

ANALISA PENGARUH KAPASITOR TERHADAP HARMONISA PADA LAMPU SL DAN TL

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Strata 1 (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang



Disusun Oleh :

M. Yuzdi Elkautsar

06.204.0923

**PROGRAMSTUDITEKNIKELEKTRO
FAKULTASTEKNOLOGIINDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2010

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL Dan TL" ini disusun oleh:

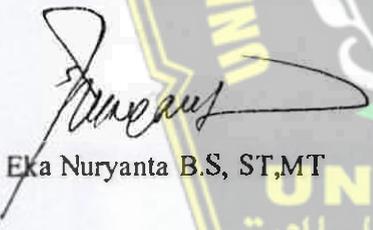
Nama : M. Yuzdi Elkautsar
NIM : 06.204.0923
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disetujui dan disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :
Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II



Eka Nuryanta B.S, ST,MT



Dedi Nugroho, ST, MT

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Agus Suprayitno, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas akhir Dengan Judul “ANALISA PENGARUH KAPASITOR TERHADAP HARMONISA PADA LAMPU SL DAN TL” ini telah dipertahankan didepan penguji siding Tugas Akhia pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Ida Widiastuti, MT



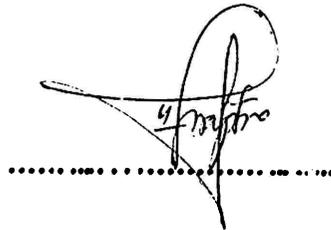
.....

Ir. Agus Adhi Nugroho, MT



.....

Agus Suprayitno, ST, MT



.....

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu sekalian dan orang-orang yang diberi ilmu dan pengetahuan beberapa derajat. (Qs.AL–Mu jadalah : 115)
- Barang siapa yang keluar dengan tujuan menuntut ilmu maka ia berada di jalan Allah sehingga ia kembali (HR. At. Turmidzy).
- Ambilah hikmah kebijaksanaan (ilmu pengetahuan) yang tidak membahayakan engkau dari mana saja keluarnya (HR. Hakim).
- Tinggalkan apa yang kau ragukan dan kerjakanlah apa yang tidak kau ragukan. Sesungguhnya jujur itu ketenangan dan dusta itu menimbulkan kebingungan (HR . At. Turmudzy)

PERSEMBAHAN :

Laporan Tugas Akhir ini penyusun persembahkan kepada :

- Kedua Orang tuaku Bpk Cholid Abdul Kadir S.H dan Rosdiana
- Kedua Alm Adikku Dwi Yustika Rini dan M. Yanuar
- Buat Maya yang menemaniku selama 4 tahun
- Teman Kos Tlogomakmur Genuk
- Teman Elektro 2004 dan Teman dari Team Robotic

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi'alamin. Segala puji bagi *Allah*, Tuhan yang menghidupkan dan mematikan. Dialah yang memberi petunjuk kepada orang-orang yang dikehendaki-Nya dan menyesatkan orang-orang yang mengingkari kebenaran. Dialah yang telah mengutus Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, hamba-Nya yang terpilih dan paling utama, untuk membawa petunjuk kepada manusia. Karenanya, kepada hamba-Nya ini, marilah kita gerakan lidah dan hati kita untuk bershalawat atasnya. *Allahumma shalli 'alla saidina Muhammad wa'alla aali saidina Muhammad. Amma ba 'du.*

Penulis merasa sangat bersyukur bisa mendapatkan rezeki dari *Allah* berupa kesempatan dan kemampuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL Dan TL**”. Laporan tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung.

Rasa terima kasih yang sebesar – besarnya perlu penulis haturkan kepada:

1. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Eka Nuryanta B.S, ST.,MT selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan masukan , bimbingan dan penjelasan kepada penulis sampai terselesainya Tugas akhir ini.
3. Bapak Dedi Nugroho, ST,MT selaku pembimbing II yang senantiasa mejuangkan waktu, memberikan masukan serta dengan sabar membantu dan menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Bapak Agus Suprayitno, ST, MT Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan

seluruh dosen serta karyawan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mendukung proses perkuliahan penulis.

