Gedung<br>Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ..... | 110 |
| 4.4.3.         | Menghitung Rugi – Rugi Daya Pada Fase R, S, T, dan Netral .....   | 113 |
| 4.5.           | Perhitungan Besar Kerugian Biaya Akibat Harmonisa.....  | 114 |
| 4.5.1.         | Tarif Dasar Listrik Gedung Perpustakaan.....  | 114 |
| 4.5.2.         | Perhitungan Kerugian Akibat Harmonisa .....   | 115 |
| 4.6.           | Mengurangi Harmonisa Pada SDP Gedung Perpustakaan .....   | 117 |
| 4.6.1.         | Spesifikasi <i>Active Harmonic Filter</i> .....   | 117 |
| 4.6.2.         | Estimasi Biaya dan Kelayakan Investasi .....  | 122 |
| BAB V          | .....   | 127 |
| KESIMPULAN     | .....   | 127 |
| 5.1.           | Kesimpulan .....  | 127 |
| 5.2.           | Saran .....   | 127 |
| DAFTAR PUSTAKA | .....   | 128 |
| LAMPIRAN       | .....   | 131 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Gelombang Sinus Arus dan Tegangan Beban Linear .....            | 6  |
| Gambar 2.2 Gelombang Non-Linear yang Terdistorsi .....                     | 7  |
| Gambar 2.3 Gelombang resisitif .....                                       | 8  |
| Gambar 2.4 Gelombang induktif .....  | 8  |
| Gambar 2.5 Gelombang Kapasitif .....                                       | 9  |
| Gambar 2.6 Segitiga Daya .....   | 10 |
| Gambar 2. 7 Vektor arus dalam keadaan seimbang.....                        | 15 |
| Gambar 2. 8 Vektor arus dalam keadaan tidak seimbang.....                  | 15 |
| Gambar 2.9 Bentuk gelombang murni dan gelombang terdistorsi harmonisa..... | 17 |
| Gambar 2.10 Filter Aktif.....  | 22 |
| Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....  | 27 |
| Gambar 3. 2 Transformator Penyuplai Pedung Perpustakaan .....              | 31 |
| Gambar 4. 1 Grafik Arus 19 September 2020 .....                            | 34 |
| Gambar 4. 2 Grafik Tegangan 19 September 2020 .....                        | 35 |
| Gambar 4. 3 Grafik THD Arus 19 September 2020 .....                        | 36 |
| Gambar 4. 4 Pengukuran THD Tegangan 19 September 2020 .....                | 37 |
| Gambar 4. 5 Pengukuran Frekuensi 19 September 2020.....                    | 38 |
| Gambar 4. 6 Pengukuran Faktor Daya 19 September 2020.....                  | 38 |
| Gambar 4. 7 Pengukuran Daya Semu 19 September 2020 .....                   | 39 |
| Gambar 4. 8 Pengukuran Daya Aktif 19 September 2020.....                   | 40 |
| Gambar 4. 9 Pengukuran Daya Reaktif 19 September 2020 .....                | 41 |
| Gambar 4. 10 Hasil Pengukuran Arus 20 September 2020 .....                 | 42 |
| Gambar 4. 11 Grafik Tegangan 20 September 2020 .....                       | 43 |
| Gambar 4. 12 Grafik THD Arus 20 September 2020 .....                       | 44 |
| Gambar 4. 13 Pengukuran THD Tegangan 20 September 2020 .....               | 45 |
| Gambar 4. 14 Pengukuran Frekuensi 20 September 2020.....                   | 46 |
| Gambar 4. 15 Pengukuran Faktor Daya 20 September 2020.....                 | 46 |
| Gambar 4. 16 Pengukuran Daya Semu 20 September 2020 .....                  | 47 |
| Gambar 4. 17 Pengukuran Daya Aktif 20 September 2020.....                  | 48 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4. 18 Pengukuran Daya Reaktif 20 September 2020 ..... | 49 |
| Gambar 4. 19Grafik Arus 21 September 2020 .....              | 49 |
