

**PERANCANGAN FILTER *THIRD ORDER DAMPED*  
DAN *SINGLE TUNED* UNTUK MITIGASI  
DISTORSI HARMONISA TOTAL PADA  
SISTEM KELISTRIKAN GEDUNG  
MENARA MANDIRI**

**SKRIPSI**

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan  
menjadi Sarjana Strata Satu Program S1**

**Oleh:**

**TAQWA SHAFRIZAL ADHA ASNIZAR  
197002416068**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
FEBRUARI 2026**

**PERANCANGAN FILTER *THIRD ORDER DAMPED*  
DAN *SINGLE TUNED* UNTUK MITIGASI  
DISTORSI HARMONISA TOTAL PADA  
SISTEM KELISTRIKAN GEDUNG  
MENARA MANDIRI**

Oleh:

**TAQWA SHAFRIZAL ADHA ASNIZAR**  
197002416068



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS  
UNIVERSITAS NASIONAL  
FEBRUARI 2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Perancangan Filter *Third Order Damped* dan *Single Tuned* untuk Mitigasi Distorsi Harmonisa Total pada Sistem Kelistrikan Gedung Menara Mandiri”.**

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 26 Februari 2026



(Taqwa Shafrizal Adha Asnizar)  
NIM 197002416068

## PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**“Perancangan Filter *Third Order Damped* dan *Single Tuned* untuk Mitigasi Distorsi Harmonisa Total pada Sistem Kelistrikan Gedung Menara Mandiri”.**

dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.

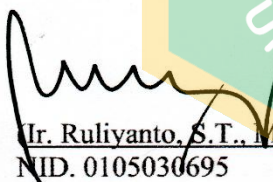
Jakarta, 26 Februari 2026

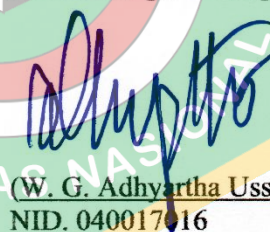


Nama : Taqwa Shafrizal Adha Asnizar  
NIM : 197002416068


Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
(Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D.)  
NID. 0105030695

  
(W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.TI.)  
NID. 040017016

Ketua Program Studi,

  
(Ir. Idris Kusuma, M.T.)  
NID. 0102990618

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Taqwa Shafrizal Adha Asnizar  
NPM : 197002416068  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perancangan Filter *Third Order Damped* dan *Single Tuned* untuk Mitigasi Distorsi Harmonisa Total pada Sistem Kelistrikan Gedung Menara Mandiri

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Sains Universitas Nasional.



DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. (.....)

Pembimbing II : W. G. Adhyartha U. Keraf, S.T., M.M., M.T.I. (.....)

Penguji I : Ir. Idris Kusuma, M.T. (.....)

Penguji II : Ir. Rianto Nugroho, M.T. (.....)

Penguji III : Ir. RA Suwodjo Kusumoputro, M.M., Ph.D. (.....)