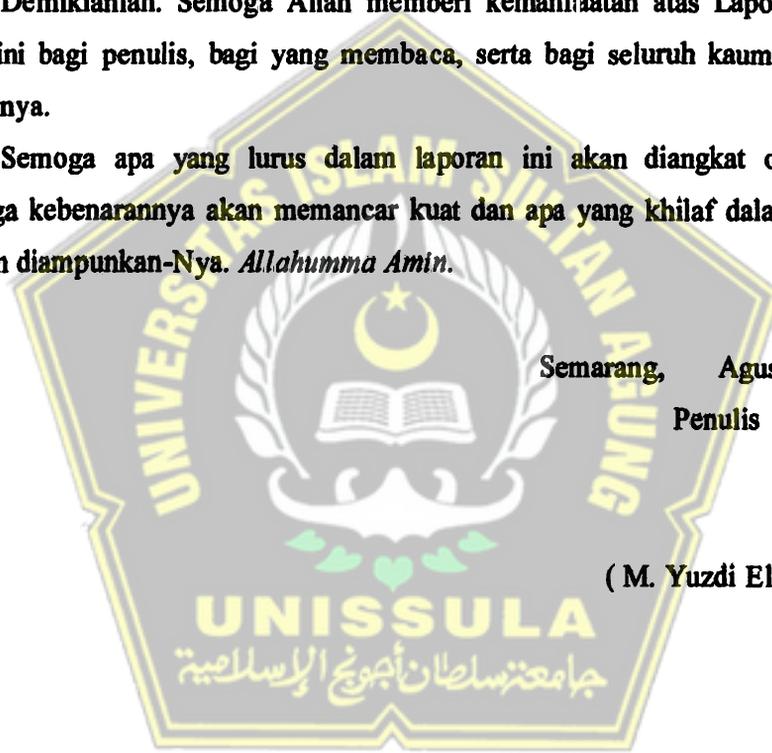
5. Mas Luqman Assafat, ST yang telah membantu penulis melakukan penelitian di Laboratorium Sistem Tenaga Fakultas Teknologi Industri..
6. Bapak, Ibu, tercinta yang senantiasa memberi semangat, nasihat, kasih sayang, dan Do'a.
7. Teman – teman seperjuangan Eko Sulis,, Gozali, Radit, Joko, Aris, Khafid, Nardi, Pa'Eko, Fandi, Wafik, Ardi Dika dan seluruh anggota Phitech, yang telah membantu dalam segala hal.

Demikianlah. Semoga Allah memberi kemanfaatan atas Laporan Tugas Akhir ini bagi penulis, bagi yang membaca, serta bagi seluruh kaum muslimin seluruhnya.

Semoga apa yang lurus dalam laporan ini akan diangkat oleh Allah sehingga kebenarannya akan memancar kuat dan apa yang khilaf dalam laporan ini akan diampunkan-Nya. *Allahumma Amin.*

Semarang, Agustus 2010
Penulis

(M. Yuzdi Elkautsar)



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
MOTTO PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvii
ABSTRAKSI	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Pembatasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5. Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.6. Metode Penelitian	3
1.7. Sistematika Pembahasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Lampu	5
2.1.1. Lampu <i>Incandenscent</i> dan Lampu <i>Hallogen</i>	6
2.1.2. Lampu Flourescent / Lampu TL.....	7
2.1.2.1. Starter	8
2.1.2.2. Switch	8
2.1.2.3. Ballast	9
2.1.3. Lampu Hemat Energi / Lampu SL.....	10
2.2. Harmonisa	11
2.2.1. Sumber sumber Harmonisa	13
2.2.2. Pengaruh Harmonisa	14
2.2.3. Identifikasi Harmonisa	16

2.3. Kapasitor.....	17
2.3.1. Dasar Teori Kapasitor	17
2.3.2. Fungsi Kapasitor	18
2.3.3. Tipe Kapasitor	18
2.3.3.1. Kapasitor Electrostatic	18
2.3.3.2. Kapasitor Electrolytic	19
2.3.3.3. Kapasitor Electrochemical	20
2.3.4. Macam dan Pengguna Kapasitor	21
2.3.4.1. Kapasitor Keramik.....	21
2.3.4.2. Kapasitor Polyester Film	21
2.3.4.3. Kapasitor Polypropylene.....	22
2.3.4.4. Kapasitor Mika	22
2.3.4.5. Kapasitor Polystyrene Film.....	23
2.3.4.6. Kapasitor Electric Double	23
2.3.4.7. Kapasitor Trimmer	24
2.3.4.8. Kapasitor Tuning	24
2.4. Daya	25
2.4.1. Daya Listrik Arus Bolak Balik	25
2.4.2. Daya Semu.....	26
2.5. Faktor Daya	27
2.5.1. Penyebab Rendahnya Faktor Daya	29
2.5.2. Instalasi Peningkatan Faktor Daya.....	29
2.5.3. Perbaikan Faktor Daya Dengan Menggunakan Kapasitor	30
2.6. Menentukan nilai kapasitor.....	31

BAB III METODELOGI PENELITIAN

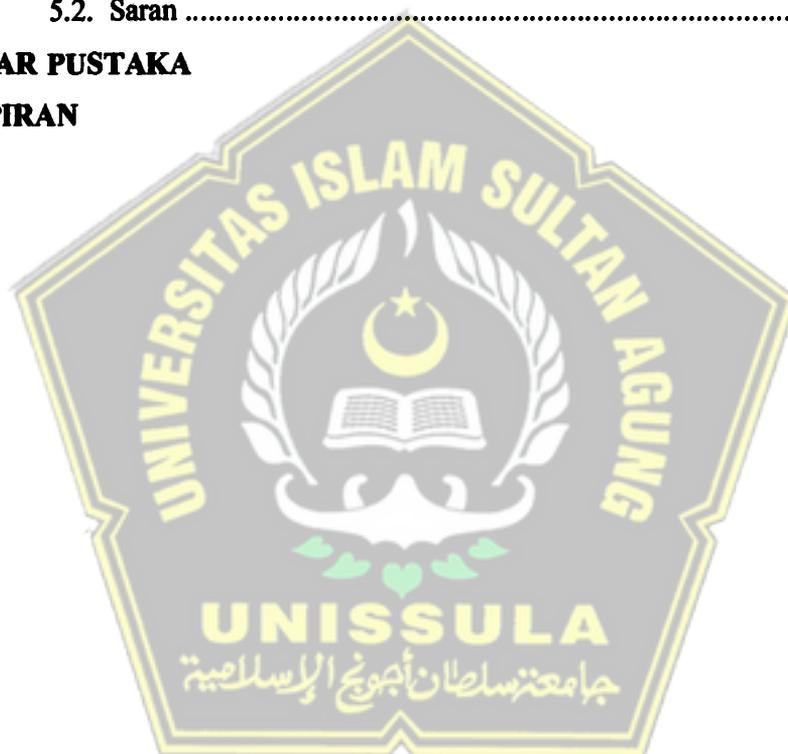
3.1. Pendahuluan	33
3.2. Flowchart Alur Penelitian	34
3.3. Objek Penelitian	35
3.4. Merencanakan Percobaan	35
3.5. Melaksanakan Percobaan.....	36

