



# DESAIN *SINGLE PASSIVE TUNED FILTER* DALAM MEREDAM HARMONISA PADA TRANSFORMATOR UIN SUSKA RIAU

## TUGAS AKHIR

Dijadikan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi



Oleh

**PRIMA ABDI SAPUTRA**  
11950511620

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU**

**PEKANBARU**

**2023**

© Hak cipta milik UIN Sus

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERSETUJUAN

### DESAIN SINGLE PASSIVE TUNED FILTER DALAM MEREDAM HARMONISA PADA TRANSFORMATOR UIN SUSKA RIAU

#### TUGAS AKHIR

oleh:

**PRIMA ABDI SAPUTRA**  
**11950511620**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 16 November 2023

**Ketua Prodi Teknik Elektro**



**Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T**  
**NIP. 19721021 200604 2 001**

**Pembimbing**



**Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T**  
**NIP. 19721021 200604 2 001**

## LEMBAR PENGESAHAN

### DESAIN SINGLE PASSIVE TUNED FILTER DALAM MEREDAM HARMONISA PADA TRANSFORMATOR UIN SUSKA RIAU

#### TUGAS AKHIR

oleh :

**PRIMA ABDI SAPUTRA**  
**11950511620**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 16 November 2023

Pekanbaru, 16 November 2023

Mengesahkan,

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi**  
  
**Dr. Hartono, M.Pd**  
NIP. 19640301 199203 1 003

**Ketua Prodi Teknik Elektro**  
  
**Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T**  
NIP. 19721021 200604 2 001

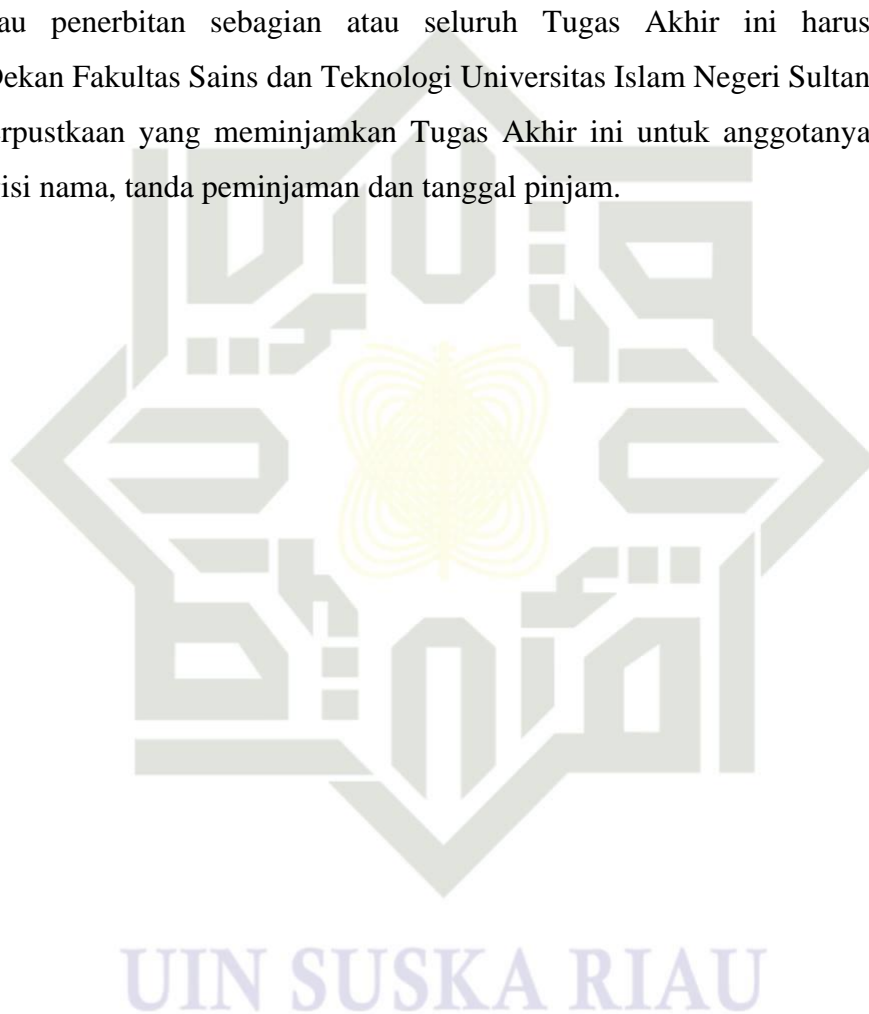
#### DEWAN PENGUJI:

**Ketua** : Dr. Fitri Amilla, S.T., M.T  
**Sekretaris** : Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T  
**Anggota 1** : Dr. Lillana, S.T., M.Eng  
**Anggota 2** : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc


## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

- Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah penulisan yang berlaku.
- Pengadaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus mendapat izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya dapat mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



d. Pengujiannya tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan didalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 06 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



**PRIMA ABDI SAPUTRA**  
**NIM. 11950511620**

## LEMBAR PERSEMBAHAN

- Alhamdulillah Rabbil Aalamin, sujud serta syukur kepada Allah SWT. Terimakasih atas karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Skripsi ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berjuang dan berusaha selama ini. Terimakasih atas kerja kerasnya. Mari tetap berdoa dan berusaha serta jangan menyerah untuk kedepannya
- Lembar persembahan ini juga ditujukan sebagai ungkapan terimakasih kepada keluarga saya yang telah mendoakan dan memberikan dukungan penuh selama perjuangan menempuh pendidikan.
- Terimakasih banyak untuk semuanya yang telah mendukung dan meyemangati dalam perjuangan ini.
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

# DESAIN SINGLE PASSIVE TUNED FILTER DALAM MEREDAM HARMONISA PADA TRANSFORMATOR UIN SUSKA RIAU

**PRIMA ABDI SAPUTRA**

**NIM : 11950511620**

Tanggal Sidang : 16 November 2023

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

Dalam sistem tenaga listrik terdapat dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban yang non linier dalam sistem seperti beban non linier dapat menimbulkan harmonisa. Dengan adanya harmonisa maka terjadilah penurunan kapasitas daya (*derating*), meningkatnya *losses* serta kerugian biaya akibat *losses* tersebut. Berdasarkan pada hasil pengukuran trafo 1000 kVA UIN Suska Riau menampilkan bahwasanya IHD yang terjadi pada orde ke-3 melebihi standar yakni 4% dan THD juga melebihi standar yakni 5%. Dari hasil IHD dan THD yang melebihi standar tersebut maka memperoleh *derating* sebesar 0,13 MVA, nilai total *losses* sebesar 8,66 kW dan total kerugian biaya akibat *losses* sebesar Rp 51.585.888 per tahun. Maka dalam hal ini diperlukan merancang filter guna meredam harmonisa, dengan begitu diharapkan dapat mengurangi *derating*, *losses* dan kerugian biaya akibat *losses*. Dari hasil pengukuran, nilai IHD yang terjadi hanya pada satu orde saja yaitu orde ke-3, maka *single passive tuned filter* sangat cocok digunakan untuk meredam harmonisa pada trafo 1000 kVA UIN Suska Riau. Setelah perancangan filter didapatkan nilai *derating* sebesar 0,10 MVA, nilai total *losses* sebesar 5,21 kW dan kerugian biaya akibat *losses* sebesar Rp 30.999.500 per tahun.

**Kata Kunci :** Harmonisa, *Derating*, *Losses*, Kerugian Biaya, IHD, THD, *Single Passive Tuned Filter*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Sat Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU

# DESIGN SINGLE PASSIVE TUNED FILTER TO REDUCE HARMONICS IN TRANSFORMERS UIN SUSKA RIAU

**PRIMA ABDI SAPUTRA**

**NIM : 11950511620**

*Date of Final Exam : 16 November 2023*

*Department of Electrical Engineering*

*Faculty of Science and Technology*

*Islamic State University of Sultan Syarif Kasim Riau*

*Soebrantas Street, Number.155 Pekanbaru*

## **ABSTRACT**

In the electric power system there are two types of loads, namely linear loads and non-linear loads. Loads connected in a system such as non-linear loads can cause harmonics. With the presence of harmonics, there is a decrease in power capacity (derating), increased losses and cost losses due to these losses. Based on the measurement results of the 1000 kVA transformer, UIN Suska Riau shows that the IHD that occurs in the 3rd order exceeds the standard, namely 4%, and the THD also exceeds the standard, namely 5%. From the IHD and THD results that exceed these standards, the derating is 0.874 MVA, the total losses value is 8.66 kW and the total cost loss due to losses is IDR 51,585,888 per year. So in this case it is necessary to design a filter to reduce harmonics, so it is hoped that it can reduce derating, losses and cost losses due to losses. From the measurement results, the IHD value occurs only in one order, namely the 3rd order, so the single passive tuned filter is very suitable for reducing harmonics in the 1000 kVA transformer at UIN Suska Riau. After designing the filter, the derating value was obtained at 0.898 MVA, the total losses value was 5.21 kW and the cost loss due to losses was IDR 30,999,500 per year.

**Keywords :** Harmonics, Derating, Losses, Cost Loss, IHD, THD, Single Passive Tuned Filter

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
Islamic State University of Sultan Syarif Kasim Riau



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah swt, berkat rahmat dan karunia yang telah diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Desain Single Passive Tuned Filter Dalam Meredam Harmonisa Pada Transformator UIN Suska Riau**”. Shalawat beriringan salam semoga tercurah kepada junjungan alam yakni Muhammad SAW. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan Mata Kuliah Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang sudah membantu menyelesaikan proposal tugas akhir ini, baik secara moril maupun materi, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Peristimewa Orang tua dan keluarga yang sudah mendo’akan dan memberikan semangat, serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Khairunnas, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Hartono, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan, motivasi, kritikan dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Sutoyo, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
6. Bapak Ahmad Faizal, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan membimbing dalam mengurus surat dalam tugas akhir ini
7. Ibu Dr. Liliana, ST., M.Eng. selaku dosen pengampu mata kuliah Tugas Akhir sekaligus Dosen Penguji 1 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.
8. Nanda Putri Miefthawati, M.Sc., B.Sc. selaku dosen penguji 2 yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi kritikan dan saran yang sangat membangun terhadap penulis.

9. Bapak Aulia Ullah, S.T., M.Eng. selaku pembimbing akademik yang selalu sabar dan meluangkan waktunya untuk memberikan nasehat perihal perkuliahan selama kuliah.

10. Dosen Program Studi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk tugas akhir ini.

11. Pak Indra sebagai Teknisi UIN Suska Riau yang membantu penulis dalam mengambil data penelitian

12. Rekan-rekan Konsentrasi Energi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang telah memberikan semangat, dorongan, serta masukan untuk tugas akhir ini.

13. Rekan-rekan Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang juga turut memberikan dukungan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan proposal tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan laporan ini. Penulis juga berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Pekanbaru, 06 Desember 2023

Penulis,

Prima Abdi Saputra

NIM. 11950511620

## DAFTAR ISI

	LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
	LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
	LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iii
	LEMBAR PERNYATAAN .....	iv
	LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
	ABSTRAK .....	vi
	ABSTRACT .....	vii
	KATA PENGANTAR .....	viii
	DAFTAR ISI .....	x
	DAFTAR GAMBAR .....	xiv
	DAFTAR TABEL .....	xv
	DAFTAR RUMUS .....	xvii
	DAFTAR SINGKATAN .....	xviii
	<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
	1. Latar Belakang .....	I-1
	1.1. Rumusan Masalah .....	I-4
	1.2. Tujuan Penelitian .....	I-4
	1.3. Batasan Masalah .....	I-5
	1.4. Manfaat Penelitian .....	I-5
	<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
	2. Penelitian Terkait .....	II-1
	2.1. Harmonisa .....	II-3
	2.2.1. Makna Harmonisa .....	II-3
	2.2.2. Macam-macam Harmonisa .....	II-5
	2.2.3. Sumber Harmonisa .....	II-5
	2.2. Parameter Harmonisa .....	II-6
	2.3. Standar Distorsi Harmonisa .....	II-8
	2.4. Pengaruh Harmonisa Terhadap <i>Derating</i> , Losses Trafo, serta Perhitungan Biaya Akibat <i>Losses</i> Trafo. ....	II-9
	2.5.1. Pengaruh <i>Derating</i> Terhadap Harmonisa .....	II-9
	2.5.2. <i>Losses</i> Pada Trafo Akibat Harmonisa .....	II-10

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Satya Satrio Kasim Riau



2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5.3.	Perhitungan Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> Trafo.....	II-11
2.6.	Filter <i>Harmonic</i> .....	II-11
2.6.1.	Filter Aktif.....	II-11
2.6.2.	Filter Pasif.....	II-11
	Perancangan <i>Single Passive Tuned Filter</i> .....	II-13
2.7.1.	Analisa Unjuk Kerja Filter.....	II-14
2.7.2.	Menghitung Penurunan Hamonisa Arus Setelah Dipasang Filter.....	II-17
	TAP (Electric Transient and Analysis Program).....	II-18
	<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
	Jenis Penelitian.....	III-1
	Lokasi Penelitian.....	III-1
	Studi Literatur.....	III-1
	Tahapan Penelitian.....	III-2
3.4.1.	Pengumpulan Data.....	III-3
3.4.2.	Menentukan Batasan Harmonisa.....	III-5
3.4.3.	Menghitung <i>derating</i> .....	III-5
3.4.4.	Menghitung <i>losses</i> pada trafo akibat harmonisa.....	III-6
3.4.5.	Menghitung kerugian biaya akibat <i>losses</i> pada trafo.....	III-6
3.4.6.	Merancangan <i>Single Passive Tuned Filter</i> .....	III-6
3.4.7.	Menghitung Penurunan Hamonisa Arus Setelah Perancangan Filter.....	III-7
3.4.8.	Menghitung Lagi Harmonisa, <i>Derating</i> , <i>Losses</i> , Serta Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> Pada Trafo.....	III-7
3.	Simulasi Harmonisa.....	III-7
3.5.1.	Tahap 1.....	III-8
3.5.2.	Tahap 2.....	III-13
3.6.	Hasil dan Analisa.....	III-14
	<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1.	Menentukan Batasan Distorsi Harmonisa.....	IV-1
4.2.	Menghitung <i>Derating</i> Transformator.....	IV-3
4.3.	Menghitung <i>Losses</i> Transformator.....	IV-4
4.3.1.	<i>Losses</i> Trafo Pada Fasa R.....	IV-4
4.3.2.	<i>Losses</i> Trafo Pada Fasa S.....	IV-5
4.3.3.	<i>Losses</i> Trafo Pada Fasa T.....	IV-5



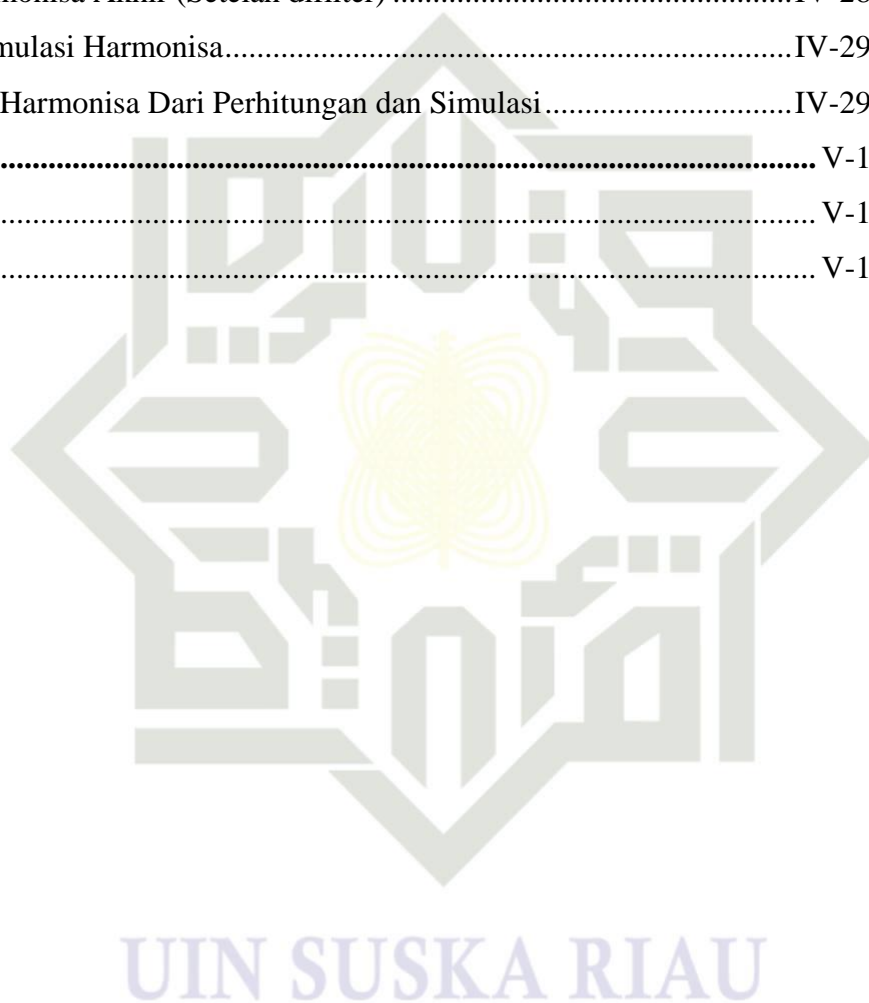
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4	Menghitung Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> .....	IV-6
4.4.1	<i>Losses</i> Tanpa Beban .....	IV-6
4.4.2	Biaya <i>Losses</i> Fasa R .....	IV-6
4.4.3	Biaya <i>Losses</i> Fasa S .....	IV-6
4.4.4	Biaya <i>Losses</i> Fasa T .....	IV-6
4.5	Total Biaya <i>Losses</i> .....	IV-6
4.5.1	Perancangan <i>Single Passive Tuned Filter</i> .....	IV-6
4.5.2	Perancangan Filter Fasa R .....	IV-6
4.5.3	Perancangan Filter Fasa S .....	IV-8
4.5.3	Perancangan Filter Fasa T .....	IV-9
4.6	Analisa Unjuk Kerja Filter .....	IV-10
4.6.1	Analisa Unjuk Kerja Filter Fasa R .....	IV-10
4.6.2	Analisa Unjuk Kerja Filter Fasa S .....	IV-11
4.6.3	Analisa Unjuk Kerja Filter Fasa T .....	IV-12
4.7	Menghitung Penurunan Harmonisa Arus Setelah Perancangan Filter .....	IV-14
4.7.1	Nilai Arus Harmonisa Fasa R Setelah Pemasangan Filter .....	IV-15
4.7.2	Nilai Arus Harmonisa Fasa S Setelah Pemasangan Filter .....	IV-15
4.7.3	Nilai Arus Harmonisa Fasa T Setelah Pemasangan Filter .....	IV-16
4.8	Menghitung Nilai IHDi dan THDi Setelah Pemasangan Filter .....	IV-17
4.8.1	Nilai IHDi dan THDi Fasa R Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-17
4.8.2	Nilai IHDi dan THDi Fasa S Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-18
4.8.3	Nilai IHDi dan THDi Fasa T Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-19
4.9	Menghitung <i>Derating</i> Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-20
4.10	Menghitung Nilai <i>Losses</i> Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-21
4.10.1	Nilai <i>Losses</i> Fasa R Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-21
4.10.2	Nilai <i>Losses</i> Fasa S Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-22
4.10.3	Nilai <i>Losses</i> Fasa T Transformator Setelah Pemasangan Filter .....	IV-22
4.11	Menghitung Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> Setelah Pemasangan Filter .....	IV-23
4.11.1	<i>Losses</i> Tanpa Beban .....	IV-23
4.11.2	Biaya <i>Losses</i> Fasa R .....	IV-23
4.11.3	Biaya <i>Losses</i> Fasa S .....	IV-23
4.11.4	Biaya <i>Losses</i> Fasa T .....	IV-23
4.11.5	Total Biaya <i>Losses</i> .....	IV-23



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.12	Analisa IHDi dan THDi Setelah Pemasangan Filter.....	IV-23
4.13	Analisa <i>Derating</i> Setelah Pemasangan Filter.....	IV-24
4.14	Analisa <i>Losses</i> Trafo Setelah Pemasangan Filter .....	IV-25
4.15	Analisa Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> Trafo Setelah Pemasangan Filter .....	IV-25
4.16	Simulasi Harmonisa .....	IV-26
4.16.1	Hasil Harmonisa Awal (Sebelum difilter).....	IV-26
4.16.2	Perhitungan Size Filter .....	IV-27
4.16.3	Hasil Harmonisa Akhir (Setelah difilter) .....	IV-28
4.17	Analisa Hasil Simulasi Harmonisa.....	IV-29
4.18	Membandingkan Harmonisa Dari Perhitungan dan Simulasi.....	IV-29
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>V-1</b>
5	Kesimpulan .....	V-1
5	Saran .....	V-1
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN A</b>		
<b>LAMPIRAN B</b>		
<b>LAMPIRAN C</b>		
<b>LAMPIRAN D</b>		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gelombang fundamental dan gelombang harmonik [4] .....	II-4
Gambar 2.2	Kelipatan frekuensi fundamental [4] .....	II-4
Gambar 2.3	Konfigurasi filter pasif [8] .....	II-12
Gambar 3.1	Transformator 1000 KVA UIN SUSKA RIAU .....	III-3
Gambar 3.3	Panel LVMDP Tranformator UIN SUSKA RIAU .....	III-4
Gambar 3.4	<i>Power Quality Analyzer</i> .....	III-4
Gambar 3.5	Input Data Trafo .....	III-8
Gambar 3.6	Input Data Beban .....	III-8
Gambar 3.7	Input Power Grid .....	III-9
Gambar 3.8	Input Tegangan Bus .....	III-9
Gambar 3.9	Input Data Trafo .....	III-10
Gambar 3.10	Input Rating <i>Cable</i> .....	III-11
Gambar 3.11	Input Data Beban .....	III-12
Gambar 3.12	Menu Harmonisa .....	III-12
Gambar 3.13	<i>Harmonic Filter</i> .....	III-13
Gambar 3.14	Pemasangan <i>Filter</i> Pada Bus .....	III-13
Gambar 3.15	Rating Komponen <i>Filter</i> .....	III-13
Gambar 3.16	Menentukan Rating Komponen .....	III-14
Gambar 4.1	THD Sebelum Difilter .....	IV-26
Gambar 4.2	THD Sebelum Difilter .....	IV-26
Gambar 4.3	Run Load Flow .....	IV-27
Gambar 4.4	Menghitung <i>Size Filter</i> .....	IV-27
Gambar 4.5	Hasil <i>Size Filter</i> .....	IV-28
Gambar 4.6	THD Setelah Difilter .....	IV-28
Gambar 4.7	THD Setelah Difilter .....	IV-29