Ditetapkan di : Jakarta  
Tanggal : 26 Februari 2026

## KATA PENGANTAR

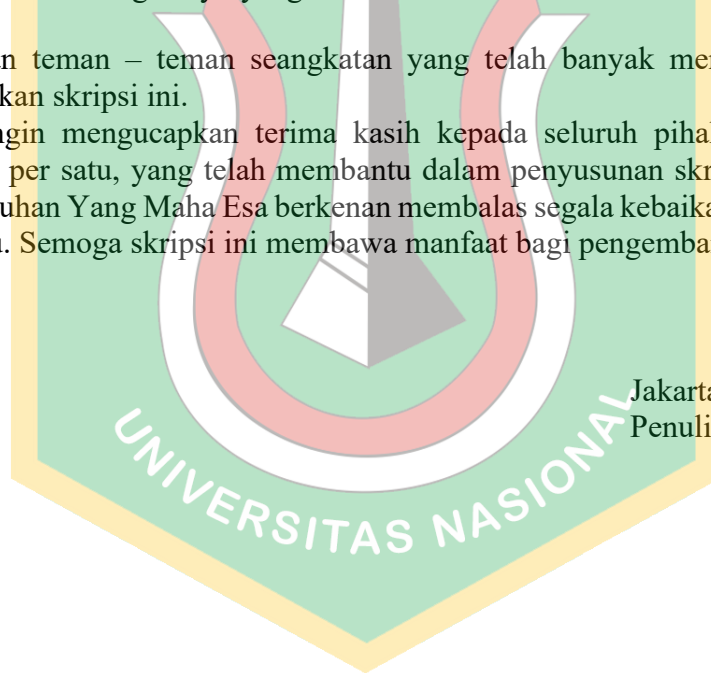
Puji syukur saya panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini, Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1). Bapak Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2). Bapak Ir. Idris Kusuma M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran dan empati yang luar biasa untuk mengarahkan dan membantu saya menyelesaikan kuliah ini;
- (3). Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingannya selama menjalani perkuliahan;
- (4). Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (5). Sahabat dan teman – teman seangkatan yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 26 Februari 2026  
Penulis



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---


Sebagai sivitas Akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Taqwa Shafrizal Adha Asnizar  
NPM : 197002416068  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik dan Sains  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Perancangan Filter *Third Order Damped* dan *Single Tuned* Untuk Mitigasi Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Kelistrikan Gedung Menara Mandiri”.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan semestinya.



Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 26 Februari 2026  
Yang Menyatakan

Taqwa Shafrizal Adha Asnizar

## ABSTRAK

*Taqwa Shafrizal Adha Asnizar, "Perancangan Filter Third Order Damped dan Single Tuned Untuk Mitigasi Distorsi Harmonisa Total Pada Sistem Kelistrikan Gedung Menara Mandiri", Program S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I., 26 February 2026, 121 halaman + xiii + 4 lampiran*

Fenomena harmonisa pada sistem kelistrikan gedung perkantoran semakin meningkat seiring dengan tingginya penggunaan beban non-linear seperti Variable Speed Drive (VSD), AC elektronik, komputer, dan perangkat otomasi lainnya. Kondisi ini menyebabkan bentuk gelombang arus dan tegangan menjadi terdistorsi sehingga meningkatkan rugi-rugi, menurunkan faktor daya, serta mempercepat kerusakan transformator maupun peralatan distribusi. Gedung Menara Mandiri sebagai gedung Grade A memiliki tingkat penggunaan beban non-linear yang tinggi sehingga diperlukan upaya mitigasi untuk menjaga kualitas daya, khususnya terhadap parameter Total Harmonic Distortion of Current (THDI) dan Voltage (THDV). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat harmonisa pada transformator dan busbar utama, serta merancang filter harmonisa pasif berupa Single Tuned Filter dan kombinasi Single Tuned-3rd Order Damped Filter. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETAP 19.01 melalui rangkaian tahapan pengukuran, pemodelan sistem, simulasi harmonisa, serta evaluasi efektivitas filter. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Single Tuned Filter mampu mereduksi harmonisa orde rendah dengan signifikan, menurunkan THDI Transformator 1 dari 18,4% menjadi 2,3% dan Transformator 2 dari 17,47% menjadi 1,91%. Sementara itu, konfigurasi kombinasi Single Tuned-3rd Order Filter terbukti lebih efektif karena dapat mereduksi harmonisa orde rendah dan tinggi sekaligus. THDI Transformator 1 turun dari 34,34% menjadi 2,3%, dan Transformator 2 dari 17,47% menjadi 0,70%. Nilai THDV pada busbar juga berada di bawah batas standar internasional (<8%).

**Kata Kunci:** *Harmonisa, THDI, THDV, Single Tuned Filter, 3rd Order Damped Filter*

## ABSTRACT

Taqwa Shafrizal Adha Asnizar, "Design of Third-Order Damped and Single-Tuned Filters for Total Harmonic Distortion Mitigation in the Menara Mandiri Building Electrical System", Electrical Engineering Undergraduate Program, Faculty of Engineering and Science, Nasional University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, S.T., M.T., Ph.D. and W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.M., M.T.I., 26 February 2026, 121 page + xiii + 4 appendices.