3.6. Data Penelitian	41
3.7. Pengolahan Data Penelitian	42

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Seimbang.....	43
4.1.1. Data Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Seimbang	43
4.1.2. Rumus Dan Perhitungan Lampu SL Beban Seimbang	45
4.1.3. Analisa Lampu SL Beban Seimbang	45
4.2. Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	47
4.2.1. Data Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	47
4.2.2. Rumus Dan Perhitungan Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	48
4.2.3. Analisa Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	49
4.3. Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang.....	50
4.3.1. Data Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang	50
4.3.2. Rumus Dan Perhitungan Lampu TL Beban Seimbang	55
4.3.2.1. Nilai Kapasitas Kapasitor.....	55
4.3.2.2. Perhitungan Nilai Cos ϕ	56
4.3.3. Analisa Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	58
4.4. Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang	61
4.4.1 Data Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang.....	61
4.4.2 Rumus Dan Perhitungan Lampu TL Beban Tidak Seimbang	66
4.4.2.1. Nilai Kapasitas Kapasitor.....	66
4.4.2.2. Perhitungan Nilai Cos ϕ	67

4.4.3	Analisa Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang	69
4.5.	Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL.....	72
4.5.1.	Data Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL	72
4.5.2.	Rumus Dan Perhitungan Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL	77
4.5.3.	Analisa Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL	79
BAB V PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Lampu Pijar Edison	5
Gambar 2.2.	Komposisi Spectrum Lampu	6
Gambar 2.3.	Konstruksi Lampu Incandescent	7
Gambar 2.4.	Konstruksi Lampu Flourencent.....	8
Gambar 2.5.	Diagram Lampu TL Standart	9
Gambar 2.6.	Blok Diagram Ballas Elektronik	9
Gambar 2.7.	Konstruksi Lampu Compact Flourencent Dengan Ballast	10
Gambar 2.8.	Bentuk Gelombang Sinusoida Dan Gelombang Yang Terdistorsi	12
Gambar 2.9.	Prinsip Dasar Kapasitor	17
Gambar 2.10.	Kapasitor	18
Gambar 2.11.	Kapasitor Electrostatic	19
Gambar 2.12.	Kapasitor Elco	19
Gambar 2.13.	Kapasitor Keramik.....	21
Gambar 2.14.	Kapasitor Polyster Film	22
Gambar 2.15.	Kapasitor Polypropylene.....	22
Gambar 2.16.	Kapasitor Mika	23
Gambar 2.17.	Kapasitor Polysterene Film	23
Gambar 2.18.	Kapasitor Electric Double	24
Gambar 2.19.	Kapasitor Trimmer	24
Gambar 2.20.	Kapasitor Tuning	24
Gambar 2.21.	Hubungan Antara Daya Nyata, Daya Reaktif, Daya Semu ...	26
Gambar 2.22.	Rangkaian Daya Semu	26
Gambar 2.23.	Diagram Fasor Aliran Daya	27
Gambar 2.24.	Segitiga Daya	28
Gambar 2.25.	Perbaikan Faktor Daya	30
Gambar 3.1.	Flowchart Alur Penelitian	34
Gambar 3.2.	Rangkaian Percobaan Lampu SL	37

Gambar 3.3.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Sebelum Menggunakan Kapasitor	38
Gambar 3.4.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	39
Gambar 3.5.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	39
Gambar 3.6.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor	40
Gambar 3.7.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber.....	41
Gambar 3.8.	Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	41
Gambar 4.1.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang.....	44
Gambar 4.2.	Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang.....	44
Gambar 4.3.	Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang	44
Gambar 4.4.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang	44
Gambar 4.5.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	47
Gambar 4.6.	Spektrum Harmonisasi Tegangan Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	47
Gambar 4.7.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	48
Gambar 4.8.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang.....	48
Gambar 4.9.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor	51

Gambar 4.10.	Spektrum Harmonisa Tegangan Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor	51
Gambar 4.11.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor	51
Gambar 4.12.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor	52
Gambar 4.13.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	52
Gambar 4.14.	Spektrum Harmonisa Tegangan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	53
Gambar 4.15.	Spektrum Harmonisa Arus Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	53
Gambar 4.16.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	53
Gambar 4.17.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	54
Gambar 4.18.	Spektrum Harmonisa Tegangan Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	54
Gambar 4.19.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	55
Gambar 4.20.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	55