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR TABEL

1. Tabel 2.1 Standar Batas Arus Harmonisa [12] .....	II-8
2. Tabel 2.2 Standar Batas Tegangan Harmonisa [12] .....	II-9
3. Nilai dari $P_{EC-R}$ [4] .....	II-10
4. <i>Losses</i> Daya Tanpa Beban Trafo[8] .....	II-10
5. Perbandingan Batasan Kerja Filter [4] .....	II-17
3.1 Data Beban Pada Panel Gedung .....	III-5
4.1 Hasil Rasio Dari Masing-Masing Fasa.....	IV-1
4.2 Harmonisa Fasa R,S,T .....	IV-2
4.3 Arus RMS dan Arus Puncak Harmonisa .....	IV-3
4.4 Spesifikasi Filter Harmonisa .....	IV-10
4.5. Total Kerja Filter .....	IV-13
4.6. Hasil Perbandingan Batasan Kerja Filter .....	IV-14
4.7 Arus RMS dan Arus Puncak Harmonisa .....	IV-20
4.8 Perbandingan Nilai Harmonisa .....	IV-23
4.9 Perbandingan Nilai <i>Derating</i> .....	IV-24
4.10 Perbandingan Nilai <i>Losses</i> Trafo .....	IV-25
4.11 Perbandingan Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> .....	IV-25
4.12 Perbandingan Hasil Simulasi Harmonisa .....	IV-29
4.13 Perbandingan Harmonisa Pada Perhitungan dan dan Simulasi.....	IV-29

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Orde harmonisa .....	II-4
Rumus 2.2	<i>Individual Harmonic Distortion</i> Arus .....	II-6
Rumus 2.3	<i>Individual Harmonic Distortion</i> Tegangan .....	II-6
Rumus 2.4	<i>Total Harmonic Distortion</i> Arus .....	II-7
Rumus 2.5	<i>Total Harmonic Distortion</i> Tegangan .....	II-7
Rumus 2.6	Tegangan rms .....	II-7
Rumus 2.7	Arus rms .....	II-7
Rumus 2.8	Arus Hubung Singkat .....	II-8
Rumus 2.9	Arus Beban Nominal .....	II-8
Rumus 2.10	$SC_{Ratio}$ .....	II-8
Rumus 2.11	<i>Derating</i> .....	II-9
Rumus 2.12	KVA Baru .....	II-9
Rumus 2.13	<i>Losses</i> Pada Trafo Akibat Harmonisa .....	II-10
Rumus 2.14	Daya Aktif Satu Fasa Trafo .....	II-10
Rumus 2.15	Kerugian Biaya Akibat <i>Losses</i> Trafo .....	II-11
Rumus 2.16	Nilai Kompensasi Daya Aktif .....	II-13
Rumus 2.17	Reaktansi C .....	II-13
Rumus 2.18	Kapasitor C .....	II-13
Rumus 2.19	Reaktansi Induktor .....	II-13
Rumus 2.20	Induktor .....	II-14
Rumus 2.21	Resistansi .....	II-14
Rumus 2.22	Impedansi Fundamental .....	II-14
Rumus 2.23	Arus Fundamental .....	II-15
Rumus 2.24	Tegangan Kapasitor .....	II-15
Rumus 2.25	Daya Rating Kapasitor .....	II-14
Rumus 2.26	Arus <i>Harmonic</i> Total .....	II-14
Rumus 2.27	Tegangan <i>Harmonic</i> Kapasitor .....	II-15
Rumus 2.28	Arus RMS Total .....	II-16
Rumus 2.29	Tegangan Puncak .....	II-16
Rumus 2.30	Tegangan RMS .....	II-15
Rumus 2.31	Daya Reaktif Kapasitor Total .....	II-16
Rumus 2.32	Impedansi Hubung Singkat .....	II-17

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Rumus	2.33 Reaktansi Hubung Singkat .....	II-17
Rumus	2.34 Impedansi Trafo .....	II-17
Rumus	2.35 Reaktansi L .....	II-17
Rumus	2.36 Reaktansi C .....	II-17
Rumus	2.37 Reaktansi Hubung Singkat Pada Harmonisa orde ke-h .....	II-18
Rumus	2.38 Impedansi Z Hubung Singkat Sistem Pada <i>Hamonic</i> orde ke-h .....	II-18
Rumus	2.39 Jumlah Nilai Arus Harmonisa Pada Orde ke-h yang difilter .....	II-18
Rumus	2.40 Nilai Arus Harmonisa Pada Orde ke-h setelah difilter .....	II-18

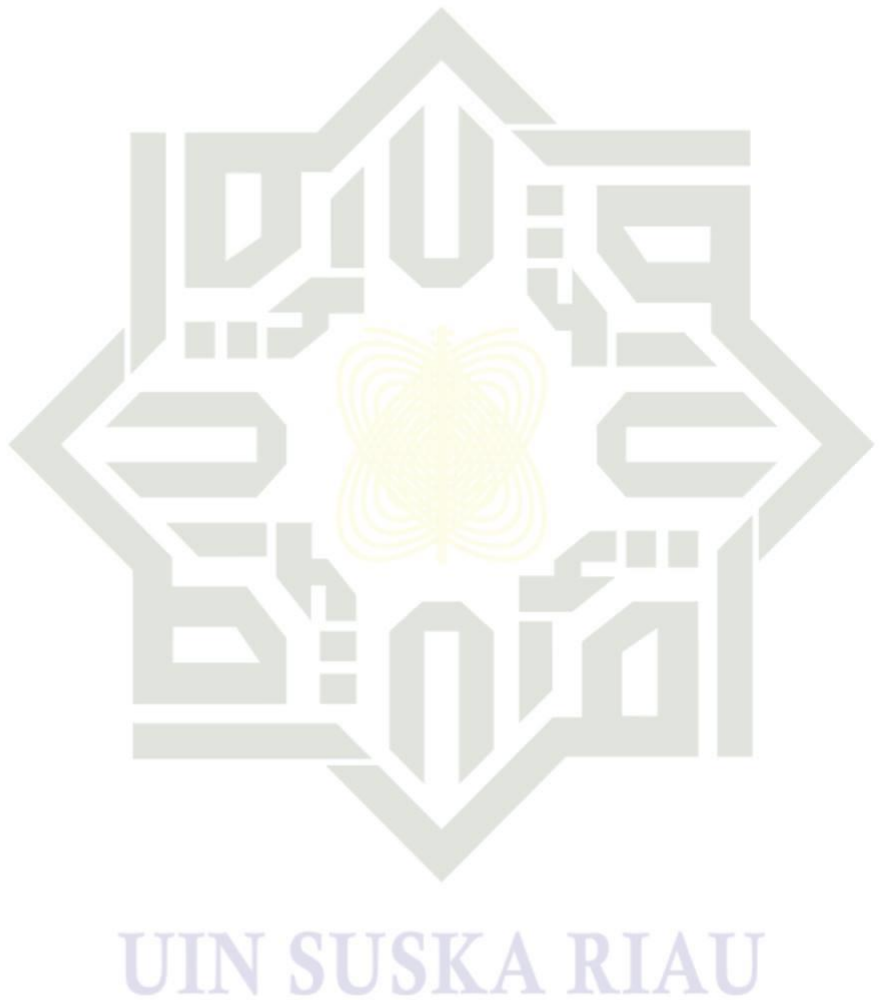
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Jakarya, 2018  
 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip, memperbanyak atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Mengutip hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



## DAFTAR SINGKATAN

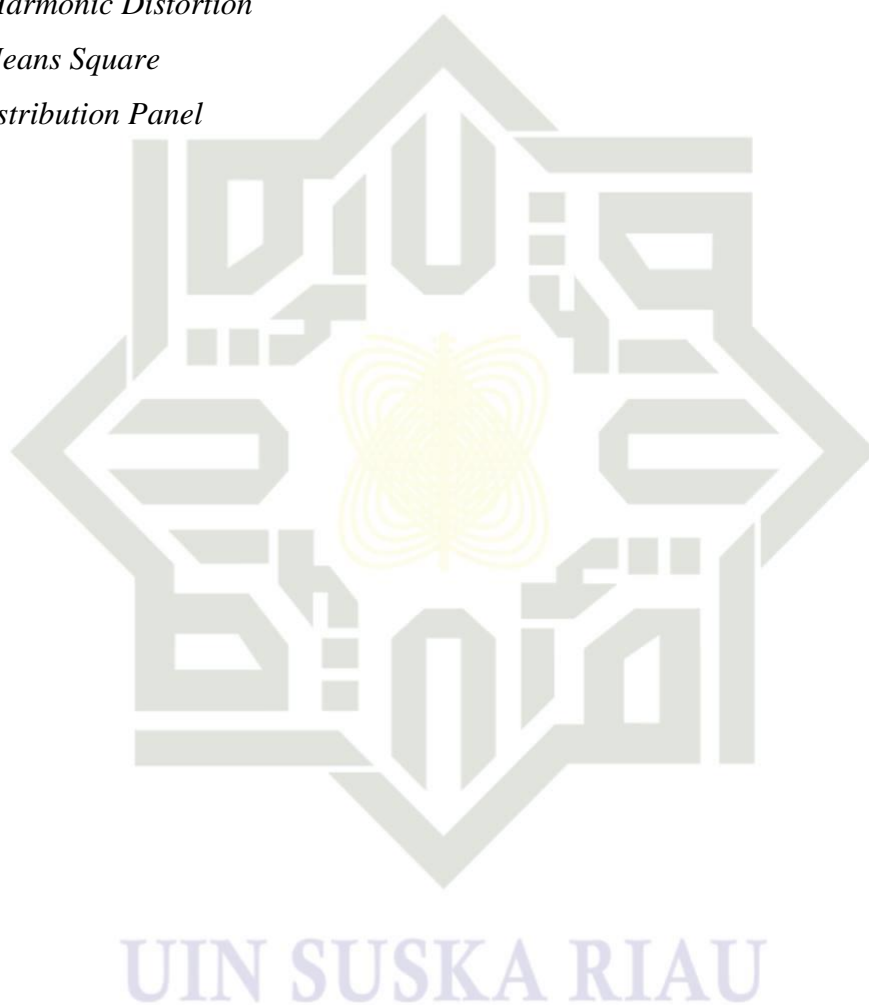
- : *Air Conditioning*
- : *Low Voltage Main Distribution Panel*
- : *Transformer Harmonic Derating Factor*
- : *Electric Transient and Analysis Program*
- : *Single Line Diagram*
- : *Individual Harmonic Distortion*
- : *Total Harmonic Distortion*
- : *Root Means Square*
- : *Sub Distribution Panel*

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan harus mencantumkan sumber.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Energi listrik berperan penting bagi kehidupan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Sehingga menjadi ketergantungan pada energi fosil seperti minyak bumi (20,1%), gas bumi (24,5%), sisanya energi terbarukan 5,7%. Hal ini membuat kebutuhan energi listrik semakin meningkat dengan adanya pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tiap tahun. Beberapa sektor - sektor yang menjadikan listrik sebagai kebutuhan pokok dalam menjalankan kegiatan sehari-hari adalah sektor rumah tangga, industri, kampus, perkantoran, serta lembaga pemerintahan sehingga mencapai 94,3% pemakaiannya. Maka dari itu listrik harus diperhatikan agar kualitas daya energi listrik dapat terjaga dan konsumen tidak mengalami kerugian [1].

Kualitas daya listrik (*power quality*) selalu berkaitan dengan parameter kelistrikan seperti *Voltage*, *current* dan *frequency* yang menjadi fondasi dalam terjaganya kualitas listrik yang baik. Proses penyalurannya dari saluran transmisi hingga distribusi listrik sampai ke konsumen, itu harus menjadi perhatian seiring terjadinya peningkatan pemakaian energi listrik yang terpengaruh oleh sistem peralatan energi listrik yang bertambah banyak. Maka pemakaian energi listrik merupakan alasan utama menurunnya kualitas daya listrik. Hal ini dipengaruhi oleh beban-beban energi listrik yang bersifat non linier [2].

Beban non linier merupakan beban listrik yang mana gelombang arusnya tidak sebanding dengan gelombang tegangannya yang mengakibatkan hasil gelombang arus tidak sama dengan gelombang tegangan. Hal ini terjadi karena gelombang tersebut telah terdistorsi melalui harmonisa arus yang muncul dari dampak pemakaian perangkat elektronik. Beberapa perangkat elektronik yang mengandung beban non linier adalah komputer, mesin fotokopi, mesin fax, AC (*Air Conditioning*), televisi, lampu, printer, *infocus* dan perangkat elektronik lainnya [3].

Akibat pemakaian beban non linier akan berdampak langsung pada sistem kelistrikan pada sebuah trafo dalam sistem tenaga listrik yang akhirnya terjadi harmonisa. Gejala dari terbentuknya harmonisa adalah terbentuknya gelombang dengan frekuensi tinggi yaitu frekuensi kelipatan dan frekuensi fundamental. Harmonisa sendiri terjadi karena adanya bentuk kesalahan atas frekuensi arus dan frekuensi tegangan yang menjadi aspek penting pada kualitas daya listrik. Terjadinya *harmonic* akan mengakibatkan gelombang arus dan tegangan menjadi tidak sinusoidal [4].



Harmonisa adalah sebuah fenomena yang disebabkan pengoperasian beban listrik non linier, dengan gelombang yang berfrekuensi 50hz sampai 60hz yang dapat mengakibatkan bentuk gelombang arus dan tegangan yang awalnya sinusoidal murni dan menghasilkan tidak sinusoidal. Sumber utama harmonisa adalah beban listrik non linier, contohnya pada peralatan elektronik seperti televisi, *computer*, printer, lampu, dll. Kandungan harmonisa pada sebuah sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan kerugian, gangguan, penurunan efisiensi, pemanasan pada peralatan serta menurunkan kualitas daya listrik. Dengan begitu, semakin banyak pemakaian beban listrik maka dapat menghasilkan harmonisa yang semakin tinggi [5].

Untuk menekan harmonisa dalam sistem kelistrikan pada sebuah trafo yang harmonisa tersebut dikatakan melebihi standar *IEEE 519-2014* adalah dengan pemasangan sebuah filter harmonisa. Filter harmonisa merupakan sebuah alat elektronika daya yang berfungsi mereduksi nilai harmonisa yang di timbulkan oleh beban listrik yang non linier. Secara umum filter ini terbagi 2 diantara filter aktif berfungsi membatalkan nilai harmonisa dengan filter pasif berfungsi memindahkan nilai harmonisa yang tidak dibutuhkan dalam sistem kelistrikan [6].

Filter pasif memakai komponen-komponen yang bersifat pasif yang terdiri dari resistor, kapasitor, dan induktor. Beberapa jenis *type* konfigurasi filter pasif yaitu *band-pass*, *high-pass*, *double-band pass*, *composite*. Salah satu fungsi lain dari filter harmonisa adalah memisahkan 1 dari 2 yang masuk, dimana hanya 1 frekuensi yang akan dibuang dan yang lainnya dilewatkan tergantung dari konfigurasi filter yang digunakan. Keunggulan dari filter pasif dapat digunakan pada frekuensi tinggi, lebih simple, murah, bisa beroperasi tanpa catu daya tidak mengeluarkan panas, dan rangkaiannya juga sederhana [8].

Penelitian perancangan filter jenis *single passive tuned filter* terhadap harmonisa trafo distribusi UIN Suska Riau, yang mana dalam meredam harmonisa pada trafo distribusi 1000 kVA dengan memasang filter jenis *single passive tuned filter*. Lalu menganalisis *factor-k*, *derating*, dan *losses* pada saat sebelum perancangan filter dan setelah perancangan filter. Dalam penelitian tersebut menjelaskan bahwa jenis filter *single passive tuned filter* hanya mampu meredam harmonisa pada satu orde saja yang melebihi dari standar *IEEE 519-1992*. Sebelumnya pada penelitian ini adalah menghitung *derating* menggunakan metode *factor-k* dan belum menghitung kerugian biaya akibat *losses* pada trafo [8].



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Melanjutkan penelitian sebelumnya, yaitu mereduksi harmonisa pada trafo 1 MVA UIN Suska Riau, mereduksi harmonisa yang terjadi, dimana data yang diperoleh adalah hasil pengukuran pada penelitian sebelum dan objek yang sama. Namun menggunakan filter yang berbeda yaitu jenis *Double Tuned*, yang mana filter ini mampu menyaring dua harmonisa dengan frekuensi yang berbeda. Dalam penelitian ini juga melakukan penurunan *derating* pada penelitian sebelumnya, namun menggunakan metode yang berbeda, dimana dapat dilihat bahwa menggunakan metode *factor-k* hanya bisa digunakan pada trafo yang dapat menanggung beban non liner (*harmonic*). Sedangkan trafo PLN yang biasa digunakan tidak dapat menanggung beban *harmonic* yang mana seperti trafo 1 MVA UIN Suska Riau. Maka pada penelitian ini menggunakan metode yang berbeda dalam perhitungan *derating* nya, yaitu menggunakan metode THDF (*Transformer Harmonic Derating Factor*) [9].

Penelitian menganalisis dampak teknis dan dampak ekonomis terhadap harmonisa, yaitu mana dampak teknis yang dianalisis berupa *losses* pada trafo dan penurunan kapasitas trafo (*derating*). Sedangkan untuk dampak ekonomis yang dianalisis berupa biaya akibat *losses* trafo dan biaya akibat *derating* trafo. Dalam penelitian ini dilakukan 4 kondisi beban. Hasil penelitian ini menyatakan analisis pada kondisi 1 dinyatakan dampak terbesar, Sedangkan dampak yang paling kecil terjadi pada kondisi 4 [15]. Kekurangan pada penelitian ini adalah belum ada usaha untuk mengurangi harmonisa nya dengan merancang filter.

Adapun penelitian meredam harmonisa arus pada komputer menggunakan filter *single passive tuned filter*. Dimana nilai harmonisanya diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat *Power Quality Analyzer (PQA)* merk *Fluke 437* pada sebuah komputer yang perangkat tersebut adalah beban non liniernya. Maka pemasangan filter harmonisa sangat diperlukan untuk mengurangi distorsi harmonisa dan memperbaiki faktor daya [18]. Penelitian ini hanya berfokus untuk meredam harmonisa yang ditimbulkan oleh beban non linier pada perangkat komputer.

Berdasarkan data yang di dapat, lingkungan gedung di UIN Suska Riau di suplai transformator yang berkapasitas 1000 kVA dan 500 kVA. Maka penulis memilih trafo 1000 kVA karena trafo ini lebih banyak menyuplai gedung-gedung dengan total 10 gedung. Trafo ini terhubung langsung ke panel LVMDP yang mana penulis akan mengukur harmonisa pada panel tersebut. Pengukuran langsung harmonisa pada trafo 1000 kVA dilakukan pada tanggal 21 sampai 27 maret 2023 diperoleh nilai harmonisa IHD dan THD pada orde ke-3 yang tidak sesuai dengan standar/melebihi dari standar *IEEE 519-2014*. Maka dalam



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penelitian ini cara untuk mengatasi harmonisa yang tidak sesuai standar yaitu dilakukan dengan filter pasif agar bisa ditekan sampai dibawah standar yang ditetapkan. Jenis filter yang

dipakai adalah *single passive tuned filter*, dengan alasan karena filter jenis ini mampu meredam 1 orde tertinggi pada harmonisa.

Pada penelitian ini dilakukan analisis pengaruh harmonisa pada trafo 1000 kVA, melakukan peredaman harmonisa dengan mendesain filter harmonisa. Dalam penelitian ini juga akan menganalisis *derating* pada trafo menggunakan metode THDF, *losses* pada trafo dan kerugian biaya akibat *losses* trafo. Dengan adanya pemasangan filter juga dapat menurunkan *derating* pada trafo akibat harmonisa, *losses* pada trafo akibat harmonisa dan kerugian biaya akibat *losses* pada trafo. Dalam penelitian ini yang menjadi pengembangan adalah menghitung kerugian biaya akibat *losses* pada trafo. Jika *losses* pada trafo menurun maka kerugian biaya akibat *losses* dapat berkurang. Penulis juga akan membandingkan nilai harmonisa pada pengukuran langsung dengan nilai harmonisa pada simulasi.

Berdasarkan latar belakang yang di sebutkan di atas, maka peneliti berminat dalam melakukan penelitian tentang “**Desain Single Passive Tuned Filter Dalam Meredam Harmonisa Pada Transformator UIN Suska Riau**” sebagai topik tugas akhir saya.

**1. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh *derating* pada trafo, *losses* pada trafo dan kerugian biaya akibat *losses* pada trafo sebelum perancangan filter?
2. Bagaimana desain rancangan R,L,C pada *single passive tuned filter* guna meredam harmonisa pada pengukuran langsung?
3. Bagaimana pengaruh *derating* pada trafo, *losses* pada trafo dan kerugian biaya akibat *losses* pada trafo sesudah perancangan filter?

**1. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh *Derating* pada trafo, *Losses* pada trafo dan kerugian biaya akibat *losses* pada trafo sebelum perancangan filter.
2. Melahirkan desain rancangan R,L,C pada *single passive tuned filter* guna meredam harmonisa dalam pengukuran langsung.
3. Mengetahui pengaruh *Derating* pada trafo, *Losses* pada trafo dan kerugian biaya akibat *losses* pada trafo sesudah perancangan filter.

#### Batasan Penelitian

1. Dalam penelitian ini menggunakan standar harmonisa *IEEE 519-2014* yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan standar harmonisa.
2. Penelitian nilai harmonisa lakukan pada trafo 1000 kVA UIN Suska Riau.
3. Dalam penelitian ini hanya menggunakan filter jenis *single passive tuned filter*.
4. Tidak menganalisis harmonisa tegangan.
5. Tidak menganalisis *factor-k* pada trafo.

#### Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan rujukan untuk teknisi kampus tentang harmonisa yang terjadi pada trafo 1000 kVA UIN Suska Riau
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk teknisi dengan pemasangan filter jenis *single passive tuned filter* guna meredam harmonisa, menurunkan *derating*, mengurangi *losses* dan kerugian biaya akibat *losses*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Ditangguhkan sebagai bagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terkait

Beberapa penelitian yang di jadikan sebagai referensi oleh penulis dalam membuat penelitian ini yang berkaitan dengan Desain *Single Passive Tuned Filter* Untuk Memerangi Harmonisa Pada Transformator UIN Suska Riau, sebagai berikut:

Pada penelitian pertama, bertujuan meneliti pengaruh harmonisa pada trafo distribusi pada gedung kantor, lalu membandingkan hasil harmonisa pada hari kerja dan hari libur. Pengambilan data harmonisa, dilakukan pengukuran langsung pada 3 unit trafo distribusi mana nantinya di peroleh hasil harmonisa per fasanya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Power Analyzer*. Data yang di ambil hanya pada hari senin dan hari minggu. Pada hari kerja diperoleh THD trafo 1 dan 3 dengan persentase sebesar 25,27% dan 22,3% dengan batas standar 15%. Sedangkan untuk hari libur ada 1 trafo yang THD sebesar 17,24% dengan batas standar 15%. Makna nya pada hari kerja dan hari libur, masing-masing THD nya melebihi dari batas standar IEEE 519-1992 [7]

Pada penelitian kedua, bertujuan meneliti IHD dan THD pada trafo distribusi 1MVA di UIN Suska Riau, Merancang *single passive tuned filter* guna menekan *harmonic* pada trafo 1000 kVA, serta faktor *k*, *derating* dan *losses* pada trafo tersebut. Penelitian dilakukan dengan pengukuran langsung menggunakan alat *power quality analyzer*. Harmonisa yang di peroleh tidak sesuai dengan standar IEEE 519-1992. Maka dilakukan perancangan filter pada masing-masing fasa. IHD dan THD arus pada fasa R adalah 4,58% setelah difilter menjadi 1,25% dan 5,77% setelah difilter menjadi 3,71%. IHD dan THD arus pada fasa S adalah 5,36% setelah difilter menjadi 1,62% dan 6,09% setelah difilter menjadi 3,34. IHD dan THD arus pada fasa T adalah 7,59% setelah difilter menjadi 3,71% dan 8,68% setelah difilter menjadi 4,78. Untuk hasil *factor-k*, pada fasa R 1,062 setelah difilter menjadi 1,046, pada fasa S 1,075 setelah difilter menjadi 1,054, pada fasa T 1,136 setelah difilter menjadi 1,084. Untuk *derating* pada fasa R 0,81% setelah difilter menjadi 0,61%, fasa S 0,97% setelah difilter menjadi 0,71%, fasa T 1,77% setelah difilter menjadi 1,09%. Untuk losses pada fasa R 2,14 kW setelah difilter menjadi 0,99 kW, pada fasa S 2,42 kW setelah difilter menjadi 0,89 kW, pada fasa T 4,77 kW setelah difilter menjadi 1,76 kW [8].

Dalam penelitian ketiga, bertujuan mereduksi harmonisa serta *derating* pada trafo distribusi dengan merancang *Double Tuned Passive Filter* memakai metode THDF (*Transformer Harmonic derating factor*). Pengukuran dilakukan pada trafo distribusi 1000



kVA di UIN Suska Riau, dimana hasil pengukuran harmonisa melebihi batas standar *IEEE* 519-1992. THD yang terbesar pada fasa R 5,77% setelah direduksi menjadi 1,99%. THD

yang terbesar pada fasa S 6,09% setelah direduksi menjadi 2,24%. THD yang terbesar pada fasa T 6,68% setelah direduksi menjadi 3,20%. Untuk *derating* pada trafo 1 MVA awalnya 0,2 MVA setelah difilter menjadi 0,05 MVA [9].

Pada penelitian keempat, bertujuan membandingkan harmonisa sebelum dan setelah penambahan filter pasif. Metode yang digunakan adalah perancangan simulasi dengan *MATLAB/SIMULINK*. Harmonisa dapat diredam yaitu solusinya pemasangan filter pasif. Penelitian menunjukkan THD pada fasa R adalah 6% setelah diredam menjadi 3,3%. THD pada fasa S adalah 6,6% setelah diredam menjadi 4,47%. THD pada fasa T 6,2% setelah diredam menjadi 4,07%. Maka setelah diredam, nilai harmonisa sudah dibawah batas standar *IEEE* 519-2014 yang mana THD<sub>max</sub> sebesar 5% [10].

Dalam penelitian kelima, bertujuan menganalisis distorsi harmonisa pada sistem busbar PT. Bumi Suksesindo dan merancang filter pasif agar *harmonic* sesuai dengan standar *IEEE* 519. Penelitian ini melakukan pengambilan data yang dibutuhkan, lalu membuat model sistem berbasis simulasi dengan *software* ETAP. Pada simulasi ini dilakukan analisis harmonisa, yang nantinya akan di dianalisa. Hasil dari simulasi diperoleh THD tegangan sebesar 8,81% dan THD arus sebesar 6,37% yang tidak sesuai dengan standar *IEEE* 519-2014, THD arus maksimum adalah 5%. Dengan begitu dilakukan perancangan filter harmonisa guna meredam harmonisa pada bus HLP MCC. Setelah difilter THD tegangan menjadi 0,58% dan THD arus menjadi 5,4% [11].

Pada Penelitian keenam, menganalisis dampak teknis dan dampak ekonomis terhadap harmonisa, yang mana dampak teknis yang dianalisis berupa *losses* pada trafo dan penurunan kapasitas pada trafo (*derating*). Sedangkan untuk dampak ekonomis yang dianalisis berupa biaya akibat *losses* trafo dan biaya akibat *derating* trafo. Dalam penelitian ini dilakukan 4 kondisi pembebanan. Hasil penelitian ini menyatakan analisis pada kondisi 1 dinyatakan dampak terburuk pada sistem dengan memperoleh *losses* trafo sebesar 17,87 kW dan *derating* sebesar 4,41 kVA, maka total kerugian Rp 163,710,002.8. Sedangkan dampak yang paling kecil terjadi pada kondisi 4 dengan *losses* trafo sebesar 7,73 kW, nilai *derating* sebesar 1,26 kVA dan total kerugian biaya sebesar Rp 70,600,000.8 [15].

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya, penulis tertarik menganalisis harmonisa antara pengukuran langsung dan simulasi serta mendesain filternya. Pada penelitian ini menggunakan filter jenis *single passive tuned filter* dalam meredam harmonisa yang terjadi,



2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

alasan karena filter ini mampu meredam satu orde harmonisa saja, sebagaimana di pastikan bahwa harmonisa yang melebihi standar ada pada orde 3 yang mana hanya satu orde saja yang perlu diredam. Dalam penelitian ini juga menghitung *derating* menggunakan metode THDF, menghitung *losses* pada trafo, serta menghitung kerugian biaya akibat *losses* pada trafo, baik itu sebelum desain filter maupun setelah desain filter. Dalam penelitian ini menjadi gap/pengembangan adalah menghitung kerugian biaya akibat *losses* pada trafo, jika *losses* pada trafo menurun maka kerugian biaya akibat *losses* dapat berkurang. Penelitian ini juga akan membandingkan nilai harmonisa pada pengukuran langsung dengan nilai harmonisa pada simulasi.

## Harmonisa

### Makna Harmonisa

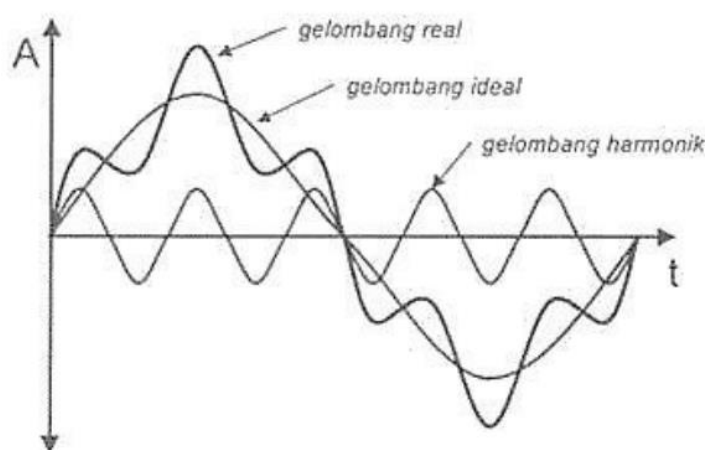
Harmonisa bermakna sebuah gelombang yang terdistorsi dengan frekuensi tinggi, dan kelipatan frekuensi fundamental nya, baik itu gelombang arus maupun gelombang tegangan yang menyebabkan gelombang tersebut tidak sinusoidal [4]. Harmonisa pada sistem tenaga listrik berdampak efek negatif antara lain meningkatnya *losses*, terjadinya pemanasan pada peralatan, menurunnya faktor daya, masalah resonansi dan lain-lain. Menurunnya distorsi harmonisa bisa menaikkan kualitas daya listrik, dengan cara meredam harmonisa menggunakan filter harmonisa [14].

Pada dasar nya gelombang frekuensi yang di gunakan pada sistem operasi tenaga listrik di Indonesia adalah 50hz, namun pada pengoperasian nya pada beban-beban listrik terutama beban non linier akan menyebabkan gelombang tersebut terbentuk dan terjadi lah kelipatan frekuensi fundamental nya. Jika gelombang frekuensi tersebut mengalami distorsi maka kelipatan dari frekuensi fundamental nya adalah 100hz, 150hz, 200hz dan seterusnya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

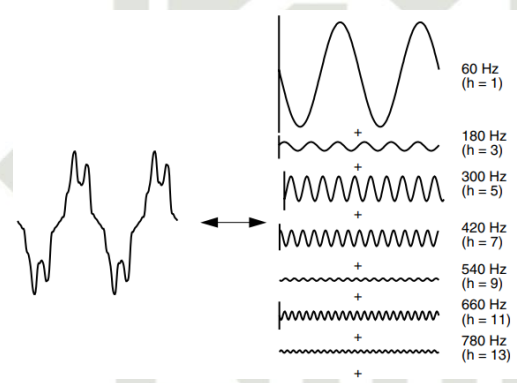
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.1 Gelombang fundamental dan gelombang *harmonic* [4]

Maka gelombang ini akan mengikuti gelombang normal yang menyebabkan gelombang yang terbentuk menjadi tidak sinusoidal, frekuensi bentuk gelombang yang terbentuk dari penjumlahan gelombang fundamental dengan gelombang harmonisa [4].



Gambar 2.2 Kelipatan frekuensi fundamental [4]

Ketika gelombang fundamental menyerupai satu gelombang penuh, maka pada orde ke-3 juga akan membentuk 3 gelombang penuh, untuk orde-orde selanjutnya pun begitu juga. Berapapun orde nya dan tingkat berapa, maka bentuk gelombang nya mengikuti dari orde nya. Gelombang yang ada pada harmonisa ada pada gelombang orde ke-2 sampai orde ke-13. Maka yang dikatakan orde pertama atau disebut frekuensi dasar 50hz bukan gelombang harmonisa. Perbandingan antara frekuensi *harmonic* ke-n dan frekuensi fundamental atau yang biasa disebut orde harmonisa, dapat di rumuskan dalam persamaan berikut [4]:

$$h = \frac{f_h}{f} \tag{2.1}$$

Dengan:  
 $h$  orde harmonisa



frekuensi harmonisa ke-n

frekuensi fundamental (50hz)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruhnya atau cara-cara lain untuk disebarluaskan dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Macam-macam Harmonisa

Bersumber pada buku *Electrical Power System Quality*, Harmonisa di terdiri dari 2 macam yaitu harmonisa genap dan harmonisa ganjil sesuai dengan urutan orde nya. Orde 2, 10 dan selanjutnya dapat di sebut harmonisa genap. Sementara jika orde 3, 5, 7, 9, seterusnya dapat di sebut harmonisa ganjil. Sementara untuk order 1, adalah basis dasar yang dikatakan bukan harmonisa [4].

#### Harmonisa urutan positif

Memiliki urutan *phase* yang sama dengan harmonisa fundamental. Harmonisa ini diantaranya orde ke 1, orde ke 4, orde ke 7, orde ke 10 dan seterusnya. Dampak dari harmonisa ini yaitu menambahnya panas pada *conductor*, CB, dan panel lain nya [4].

#### Harmonisa urutan negatif

Memiliki urutan *phase* yang berlawanan dibandingkan dengan harmonisa fundamental. Harmonisa ini terdiri dari orde ke-2, orde ke-5, orde ke-8, dan seterusnya. Dampak dari harmonisa ini sama hal nya dengan harmonisa positif dan berdampak pada motor listrik [4].

#### Harmonisa urutan zero (0)

Harmonisa ini juga mempunyai fasor yang sama jumlah nya dan memiliki *phase* yang sama dengan yang lain, harmonisa ini juga di sebut *triplen harmonic*. Orde pada harmonisa ini terdiri dari orde ke-3, orde ke-6, orde ke-9, orde ke-11, dan seterusnya [4].

### 2.3. Sumber Harmonisa

#### 1. Beban linier

Beban linier merupakan beban yang keluaran gelombang nya berbentuk linier, yang mana arus yang masuk sama dengan impedansi dan tegangan nya. Gelombang arus akan selalu mengikuti gelombang tegangan nya, artinya jika gelombang tegangan nya sinusoidal, maka gelombang arus nya juga sinusoidal [4].

#### 2. Beban non linier

Sedangkan beban non linier dapat dikatakan berkebalikan dengan beban non linier, yang mana beban keluaran gelombang nya tidak sama dengan tegangan nya, dalam setengah



Maka bentuk gelombang arus dan tegangan output nya tidak linier dengan gelombang input nya. Maka dalam hal ini harmonisa akan mengalami distorsi [4].

Maka dalam hal ini beban non linier yang menimbulkan adanya harmonisa, karena komponen yang terdapat dalam beban non linier adalah komponen semikonduktor, karena di dalamnya terdapat proses kerja yang bertindak sebagai saklar yang beroperasi pada setiap gelombang yang berasal dari sumber tegangan, dan juga harmonisa dapat timbul pada penyalaan diode atau thyristor.

Perangkat-perangkat yang dapat menjadi sumber utama harmonisa/beban non linier:

Perangkat *industry*, contoh nya : Mesin las, UPS, VSD

Perangkat *office*, contoh nya : *computer*, AC, Printer, Mesin Fax

Perangkat rumah tangga : TV, Microwave, Lampu LED

### Parameter Harmonisa

Ada beberapa parameter penting dalam menganalisis *harmonic* di antara sebagai berikut [4]:

IHD (*Individual Harmonic Distortion*)

Adalah rasio antara arus dengan tegangan harmonisa pada orde ke-h dan nilai arus dengan tegangan dasar/fundamental. Dalam menghitungnya dapat menggunakan persamaan berikut [4]:

$$IHD_i = \sqrt{\frac{I_{sh}^2}{I_1^2}} \times 100\% \tag{2.2}$$

$$IHD_v = \sqrt{\frac{V_{sh}^2}{V_1^2}} \times 100\% \tag{2.3}$$

Dengan:

$IHD_i$  = distorsi harmonisa individu arus (%)

$IHD_v$  = distorsi harmonisa individu tegangan (%)

$I_{sh}$  = arus harmonisa pada orde ke-h (A)

$V_{sh}$  = tegangan harmonisa pada orde ke-h (V)

$I_1$  = arus fundamental (A)

$V_1$  = tegangan fundamental (V)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang menyalin, mengutip, atau seluruhnya atau sebagian karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan disertasi atau sejenisnya, dengan mencantumkan sumber dan alamat pengutipan.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



### THD (*Total Harmonic Distortion*)

Adalah total distorsi harmonisa pada rasio antara kandungan arus dan tegangan

dan kandungan arus dan tegangan yang fundamental. Parameter ini akan menunjukkan nilai penyimpangan dari bentuk gelombang periodik harmonisa terhadap gelombang fundamental nya [4].

Dalam menghitung dapat menggunakan rumus THD arus sebagai berikut [4]:

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h>1}^{h_{max}} I_h^2}}{I_1} \tag{2.4}$$

= *Total Harmonic Distortion* Arus (%)

= nilai arus/arus *harmonic* ke-h (A)

= nilai arus/arus pada frekuensi dasar (A)

Sedangkan untuk rumus THD tegangan sebagai berikut [4]:

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h>1}^{h_{max}} V_h^2}}{V_1} \tag{2.5}$$

Dengan:

= *Total Harmonic Distortion* Tegangan (%)

= nilai tegangan *harmonic* ke-h (V)

= nilai tegangan pada frekuensi dasar (V)

### Root Means Square (RMS)

*Root Means Square* merupakan nilai akar kuadrat rata-rata dari fungsi berkala pada satu periode yang terkandung amplitudo. Berikut ini rumus yang di gunakan [4]:

$$V_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{h_{max}} V_h^2} \tag{2.6}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\sum_{h=1}^{h_{max}} I_h^2} \tag{2.7}$$

Dengan:

$V_{rms}$  = Tegangan rms

$I_{rms}$  = Arus rms

2. Di larang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### 4. Standar Distorsi Harmonisa

Dalam penelitian ini, standar harmonisa yang di gunakan sebagai acuan dalam menentukan harmonisa yang terkandung, di gunakan standarisasi *IEEE 519-2014*. Terbagi menjadi dua standar harmonisa yaitu harmonisa arus dan harmonisa tegangan. Dalam menentukan harmonisa arus kita dapat menentukan nya melalui perbandingan arus hubung singkat dan arus beban nominal yang mana disimbolkan  $I_{sc}/I_L$ . Sementara untuk harmonisa tegangan di tentukan pada tegangan sistem yang digunakan [4].

$$I_{sc} = \frac{1000 \times MVA}{\sqrt{3} kV} \quad (2.8)$$

$$I_L = \frac{kW}{PF\sqrt{3} kV} \quad (2.9)$$

Dengan:

- = permintaan rata-rata daya
- = *power factor*
- = tegangan *line to line* di PCC

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} \quad (2.10)$$

Dengan:

- $I_{sc}$  = Arus hubung singkat
- $I_L$  = Arus beban nominal

Berikut standarisasi maksimum distorsi *harmonis* arus dan harmonisa tegangan sesuai standar *IEEE 519-2014*:

Tabel 2.1 Standar Batas Arus Harmonisa [12]

Maximum harmonic current distortion in percent of $I_L$						
Individual harmonic order (odd harmonic)						
$I_{sc}/I_L$	$3 \leq h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h < 50$	THD
<20	4,0%	2,0%	1,5%	0,6%	0,3%	5,0%
20<50	7,0%	3,5%	2,5%	1,0%	0,5%	8,0%
50<100	10,0%	4,5%	4,0%	1,5%	0,7%	12,0%
100<1000	12,0%	5,5%	5,0%	2,0%	1,0%	15,0%
>1000	15,0%	7,0%	6,0%	2,5%	1,4%	20,0%





Table 2.2 Standar Batas Tegangan Harmonisa [12]

Bus Voltage <i>V</i> at PCC	Individual Harmonic(%)	Total Harmonic Distortion THD (%)
1.0 kV	5,0	8,0
1 kV $V \leq 69$ kV	3,0	5,0
1 kV $V \leq 161$ kV	1,5	2,5
161 kV $< V$	1,0	1,5

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya karya tulis ini tanpa mengemukakan sumber.  
 a. Penulisan hanya untuk kepentingan penelitian, pendidikan, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritikan, atau masalah.  
 b. Penulisan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 UIN Suska Riau  
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Pengaruh Harmonisa Terhadap Derating, Losses Trafo, serta Perhitungan Biaya Akibat Losses Trafo.**

**Pengaruh Derating Terhadap Harmonisa**

*Derating* adalah suatu upaya mengurangi kapasitas pembebanan trafo karena pengaruh beban harmonisa agar trafo yang tidak mengalami pemanasan berlebih. *Derating* juga merupakan upaya untuk menurunkan pengaruh harmonisa pada trafo, supaya trafo memiliki umur yang panjang dan guna menjaga keandalan sistem listrik. Dalam menghitung *derating* pada trafo menggunakan metode THDF. Berikut ini persamaan menghitung *derating* menggunakan metode THDF [9]:

$$THDF = 1,414 \frac{(I_{rms})}{I_{puncak}} \times 100\%$$

$$THDF = \frac{1,414 \times (\text{arus phase rms})}{(\text{arus puncak phase sesaat})} \times 100\% \tag{2.11}$$

$$THDF = \frac{1,414 \times (\frac{1}{3} \times (I_r + I_s + I_t)_{rms})}{\frac{1}{3} \times (I_r + I_s + I_t)_{puncak}} \times 100\%$$

Berikut rumus perhitungan nilai KVA baru:

$$KVA \text{ baru} = THDF \times KVA \text{ pengenalan} \tag{2.12}$$

- Dengan:
- THDF = *Transformer Harmonic Derating Factor*
- KVA baru = Kapasitas daya terpasang baru trafo
- KVA pengenalan = Kapasitas daya terpasang lama

## Losses Pada Trafo Akibat Harmonisa

Dengan adanya harmonisa pada trafo, akan mengakibatkan peningkatan *losses* daya

pada trafo. Penamaan *losses* daya akibat harmonisa disebut ( $P_{LL}$ ). Berikut rumus yang digunakan yaitu [8]:

$$P_{LL} = \sum I_h^2 + (\sum I_h^2 x h^2) \cdot P_{EC-R} \text{ (pu)} \quad (2.13)$$

= *Losses* tembaga (pu)

= *Losses* besi (pu)

= Orde harmonisa

= Arus pada orde ke - h

### 2.3. Nilai dari $P_{EC-R}$ [4]

Type	MVA	Voltage	$P_{EC-R}(\%)$
Dry	$\leq 1$		3 – 8
	$\geq 1,5$	5 kV (High Voltage)	12 – 20
	$\leq 1,5$	15 kV (High Voltage)	9 – 15
Oil-Filled	$\leq 2,5$	480 kV (Low Voltage)	1
	2,5 – 5	481 kV (Low Voltage)	1 – 5
	$> 5$	482 kV (Low Voltage)	9 – 15

Dalam memperoleh nilai *losses*, terlebih dahulu mengetahui nilai daya aktif 1 fasa trafo dan nilai *losses* tanpa beban trafo. Berikut persamaannya [17]:

$$P_{base} = \frac{S \times \text{Faktor Daya}}{\sqrt{3}} \quad (2.14)$$

Berikut ini tabel untuk nilai *losses* beban tanpa beban pada sebuah trafo adalah:

Tabel 2.4 *Losses* Daya Tanpa Beban Trafo[8]:

Daya (kVA)	Losses Tanpa Beban (W)	Daya (kVA)	Losses Tanpa Beban (W)
1	2	500	700
25	75	630	835
50	125	800	1000
100	210	1000	1100
160	300	1250	1400
200	355	1600	1680
250	420	2000	1990
315	500	2500	2350
400	595		

## Perhitungan Kerugian Biaya *Losses* Trafo Akibat *Harmonic*

Berikut ini perhitungan kerugian biaya *losses* pada trafo akibat *harmonic* adalah [15]:

$$B_L = P_{LL} \times 8760 \times B_{kwh} \quad (2.15)$$

Biaya *Losses* (Rp)

*Losses* Trafo (kW)

Jam Operasional Trafo per-tahun

Tarif Listrik per-kWH (Rp 680)

### 2.6 Filter *Harmonic*

Secara umum filter harmonisa adalah sebuah rangkaian dalam bentuk komponen elektronika yang mampu meredam harmonisa. selain dapat meredam, filter juga bisa berfungsi sebagai kompesator reaktif pada frekuensi fundamental [14]. Filter harmonisa dibagi menjadi 2 jenis, antara lain filter aktif dan filter pasif [8].