Harmonics in electrical power systems have become increasingly common in office buildings due to the widespread use of non-linear loads such as Variable Speed Drives (VSDs), electronic air conditioners, computers, and automation equipment. These devices distort current and voltage waveforms, causing increased losses, reduced power factor, overheating, and accelerated aging of transformers and distribution components. Menara Mandiri, a Grade A office building with a high penetration of non-linear loads, requires an effective harmonic mitigation strategy to maintain power quality, particularly in terms of Total Harmonic Distortion of Current (THDI) and Voltage (THDV). This study aims to analyze harmonic distortion on the main transformers and busbar of the building and to design passive harmonic filters, specifically a Single Tuned Filter and a combined Single Tuned–3rd Order Damped Filter. The analysis was carried out using ETAP 19.01, including data measurement, system modeling, harmonic simulation, and performance evaluation of the filter configurations. Simulation results indicate that the Single Tuned Filter effectively reduces low-order harmonics, lowering THDI of Transformer 1 from 18.4% to 2.3% and Transformer 2 from 17.47% to 1.91%. Meanwhile, the combined Single Tuned–3rd Order Damped Filter provides superior performance, mitigating both low and high-order harmonics. THDI of Transformer 1 decreased from 34.34% to 2.3%, and Transformer 2 from 17.47% to 0.70%. Busbar THDV also remained below international standards (<8%).

**Keywords:** Harmonics, THDI, THDV, Single Tuned Filter, 3rd Order Damped Filter



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	2
1.3 Urgensi penelitian.....	2
1.4 Tujuan penelitian .....	3
1.5 Batasan masalah .....	3
1.6 Metode penyelesaian .....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Sistem tenaga Listrik .....	12
2.3 Segitiga daya dan faktor daya .....	14
2.4 RMS( <i>Root Mean Square</i> ) .....	15
2.5 Kualitas Daya Listrik( <i>Power Quality</i> ).....	17
2.6 Beban Listrik .....	18
2.7 Teori Harmonisa .....	20
2.8 Indeks Harmonisa .....	21
2.9 Standar Harmonisa .....	23
2.10 Individual Harmonic Distortion .....	24
2.11 Total Demand Distortion (TDD).....	25
2.12 Rasio hubung singkat .....	26
2.13 Sumber-sumber harmonisa .....	27
2.14 Dampak yang disebabkan harmonisa pada transformator.....	29
2.15 Filter harmonisa.....	31
2.16 Software ETAP 19.01 .....	34
2.17 Load flow analysis.....	35
2.18 <i>Harmonic Analysis</i> .....	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	39
3.1 Waktu dan lokasi penelitian .....	39
3.2 Alat dan bahan/Instrumen penelitian.....	39
3.3 Desain penelitian .....	40
3.4 Sistem Kelistrikan Pada Gedung Menara Mandiri.....	42
3.5 Menghitung Arus Hubung Singkat Pada Transformator.....	44
3.6 Perancangan single line diagram dan simulasi pada software ETAP 19.01 .....	46
3.7 Mengisi Harmonic library .....	60
3.8 Simulasi serta analisis Load Flow sebelum pemasangan filter harmonik.....	61

3.9 Simulasi dan Analisis total harmonisa awal sebelum pemasangan filter .....	64
3.10 Analisis Waveform pada transformator sebelum pemasangan filter .....	70
3.11 Analisis Spectrum Harmonisa Sebelum Pemasangan Filter Harmonik .....	72
3.12 Perancangan Filter <i>3<sup>rd</sup> Order Dumped</i> .....	74
3.13 Perancangan Filter <i>Single Tuned</i> .....	75
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	79
4.1 Analisis Load Flow Setelah Pemasangan Filter .....	79
4.2 Analisis Harmonisa Setelah Pemasangan Filter .....	82
4.3 Analisis Perbandingan Spektrum Harmonisa pada Transformator 1 dan Trafo 2.....	116
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	118
5.1 Kesimpulan.....	118
5.2 Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119
LAMPIRAN .....	122