Gambar 4.21.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor.....	61
Gambar 4.22.	Spektrum Harmonisa Tegangan Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor... 	62
Gambar 4.23.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor	62
Gambar 4.24.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor... 	62
Gambar 4.25.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	63
Gambar 4.26.	Spektrum Harmonisa Tegangan Percobaan TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	63
Gambar 4.27.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	64
Gambar 4.28.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Percobaan TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	64
Gambar 4.29.	Bentuk Gelombang Pecobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	65
Gambar 4.30.	Spektrum Harmonisa Tegangan Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	65
Gambar 4.31.	Spektrum Harmonisa Arus Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	65

Gambar 4.32.	Spektrum Harmonisa arus Netral Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	66
Gambar 4.33.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor.....	72
Gambar 4.34	Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor.....	72
Gambar 4.35.	Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor	73
Gambar 4.36.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor.....	73
Gambar 4.37.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	74
Gambar 4.38.	Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	74
Gambar 4.39.	Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	74
Gambar 4.40.	Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	75
Gambar 4.41.	Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	75
Gambar 4.42.	Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban	76

- Gambar 4.43. Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban 76**
- Gambar 4.44. Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban 76**



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Data lampu SL.....	35
Tabel 3.2.	Data lampu TL	35
Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran Gambar 3.2 Lampu SL Beban Seimbang Dengan Rating Daya Sama	43
Tabel 4.2.	Hasil Pengukuran Gambar 3.2 Lampu SL Beban Tidak Seimbang Dengan Rating Daya Berbeda	47
Tabel 4.3.	Hasil Pengukuran Gambar 3.3 Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor Dengan Rating Daya Sama.	50
Tabel 4.4.	Hasil Pengukuran Gambar 3.4 Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber Dengan Rating Daya Sama	52
Tabel 4.5.	Hasil Pengukuran Gambar 3.5 Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban Dengan Rating Daya Sama	54
Tabel 4.6.	Hasil Pengukuran Gambar 3.3 Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor Dengan Rating Daya Berbeda	61
Tabel 4.7.	Hasil Pengukuran Gambar 3.4 Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber Dengan Rating Daya Berbeda	63
Tabel 4.8.	Hasil Pengukuran Gambar 3.5 Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban Dengan Rating Daya Berbeda.....	64
Tabel 4.9.	Hasil Pengukuran Gambar 3.6 Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor	72
Tabel 4.10.	Hasil Pengukuran Gambar 3.7 Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber	73
Tabe 4.11.	Hasil Pengukuran Gambar 3.8 Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban.....	75

ABSTRAK

Permasalahan Kualitas daya yang buruk akan menimbulkan banyak kerugian. Salah satu permasalahan kualitas daya listrik adalah permasalahan harmonisa. Harmonisa ditimbulkan oleh beban linier dan non linier, salah satunya adalah lampu. Distorsi harmonisa umumnya mengakibatkan meningkatnya panas dan rugi-rugi energi pada setiap bagian peralatan dalam suatu sistem distribusi tenaga listrik, seperti transformator, kabel, serta komponen lainnya. Komponen bersangkutan akan mengalami penurunan kinerja, beban panas yang berlebih dan cepat rusak. Distorsi harmonisa harus dikurangi agar kualitas listrik menjadi baik, rugi-rugi daya dapat dikurangi, kinerja dan usia pakai dari peralatan dapat dipertahankan sesuai dengan standarnya. Penggunaan kapasitor merupakan salah satu solusi yang paling banyak digunakan untuk mengurangi distorsi harmonisa dari suatu sistem distribusi tenaga listrik

Pada tugas akhir ini akan dilakukan pengamatan harmonisa yang ditimbulkan oleh masing-masing jenis lampu. Jenis lampu yang diuji adalah lampu SL, lampu TL sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor dan lampu TL paralel SL sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor.

Dari hasil pengujian didapatkan besar THD_v(%) pada semua jenis lampu yang diukur nilainya berkisar antara 1-3%. Untuk pengukuran lampu TL dengan rating daya yang sama, nilai perbandingan besar arus THD_i(%) yang didapatkan dari pengukuran sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor adalah 15,5%:37,7%. Sedangkan pengukuran lampu TL paralel SL sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor perbandingannya adalah 33,2%:55,6%.

Kata Kunci: Lampu, Harmonisa, Kapasitor



BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mutu dari suatu produk sangat diperhatikan dalam suatu penjualan atau pembelian barang dan jasa. Pada bidang kelistrikan juga dikenal adanya mutu listrik. Pada dasarnya mutu listrik yang baik adalah listrik yang mempunyai tegangan dan frekuensi yang stabil. Untuk di Indonesia, listrik yang bersumber dari PLN adalah dengan tegangan 220 volt dan frekuensi 50 Hz.