#### 2.6.1 Filter Aktif

Filter aktif merupakan jenis perangkat yang versi terbaru yang dapat mengurangi distorsi harmonisa. Perangkat ini terdiri dari rangkaian elektronika daya modern dan jauh lebih mahal dibandingkan filter pasif. Salah satu keuntungannya yang berbeda dari filter pasif adalah tidak beresonansi pada system. Beroperasi secara independent dari karakteristik impedansi system. Maka filter ini dapat digunakan dalam segala kondisi sampai yang sulit sekalipun dibandingkan filter pasif yang pengoperasian nya berkurang karena resonansi paralel [4].

#### 2.6.2. Filter Pasif

Penambahan filter harmonisa jenis pasif pada sistem kelistrikan bertujuan mengurangi amplitud pada satu orde ke-h dari arus/tegangan harmonisa. Dengan begitu, penyaluran arus *harmonic* dari sumber *harmonic* dapat di reduksi. Filter pasif mempunyai kelebihan yang salah satunya dapat mengkompensasi daya reaktif dan berguna memperbaiki  $\cos \phi$  pada sistem secara umum [8].

Filter pasif mempunyai 3 komponen yaitu resistor (R), inductor (L), dan kapasitor (C). Mengaplikasikan filter pasif adalah cara yg efektif dan ekonomis dalam mereduksi harmonisa. Filter pasif banyak di pakai pada sistem kelistrikan yg berfungsi

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip, sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Mengutipnya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang meminumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta dilindungi UIN Suska Riau  
 Fatmahanik, S. (2019) Analisis Perhitungan Kerugian Biaya Losses Trafo Akibat Harmonic

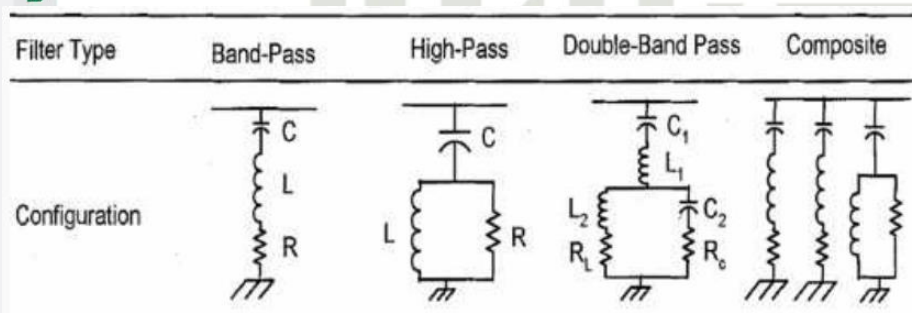


2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mengkompensasi kerugian daya akibat *harmonic*. Arus akan mengalir pada reaktansi yang lebih rendah pada filter pasif dan arus yang berfrekuensi tinggi akan mengalir pada kapasitor

(C), dengan begitu kapasitor akan memiliki impedansi yang lebih rendah pada frekuensi tinggi. Pemasangan kapasitor secara paralel dengan beban guna mereduksi harmonisa pada beban. Semua saluran arus yang berfrekuensi tinggi akan bergerak melintasi kapasitor, sementara untuk induktor (L) dipasang secara seri dengan beban. Dengan begitu arus yang akan melintasi pada rangkaian tidak akan mudah berubah berbanding lurus dengan besaran induktor [9].

Filter pasif terbagi dalam beberapa jenis yaitu *single passive tuned filter* (band pass), *double tuned passive filter* (high pass filter), *double band-pass filter* dan *composite filter*. Berikut dibawah ini rangkaian pada masing-masing filter pasif [8]:



Gambar 2.3 Konfigurasi filter pasif [16]

*Single passive tuned filter*, adalah jenis filter yang paling banyak digunakan dan sering dipakai pada sistem *Voltage* serta impedance yang rendah. Beroperasi pada 1 frekuensi kerja yang mana mampu meredam 1 orde tertinggi. *High pass filter* adalah filter yang menanggalkan frekuensi tinggi, namun menurunkan amplitude berfrekuensi rendah. Penurunan nilai-nilai pada frekuensi berbeda pada setiap filter, dan rangkaian pada filter ini terhubung secara paralel yang terdiri dari kapasitor, induktor dan resistor. Dua buah *Single passive tuned filter*, maka mempunyai karakter yang sama dengan *double bandpass filter*. Yang mana jenis *single* beroperasi meredam 1 orde dan jenis *double* beroperasi meredam 2 orde tertinggi. *Composite filter* adalah kombinasi dari semua filter yang di atas, yang mana terbentuk dengan 2 buah *single tuned filter* dan 1 *high pass filter* [8].

Berdasarkan dari hasil pengukuran langsung pada trafo UIN Suska Riau, harmonisa yang terjadi hanya pada satu orde saja yaitu orde ke tiga, maka dalam penelitian ini harmonisa yang melebihi standar hanya ada pada orde ke-3. Maka filter yang akan di pasang adalah filter jenis *single passive tuned filter* dalam meredam harmonisa pada trafo UIN Suska Riau.

## Perancangan Single Passive Tuned Filter

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Pertama perlu mengetahui kebutuhan daya reaktif pada sistem, yang daya reaktif ini berfungsi menentukan nilai kapasitor guna memperbaiki dan meningkatkan faktor daya. Berikut persamaannya [4]:

$$kVar = P(\tan\phi_{awal} - \tan\phi_{akhir}) \quad (2.16)$$

Dengan:

kVar = Nilai Kompensasi daya reaktif (kVAr)  
 P = Daya Nyata (kW)  
 = Sudut Phasa

2. Menghitung reaktansi C dan nilai kapasitansi, dengan persamaan berikut [4]:

$$X_c = \frac{kV^2}{KVar} \quad (2.17)$$

Dengan:

Xc = Reaktansi C ( $\Omega$ )  
 kV<sup>2</sup> = Tegangan (kV)  
 MVar = Kompensasi daya reaktif

Nilai kapasitor diketahui dengan persamaan:

$$C = \frac{1}{2\pi f x_c} \quad (2.18)$$

Dengan:

= Kapasitor (mF)  
 = Reaktansi C ( $\Omega$ )  
 = frekuensi fundamental 50 Hz

3. Menghitung reaktansi L dan induktansi untuk komponen filter. Berikut persamaan yang digunakan [4]:

$$X_L = \frac{X_c}{n^2} \quad (2.19)$$

Dengan:

= reaktansi induktor ( $\Omega$ )  
 = reaktansi kapasitor ( $\Omega$ )  
 = orde harmonisa yang akan dituning

untuk nilai  $n$  sendiri akan dilakukan penyetelan yang harus dikurangi sebesar 5% dari nilai  $n$ , karena sebagai toleransi filter untuk mencegah resonansi pada sistem dan untuk faktor keamanan filter [14] [19].

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} \quad (2.20)$$

Dengan:

- = Induktor (mH)
- = Reaktansi inductor ( $\Omega$ )
- = frekuensi fundamental (50 Hz)

#### 4. Menentukan resistansi (R)

Sebelum mencari nilai R, perlu di ketahui nilai  $X_n$  dengan cara mengalikan orde harmonisa yang akan direduksi dengan nilai reaktansi inductor dan nilai *factor* kualitas Q pada filter. Untuk nilai Q bebas menentukan sendiri, yang berkisar 40 – 80. Semakin besar nilai Q, semakin baik juga kualitas filter. Berikut persamaan menghitung resistansi R [4]:

$$R = \frac{X_n}{Q} \quad (2.21)$$

Dengan:

- = Resistansi ( $m\Omega$ )
- = Reaktansi inductor orde  $n$  *harmonic* ( $\Omega$ )
- = *Factor* Kualitas

### 2.4.1. Analisa Unjuk Kerja Filter

Dilakukan guna mengetahui spesifikasi rating filter apakah sudah sesuai dengan standar berdasarkan pada tabel 2.5

#### 1. Analisa Kerja Fundamental Filter [4]

##### a. Impedansi Fundamental

$$X_{fund} = |X_L - X_C| \quad (2.22)$$

Dengan:

- = Impedansi Fundamental ( $\Omega$ )
- = reaktansi *inductor* ( $\Omega$ )
- = reaktansi kapasitor ( $\Omega$ )

b. Arus Fundamental

$$I_{fund} = \frac{V_{actual}}{X_{fund}} \quad (2.23)$$

Dengan:

$I_{fund}$  = Arus Fundamental (A)

$V_{actual}$  = Tegangan (V)

$X_{fund}$  = Impedansi Fundamental ( $\Omega$ )

Tegangan Kapasitor

$$V_c = I_{fund} \times X_c \quad (2.24)$$

Dengan:

$V_c$  = Tegangan Kapasitor (V)

$I_{fund}$  = Arus Fundamental (A)

$X_c$  = Reaktansi Kapasitor ( $\Omega$ )

d. Daya Rating Kapasitor

$$Q_{fund} = V_c \times I_{fund} \quad (2.25)$$

Dengan:

$Q_{fund}$  = Daya Rating Kapasitor (kVAr)

$V_c$  = Tegangan Kapasitor (V)

$I_{fund}$  = Arus Fundamental (A)

2. Analisa Kerja Filter Pada *Harmonic* [4]

a. Arus *harmonic* total filter

$$I_{Total} = I_h(pu) \times \frac{VAr}{V_{actual}} \quad (2.26)$$

Dengan:

$I_{Total}$  = Arus *harmonic* total filter (A)

$I_h(pu)$  = Arus orde ke-h harmonisa (pu)

$VAr$  = Daya Reaktif (kVAr)

$V_{actual}$  = Tegangan (V)

Tegangan *harmonic* kapasitor

$$V_{ch} = \frac{I_{total} \times X_c}{h} \quad (2.27)$$

Dengan:

$V_{ch}$  = Tegangan *harmonic* kapasitor (V)

$I_{total}$  = Arus *harmonic* total filter (A)  
 $X_C$  = Reaktansi Kapasitor ( $\Omega$ )  
 $h$  = Orde Harmonisa

Menghitung Total Kerja Filter [4]

a. Arus RMS Total

$$I_{rms} = \sqrt{I_{fund}^2 + I_{Total}^2} \quad (2.28)$$

Dengan:

$I_{rms}$  = Arus RMS Total (A)  
 $I_{fund}^2$  = Arus Fundamental (A)  
 $I_{Total}^2$  = Arus *harmonic* total filter (A)

b. Tegangan Puncak

$$V_p = V_c + V_{ch} \quad (2.29)$$

Dengan:

$V_p$  = Tegangan Puncak (V)  
 $V_c$  = Tegangan Kapasitor (V)  
 $V_{ch}$  = Tegangan *harmonic* kapasitor (V)

c. Tegangan RMS

$$V_{rms} = \sqrt{V_c^2 + V_{ch}^2} \quad (2.30)$$

Dengan:

$V_{rms}$  = Tegangan RMS (V)  
 $V_c^2$  = Tegangan Kapasitor (V)  
 $V_{ch}^2$  = Tegangan *harmonic* kapasitor (V)

Daya Reaktif Kapasitor Total

$$Q_{C_{total}} = I_{rms} \times V_{rms} \quad (2.31)$$

Dengan:

$Q_{C_{total}}$  = Daya Reaktif Kapasitor Total (kVAr)  
 $I_{rms}$  = Arus RMS Total (A)  
 $V_{rms}$  = Tegangan RMS (V)





Table 2.5 Perbandingan Batasan Kerja Filter [4]

Kerja	Definisi	Batasan(%)
Tegangan Puncak	V/Vrated	130
Tegangan RMS	Vrms/Vrated	110
Arus RMS	Irms/Ifund	180
VAR	VAR total/VAR fund	135

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Penulisan karya ilmiah, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Penulisan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

c. Penulisan atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

d. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

e. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

f. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

g. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

h. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

i. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

j. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

k. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

l. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

m. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

n. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

o. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

p. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

q. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

r. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

s. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

t. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

u. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

v. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

w. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

x. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

y. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

z. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

**2. Menghitung Penurunan Harmonisa Arus Setelah Perancangan Filter**

1. Mencari nilai resistansi dan reaktansi hubung singkat sistem [4]:

$$Z_{hs} = \frac{kV \times 1000}{I_{sc}} \tag{2.32}$$

$$X_{hs} = X_{hst} = Z\% \frac{kV^2}{MVA} \tag{2.33}$$

$$R_{hs} = \sqrt{Z_{hs}^2 - X_{hst}^2} \tag{2.34}$$

Dengan:

- $Z_{hs}$  = Impedansi hubung singkat sistem ( $\Omega$ )
- $X_{hs}$  = Reaktansi hubung singkat sistem ( $\Omega$ )
- $X_{hst}$  = Reaktansi hubung singkat trafo dengan asumsi nilai reaktansi adalah impedansi trafo ( $\Omega$ )
- $R_{hs}$  = Resistansi hubung singkat sistem ( $\Omega$ )
- Z% = Impedansi pengenal trafo
- $I_{sc}$  = Arus hubung singkat (A)
- kV = Tegangan sekunder trafo 3 Phasa
- MVA = Kapasitas trafo

2. Mencari nilai reaktansi L dan C pada orde *Harmonic* yang difilter [4]:

$$X_{L(h)} = hX_{L(1)} \tag{2.35}$$

$$X_{C(h)} = \frac{X_{C(1)}}{h} \tag{2.36}$$

3. Mencari resistansi dan reaktansi hubung singkat orde ke-h pada sistem. Sedangkan resistansi  $R_{hs(1)} = R_{hs(h)}$ , dan reaktansi hubung singkat harmonisa orde ke-h sistem dapat dihitung yaitu [4]:

$$X_{hs(h)} = hX_{hs(1)} \quad (2.37)$$

4. Mencari impedansi Z hubung singkat sistem pada *harmonic* orde ke-h [4]:

$$Z_{hs} = \sqrt{R_{hs(h)}^2 + X_{hs(h)}^2} \quad (2.38)$$

5. Mencari jumlah nilai arus harmonisa pada orde ke-h yang difilter [4]:

$$I_{f(h)} = \frac{Z_{hs}}{Z_{hs} + |X_{L(h)} - X_{C(h)}|} \times I_h \quad (2.39)$$

6. Mencari nilai arus *harmonic* pada orde ke-h setelah di filter [4]:

$$I_{h(new)} = I_h - I_{f(h)} \quad (2.40)$$

### ETAP (Electric Transient and Analysis Program)

Electrical Transient Analysis Program (ETAP) adalah software yang membantu analisis sistem tenaga listrik. Software ini mempermudah pada perhitungan dan analisis sistem kelistrikan. Etap juga bisa menjalankan simulasi pada jaringan distribusi yang sulit dengan menganalisis sistem dengan sangat mudah. Software ini memudahkan user untuk beroperasi secara real time dengan tampilan gambar *single line diagram* (SLD) berdasarkan spesifikasi alat komponen sesuai pada keadaan di lapangan atau memakai spesifikasi yang ada di *library* ETAP. Software ini mempunyai 2 standar kerja, yaitu ANSI dan IEC. Perbedaan dari dua jenis standar terdapat pada simbol komponen alat [13]

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan kualitatif. Pada penelitian kuantitatif, alasan penulis menggunakannya karena dalam penelitian ini penulis mengetahui, menghitung dan mengukur nilai *harmonic*, *derating*, *losses*, dan biaya akibat *losses* pada trafo 1000 kVA UIN Suska Riau. Jenis penelitian kuantitatif ini juga akan digunakan untuk desain *single passive tuned filter*. Sementara untuk jenis penelitian kualitatif, penulis menganalisa perbedaan sebelum dan sesudah perancangan *single passive tuned filter* terhadap harmonisa, *derating*, *losses* pada trafo, dan kerugian biaya akibat *losses*.

#### 3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada transformator UIN Suska Riau. Beberapa alasan penulis memilih lokasi ini:

Karna ingin mengetahui berapa kerugian biaya akibat *losses* pada trafo 1000 KVA

Karna ingin melanjutkan penelitian sebelumnya.

*Transformer* 1000 KVA menyuplai aliran listrik dengan total 10 gedung

Pengukuran langsung di lakukan pada panel LVMDP yang menghubungkan ke 10 gedung

#### 3.3. Studi Literatur

Pada studi literatur, penulis melakukan pengumpulan beberapa referensi penelitian sebelumnya berupa jurnal, skripsi dan buku yang berkaitan harmonisa serta perancangan dalam perhitungan dalam desain *single passive tuned filter*, *derating*, *losses*, dan biaya akibat *losses* pada trafo.



## Tahapan Penelitian

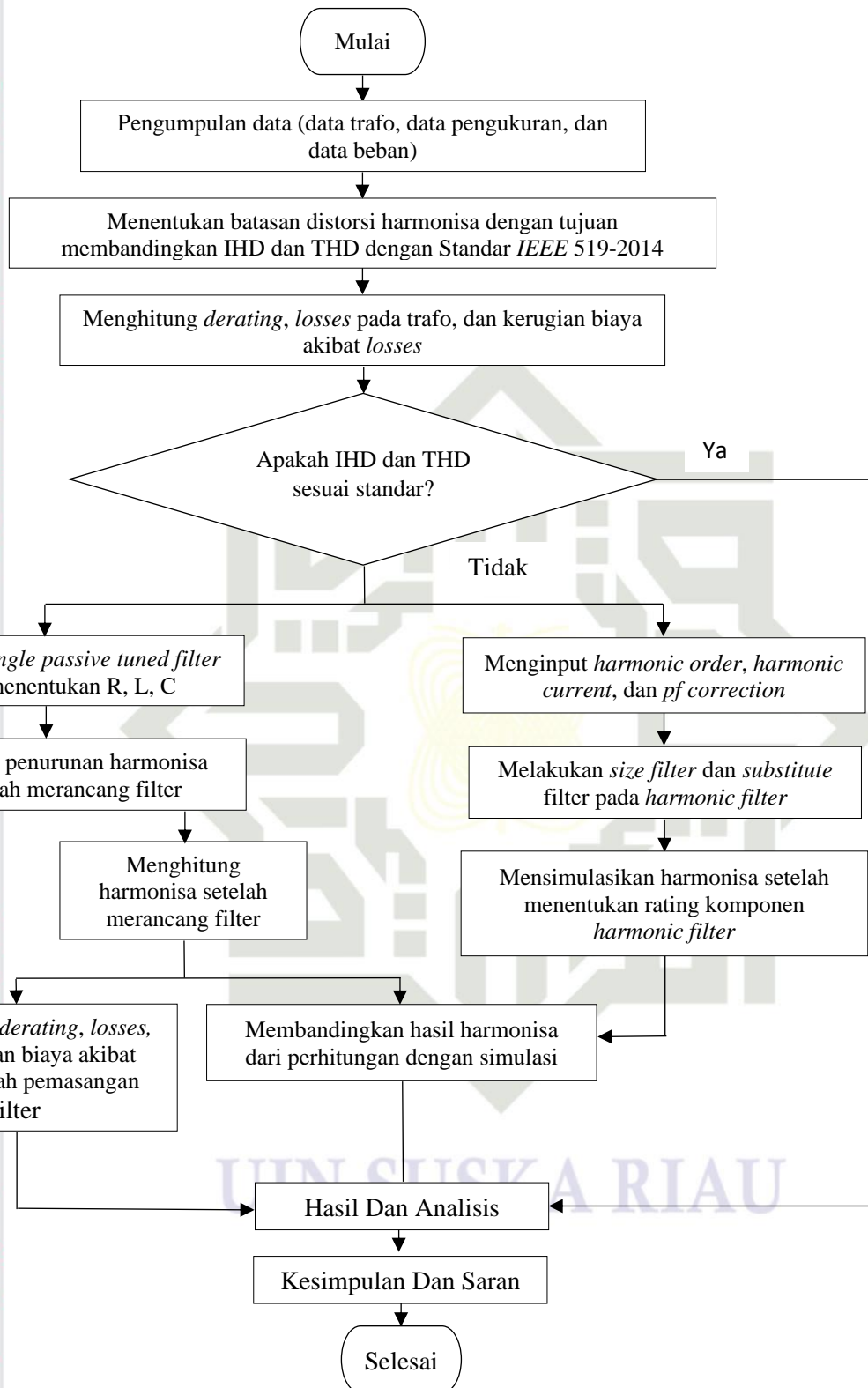
© Hak cipta milik UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penyusunan karya ilmiah, penyusunan dan penyebutkannya dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

State Isl

University of Sultan Syarif Kasim Riau



#### 4.1 Pengumpulan Data

Adapun data yang didapat berupa spesifikasi objek trafo yang akan digunakan dalam

penelitian ini, data pengukuran, data beban gedung yang disuplai oleh trafo 1000 KVA.