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	12
Gambar 2.2 Segitiga daya dan faktor daya .....	15
Gambar 2.3 Tegangan RMS .....	15
Gambar 2.4 Tegangan RMS .....	16
Gambar 2.5 Beban linier .....	19
Gambar 2.6 Beban non-linier .....	20
Gambar 2.7 Gelombang harmonisa .....	21
Gambar 2.8 Variable speed drive .....	28
Gambar 2.9 Lampu hemat energi .....	29
Gambar 2.10 Filter pasir .....	32
Gambar 2.11 Filter aktif .....	32
Gambar 2.12 Filter hybrid .....	33
Gambar 2.13 Layout program ETAP19.01 .....	35
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian harmonisa .....	41
Gambar 3.2 Nilai hubung singkat (Isc) .....	45
Gambar 3.3 Nilai arus beban (IL) .....	46
Gambar 3.4 Setting power grid di ETAP 19.01 .....	47
Gambar 3.5 Memasang high voltage circuit breaker .....	48
Gambar 3.6 Rating high voltage circuit breaker .....	48
Gambar 3.7 Libery High Voltage circuit breaker .....	49
Gambar 3.8 Setting kabel pengantar ETAP 19.01 .....	50
Gambar 3.9 Transformator pada ETAP 19.01 .....	51
Gambar 3.10 Rating Transfomator .....	52
Gambar 3.11 Low Voltage circuit breaker .....	53
Gambar 3.12 Setting rating Low Voltage circuit breaker .....	53
Gambar 3.13 Setting Libery Low Voltage circuit breaker .....	54
Gambar 3.14 Pemasangan dan setting beban <i>staticload</i> .....	55
Gambar 3.15 Setting VSD pada beban <i>static load</i> .....	56
Gambar 3.16 memasang Lampload .....	56
Gambar 3.17 Setting Beban Lamp load .....	57
Gambar 3.18 Pemasangan Kapasitor Bank .....	58
Gambar 3.19 Pemasangan Filter Harmonisa .....	59
Gambar 3.20 Jenis-jenis Filter harmonisa .....	59
Gambar 3.21 Setting Filter single tuned .....	60
Gambar 3.22 Harmonic Libery .....	60
Gambar 3.23 Setting Harmonic Library .....	61
Gambar 3.24 Setelah melakukan analsis load flow pada single line diagram .....	63
Gambar 3.25 Setelah dilakukan simulasi harmonic analysis .....	65
Gambar 3.26 Wavefrom transformator 1 .....	70
Gambar 3.27 Wavefrom transformator 2 .....	71
Gambar 3.28 Wavefrom transformator 7 .....	71
Gambar 3.29 Spectrum transformator 1 .....	72
Gambar 3.30 Spectrum transformator 2 .....	73
Gambar 3.31 Spectrum transformator 7 .....	73
Gambar 3.32 Filter 3 <sup>rd</sup> order dumped bus trafo 1 .....	74
Gambar 3.33 Filter 3 <sup>rd</sup> order dumped bus trafo 2 .....	75