Tegangan dan frekuensi yang tidak stabil bukan saja salah perusahaan listrik, tetapi peralatan-peralatan listrik yang digunakan konsumen juga dapat mempengaruhi mutu listrik. Permasalahan kualitas daya listrik dalam kehidupan sehari-hari memerlukan suatu perhatian khusus. Kualitas daya yang buruk akan menimbulkan banyak kerugian bagi suatu perusahaan. Salah satu permasalahan kualitas daya listrik adalah permasalahan harmonisa. Harmonisa ditimbulkan oleh beban linier dan non linier, salah satunya adalah lampu. Distorsi harmonisa umumnya mengakibatkan meningkatnya panas dan rugi-rugi energi pada setiap bagian peralatan dalam suatu sistem distribusi tenaga listrik, seperti transformator, kabel, serta komponen lainnya. Komponen bersangkutan akan mengalami penurunan kinerja, beban panas yang berlebih dan cepat rusak. Selain itu juga dapat mengakibatkan kontrol proteksi dan alat pengukuran bekerja tidak sesuai dengan yang diharapkan. Dalam suatu sistem dimana terdapat kapasitor yang berfungsi sebagai kompensator daya reaktif akan menimbulkan masalah tersendiri. Kapasitor dengan induktansi yang terdapat dalam sistem dapat menimbulkan resonansi paralel yang mengakibatkan kenaikan impedansi sistem pada frekuensi resonansi, sehingga distorsi harmonisa yang ada akan diperbesar sedemikian sehingga tegangan sistem menjadi tidak sesuai dengan rating tegangan yang diharapkan dari peralatan atau beban yang disuplai.

Distorsi harmonisa harus dikurangi agar kualitas listrik menjadi baik, rugi-rugi daya dapat dikurangi, kinerja dan usia pakai dari peralatan dapat dipertahankan sesuai dengan standarnya. Penggunaan kapasitor merupakan salah satu solusi yang paling banyak digunakan untuk mengurangi distorsi harmonisa dari suatu sistem distribusi tenaga listrik

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka dapat dirumuskan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh harmonisa yang ditimbulkan oleh lampu SL maupun TL
2. Bagaimana pengaruh pemasangan kapasitor terhadap besarnya harmonisa lampu TL
3. Bagaimana besarnya arus netral pada TL dengan pemasangan kapasitor dan bagaimana arus netral tanpa kapasitor

1.3 Pembatasan Masalah

Pada Tugas Akhir ini, pembahasan dibatasi pada batasan-batasan sebagai berikut:

1. Kompensator yang digunakan adalah kapasitor
2. Lampu SL yang digunakan adalah merek Cosco dan lampu TL yang digunakan adalah lampu Philips dan ballast Sinar
3. Daya Lampu SL yang digunakan adalah 11 W, 15W.
4. Daya Lampu TL yang digunakan adalah 10W, 20W
5. Hanya membahas besarnya arus netral, bentuk gelombang dan THD Lampu TL sebelum menggunakan kapasitor dan sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dan arus beban
6. Hanya membahas besarnya arus netral, bentuk gelombang dan THD Lampu SL

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari penulisan tugas akhir dengan judul Analisis Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa pada Lampu SL dan TL adalah dapat mengetahui dan menganalisa pengaruh kapasitor pembebanan seimbang untuk mengurangi distorsi harmonisa yang ditimbulkan pada lampu TL dan bagaimana pengaruh harmonisa pembebanan tidak seimbang maupun seimbang pada Lampu SL

1.5 Manfaat Tugas Akhir

1. Memberikan wawasan kepada masyarakat tentang harmonisa pada lampu
2. Dapat memberikan solusi dari harmonisa lampu

1.6 Metode Penelitian

1. Studi Pustaka

Yaitu dengan membaca literatur-literatur, buku-buku dan jurnal-jurnal di internet dan sebagai bahan acuan (Referensi) untuk mencari ide dan topik guna menyusun proposal kemudian dilakukan perhitungan serta analisa yang berhubungan dengan topik tersebut

2. Metode Penelitian

Melakukan pengukuran dan perhitungan terhadap harmonisa yang timbul pada lampu sesudah/sebelum dipasang kapasitor

3. Analisa Data

Melakukan pengamatan hasil pengujian dengan keadaan yang sebenarnya serta mencari solusi penyelesaian terhadap masalah yang mungkin terjadi dengan peralatan.

1.7 Sistematika Pembahasan Masalah

Agar pembahasan dalam laporan ini dimengerti dan mamenuhi syarat maka dalam penulisannya dibagi dalam tahapan-tahapan. Sistematika tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan diuraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, metodologi pengumpulan data, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang gambaran umum lampu SL dan TL, harmonisa dan kapasitor yang merupakan salah satu komponen listrik yang dapat menyimpan muatan listrik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai waktu, lokasi dan fungsi dan flowchart serta tabel percobaan dan perhitungan harmonisa pada lampu SL dan TL.

BAB IV ANALISA PEMBAHASAN

Berisi mengenai analisa pembahasan perbandingan harmonisa sebelum dan sesudah menggunakan pada lampu SL dan TL serta nilai THD dan $\cos \phi$ sebelum dan setelah menggunakan kapasitor

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan akhir dari analisa yang telah dilakukan serta saran – saran untuk pengembangan penelitian dimasa yang akan datang

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Lampu

Lampu dalam perkembangannya saat ini menjadi salah satu media penerangan penting buatan manusia untuk menggantikan keberadaan cahaya matahari. Seiring dengan perubahan zaman, lampu telah mengalami banyak perubahan jika dibandingkan dengan awal penemuannya.