2. Spesifikasi transformator
  - a. Merk : B&D
  - b. Daya : 1000kVA
  - c. Pendingin : Onan
  - d. Jumlah Fasa : 3
  - e. Tegangan primer : 20kV
  - f. Tegangan Sekunder : 220/400V
  - g. Frekuensi : 50Hz
  - h. Impedansi : 5 %



Gambar 3.1 Transformator 1000 KVA UIN SUSKA RIAU

(Sumber : Foto Langsung)

#### 2. Data Pengukuran

Pengukuran menggunakan alat *Power Quality Analyzer* merek Hioki yang mana hasil pengukuran ini adalah berupa arus, tegangan, daya, faktor daya, frekuensi dan nilai harmonisa (IHD dan THD). Pengukuran dilakukan pada tanggal 21 maret sampai 27 maret 2023. Alat ini di hubungkan ke panel LVMDP yang mana panel ini

Menghubungkan trafo 1000 KVA dengan beban-beban gedung yang ada dilengkungkan  
UIN Suska Riau

HAK CIPTA TIPIK OTN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.3 *Power Quality Analyzer*  
(Sumber : Foto Langsung)



Gambar 3.4 Panel LVMDP Transformator UIN SUSKA RIAU  
(Sumber : Foto Langsung)

## Data Beban Gedung

Data yang di dapat adalah berupa data *single line diagram*, SLD ini berupa rangkaian

jaringan listrik dari trafo ke panel bus LVMDP lalu sampai ke beban-beban gedung yang ada di kampus UIN Suska Riau. Data tersebut di dapat dari ruang dokumen gedung Rektorat UIN Suska Riau, dengan perizinan sama pak indra selaku teknisi UIN Suska Riau. Berikut ini data beban yang ada pada SLD.

Tabel 1 Data Beban

Nama Panel Gedung	Beban Gedung (kVA)
Psikologi	123,375
Ilmu Sosial	133,39
Ekonomi	133,39
Pustaka	228,055
Ekonomi Psikologi	93,125
Computer center	77,64
Rektorat	376,185
Faste	345,37
Faste	45,73
Dorm	30,78
TOTAL	1587,04

### 3.2 Menentukan Batasan Harmonisa

Dalam menentukan batasan harmonisa, penulis menggunakan rumus persamaan  $SC_{ratio}$  yang merupakan perbandingan  $I_{SC}/I_L$ . Rumusan persamaan tersebut pada persamaan 2.9 dan 2.9 Dimana hasil dari perhitungan  $SC_{ratio}$  akan menjadi patokan perbandingan dengan standar *IEEE 519-2014* pada table 2.1

### 3.3. Menghitung *derating*

Dalam mencari nilai *derating* pada trafo menggunakan metode THDF (*Transformer Harmonic Derating Factor*) pada persamaan 2.11 dan persamaan menghitung KVA baru adalah 2.12 Berikut ini Langkah-langkah dalam perhitungannya:

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.2.1 Menentukan Batasan Harmonisa  
 Dalam menentukan batasan harmonisa, penulis menggunakan rumus persamaan  $SC_{ratio}$  yang merupakan perbandingan  $I_{SC}/I_L$ . Rumusan persamaan tersebut pada persamaan 2.9 dan 2.9 Dimana hasil dari perhitungan  $SC_{ratio}$  akan menjadi patokan perbandingan dengan standar *IEEE 519-2014* pada table 2.1

### 3.3. Menghitung *derating*

Dalam mencari nilai *derating* pada trafo menggunakan metode THDF (*Transformer Harmonic Derating Factor*) pada persamaan 2.11 dan persamaan menghitung KVA baru adalah 2.12 Berikut ini Langkah-langkah dalam perhitungannya:

1. Menentukan arus RMS dimana arus ini didapat dari data pengukuran. Arus yang digunakan adalah arus tertinggi yakni arus pada orde pertama pada masing-masing fasa.

Mencari total arus puncak pada masing-masing fasa yaitu didapat dari total semua orde arus puncak. Arus puncak setiap orde di peroleh dari hasil perkalian arus rms pada setiap orde dikali  $\sqrt{2}$  atau 1,414.

2. Menghitung *derating* menggunakan persamaan 2.11 – 2.12.

### 3. Menghitung *losses* pada trafo akibat harmonisa

Dalam mencari *losses* yaitu menjumlahkan *losses* besi dan *losses* tembaga yang ditakikan dalam satuan per unit, dengan menggunakan persamaan 2.13.

### 4. Menghitung kerugian biaya akibat *losses* pada trafo

Dalam menentukan perhitungan biaya yang dikeluarkan akibat *losses* pada trafo, menggunakan persamaan 2.15.

### 5. Merancang *Single Passive Tuned Filter*

Beberapa Langkah dalam merancang *single passive tuned filter*

1. Menghitung nilai kompensasi daya reaktif menggunakan persamaan 2.16.
2. Menghitung reaktansi C dan nilai kapasitansi menggunakan persamaan 2.17 dan 2.18.
3. Menghitung reaktansi L dan induktansi untuk komponen filter. Dapat dihitung menggunakan persamaan 2.19 dan 2.20.
4. Menghitung nilai resistansi (R) menggunakan persamaan 2.21.

Beberapa langkah dalam menganalisa unjuk kerja filter

1. Analisa kerja fundamental filter
  - a. Menghitung impedansi fundamental, menggunakan persamaan 2.22
  - b. Menghitung arus fundamental, menggunakan persamaan 2.23
  - c. Menghitung tegangan kapasitor, menggunakan persamaan 2.24
  - d. Menghitung daya rating kapasitor, menggunakan persamaan 2.25
2. Analisa kerja filter pada *harmonic*
  - a. Menghitung arus *harmonic* total filter, menggunakan persamaan 2.26
  - b. Menghitung tegangan *harmonic* kapasitor, menggunakan persamaan 2.27



3. Menghitung total kerja filter
  - a. Menghitung arus rms total kerja filter, menggunakan persamaan 2.28
  - b. Menghitung tegangan puncak, menggunakan persamaan 2.29
  - c. Menghitung tegangan rms, menggunakan persamaan 2.30
  - d. Menghitung daya reaktif kapasitor total, menggunakan persamaan 2.31

### 3.4 Menghitung Penurunan Harmonisa Arus Setelah Perancangan Filter

Setelah merancang *single passive tuned filter*, selanjutnya menghitung berapa nilai harmonisa setelah dilakukan perancangan filter. Berikut Langkah-langkah nya dalam menghitung hasil harmonisa setelah difilter:

1. Mencari resistansi dan reaktansi hubung singkat sistem, menggunakan persamaan 2.32, 2.33, dan 2.34.
2. Mencari nilai reaktansi L dan C pada orde *Harmonic* yang difilter, menggunakan persamaan 2.35 dan 2.36
3. Mencari resistansi dan reaktansi hubung singkat orde ke-h pada sistem, menggunakan persamaan 2.37.
4. Mencari impedansi hubung singkat sistem pada *harmonic* orde ke-h, menggunakan persamaan 2.38.
5. Mencari jumlah nilai arus harmonisa pada orde ke-h yang telah difilter, menggunakan persamaan 2.39.
6. Mencari nilai harmonisa arus yang baru, menggunakan persamaan 2.40

### 3.5 Menghitung Harmonisa, Derating, Losses, Kerugian Biaya Akibat Losses Pada Trafo Setelah Pemasangan Filter

Setelah kandungan *harmonic* difilter, kemudian disubstitusikan kembali ke persamaan 2.2 dan 2.4, guna mencari persentase IHDi dan THDi, lalu menggunakan persamaan 2.11-2.13 dan 2.15 dalam menghitung *derating, losses*, serta biaya akibat *losses* pada trafo setelah pemasangan filter

### 3.6 Langkah Simulasi Harmonisa

Dalam kondisi ini, penulis akan melakukan simulasi dalam 2 tahap. Tahap yang pertama simulasi harmonisa pada ETAP guna memperoleh IHDi dan THDi. Tahap yang kedua yaitu melakukan desain *single passive tuned filter* guna meredam harmonisa yang

terjadi jika melebihi dari batas standar IEEE 519-2014. Sebelum masuk tahap simulasi, ada beberapa data yang perlu diinputkan terlebih dahulu.

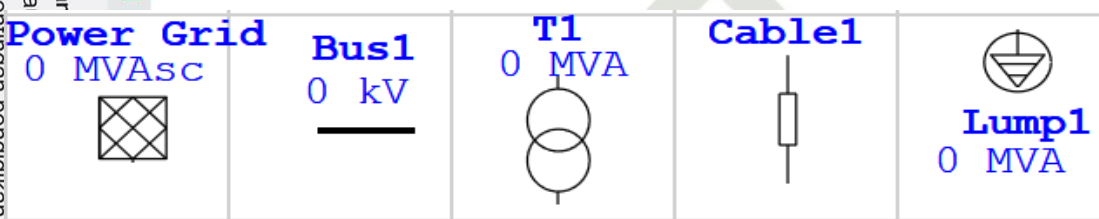
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya untuk kepentingan penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak atau seluruhnya tanpa izin UIN Suska Riau.

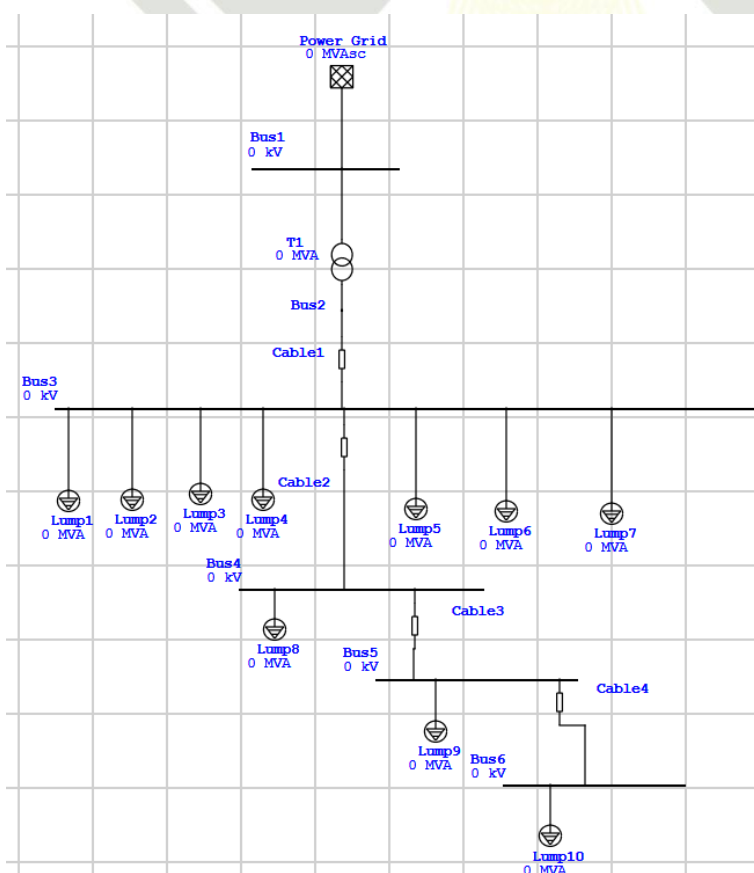
### Tahap 1

Tahap ini adalah merangkai rangkaian komponen sampai memperoleh harmonisa dari Menentukan komponen alat yang akan dirangkai. Diantaranya Power Grid, Bus, Transformator, Cable, Beban (*Lump Load*). Untuk beban disesuaikan dengan total beban yang ada, dalam penelitian ini ada 10 beban.



Gambar 3.5 Komponen Alat Rangkaian

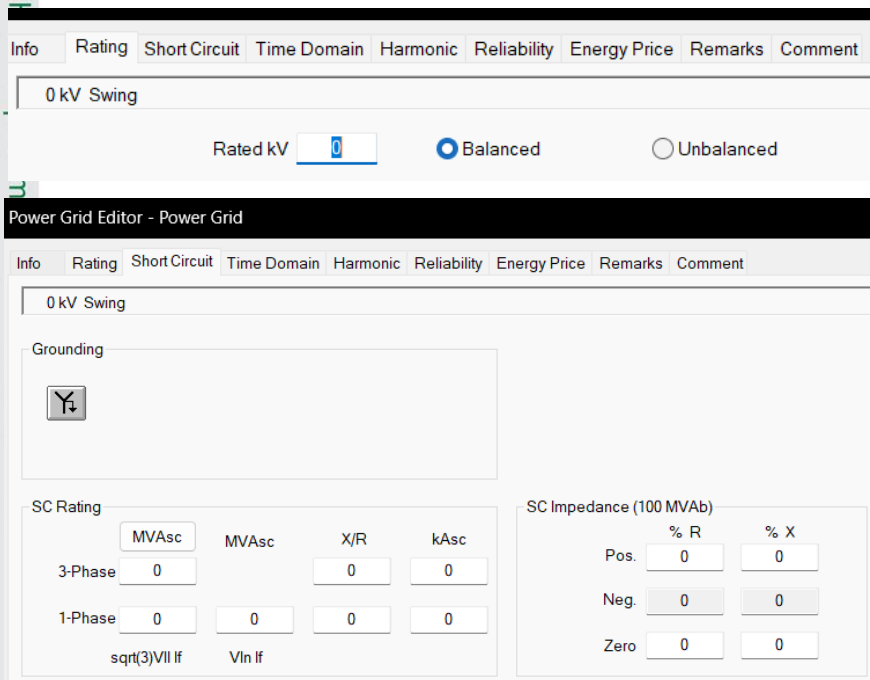
Merangkai tiap komponen dengan di hubungkan mulai dari power grid, bus, trafo, Cable, CB, dan beban. Berikut ini rangkaian yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 3.6 Rangkaian Simulasi

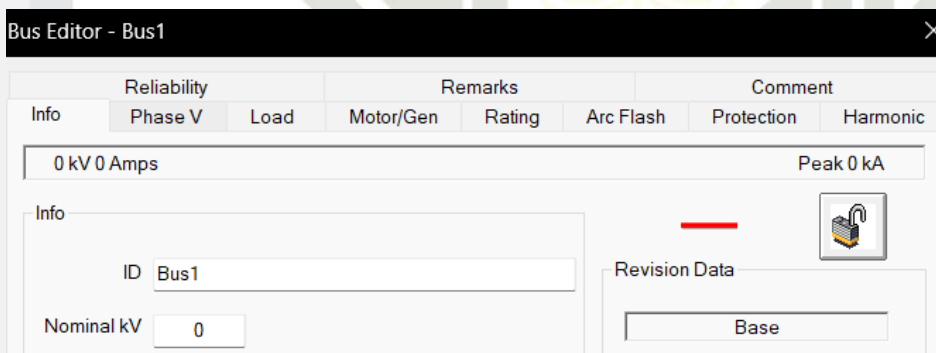
Menginput rating power grid, kapasitas trafo, ukuran panjang *Cable*, tegangan pada bus, dan masing-masing kapasitas beban

3.1. Pada power grid yang diinput adalah rating tegangan, dan SC Rating



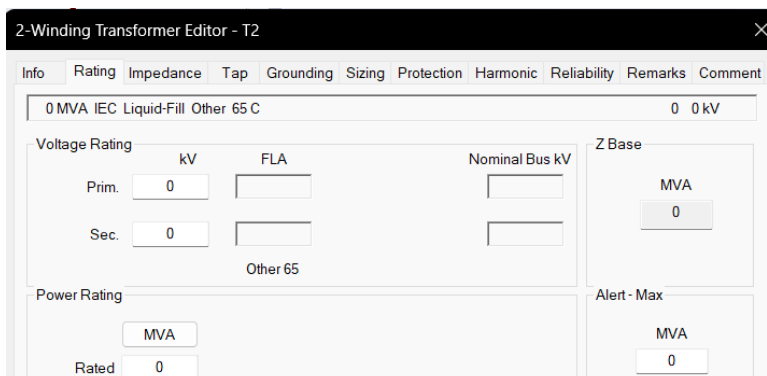
Gambar 3.7 Input Power Grid

2. Input Tegangan Bus



Gambar 3.8 Input Tegangan Bus

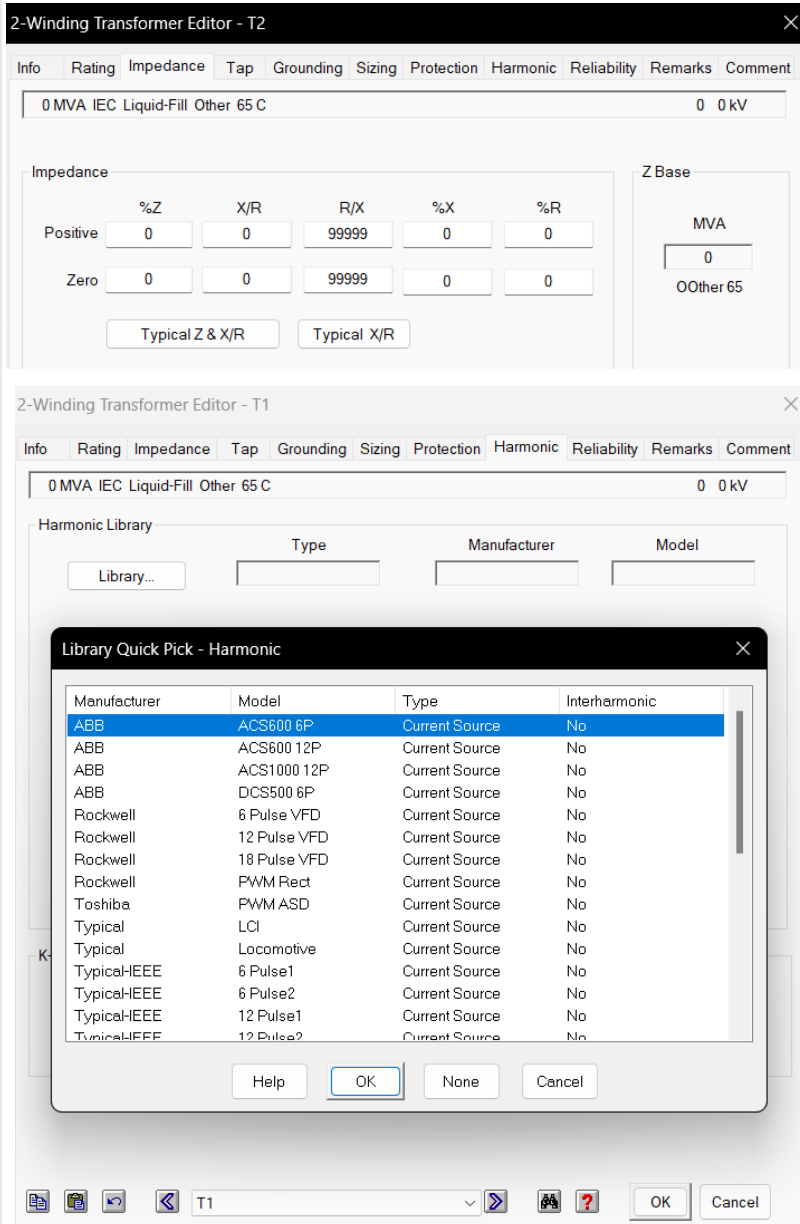
3.3. Input rating trafo, impedansi, dan *harmonic*



3. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

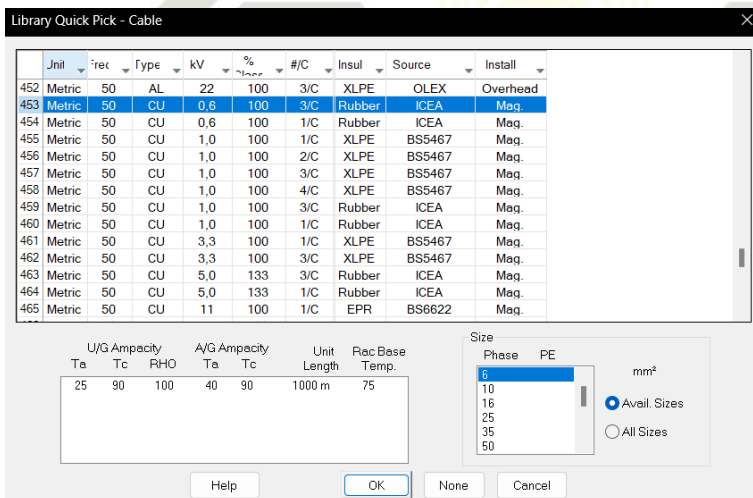
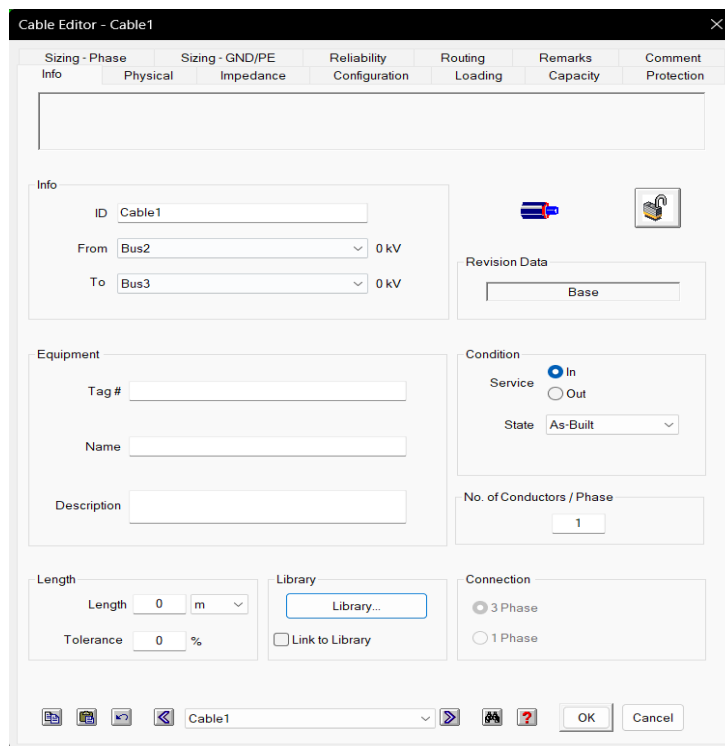
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.9 Input Data Trafo

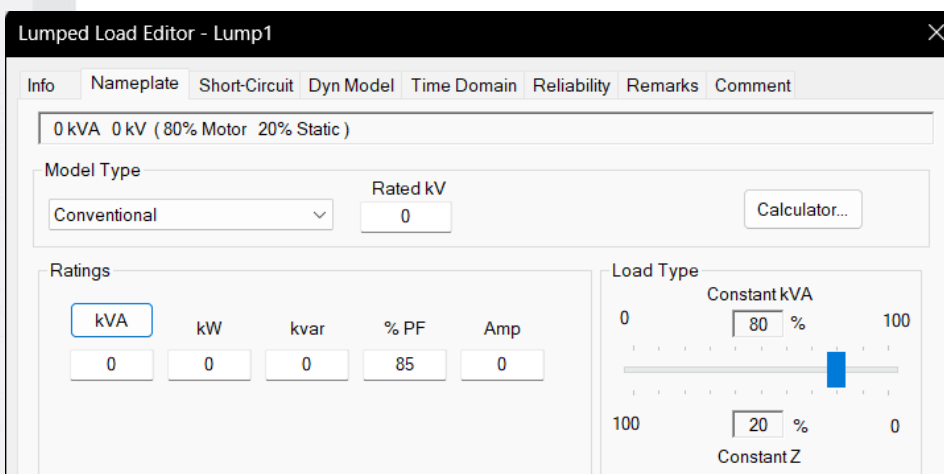
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



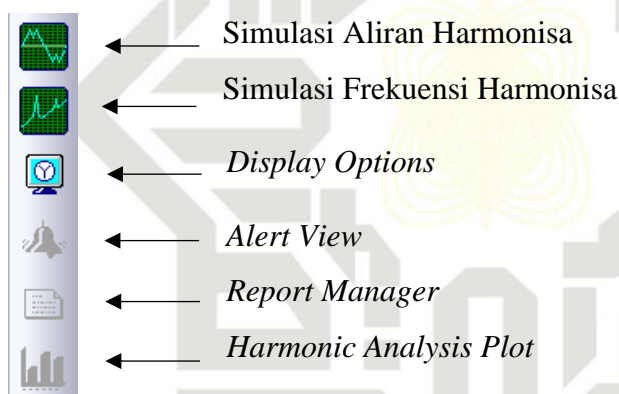
Gambar 3.10 Input Rating *Cable*

Input Data Beban, sesuai dengan beban yang ada dan tegangan beban



Gambar 3.11 Input Data Beban

Setelah diinput semua komponen alatnya, maka langkah selanjutnya adalah melakukan harmonisa. Pilih simulasi aliran harmonisa, maka nilai THD harmonisa pada bus akan muncul dan pilih *alert view* untuk menampilkan orde harmonisanya.