Gambar 3.34 Filter single tuned orde ke-5 pada bus trafo 1 .....	76
Gambar 3.35 Filter single tuned orde ke-7 pada bus trafo 1 .....	76
Gambar 3.36 Filter single tuned orde ke-5 pada bus trafo 2 .....	77
Gambar 3.37 Filter single tuned orde ke-7 pada bus trafo 2 .....	78
Gambar 4.1 Bentuk wavefrom transformator 1 .....	90
Gambar 4.2 Bentuk wavefrom transformator 2 .....	90
Gambar 4.3 Bentuk wavefrom busbar .....	91
Gambar 4.4 Spectrum harmonic transformator 1 .....	92
Gambar 4.5 Spectrum harmonic transformator 2 .....	93
Gambar 4.6 Spectrum harmonis busbar .....	93
Gambar 4.7 Respon frequency transformator 1 .....	94
Gambar 4.8 Respon frequency transformator 2 .....	95
Gambar 4.9 Bentuk wavefrom transformator 1 .....	101
Gambar 4.10 Bentuk wavefrom transformator 2 .....	101
Gambar 4.11 Bentuk wavefrom busbar .....	102
Gambar 4.12 Bentuk spectrum harmonic transformator 1 .....	102
Gambar 4.13 Bentuk spectrum harmonic transformator 2 .....	103
Gambar 4.14 Bentuk spectrum harmonic busbar .....	104
Gambar 4.15 Bentuk respon frequency transformator 1 .....	105
Gambar 4.16 Bentuk respon frequency transformator 2 .....	105
Gambar 4.17 Bentuk wavefrom transformator 1 .....	110
Gambar 4.18 Bentuk wavefrom transformator 2 .....	111
Gambar 4.19 Bentuk wavefrom busbar .....	111
Gambar 4.20 Bentuk spectrum harmonic transformator 1 .....	112
Gambar 4.21 Bentuk spectrum harmonic transformator 2 .....	113
Gambar 4.22 Bentuk spectrum harmonic busbar .....	113
Gambar 4.23 Bentuk respon frequency transformator 1 .....	114
Gambar 4.24 Bentuk respon frequency transformator 2 .....	115
Gambar 4.25 Perbandingan spektrum pada transformator 1 .....	116
Gambar 4.26 Perbandingan spektrum pada transformator 2 .....	117



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gap penelitian.....	11
Tabel 2.2 Standar Harmonisa Arus .....	27
Tabel 2.3 Standar Harmonisa Tegangan.....	27
Tabel 3.1 Kapasitas daya pada transformator.....	42
Tabel 3.2 Kapasitas beban pada gedung menara mandiri .....	43
Tabel 3.3 Kapasitas beban pada variable speed drive .....	44
Tabel 3.4 Standar harmonisa arus kategori 20<50 .....	45
Tabel 3.5 Kapasitas beban pada variable speed drive .....	64
Tabel 3.6 Hasil simulasi harmonic analysis transformator 1 .....	66
Tabel 3.7 Hasil simulasi harmonic analysis transformator 2 .....	67
Tabel 3.8 Hasil simulasi harmonic analysis transformator 7 .....	68
Tabel 3.9 Hasil simulasi harmonic analysis busbar.....	69
Tabel 3.10 Nilai parameter pada tiap komponen filter single tuned.....	77
Tabel 3.11 Parameter pemasangan filter single tuned pada bus trafo 1 .....	78
Tabel 4.1 Hasil loadflow sebelum pemasangan filter.....	79
Tabel 4.2 Hasil loadflow sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order dumped.....	80
Tabel 4.3 Hasil loadflow sebelum dan sesudah pemasangan filter single tuned.....	81
Tabel 4.4 Hasil loadflow sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order & single tuned .....	82
Tabel 4.5 Nilai harmonisa transformator 1.....	83
Tabel 4.6 Nilai harmonisa transformator 2.....	83
Tabel 4.7 Nilai harmonisa busbar.....	83
Tabel 4.8 Nilai harmonisa transformator 1 sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order .....	84
Tabel 4.9 Nilai harmonisa transformator 2 sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order .....	87
Tabel 4.10 Nilai harmonisa busbar sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order.....	89
Tabel 4.11 Nilai harmonisa transformator 1 sebelum dan sesudah pemasangan filter single tuned .....	96
Tabel 4.12 Nilai harmonisa transformator 2 sebelum dan sesudah pemasangan filter single tuned .....	98
Tabel 4.13 Nilai harmonisa busbar sebelum dan sesudah pemasangan filter single tuned.....	100
Tabel 4.14 Nilai harmonisa transformator 1 sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order & single tuned.....	106
Tabel 4.15 Nilai harmonisa transformator 2 sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order & single tuned.....	108
Tabel 4.16 Nilai harmonisa busbar sebelum dan sesudah pemasangan filter 3 <sup>rd</sup> order & single tuned .....	109

## DAFTAR LAMPIRAN

Hasil pengukuran.....	122
Kebutuhan daya .....	123
spesifikasi VSD .....	124