Lampu pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh Thomas Alva Edison dalam bentuk lampu pijar, penemuan tersebut berawal dari ide untuk membuat lampu dengan filamen yang terbuat dari platinum kemudian dialiri arus, dimana logam platinum tersebut sukar untuk teroksidasi dan mempunyai titik lebur yang tinggi. Namun pada awal-awal percobaan, lampu tersebut padam setiap beberapa menit karena filamen tersebut mendapatkan panas yang berlebih dan terbakar akibat masih adanya kontak dengan udara luar.



Gambar 2.1 Lampu Pijar Edison

Kemudian dari hasil eksperimen-eksperimen yang telah dilakukan dengan filamen platinum, Thomas Alva Edison menemukan bahwa pada filamen-filamen yang panas mengeluarkan gas yang terjebak didalam logam gas tersebut, sehingga diperlukan sebuah desain untuk membuat udara

disekitar filament menjadi hampa udara agar tidak terjadi kontak antara gas gas yang dihasilkan filamen dengan udara. Oleh karena itu lampu dibuat dengan konstruksi berbentuk ruang hampa udara.

Secara umum konsep dasar dari sebuah lampu adalah salah satu bentuk pemanfaatan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari transfer energi baik yang bersifat fisik maupun kimiawi yang terjadi pada saat lampu menyala. Radiasi elektromagnetik tidak semuanya dapat mudah terlihat oleh manusia dengan mata telanjang tanpa bantuan apapun, dipilihlah radiasi dengan panjang gelombang antara 380nm samapa 780 nm, karena panjang gelombang inilah radiasi gelombang elektromagnetik lebih efisien untuk dapat diubah menjadi terlihat manusia. Gelombang yang dapat terlihat oleh manusia itulah yang selanjutnya merupakan cahaya yang dihasilkan oleh lampu. (Rudy Sutanto, 2005)

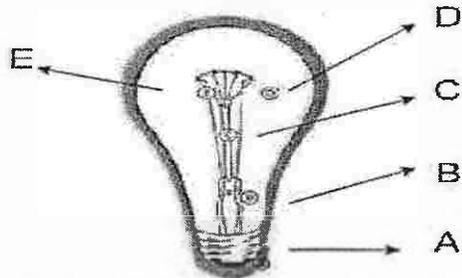


Gambar 2.2 Komposisi Spektrum Lampu

2.1.1 Lampu *Incandescent* dan Lampu *Hallogen*

Lampu jenis incandescent ini lebih dikenal masyarakat dengan sebutan lampu DOP, termasuk juga lampu yang ditemukan oleh Thomas Alva Edison pertama kali. Sedangkan lampu jenis Hallogen (Tungsten-Hallogen Lamps) merupakan pengembangan dari lampu Incandescent tersebut sehingga prinsip kerja diantara kedua jenis lampu ini sama. Lampu incandescent dan halogen ini menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati filamen dan kemudian memanasi filamen lampu tersebut, semakin panas filamen lampu tersebut maka akan semakin terang pula

cahaya yang dipancarkan. Dalam perkembangan penggunaan lampu jenis ini.



Gambar 2.3 Konstruksi Lampu *Incandescent*

Pada setiap lampu *incandescent* terdiri atas beberapa bagian utama yakni *bulb*, *base*, dan filamen.

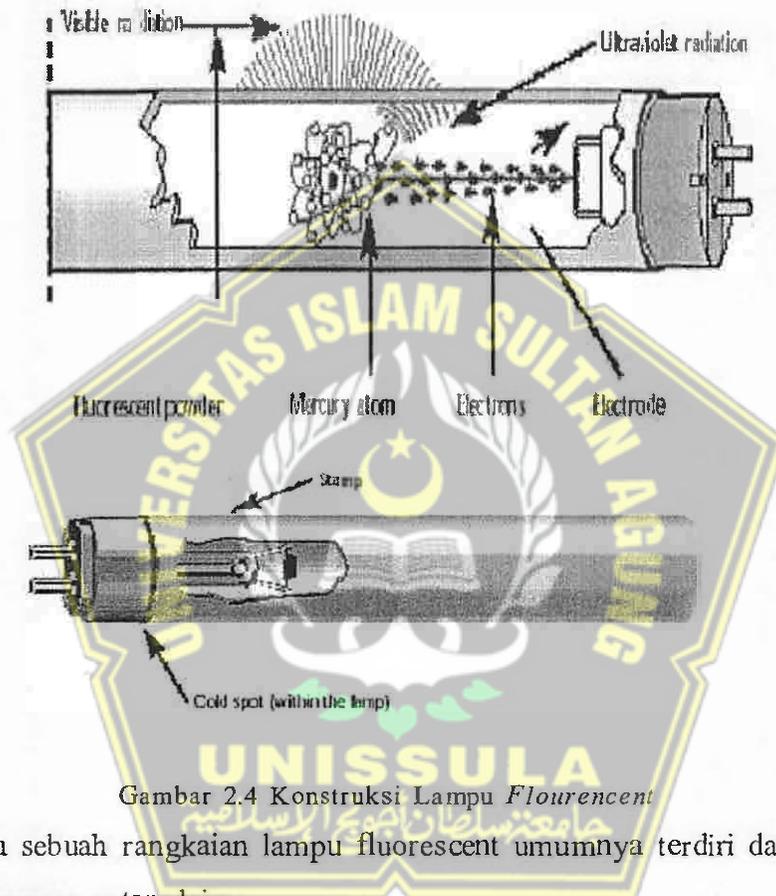
- A. *Brass Base* — Pada bagian ini berfungsi sebagai tempat masuk lampu pada soket,
- B. *Filament Stem Base* — Pada bagian ini terbuat dari kaca
- C. *Filament Stem* — Berfungsi sebagai penopang.
- D. *Lamp Gases* — Gas murni yang digunakan untuk mengisi ruang.
- E. *Filament Support* - Pada bagian ini berfungsi sebagai penyangga.