Gambar 3.12 Menu Harmonisa

Berikut fungsi beberapa menu dalam simulasi harmonisa

1. Simulasi Aliran Harmonisa, berfungsi mendapatkan aliran harmonisa pada bus
2. Simulasi Frekuensi Harmonisa, berfungsi menjalankan frekuensi harmonisa
3. *Display Options*, berfungsi sebagai pengaturan pilihan yang ditampilkan
4. *Alert View*, berfungsi menampilkan nilai orde harmonisa
5. *Report Manager*, berfungsi membuat laporan hasil harmonisa dalam bentuk dokumen
6. *Harmonic Analysis Plot*, berfungsi menampilkan Spectrum dan Waveform pada hasil harmonisa

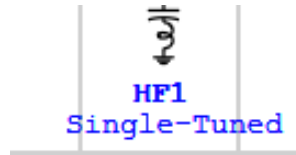
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Tahap 2

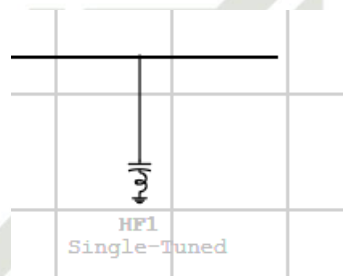
Pada tahapan ini adalah melakukan desain filter harmonisa sampai harmonisa bisa reduksi dibawah standar.

2. Mengambil komponen *harmonic* filter pada pilihan komponen alat simulasi.



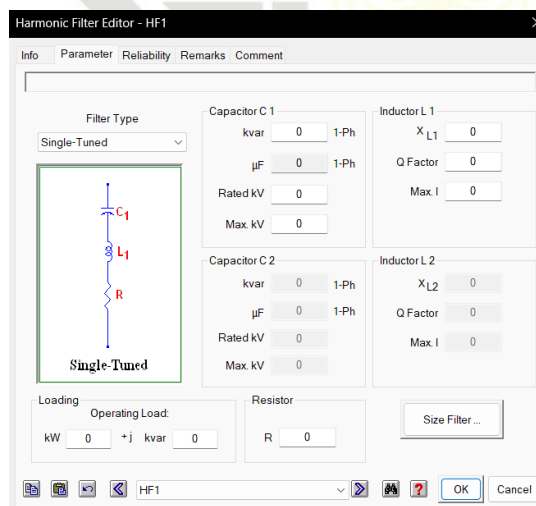
Gambar 3.13 Harmonic Filter

2. Lalu dihubungkan pada bus yang memiliki harmonisa dan pastikan filter dalam keadaan non-aktif



Gambar 3.14 Pemasangan Filter Pada Bus

3. Selanjutnya menentukan rating komponen filter *harmonic*

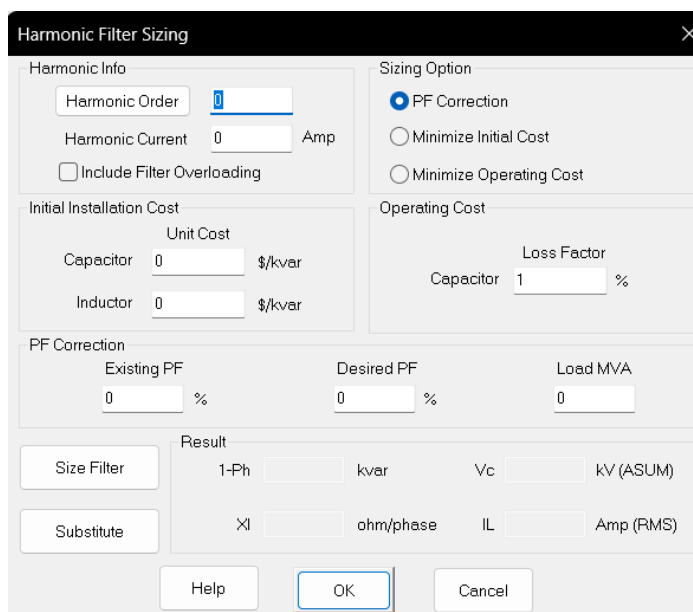


Gambar 3.15 Rating Komponen Filter

- 3.4. Cara mudah menentukan ratingnya dengan mengklik *Size filter*, lalu menginputkan *harmonic order*, *harmonic current*, dan *PF correction*. Harmonic order diinput sesuai orde yang akan diredam. *Harmonic current*, *Existing PF*, *load MVA* diperoleh pada run load flow. Sedangkan untuk Desired PF sesuai kebutuhan. Yang diinput hanya itu saja lalu klik *Size filter* dengan otomatis rating komponen filter

Hak cipta milik UIN Suska Riau  
 Tidak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

yang dibutuhkan akan dihitung otomatis. Lalu klik substitute maka akan terisi nilai rating *harmonic* filter yaitu capacitor dan inductor dan jangan lupa isi manual Q faktor sesuai kebutuhan dimana 30-80.



Gambar 3.16 Menentukan Rating Komponen Filter

Langkah selanjutnya mengaktifkan *harmonic* filter tadi, lalu untuk melihat harmonisa setelah pemasangan filter, klik menu simulasi aliran harmonisa. Maka nilai harmonisa akan tampil.

### 3.6 Hasil dan Analisa

Dalam penelitian ini, nanti akan menghasilkan output berupa data penelitian yang nantinya akan di analisa oleh penulis. Diharapkan hasil penelitian ini bisa menjawab dari tujuan penelitian dilakukan.

Analisa hasil data harmonisa berupa IHDi dan THDi yang diperoleh dari pengukuran langsung menggunakan alat. Dari hasil harmonisa tersebut, akan dibandingkan dengan Batasan distorsi harmonisa sesuai pada tabel standar IEEE 519-2014, untuk mengetahui apakah harmonisa tersebut melebihi dari batas standar, jika melebihi standar maka perlu dilakukan pemasangan filter guna meredam harmonisa tersebut

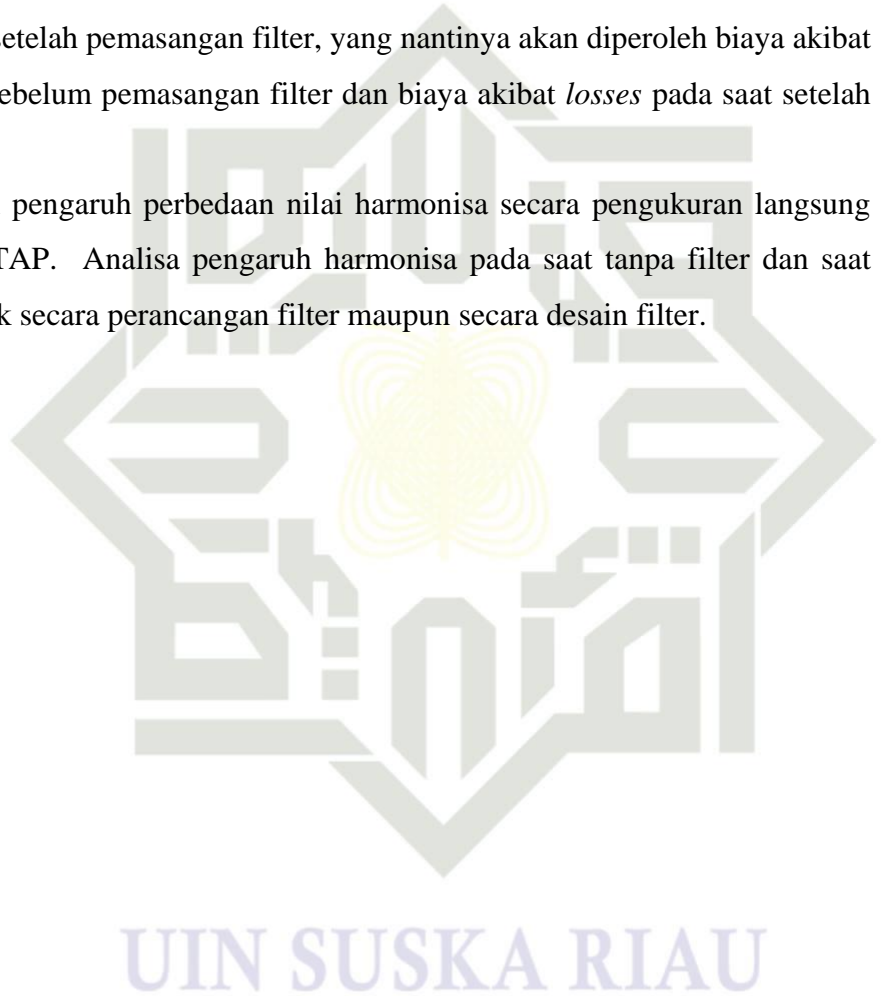
Analisa perancangan *single passive tuned filter* dan desain *single passive tuned filter*. Pada perancangan filter, dilakukan perhitungan dalam menentukan nilai rating komponen filter seperti kapasitor, inductor dan resistor. Setelah itu akan dilakukan perhitungan analisa untuk kerja filter, untuk mengetahui apakah filter tersebut mampu mereduksi harmonisanya.





Dan juga menganalisis hasil harmonisa pada saat sebelum difilter (hasil pengukuran) dan setelah pemasangan filter.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Mengutip hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.







Hamzah Al Paresi, "Analisis Studi Penyambungan PLTS Atap 3,5 kWp Terhadap Kandungan Harmonisa Gedung Berdasarkan Kapasitas Pembebanan Transformator," Skripsi, UIN Suska Riau, 2022.

H. Prasetyo, P. Prisantoro, W. H.P., and I. Irunowo, "Analisa Pemasangan Filter Pasif Sebagai Peredam Harmonisa Akibat Beban Non Linier," *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, Mar. 2023, doi: 10.30595/jrst.v7i1.16677.

I. P. Yudhanto, M. Facta, and Denis, "Analisis Teknis Dan Ekonomis Dampak Harmonisa Pada Sistem Instalasi Listrik Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Terhadap Trafo Daya 630 KVA," *Transient*, vol. 10, no. 3, pp. 1–8, Sep. 2021. [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>

I. C. Das, "Passive Filters - Potentialities and Limitations," *IEEE Trans Ind Appl*, vol. 40, no. 1, hlm. 232–241, Jan 2004, doi: 10.1109/TIA.2003.821666.

U.S. Department of Energy, "DOE Fundamentals Handbook Electrical Science Volume 3 of 4," Washington, D.C., 1992.

Peredaman Harmonik Arus pada Personal Computer All In One Menggunakan Passive Single Tuned Filter

T. Harianto and Y. Shalahuddin, "Filter Pasif Single Tuned LC sebagai Kompensator Harmonisa Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Matlab Simulink," *Diah Arie W.K. / Setrum*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2018.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN A

(Nilai Tegangan, Arus, Daya dan Faktor Daya Transformator)

**Tabel A1. Nilai Tegangan, Arus, Daya Aktif Transformator**

Waktu Pengukuran	Tegangan (V)			Arus (I)			Daya Aktif (P)		
	Volt			Ampere			kW		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
06:00 AM	237,44	238,44	240,36	293,2	224,1	220	63,8	47,6	46,6
07:00 AM	238,29	239,32	241,18	278,2	224	212,6	60,8	48,6	45,2
08:00 AM	235,68	236,84	238,5	277	219,2	213,5	60,4	47	44,7
09:00 AM	237,74	238,92	240,5	284,7	220,2	223,2	62,4	47,2	47,1
10:00 AM	237,15	238,22	239,9	269	209,9	214	58,5	45,2	45,2
11:00 AM	234,35	235,13	237	285,8	235,1	237,6	61,8	50	49,7
12:00 AM	234,3	234,84	236,79	299	291,1	258,7	64,1	60,8	51,4
01:00 AM	232,86	233,38	235,1	346,9	331,5	349	73,3	69,2	71,2
02:00 AM	232,63	233,35	234,81	417,7	364	397,2	90	76,7	82,9
03:00 AM	235,02	235,71	236,98	414,4	363,2	389,1	89,9	77,7	82,8
04:00 AM	233,68	234,41	235,92	450,5	393,6	410,2	98,1	85,1	87,8
05:00 AM	234,59	235,44	236,94	466,4	400,1	424	102,5	86,7	91,5
06:00 PM	234,84	235,84	237,3	526,9	424,6	449,5	116,2	92,6	95,9
07:00 PM	233,18	234,13	235,14	487,8	408,7	458,8	106,5	88	97,3
08:00 PM	234,95	235,85	237,04	453,6	383,5	424,6	99,6	83,4	91,3
09:00 PM	236,18	237,15	238,22	373,2	339,6	380,8	80,4	74,4	80,9
10:00 PM	235,32	236,31	237,11	375,3	322,4	392,6	81,7	70,7	83,2
11:00 PM	235,68	236,37	237,69	308,9	269,7	310,8	66,7	58	66
00:00 AM	233,66	234,64	235,79	320,8	283,9	318	67,7	59,7	67,2
01:00 AM	234,06	234,68	236,3	311,5	293,7	324,6	65,3	61,9	68,7
02:00 AM	234,53	235,13	237,01	315,8	283,1	300,3	66,7	59,4	63
03:00 AM	235,85	236,28	238,16	296,1	265,3	293,9	62,4	55,5	61,8
04:00 AM	235,2	235,5	237,79	284,7	263,3	282,8	59,7	55,5	59,4
05:00 AM	234,04	234,37	236,67	278,2	249	277,2	58,3	52,3	57,9
Rata-rata	235,05	235,84	237,42	350,65	302,61	323,45	75,7	64,71	68,27

(Sumber: Pengukuran tanggal 25 Maret 2023)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

0. Pengutipan tidak mengikat kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Hak cipta dilindungi undang-undang.

2. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

3. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

4. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

5. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

6. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

7. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

8. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

9. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

10. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

11. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

12. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

13. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

14. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

15. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

16. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

17. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

18. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

19. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

20. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

21. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

22. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

23. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

24. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

25. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

26. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

27. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

28. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

29. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

30. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

31. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

32. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

33. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

34. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.

35. Dilarang mengutip, mengcopy, mengscan, atau melakukan tindakan lain yang sejenis tanpa izin dari penulis. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan, dan/atau karya ilmiah yang diterbitkan.



**Tabel A2. Daya Reaktif, Daya Semu dan Faktor Daya Transformator**

Hak Cipta Milik UIN Suska Riau Dilarang untuk disebarluaskan atau diperjualbelikan kembali, penyalinan, pendistribusian, dan penayangan lainnya tanpa izin UIN Suska Riau.	Daya Reaktif (Q)			Daya Semu (S)			Faktor Daya (Pf)		
	kVAR			kVA					
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
07:00 AM	27,7	24,1	24,9	69,5	53,3	52,8	0,9175	0,8922	0,8818
08:00 AM	26,2	22,5	24	66,2	53,5	51,2	0,9181	0,9075	0,8832
09:00 AM	25,6	21,8	24,3	65,2	51,8	50,9	0,9261	0,9073	0,8785
10:00 AM	26	23,1	25,6	67,6	52,5	53,6	0,9231	0,8984	0,8789
11:00 AM	25,1	21,1	24,3	63,7	49,9	51,3	0,919	0,9066	0,881
12:00 AM	25,6	23,3	26,2	66,9	55,2	56,2	0,9239	0,9066	0,8847
01:00 AM	28,1	31,1	33,3	70	68,3	61,2	0,9161	0,8903	0,839
02:00 AM	33,9	34,4	40,6	80,7	77,3	82	0,9073	0,8953	0,869
03:00 AM	36,6	36,4	42,6	97,2	84,9	93,2	0,9263	0,9034	0,8893
04:00 AM	37,5	35,7	40,6	97,4	85,6	92,2	0,9229	0,9086	0,898
05:00 AM	38	35,6	40,8	105,2	92,3	96,8	0,9324	0,9226	0,907
06:00 AM	38,2	36,6	41,5	109,4	94,1	100,4	0,9371	0,9214	0,9108
07:00 PM	42,2	37,8	46,3	123,7	100,1	106,5	0,9399	0,9257	0,9006
08:00 PM	39,8	37,4	46,6	113,7	95,6	107,9	0,9368	0,9204	0,902
09:00 PM	37,7	34,8	42	106,5	90,4	100,5	0,9354	0,923	0,9084
10:00 PM	35,9	30,7	40,9	88,1	80,5	90,7	0,9132	0,9247	0,8926
11:00 PM	33,3	28,3	41,7	88,2	76,1	93	0,9258	0,9282	0,8939
12:00 AM	29,1	26,2	33	72,7	63,7	73,8	0,9164	0,9112	0,8945
01:00 PM	32	29,3	33,3	74,9	66,5	75	0,9039	0,898	0,8961
02:00 PM	32,2	30,1	34,1	72,8	68,8	76,7	0,897	0,8995	0,8954
03:00 PM	32,1	29,8	33	74	66,4	71,1	0,9008	0,8936	0,8859
04:00 PM	31,1	28,9	32,6	69,7	62,6	69,9	0,8954	0,8868	0,8845
05:00 PM	30,1	27,4	31,3	66,9	61,9	67,2	0,8931	0,8966	0,8848
06:00 AM	28,7	25,7	30,7	65	58,3	65,5	0,897	0,8974	0,8838
Rata-rata	32,19	29,67	34,75	82,3	71,33	76,65	0,917	0,906	0,888

(Sumber: Pengukuran tanggal 25 Maret 2023)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Tabel A3. Nilai Daya dan Faktor Daya Transformator Untuk 3 Fasa**

Pukul	P	Q	S	Pf
	kW	kVAr	kVA	
1:00:00 AM	157,9	76,7	175,6	0,8996
2:00:00 AM	154,6	72,7	170,8	0,9048
3:00:00 AM	152,1	70,7	167,7	0,9068
4:00:00 AM	156,7	74,6	173,6	0,9028
5:00:00 AM	148,9	70,4	164,8	0,904
6:00:00 AM	161,6	75,1	178,2	0,9069
7:00:00 AM	176,3	92,5	199	0,8856
8:00:00 AM	213,7	109	239,9	0,8909
9:00:00 AM	249,6	115,6	275	0,9073
10:00:00 AM	250,4	113,8	275	0,9104
11:00:00 AM	271	114,4	294,2	0,9213
12:00:00 PM	280,7	116,2	303,8	0,9239
1:00:00 PM	304,8	126,4	329,9	0,9237
2:00:00 PM	291,9	123,7	317	0,9207
3:00:00 PM	274,3	114,4	297,2	0,9229
4:00:00 PM	235,8	107,4	259,1	0,91
5:00:00 PM	235,5	103,4	257,2	0,9157
6:00:00 PM	190,7	88,4	210,2	0,9074
7:00:00 PM	194,6	94,6	216,3	0,8994
8:00:00 PM	195,9	96,4	218,3	0,8973
9:00:00 PM	189	94,9	211,5	0,8936
10:00:00 PM	179,8	92,6	202,2	0,889
11:00:00 PM	174,6	88,8	195,9	0,8914
12:00:00 AM	168,5	85,1	188,8	0,8927
<b>Rata-rata</b>	<b>208,70</b>	<b>96,57</b>	<b>230,05</b>	<b>0,905</b>

(Sumber: Pengukuran tanggal 25 Maret 2023)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber atau mengutipnya hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penerjemahan, atau penyusunan karya tulis yang sejenis.  
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**PENGUKURAN HARMONISA FASA R TANGGAL 25 MARET 2023**