| Gambar 4. 20 Grafik Tegangan 21 September 2020 .....         | 50 |
| Gambar 4. 21 Grafik THD Arus 21 September 2020 .....         | 51 |
| Gambar 4. 22 Pengukuran THD Tegangan 21 September 2020 ..... | 52 |
| Gambar 4. 23 Pengukuran Frekuensi 21 September 2020.....     | 53 |
| Gambar 4. 24 Pengukuran Faktor Daya 21 September 2020.....   | 53 |
| Gambar 4. 25 Pengukuran Daya Semu 21 September 2020 .....    | 54 |
| Gambar 4. 26 Pengukuran Daya Aktif 21 September 2020.....    | 55 |
| Gambar 4. 27 Pengukuran Daya Reaktif 21 September 2020 ..... | 56 |
| Gambar 4. 28Grafik Arus 22 September 2020 .....              | 57 |
| Gambar 4. 29 Grafik Tegangan 22 September 2020 .....         | 58 |
| Gambar 4. 30 Grafik THD Arus 22 September 2020 .....         | 59 |
| Gambar 4. 31 Pengukuran THD Tegangan 22 September 2020 ..... | 60 |
| Gambar 4. 32 Pengukuran Frekuensi 22 September 2020.....     | 61 |
| Gambar 4. 33 Pengukuran Faktor Daya 22 September 2020.....   | 61 |
| Gambar 4. 34 Pengukuran Daya Semu 22 September 2020 .....    | 62 |
| Gambar 4. 35 Pengukuran Daya Aktif 22 September 2020.....    | 63 |
| Gambar 4. 36 Pengukuran Daya Reaktif 22 September 2020 ..... | 64 |
| Gambar 4. 37 Grafik Arus 23 September 2020 .....             | 65 |
| Gambar 4. 38 Grafik Tegangan 23 September 2020 .....         | 66 |
| Gambar 4. 39 Grafik THD Arus 23 September 2020 .....         | 67 |
| Gambar 4. 40 Pengukuran THD Tegangan 23 September 2020 ..... | 68 |
| Gambar 4. 41 Pengukuran Frekuensi 23 September 2020.....     | 69 |
| Gambar 4. 42 Pengukuran Faktor Daya 23 September 2020.....   | 70 |
| Gambar 4. 43 Pengukuran Daya Semu 23 September 2020 .....    | 70 |
| Gambar 4. 44 Pengukuran Daya Aktif 23 September 2020.....    | 71 |
| Gambar 4. 45 Pengukuran Daya Reaktif 23 September 2020 ..... | 72 |
| Gambar 4. 46 Grafik Arus 24 September 2020 .....             | 73 |
| Gambar 4. 47 Grafik Tegangan 24 September 2020 .....         | 74 |
| Gambar 4. 48 Grafik THD Arus 24 September 2020 .....         | 75 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4. 49 Pengukuran THD Tegangan 24 September 2020 ..... | 76 |
| Gambar 4. 50 Pengukuran Frekuensi 24September 2020.....      | 77 |
| Gambar 4. 51 Pengukuran Faktor Daya 24 September 2020.....   | 77 |
| Gambar 4. 52 Pengukuran Daya Semu 24 September 2020 .....    | 78 |
| Gambar 4. 53 Pengukuran Daya Aktif 24 September 2020.....    | 79 |
| Gambar 4. 54 Pengukuran Daya Reaktif 24 September 2020 ..... | 80 |
| Gambar 4. 55 Grafik Arus 25 September 2020 .....             | 81 |
| Gambar 4. 56 Grafik Tegangan 25 September 2020 .....         | 82 |
| Gambar 4. 57 Grafik THD Arus 25 September 2020 .....         | 83 |
| Gambar 4. 58 Pengukuran THD Tegangan 25 September 2020 ..... | 84 |
| Gambar 4. 59 Pengukuran Frekuensi 25 September 2020.....     | 85 |
| Gambar 4. 60 Pengukuran Faktor Daya 25 September 2020.....   | 85 |
| Gambar 4. 61 Pengukuran Daya Semu 25 September 2020 .....    | 86 |
| Gambar 4. 62 Pengukuran Daya Aktif 25 September 2020.....    | 87 |
| Gambar 4. 63 Pengukuran Daya Reaktif 25 September 2020 ..... | 88 |

## DAFTAR TABEL

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 2. 1 Batas Distorsi Harmonik Arus untuk Sistem Distribusi 120 V – 69 KV .. | 19  |
| Tabel 2. 2 Batas Maksimum Distorsi Tegangan .....                                | 20  |