2.1.2 Lampu *Flourescent* / Lampu TL

Lampu fluorescent lebih dikenal masyarakat Indonesia dengan istilah lampu TL. Lampu ini dikembangkan sejak tahun 1980, bekerja menggunakan media gas mineral Fluor untuk menghasilkan cahaya, dimana energi listrik akan membangkitkan gas di dalam tabung lampu sehingga akan timbul sinar ultra violet, dari sinar ultra violet itu akan membangkitkan Phosphors yang kemudian akan bercampur dengan mineral lainya yang telah dilukiskan pada tabung lampu sehingga akan timbul cahaya. Phosphors didesain untuk meradiasikan cahaya putih. sehingga sebagian besar lampu model jenis ini berwarna putih

Lampu fluorescent ini sangat peka terhadap temperatur udara di sekitarnya, karena temperatur tabung lampu sangat berpengaruh terhadap cahaya yang akan dihasilkan. Jadi, apabila suhu ruangan terlalu dingin

dibandingkan dengan suhu lampu, maka ada kemungkinan lampu jenis ini tidak dapat menyala. Pada umumnya temperatur udara minimum pada sebuah lampu bergantung dari ballast lampu itu sendiri, dan sudah tercantum jelas pada spesifikasi ballast tersebut. Tidak seperti lampu jenis incandescent, lampu jenis fluorescent juga akan mengalami panas, namun masih bisa disentuh oleh manusia tanpa terluka. (Rudy Sutanto, 2005)



Gambar 2.4 Konstruksi Lampu *Flourencent*

Pada sebuah rangkaian lampu fluorescent umumnya terdiri dari beberapa komponen antara lain :

2.1.2.1 Starter

Starter berfungsi untuk melakukan pemanasan awal pada elektrode dan membantu membangkitkan tegangan tinggi yang dibutuhkan untuk start lampu.

2.1.2.2 Switch

Yang dimaksudkan switch disini adalah pengontrol on/off yang menghubungkan antara rangkaian lampu dengan aliran listrik yang ada

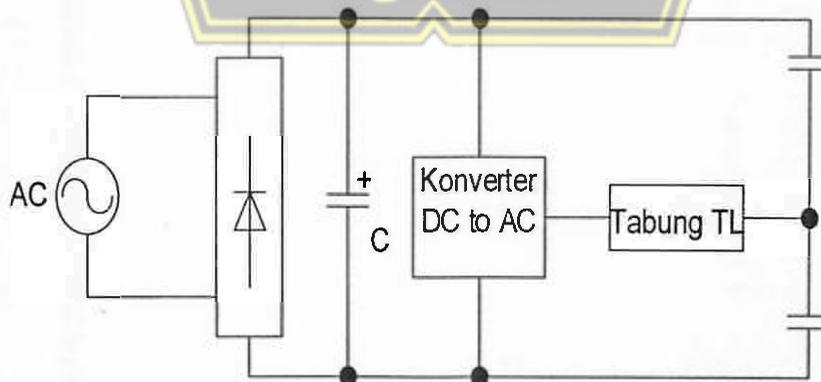
pada jaringan. Tetapi pada aplikasinya, switch terkadang digantikan dengan stop kontak.

2.1.2.3 Ballast

Fungsi utama dari ballast pada lampu fluorescent adalah untuk membangkitkan gas-as yang ada didalam tabung, lampu (discharge) dan untuk mencegah aliran arus listrik agar rangkaian lampu bekerja pada sesuai dengan range daya yang dibutuhkan. Ballast hendaknya harus efisien, sederhana, tidak membawa dampak terhadap umur lampu serta mendukung proses start dan operasi lampu. Secara umum ballast dibedakan dalam dua golongan yakni ballast konvensional dan ballast elektronik.