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
1:00:00 AM	Arus (I)	292,8	2	12,2	0,4	2,3	0,1	4,6	0,4	3,4	0,2	2,9	0	3,1	0	0,9	0,1	1,1	0	0,2	0,1	4,96
	IHD (%)	100	0,68	4,17	0,14	0,79	0,04	1,55	0,13	1,18	0,06	0,99	0,01	1,06	0,01	0,32	0,04	0,39	0	0,06	0,02	
2:00:00 AM	Arus (I)	277,8	2	12,4	0,3	2,8	0,3	4,4	0,2	3,3	0	2,3	0,2	2,8	0,2	0,5	0,1	0,8	0	0	0,1	5,22
	IHD (%)	100	0,73	4,45	0,12	1,01	0,09	1,6	0,06	1,2	0,01	0,84	0,06	1,01	0,06	0,17	0,05	0,27	0,01	0	0,03	
3:00:00 AM	Arus (I)	276,6	2,1	12,3	0,3	2,3	0,2	4,1	0,1	3,3	0,1	2,2	0,1	2,6	0	0,7	0	0,9	0,1	0,1	0	5,14
	IHD (%)	100	0,76	4,44	0,1	0,85	0,07	1,5	0,05	1,17	0,04	0,8	0,04	0,93	0,01	0,24	0,02	0,34	0,02	0,03	0	
4:00:00 AM	Arus (I)	284,3	1,9	12,8	0,5	4,4	0,1	4	0,2	2,8	0,1	2,8	0,1	3,1	0,1	0,5	0,1	1,2	0,1	0,2	0,1	5,33
	IHD (%)	100	0,67	4,5	0,17	1,53	0,04	1,39	0,07	0,98	0,03	0,99	0,02	1,09	0,04	0,18	0,02	0,41	0,04	0,07	0,02	
5:00:00 AM	Arus (I)	268,6	3	13,1	0,4	5	0,2	4,2	0,2	2,9	0,1	2,6	0,1	3,3	0,1	0,5	0,1	1,1	0,1	0,2	0,1	5,92
	IHD (%)	100	1,12	4,9	0,13	1,85	0,08	1,57	0,09	1,08	0,05	0,97	0,03	1,24	0,05	0,19	0,02	0,42	0,03	0,08	0,04	
6:00:00 AM	Arus (I)	285,5	1,2	11,9	1	3,1	0,3	3,6	0,5	3	0,7	2,6	0,2	3,4	0,7	0,9	0,4	1,5	0,1	0,2	0,5	4,93
	IHD (%)	100	0,41	4,16	0,34	1,08	0,11	1,27	0,18	1,05	0,26	0,93	0,06	1,18	0,23	0,32	0,14	0,52	0,04	0,08	0,16	
7:00:00 AM	Arus (I)	298,8	0,7	9,5	0,2	1,4	0,6	2,9	0,6	2	0,3	2,6	0,2	1,5	0,2	0,8	0,2	0,8	0,2	0,4	0,2	3,62
	IHD (%)	100	0,22	3,16	0,06	0,47	0,19	0,96	0,2	0,68	0,1	0,87	0,05	0,51	0,07	0,26	0,06	0,27	0,06	0,13	0,05	
8:00:00 AM	Arus (I)	346,7	5	10,3	0,6	5,1	0,2	2,3	0,4	1,7	0,5	1,6	0,2	1	0	0,6	0,1	0,6	0,2	0,1	0,1	3,77
	IHD (%)	100	1,45	2,96	0,16	1,48	0,06	0,65	0,13	0,49	0,14	0,47	0,05	0,28	0,01	0,16	0,04	0,18	0,05	0,02	0,02	
9:00:00 AM	Arus (I)	417,5	5,4	10,6	0,5	4,5	0,6	3,1	0,7	2,4	0,2	2,1	0,3	0,8	0,2	0,4	0,1	0,5	0,1	0,1	0	3,26
	IHD (%)	100	1,29	2,53	0,13	1,08	0,14	0,74	0,17	0,58	0,04	0,5	0,06	0,19	0,05	0,11	0,04	0,12	0,03	0,02	0,01	
10:00:00 AM	Arus (I)	414,2	5,3	11,1	0,7	3,8	0,2	3,2	0,7	2,1	0,4	2,2	0,1	1,1	0,1	0,7	0,2	0,8	0,1	0,2	0,1	3,34
	IHD (%)	100	1,27	2,67	0,16	0,92	0,04	0,77	0,17	0,51	0,09	0,54	0,02	0,26	0,03	0,17	0,04	0,18	0,02	0,05	0,03	
11:00:00 AM	Arus (I)	450,2	3,9	13,1	0,2	5,2	0,5	2,7	0,1	1,7	0,3	2,4	0,3	0,5	0,1	0,7	0,1	0,7	0,2	0,5	0,1	3,39
	IHD (%)	100	0,87	2,9	0,04	1,16	0,11	0,6	0,01	0,37	0,06	0,54	0,06	0,11	0,01	0,15	0,03	0,17	0,05	0,11	0,01	
12:00:00 PM	Arus (I)	466,1	2,8	12,5	0,9	5,2	0,4	2,7	0,7	2,6	0,6	2,9	0,1	0,3	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,3	0,1	3,17
	IHD (%)	100	0,6	2,68	0,19	1,13	0,09	0,58	0,14	0,56	0,13	0,63	0,03	0,05	0,03	0,13	0,03	0,14	0,03	0,05	0,02	
1:00:00 PM	Arus (I)	526,7	2,4	13	0,4	8,7	0,2	3,5	0,8	1,6	0,2	2,2	0,1	0,4	0	0,7	0,2	0,6	0,1	0,3	0,2	3,15

© Hak cipta milik  
 Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya  
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah  
 b. Pengutipan tidak boleh menimbulkan kesan pencurian intelektual  
 2. Dilarang menggunakan gambar, foto, atau video yang dilindungi hak cipta

IHD (%)	100	0,45	2,47	0,07	1,66	0,03	0,66	0,15	0,3	0,04	0,42	0,01	0,08	0,01	0,14	0,03	0,12	0,03	0,05	0,04
---------	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
2:00:00 PM	Arus (I)	11,6	0,2	4,8	0,1	2,4	0,1	1	0,2	2	0,1	0,4	0	0,5	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1			2,69
	IHD (%)	0,04	2,37	0,03	0,98	0,02	0,5	0,02	0,21	0,04	0,41	0,01	0,09	0	0,1	0,01	0,13	0,03	0,06	0,02		
3:00:00 PM	Arus (I)	12,8	0,5	7,5	0,7	2,8	0,2	1,3	0,2	2,2	0,2	0,7	0	0,5	0	0,6	0,1	0,3	0,2			3,53
	IHD (%)	0,03	2,82	0,11	1,67	0,15	0,62	0,04	0,29	0,04	0,48	0,04	0,15	0,01	0,12	0,01	0,12	0,02	0,08	0,03		
4:00:00 PM	Arus (I)	11,3	0,3	6,7	0,6	2	0,3	0,9	0,3	2	0,4	0,7	0,3	0,5	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1			3,84
	IHD (%)	0,06	3,03	0,09	1,79	0,16	0,55	0,07	0,24	0,08	0,54	0,1	0,2	0,09	0,13	0,01	0,15	0,03	0,02	0,04		
5:00:00 PM	Arus (I)	12,8	0,2	5,2	0,4	1,7	0,1	1,2	0,4	2	0,2	1	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1			3,94
	IHD (%)	0,06	3,41	0,06	1,39	0,11	0,46	0,04	0,32	0,12	0,53	0,04	0,25	0,04	0,19	0,01	0,14	0,03	0,06	0,04		
6:00:00 PM	Arus (I)	11,2	0,2	3,5	0,1	2,5	0,2	1,8	0	2,2	0,1	1,3	0,1	0,7	0	0,6	0,1	0,5	0,1			4,05
	IHD (%)	0,07	3,63	0,06	1,14	0,03	0,81	0,07	0,57	0,01	0,7	0,05	0,41	0,02	0,24	0,01	0,18	0,03	0,16	0,03		
7:00:00 PM	Arus (I)	11,5	0,2	1,9	0,3	5,8	0,2	4,8	0,1	2	0	2,7	0,1	1,2	0,1	0,8	0,1	0,7	0			4,5
	IHD (%)	0,05	3,58	0,07	0,59	0,08	1,81	0,06	1,49	0,03	0,62	0,01	0,85	0,03	0,37	0,03	0,25	0,03	0,22	0,01		
8:00:00 PM	Arus (I)	11,1	0,3	2,3	0,5	6,1	0,2	4,9	0,1	1,8	0,1	2,7	0,1	1,2	0,1	0,8	0,2	0,6	0			4,7
	IHD (%)	0,04	3,71	0,09	0,73	0,17	1,95	0,08	1,57	0,03	0,56	0,03	0,88	0,05	0,37	0,03	0,24	0,07	0,2	0,01		
9:00:00 PM	Arus (I)	12,1	0,2	1,1	0,2	5,2	0,2	4,2	0,2	2	0,1	2,5	0,2	0,8	0,1	0,4	0	0,7	0,1			4,55
	IHD (%)	0,07	3,83	0,06	0,34	0,06	1,65	0,07	1,32	0,05	0,63	0,02	0,78	0,07	0,27	0,02	0,12	0,01	0,21	0,03		
10:00:00 PM	Arus (I)	12,3	0,5	1,6	0,6	4,3	0,2	3,7	0,1	2,2	0	2,2	0,1	0,6	0,1	1,2	0	0,5	0,1			4,82
	IHD (%)	0,04	4,16	0,18	0,55	0,2	1,44	0,08	1,25	0,02	0,74	0,01	0,76	0,03	0,2	0,03	0,39	0,01	0,17	0,02		
11:00:00 PM	Arus (I)	12	0,1	1,7	0,4	4,4	0,2	3,7	0,2	2,3	0	2,2	0,2	0,6	0	1,5	0,1	0,4	0,1			4,9
	IHD (%)	0,05	4,23	0,04	0,61	0,13	1,54	0,07	1,29	0,08	0,79	0,01	0,76	0,06	0,22	0,02	0,53	0,02	0,15	0,02		
12:00:00 AM	Arus (I)	11,1	0,5	2,3	0,3	3,9	0,3	3,5	0,2	2,4	0,1	2,1	0,2	1	0	1,6	0,1	0,1	0			5,12
	IHD (%)	0,08	4,44	0,17	0,82	0,12	1,41	0,09	1,26	0,06	0,88	0,02	0,77	0,06	0,36	0,01	0,59	0,03	0,03	0,02		

© Hak cipta  
 Hak Cipta Dilindungi  
 1. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam rangka penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu karya ilmiah, atau untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, atau seluruhnya tanpa izin tertulis dari penerbit.  
 2. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam rangka penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu karya ilmiah, atau untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, atau seluruhnya tanpa izin tertulis dari penerbit.



**PENGUKURAN HARMONISA FASA S TANGGAL 25 MARET 2023**

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
1:00:00 AM	Arus (I)	223,7	0,4	11,1	0,2	4,7	0,2	4,1	0,1	2,5	0	2,1	0	2,4	0	1,4	0,1	1,3	0,1	0,4	0,1	6,05
	IHD (%)	100	0,18	4,95	0,09	2,12	0,08	1,82	0,05	1,12	0,01	0,95	0,01	1,09	0,01	0,61	0,03	0,59	0,06	0,16	0,03	
2:00:00 AM	Arus (I)	223,6	2,9	10,1	0,2	4,7	0,3	4,3	0,1	2,5	0,1	1,9	0,1	2,3	0	1,4	0	1,3	0	0,3	0,1	5,84
	IHD (%)	100	1,31	4,49	0,1	2,12	0,13	1,92	0,06	1,12	0,03	0,87	0,06	1,04	0,02	0,65	0	0,59	0,02	0,13	0,03	
3:00:00 AM	Arus (I)	218,8	1,2	9,8	0,2	4,1	0,2	3,9	0,1	2,3	0,1	1,7	0,1	2,3	0,1	1,5	0,1	1,3	0	0,4	0,1	5,54
	IHD (%)	100	0,53	4,46	0,09	1,88	0,1	1,78	0,02	1,07	0,05	0,78	0,03	1,03	0,03	0,7	0,04	0,61	0,01	0,18	0,04	
4:00:00 AM	Arus (I)	219,7	0,7	11,1	0,1	6,1	0,1	3,4	0,2	1,9	0,2	2,1	0,1	2,7	0	1	0,1	1,6	0,1	0,3	0,1	6,29
	IHD (%)	100	0,33	5,03	0,05	2,79	0,03	1,53	0,08	0,87	0,08	0,94	0,03	1,22	0,01	0,47	0,07	0,73	0,07	0,13	0,02	
5:00:00 AM	Arus (I)	<b>209,4</b>	<b>4</b>	<b>10,6</b>	<b>0,2</b>	<b>6</b>	<b>0,2</b>	<b>3,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1,7</b>	<b>0,2</b>	<b>2</b>	<b>0,1</b>	<b>2,7</b>	<b>0</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>6,66</b>
	IHD (%)	<b>100</b>	<b>1,9</b>	<b>5,07</b>	<b>0,11</b>	<b>2,86</b>	<b>0,1</b>	<b>1,59</b>	<b>0,07</b>	<b>0,83</b>	<b>0,07</b>	<b>0,94</b>	<b>0,03</b>	<b>1,28</b>	<b>0,02</b>	<b>0,64</b>	<b>0,05</b>	<b>0,75</b>	<b>0,03</b>	<b>0,17</b>	<b>0,05</b>	
6:00:00 AM	Arus (I)	234,8	2	10,2	0,2	3,8	0,5	3,7	0,4	2,6	0,5	2,1	0,1	2,7	0,4	1,7	0,3	1,7	0,2	0,6	0,5	5,44
	IHD (%)	100	0,86	4,34	0,09	1,63	0,2	1,58	0,16	1,12	0,22	0,89	0,05	1,17	0,18	0,73	0,12	0,7	0,08	0,27	0,19	
7:00:00 AM	Arus (I)	290,8	3,2	11,2	0,2	2,8	0,3	3,2	0,4	2	0,5	1,6	0,3	1,3	0,2	1,5	0,3	0,9	0	0,5	0,1	4,46
	IHD (%)	100	1,1	3,86	0,06	0,95	0,09	1,11	0,14	0,7	0,18	0,55	0,12	0,44	0,08	0,53	0,11	0,32	0,01	0,17	0,04	
8:00:00 AM	Arus (I)	331,1	4,1	12,2	0,1	6,1	0,3	2,5	0,1	1,7	0,1	1,3	0,3	0,6	0,2	1,3	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	4,46
	IHD (%)	100	1,23	3,67	0,02	1,85	0,1	0,75	0,04	0,52	0,02	0,39	0,08	0,19	0,06	0,39	0,03	0,32	0,02	0,04	0,04	
9:00:00 AM	Arus (I)	363,8	3,7	10	0,3	4,6	0,2	3,7	0,4	2,9	0,3	2	0,2	0,8	0,2	1,2	0,2	0,8	0,1	0,4	0,1	3,55
	IHD (%)	100	1,02	2,75	0,08	1,26	0,06	1,03	0,1	0,81	0,09	0,55	0,05	0,22	0,04	0,34	0,05	0,21	0,02	0,11	0,02	
10:00:00 AM	Arus (I)	363	4,6	9,4	0,3	4,8	0,2	3,5	0,2	2,6	0,2	2,3	0	0,6	0,1	1,1	0,1	1	0,1	0,2	0,1	3,53
	IHD (%)	100	1,28	2,59	0,09	1,32	0,04	0,96	0,07	0,71	0,05	0,64	0,01	0,18	0,02	0,32	0,04	0,29	0,03	0,05	0,03	
11:00:00 AM	Arus (I)	393,3	7	10,3	0,8	6,5	0,3	3,9	0,3	3,1	0,2	2,5	0,1	0,5	0,2	1,1	0,1	1,4	0	0,3	0,1	3,9
	IHD (%)	100	1,78	2,62	0,2	1,65	0,08	0,99	0,09	0,78	0,05	0,63	0,04	0,13	0,05	0,29	0,02	0,34	0	0,07	0,03	
12:00:00 PM	Arus (I)	399,9	3,1	8,9	0,5	5,7	0,2	3,2	0,8	2,6	0,3	2,7	0,2	0,7	0,2	0,6	0,1	0,7	0,1	0,2	0,1	3,07
	IHD (%)	100	0,77	2,23	0,13	1,42	0,04	0,81	0,2	0,64	0,06	0,67	0,04	0,18	0,04	0,14	0,03	0,18	0,03	0,05	0,02	
1:00:00 PM	Arus (I)	424,4	3,6	9,8	0,2	7,1	0,5	4,2	0,4	2,2	0,1	1,7	0,2	0,8	0,1	0,9	0,1	0,6	0	0,6	0	3,26

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya  
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah  
 b. Pengutipan tidak boleh menimbulkan kerugian bagi pihak yang bersangkutan  
 2. Dilarang mengumumkan, mendistribusikan, menyebarkan, atau menyalin sebagian atau seluruhnya

IHD (%)	100	0,86	2,3	0,05	1,68	0,13	1	0,09	0,52	0,02	0,4	0,04	0,2	0,02	0,21	0,02	0,14	0,01	0,14	0,01	
---------	-----	------	-----	------	------	------	---	------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	--

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
2:00:00 PM	Arus (I)	408,5	1,8	9,4	0,2	5	0,2	3,9	0,2	2,5	0,2	2,1	0,2	1,3	0,3	1,1	0,1	0,5	0,1	1	0,1	3,02
	IHD (%)	100	0,44	2,31	0,04	1,21	0,05	0,94	0,05	0,62	0,04	0,52	0,04	0,33	0,07	0,26	0,01	0,12	0,03	0,25	0,02	
3:00:00 PM	Arus (I)	383,2	5,4	9,8	0,4	6	0,3	4	0,6	2,3	0,3	2,5	0,2	1,2	0,2	1,2	0,2	0,7	0	0,8	0,1	3,64
	IHD (%)	100	1,42	2,55	0,09	1,57	0,08	1,03	0,16	0,61	0,07	0,64	0,06	0,32	0,06	0,31	0,05	0,19	0,01	0,2	0,02	
4:00:00 PM	Arus (I)	339,4	2	8,6	0,8	5,5	0,2	3,7	0,2	2,3	0,2	2,2	0,3	1,4	0,4	1,1	0,1	0,8	0,1	0,4	0,2	3,48
	IHD (%)	100	0,58	2,54	0,22	1,63	0,05	1,1	0,06	0,68	0,07	0,64	0,08	0,43	0,13	0,31	0,04	0,23	0,03	0,11	0,06	
5:00:00 PM	Arus (I)	322,2	2,1	9,8	0,4	3,9	0,3	3,3	0,1	2,2	0,3	2,5	0,2	1,7	0,1	1,1	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	3,72
	IHD (%)	100	0,66	3,03	0,12	1,22	0,11	1,03	0,03	0,7	0,09	0,78	0,05	0,52	0,04	0,33	0,03	0,17	0,03	0,12	0,04	
6:00:00 PM	Arus (I)	269,4	1,1	9,3	0,2	3,1	0,3	3,6	0,1	2,3	0,1	1,9	0,1	1,8	0,2	1,1	0	0,6	0,1	0,6	0,1	4,15
	IHD (%)	100	0,4	3,45	0,08	1,14	0,09	1,34	0,05	0,87	0,02	0,72	0,03	0,66	0,06	0,41	0,01	0,2	0,04	0,21	0,03	
7:00:00 PM	Arus (I)	283,5	2	12,5	0,4	2,4	0,1	4,5	0,2	3,4	0,1	1,9	0,1	2,3	0,1	1,8	0,1	0,9	0	0,7	0	5,14
	IHD (%)	100	0,7	4,42	0,12	0,86	0,02	1,59	0,06	1,18	0,04	0,65	0,05	0,8	0,02	0,63	0,03	0,33	0,02	0,23	0	
8:00:00 PM	Arus (I)	293,3	3,7	11,8	0,1	2,2	0,3	4,6	0,3	3,5	0,2	1,9	0,2	2,2	0	1,8	0	0,8	0,1	0,7	0,1	4,9
	IHD (%)	100	1,28	4,03	0,04	0,75	0,09	1,58	0,11	1,18	0,08	0,65	0,06	0,76	0,01	0,62	0,01	0,29	0,03	0,25	0,02	
9:00:00 PM	Arus (I)	282,7	1,1	13,2	0,1	4,2	0,2	4,2	0,1	3	0,1	2,2	0	2	0	1,7	0,1	0,9	0,1	0,6	0	5,42
	IHD (%)	100	0,38	4,69	0,02	1,49	0,09	1,5	0,04	1,05	0,04	0,79	0,01	0,71	0,01	0,59	0,03	0,32	0,04	0,21	0,02	
10:00:00 PM	Arus (I)	264,8	1,4	13,4	0,1	5,3	0,2	3,3	0,1	2,4	0,1	2,1	0,1	1,8	0	1,3	0,1	1,3	0	0,6	0	5,8
	IHD (%)	100	0,52	5,04	0,06	1,99	0,07	1,24	0,05	0,89	0,04	0,79	0,05	0,67	0,01	0,5	0,04	0,49	0,02	0,21	0,01	
11:00:00 PM	Arus (I)	262,9	2,2	13,2	0,4	5,7	0,2	3,4	0,2	2	0	1,8	0,1	2,1	0,1	1,2	0,1	1,3	0	0,5	0	5,89
	IHD (%)	100	0,85	5,04	0,16	2,15	0,09	1,28	0,07	0,77	0,02	0,7	0,05	0,8	0,03	0,46	0,03	0,49	0	0,18	0,02	
12:00:00 AM	Arus (I)	248,6	1,8	12,5	0,2	5	0,1	3,7	0,1	2	0,1	1,7	0,1	2	0,1	1,3	0	1	0,1	0,3	0,1	5,88
	IHD (%)	100	0,71	5,04	0,1	2,01	0,05	1,51	0,03	0,8	0,06	0,68	0,06	0,81	0,02	0,53	0,02	0,41	0,04	0,13	0,02	