| Tabel 2. 3 Polaritas Orde Harmonisa .....  | 20  |
| Tabel 4. 1 Data Name Plate Transformator .....                                   | 31  |
| Tabel 4. 2 Batas THD Arus.....   | 33  |
| Tabel 4. 3 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 19 September 2020 .....             | 89  |
| Tabel 4. 4 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 19 September 2020 .....              | 90  |
| Tabel 4. 5 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 20 September 2020 .....             | 92  |
| Tabel 4. 6 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 20 September 2020 .....              | 93  |
| Tabel 4. 7 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 21 September 2020 .....             | 94  |
| Tabel 4. 8 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 21 September 2020 .....              | 96  |
| Tabel 4. 9 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 22 September 2020 .....             | 97  |
| Tabel 4. 10 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 22 September 2020 .....             | 99  |
| Tabel 4. 11 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 23 September 2020 .....            | 100 |
| Tabel 4. 12 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 23 September 2020 .....             | 102 |
| Tabel 4. 13 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 24 September 2020 .....            | 103 |
| Tabel 4. 14 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 24 September 2020 .....             | 105 |
| Tabel 4. 15 Hasil Nilai Maksimum pada Tanggal 25 September 2020 .....            | 106 |
| Tabel 4. 16 Hasil Nilai Minimum pada Tanggal 25 September 2020 .....             | 107 |
| Tabel 4. 17 Hambatan Kabel NYY Suprem .....                                      | 109 |
| Tabel 4. 18 Nilai Arus Harmonisa Orde Ganjil di Fase R-S-T dan N .....           | 111 |
| Tabel 4. 19 Rugi – Rugi Daya Pada Fase R, S, T, dan N .....                      | 114 |
| Tabel 4. 20 Rugi – Rugi Daya Pada Fase R, S, T, dan N .....                      | 116 |
| Tabel 4. 21 Hasil Pengukuran THD Arus Selama 7 Hari .....                        | 117 |
| Tabel 4. 22 THD Arus 20 September 2020 .....                                     | 118 |
| Tabel 4. 23 Spesifikasi Filter Aktif .....                                       | 122 |
| Tabel 4. 24 Estimasi Biaya .....   | 123 |
| Tabel 4. 25 <i>Net Present Value</i> .....                                       | 125 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  |     |
|--|-----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Pengambilan Data .....                                | 131 |
| Lampiran 2 <i>Wirring</i> Panel Distribusi Listrik Gedung Perpustakaan ..... | 131 |
| Lampiran 3 Pengukuran Arus .....   | 132 |
| Lampiran 4 Pengukuran Tegangan .....   | 137 |
| Lampiran 5 Pengukuran THD Arus .....   | 142 |
| Lampiran 6 Pengukuran THD Tegangan .....                                     | 148 |
| Lampiran 7 Pengukuran Frekuensi .....  | 154 |
| Lampiran 8 Pengukuran Faktor daya .....                                      | 156 |
| Lampiran 9 Pengukuran Daya Semu .....  | 162 |
| Lampiran 10 Pengukuran Daya Aktif .....                                      | 167 |
| Lampiran 11 Pengukuran Daya Reaktif.....                                     | 172 |