PENGUKURAN HARMONISA FASA T TANGGAL 25 MARET 2023

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
1:00:00 AM	Arus (I)	219,7	2,9	7,7	0,1	5,3	0,2	2,9	0,1	2	0,1	1,5	0,1	1,4	0,1	0,7	0	0,5	0,1	0,2	0	4,84
	IHD (%)	100	1,3	3,5	0,04	2,39	0,1	1,33	0,05	0,89	0,06	0,7	0,06	0,65	0,04	0,31	0,02	0,25	0,02	0,1	0,02	
2:00:00 AM	Arus (I)	212,2	2,7	8,6	0,1	5,6	0,1	2,8	0,2	1,9	0,1	1,5	0,1	1,2	0,1	0,5	0,1	0,6	0	0,3	0,1	5,36
	IHD (%)	100	1,25	4,06	0,07	2,63	0,06	1,31	0,11	0,91	0,05	0,7	0,05	0,58	0,04	0,25	0,05	0,27	0,02	0,13	0,03	
3:00:00 AM	Arus (I)	213,2	0,7	8,2	0,2	4,5	0,2	2,7	0,2	2,2	0,1	1,5	0	1,3	0,2	0,7	0,1	0,6	0	0,2	0,1	4,83
	IHD (%)	100	0,34	3,87	0,1	2,09	0,11	1,27	0,08	1,03	0,03	0,71	0,01	0,61	0,08	0,31	0,03	0,29	0,02	0,1	0,04	
4:00:00 AM	Arus (I)	222,8	4	9,2	0,2	6,6	0,1	2,2	0,2	1,5	0,3	1,7	0,3	1,5	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1	0,5	0,1	5,65
	IHD (%)	100	1,77	4,13	0,08	2,97	0,05	0,97	0,1	0,69	0,12	0,76	0,12	0,68	0,05	0,32	0,05	0,33	0,06	0,22	0,04	
5:00:00 AM	Arus (I)	<b>213,6</b>	<b>3</b>	<b>9,5</b>	<b>0</b>	<b>6,7</b>	<b>0,2</b>	<b>2,3</b>	<b>0,1</b>	<b>1,8</b>	<b>0,1</b>	<b>1,9</b>	<b>0,1</b>	<b>1,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>	5,95
	IHD (%)	<b>100</b>	<b>1,4</b>	<b>4,44</b>	<b>0,02</b>	<b>3,15</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,03</b>	<b>0,85</b>	<b>0,04</b>	<b>0,88</b>	<b>0,03</b>	<b>0,78</b>	<b>0,04</b>	<b>0,34</b>	<b>0,04</b>	<b>0,33</b>	<b>0,01</b>	<b>0,24</b>	<b>0,02</b>	
6:00:00 AM	Arus (I)	237,3	1,3	8,8	0,3	3,1	0,2	3,5	0,2	2,5	0,3	2	0,1	1,9	0,3	0,7	0,2	0,6	0,1	0,3	0,2	4,57
	IHD (%)	100	0,55	3,73	0,11	1,31	0,08	1,47	0,09	1,04	0,13	0,85	0,02	0,79	0,15	0,3	0,08	0,27	0,04	0,13	0,09	
7:00:00 AM	Arus (I)	258,5	2,7	9,5	0,2	2,8	0,6	2,4	0,7	1,9	0,4	1,8	0,2	0,9	0,3	0,8	0,3	0,7	0,1	0,1	0,1	4,3
	IHD (%)	100	1,06	3,69	0,1	1,1	0,21	0,94	0,26	0,74	0,15	0,69	0,09	0,34	0,13	0,32	0,12	0,28	0,06	0,04	0,04	
8:00:00 AM	Arus (I)	348,7	4,3	11,5	0,1	8,1	0,5	3,4	0,4	1,5	0,3	0,9	0,3	0,5	0,1	0,6	0	0,8	0,1	0,5	0	4,4
	IHD (%)	100	1,25	3,29	0,02	2,33	0,15	0,98	0,11	0,42	0,09	0,25	0,09	0,14	0,02	0,18	0	0,24	0,02	0,14	0,01	
9:00:00 AM	Arus (I)	396,8	4,8	11,6	0,3	7,7	0,2	2,8	0,6	1,5	0,5	1,9	0,3	0,3	0,2	0,6	0,1	0,9	0,1	0,3	0,1	3,86
	IHD (%)	100	1,21	2,93	0,07	1,94	0,04	0,7	0,15	0,37	0,14	0,48	0,08	0,06	0,06	0,15	0,04	0,22	0,02	0,09	0,02	
10:00:00 AM	Arus (I)	388,8	3	10,9	0,2	7,2	0,2	2,7	0,7	1,6	0,3	1,6	0,1	0,4	0,1	0,7	0,2	0,8	0,1	0,4	0,1	3,61
	IHD (%)	100	0,76	2,8	0,06	1,86	0,06	0,69	0,18	0,41	0,07	0,42	0,01	0,1	0,03	0,17	0,04	0,22	0,03	0,11	0,01	
11:00:00 AM	Arus (I)	409,9	5,1	10,5	0,3	8,9	0,5	4,6	0,3	2,8	0,3	2,1	0,1	1,1	0	0,5	0,1	1,5	0,2	0,6	0	3,9
	IHD (%)	100	1,24	2,57	0,08	2,17	0,12	1,12	0,08	0,68	0,08	0,51	0,03	0,26	0,01	0,12	0,02	0,36	0,04	0,16	0,01	
12:00:00 PM	Arus (I)	423,7	4,4	9,5	0,3	8	0	3,1	0,7	2,3	0,5	2,2	0,3	0,6	0,1	0,6	0,1	0,8	0,1	0,4	0,1	3,32
	IHD (%)	100	1,03	2,24	0,07	1,89	0,01	0,74	0,17	0,54	0,13	0,51	0,07	0,15	0,03	0,13	0,03	0,2	0,02	0,1	0,03	
1:00:00 PM	Arus (I)	449,2	2,1	9,8	0,3	10,4	0,7	3,4	0,5	1,3	0,1	1,6	0,1	1	0,2	0,7	0,2	1	0	0,2	0,2	3,37

© Hak cipta milik  
 Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya  
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah  
 b. Pengutipan tidak boleh menimbulkan kerugian bagi pihak yang bersangkutan  
 2. Dilarang mengumumkan

Sultan Syarif Kasim II  
 Riau

IHD (%)	100	0,46	2,18	0,07	2,31	0,14	0,75	0,1	0,28	0,02	0,36	0,03	0,21	0,04	0,16	0,03	0,22	0,01	0,05	0,04	
---------	-----	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

Time	Orde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	THD (%)
2:00:00 PM	Arus (I)	458,6	0	10,2	0,2	8,1	0,1	3,3	0,1	2	0,1	1,8	0,1	1,2	0	0,7	0,1	0,8	0,1	0,5	0,1	3,04
	IHD (%)	100	0,01	2,23	0,05	1,77	0,01	0,72	0,03	0,44	0,03	0,38	0,02	0,25	0,01	0,15	0,03	0,18	0,01	0,11	0,03	
3:00:00 PM	Arus (I)	424,3	5,8	11,1	0,2	10,2	0,5	3	0,6	1,5	0,2	1,7	0,1	0,9	0,1	0,6	0,2	0,8	0,1	0,5	0,1	3,94
	IHD (%)	100	1,36	2,62	0,06	2,39	0,13	0,72	0,13	0,35	0,04	0,39	0,02	0,22	0,02	0,14	0,04	0,19	0,01	0,11	0,03	
4:00:00 PM	Arus (I)	380,5	4,7	9,4	0,2	9,7	0,7	3,2	0,1	1,3	0,2	2	0,1	0,5	0,3	0,4	0,1	0,9	0,1	0,7	0,3	3,94
	IHD (%)	100	1,24	2,46	0,05	2,56	0,18	0,84	0,02	0,35	0,05	0,52	0,04	0,14	0,09	0,11	0,04	0,23	0,02	0,17	0,08	
5:00:00 PM	Arus (I)	392,4	0,5	7,8	0,2	7,3	0,4	3,3	0,3	1,4	0,2	1,6	0,1	0,7	0,1	0,3	0,1	0,7	0	0,1	0,1	2,92
	IHD (%)	100	0,14	1,99	0,04	1,86	0,09	0,84	0,07	0,35	0,05	0,4	0,03	0,19	0,03	0,09	0,03	0,19	0,01	0,03	0,02	
6:00:00 PM	Arus (I)	310,6	1	8,3	0,2	6,4	0,1	3,6	0,2	2,1	0,1	1,5	0,1	1,3	0	0,5	0,1	0,6	0	0,2	0,1	3,73
	IHD (%)	100	0,34	2,68	0,07	2,05	0,03	1,16	0,06	0,67	0,02	0,49	0,02	0,41	0,01	0,15	0,04	0,2	0,01	0,06	0,04	
7:00:00 PM	Arus (I)	317,7	2,8	10,8	0,4	4,3	0,3	3,9	0,2	2,9	0,1	1,6	0,1	1,8	0,1	0,9	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	4,16
	IHD (%)	100	0,9	3,39	0,13	1,35	0,09	1,24	0,06	0,91	0,04	0,51	0,04	0,57	0,02	0,28	0,04	0,12	0,04	0,11	0,02	
8:00:00 PM	Arus (I)	324,4	1,2	10,5	0,2	4,9	0,2	4,1	0,1	2,9	0,2	1,7	0	1,7	0,1	0,8	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	4,01
	IHD (%)	100	0,39	3,25	0,05	1,51	0,06	1,26	0,03	0,89	0,05	0,52	0,01	0,51	0,03	0,24	0,03	0,13	0,02	0,07	0,03	
9:00:00 PM	Arus (I)	300	1,9	11,3	0,2	6,6	0,4	3,6	0,2	2,6	0	1,9	0	1,4	0	0,7	0,2	0,7	0,1	0,2	0	4,75
	IHD (%)	100	0,64	3,78	0,06	2,2	0,12	1,22	0,05	0,86	0,02	0,62	0,01	0,46	0,01	0,22	0,05	0,22	0,03	0,07	0,01	
10:00:00 PM	Arus (I)	293,4	1,6	12,7	0,3	7,4	0,1	2,6	0,1	2,2	0,1	1,7	0,2	1,3	0	0,8	0,1	0,6	0	0,4	0	5,25
	IHD (%)	100	0,54	4,33	0,11	2,53	0,02	0,89	0,04	0,75	0,03	0,59	0,05	0,45	0,01	0,26	0,03	0,22	0,01	0,12	0,01	
11:00:00 PM	Arus (I)	282,3	0,4	12,2	0,2	7,9	0,1	2,7	0	2	0	1,5	0,1	1,4	0,1	0,7	0	0,5	0,1	0,5	0,1	5,35
	IHD (%)	100	0,14	4,32	0,08	2,79	0,03	0,97	0	0,71	0,02	0,54	0,04	0,49	0,02	0,24	0,02	0,19	0,02	0,18	0,03	
12:00:00 AM	Arus (I)	276,8	1,4	11,6	0,4	6,9	0,1	2,4	0,1	1,8	0,2	1,3	0,1	1,5	0,1	0,7	0,1	0,2	0,1	0,5	0,2	5,11
	IHD (%)	100	0,52	4,2	0,13	2,49	0,03	0,87	0,03	0,67	0,06	0,47	0,04	0,54	0,02	0,27	0,04	0,07	0,03	0,19	0,06	

## LAMPIRAN C

### (Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Tabel C1. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa R**

	$I_h$ (%)	I (A)	$I_h$ (pu)	$I_h^2$ (pu)	$I_h^2 \times h^2$ (pu)
1	100	268,6	1	1	1
2	1,12	3	0,0112	0,00012544	0,00050176
3	4,9	13,1	0,0490	0,002401	0,021609
4	0,13	0,4	0,0013	0,00000169	0,00002704
5	1,85	5	0,0185	0,00034225	0,00855625
6	0,08	0,2	0,0008	0,00000064	0,00002304
7	1,57	4,2	0,0157	0,00024649	0,01207801
8	0,09	0,2	0,0009	0,00000081	0,00005184
9	1,08	2,9	0,0108	0,00011664	0,00944784
10	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000025
11	0,97	2,6	0,0097	0,00009409	0,01138489
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	1,24	3,3	0,0124	0,00015376	0,02598544
14	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000049
15	0,19	0,5	0,0019	0,00000361	0,00081225
16	0,02	0,1	0,0002	0,00000004	0,00001024
17	0,42	1,1	0,0042	0,00001764	0,00509796
18	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00002916
19	0,08	0,2	0,0008	0,00000064	0,00023104
20	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,000064
Total			1,1394	1,00350558	1,09599672

(Sumber : Hasil Pengukuran 25 Maret 2023 dan Perhitungan)

**Tabel C2. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa S**

	$I_h$ (%)	I (A)	$I_h$ (pu)	$I_h^2$ (pu)	$I_h^2 \times h^2$ (pu)
1	100	209,4	1	1	1
2	1,9	4	0,019	0,000361	0,001444
3	5,07	10,6	0,0507	0,00257049	0,02313441
4	0,11	0,2	0,0011	0,00000121	0,00001936
5	2,86	6	0,0286	0,00081796	0,020449
6	0,1	0,2	0,001	0,000001	0,000036
7	1,59	3,3	0,0159	0,00025281	0,01238769
8	0,07	0,2	0,0007	0,00000049	0,00003136
9	0,83	1,7	0,0083	0,00006889	0,00558009
10	0,07	0,2	0,0007	0,00000049	0,000049
11	0,94	2	0,0094	0,00008836	0,01069156
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	1,28	2,7	0,0128	0,00016384	0,02768896
14	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,00000784
15	0,64	1,3	0,0064	0,00004096	0,009216
16	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000064
17	0,75	1,6	0,0075	0,00005625	0,01625625
18	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00002916
19	0,17	0,4	0,0017	0,00000289	0,00104329
20	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,0001
Total			1,1656	1,00442736	1,12824093

(Sumber : Hasil Pengukuran 25 Maret 2023 dan Perhitungan)



**Tabel C3. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa T**

(h)	I <sub>h</sub> (%)	I (A)	I <sub>h</sub> (pu)	I <sub>h</sub> <sup>2</sup> (pu)	I <sub>h</sub> <sup>2</sup> x h <sup>2</sup> (pu)
1	100	213,6	1	1	1
2	1,4	3	0,014	0,000196	0,000784
3	4,44	9,5	0,0444	0,00197136	0,01774224
4	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,00000064
5	3,15	6,7	0,0315	0,00099225	0,02480625
6	0,1	0,2	0,001	0,000001	0,000001
7	1,1	2,3	0,011	0,000121	0,005929
8	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00000576
9	0,85	1,8	0,0085	0,00007225	0,00585225
10	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,000016
11	0,88	1,9	0,0088	0,00007744	0,00937024
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	0,78	1,7	0,0078	0,00006084	0,01028196
14	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,00003136
15	0,34	0,7	0,0034	0,00001156	0,002601
16	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,00004096
17	0,33	0,7	0,0033	0,00001089	0,00314721
18	0,01	0	0,0001	0,00000001	0,00000324
19	0,24	0,5	0,0024	0,00000576	0,00207936
20	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,000016
Total			1,1384	1,0035211	1,08272143

Sumber : Hasil Pengukuran 23 Maret 2023 dan Perhitungan)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

d. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
 c. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Label C4. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa R**

	$I_h$ (%)	I (A)	$I_h$ (pu)	$I_h^2$ (pu)	$I_h^2 \times h^2$ (pu)
1	100	268,6	1	1	1
2	1,12	3	0,0112	0,00012544	0,00050176
3	<b>1,48</b>	<b>3,99</b>	<b>0,0148</b>	<b>0,00021904</b>	<b>0,00197136</b>
4	0,13	0,4	0,0013	0,00000169	0,00002704
5	1,85	5	0,0185	0,00034225	0,00855625
6	0,08	0,2	0,0008	0,00000064	0,00002304
7	1,57	4,2	0,0157	0,00024649	0,01207801
8	0,09	0,2	0,0009	0,00000081	0,00005184
9	1,08	2,9	0,0108	0,00011664	0,00944784
10	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000025
11	0,97	2,6	0,0097	0,00009409	0,01138489
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	1,24	3,3	0,0124	0,00015376	0,02598544
14	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000049
15	0,19	0,5	0,0019	0,00000361	0,00081225
16	0,02	0,1	0,0002	0,00000004	0,00001024
17	0,42	1,1	0,0042	0,00001764	0,00509796
18	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00002916
19	0,08	0,2	0,0008	0,00000064	0,00023104
20	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,000064
Total			<b>1,1052</b>	<b>1,00132362</b>	<b>1,07635908</b>

(Sumber : Hasil Pengukuran 25 Maret 2023 dan Perhitungan)

**Label C5. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa S**

	$I_h$ (%)	I (A)	$I_h$ (pu)	$I_h^2$ (pu)	$I_h^2 \times h^2$ (pu)
1	100	209,4	1	1	1
2	1,9	4	0,019	0,000361	0,001444
3	<b>1,82</b>	<b>3,82</b>	<b>0,0182</b>	<b>0,00033124</b>	<b>0,00298116</b>
4	0,11	0,2	0,0011	0,00000121	0,00001936
5	2,86	6	0,0286	0,00081796	0,020449
6	0,1	0,2	0,001	0,000001	0,000036
7	1,59	3,3	0,0159	0,00025281	0,01238769
8	0,07	0,2	0,0007	0,00000049	0,00003136
9	0,83	1,7	0,0083	0,00006889	0,00558009
10	0,07	0,2	0,0007	0,00000049	0,000049
11	0,94	2	0,0094	0,00008836	0,01069156
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	1,28	2,7	0,0128	0,00016384	0,02768896
14	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,00000784
15	0,64	1,3	0,0064	0,00004096	0,009216
16	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,000064
17	0,75	1,6	0,0075	0,00005625	0,01625625
18	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00002916
19	0,17	0,4	0,0017	0,00000289	0,00104329
20	0,05	0,1	0,0005	0,00000025	0,0001
Total			<b>1,1331</b>	<b>1,00218811</b>	<b>1,10808768</b>

(Sumber : Hasil Pengukuran 25 Maret 2023 dan Perhitungan)

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Tabel C3. Nilai dan Perhitungan Harmonisa Arus Transformator Fasa T

(h)	I <sub>h</sub> (%)	I (A)	I <sub>h</sub> (pu)	I <sub>h</sub> <sup>2</sup> (pu)	I <sub>h</sub> <sup>2</sup> x h <sup>2</sup> (pu)
1	100	213,6	1	1	1
2	1,4	3	0,014	0,000196	0,000784
3	<b>1,83</b>	<b>3,92</b>	<b>0,0183</b>	<b>0,00033489</b>	<b>0,00301401</b>
4	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,00000064
5	3,15	6,7	0,0315	0,00099225	0,02480625
6	0,1	0,2	0,001	0,000001	0,000001
7	1,1	2,3	0,011	0,000121	0,005929
8	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00000576
9	0,85	1,8	0,0085	0,00007225	0,00585225
10	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,000016
11	0,88	1,9	0,0088	0,00007744	0,00937024
12	0,03	0,1	0,0003	0,00000009	0,00001296
13	0,78	1,7	0,0078	0,00006084	0,01028196
14	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,00003136
15	0,34	0,7	0,0034	0,00001156	0,002601
16	0,04	0,1	0,0004	0,00000016	0,00004096
17	0,33	0,7	0,0033	0,00001089	0,00314721
18	0,01	0	0,0001	0,00000001	0,00000324
19	0,24	0,5	0,0024	0,00000576	0,00207936
20	0,02	0	0,0002	0,00000004	0,000016
Total			<b>1,1123</b>	<b>1,00188463</b>	<b>1,0679932</b>

Sumber : Hasil Pengukuran 23 Maret 2023 dan Perhitungan)

- 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
- a. Pengutipan harus menyebutkan sumber.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN D

### (Nilai Data Beban Per Fasa dan Nilai Pengukuran Beban Per Fasa)

**Tabel D1. Data Beban Per Fasa**

Gedung	Lantai	R (VA)	S (VA)	T (VA)	Total (VA)
Fak. Psikologi	Lantai 1	5130	5145	5025	15300
	Lantai 2	4425	4400	4340	13165
	Lantai 3	3910	3835	3785	11530
Fak. Dakwah/Sosial Science	Lantai 1	7165	7105	7140	21410
	Lantai 2	5050	4990	4900	14940
	Lantai 3	4325	4300	4420	13045
Fak. Ekonomi dan Sosial	Lantai 1	7440	7355	7205	22000
	Lantai 2	6090	5880	5970	17940
	Lantai 3	4395	4320	4330	13045
Library/Perpustakaan	Lantai 1	4465	4505	4570	13540
	Lantai 2	2455	2650	2435	7540
	Lantai 3	2820	2770	2805	8395
	Lantai 4	1740	1825	1800	5365
Lab. Ekonomi dan Psikologi	Lantai 1	4670	4480	4500	13650
	Lantai 2	4620	4410	4550	13580
Computer Center	Lantai 1	2145	2215	2275	6635
	Lantai 2	1820	1875	1800	5495
	Lantai 3	2200	2325	2185	6710
Rektorat	Lantai 1	5398	5398	5398	16195
	Lantai 2	3838	3838	3838	11515
	Lantai 3	4725	4725	4725	14175
	Lantai 4	5653	5653	5653	16959
	Lantai 5	4490	4490	4490	13470

Faste	Lantai 1	7105	7035	6935	21075
	Lantai 2	6005	6185	6165	18355
	Lantai 3	4795	4780	4835	14410
Lab. Faste	Lantai 1	4400	4615	4125	13140
	Lantai 2	5365	4890	4375	14630
Male Dorm	Lantai 1	3200	2765	2740	8705
	Lantai 2	3200	2570	2560	8330
	Lantai 3	3200	2570	2560	8330
Female Dorm	Lantai 1	3200	2765	2740	8705
	Lantai 2	3200	2570	2560	8330
	Lantai 3	3200	2570	2560	8330
Animal Science Lab	Lantai 1	4190	4025	4040	12255
	Lantai 2	4170	3935	4050	12255
Animal Feed Lab	Lantai 1	11675	11750	11850	35275
	TOTAL	165874	161514	160234	

**Tabel D2. Nilai Hasil Pengukuran Beban Tertinggi Dalam Per Fasa**

Waktu	R(VA)	S(VA)	T(VA)
20/03/2023 11:44:37	264000		
20/03/2023 10:44:37		252600	
22/03/2023 10:44:37			229000