Gambar 2.5 Diagram Lampu TL standart

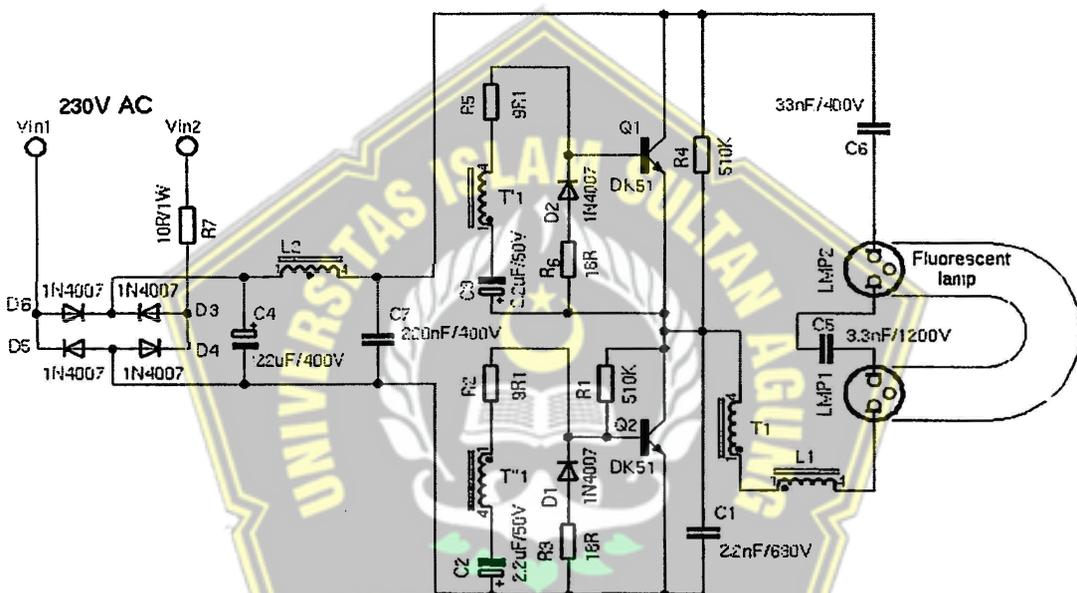


Gambar 2.6 Blok diagram balas elektronik

2.1.3 Lampu Hemat Energi / SL

Lampu compact fluorescent atau yang lebih dikenal dengan sebutan lampu hemat energi (LHE). Lampu hemat energi memiliki bentuk yang lebih kecil dan lebih sederhana jika dibandingkan dengan lampu fluorescent.

Dikatakan lebih kecil karena ukuran tabung lampu yang digunakan relatif lebih kecil, dan lebih sederhana karena umumnya pada sebuah rangkaian lampu ini sudah terdapat ballast dengan bentuk yang lebih kecil dan praktis (integral ballast).



Gambar 2.7 Konstruksi Lampu *Compact Fluorescent* dengan Ballast

Namun beberapa macam lampu hemat energi ini berbentuk model terpisah yang terdiri atas tabung lampu dan ballast, sehingga dapat digantikan dengan mudah apabila pada salah satu modul mengalami kerusakan.

Bagian dasar pada lampu hemat energi didesain dengan bentuk uliran seperti pada lampu incandescent sehingga dapat dengan mudah dipasangkan pada soket-soket lampu incandescent yang sudah terpasang.

Cahaya yang dihasilkan pada lampu fluorescent bergantung dari beban lampu, besar dissipated area per unit dari tabung lampu, dan tipe dari phosphor yang digunakan dalam tabung. Cahaya terbaik yang

dihasilkan oleh lampu adalah pada saat lampu tersebut mencapai suhu kerja, tidak lama setelah lampu dinyalakan. Tetapi setelah 100 jam pertama lampu itu bekerja, kualitas cahaya yang dihasilkan akan menurun sebesar 2% hingga 4 %, kemudian pada saat masa kerja lampu mencapai 2000 jam, kualitas cahaya akan mengalami penurunan yang lebih besar lagi yakni sebesar 5% hingga 10%, bergantung dari rating lampu dan komposisi phosphor yang dipakai.

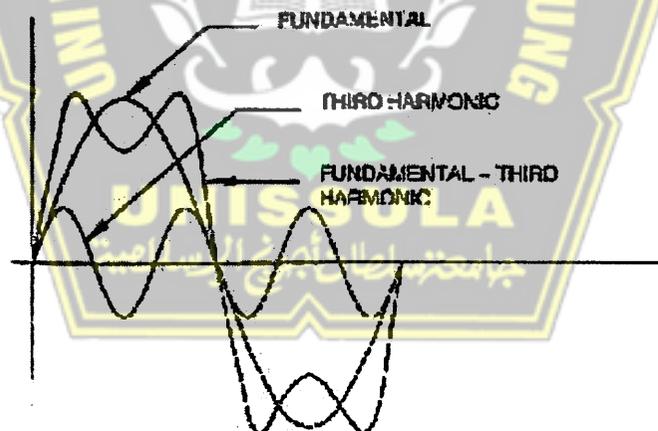
Efisiensi yang terdapat pada lampu fluorescent untuk menghasilkan cahaya 2 hingga 4 kali lebih besar, dan dengan masa kerja aktif 10.000 hingga 20.000 jam jika dibandingkan dengan lampu incandescent lamps yang memiliki masa kerja aktif 750 hingga 1000 jam. (Jon Marjuni Kadang,2006)

2..2 Harmonisa

Harmonisa adalah tegangan sinusoida atau arus yang memiliki frekuensi-frekuensi dengan berbagai frekuensi dimana sistemnya dirancang untuk mengoperasikan (diartikan frekuensi dasar, umumnya 50 Hz atau 60 Hz). Distorsi bentuk gelombang dapat dibentuk ke dalam penjumlahan frekuensi dasar dan harmonisa. Distorsi harmonisa ada dalam karakteristik perangkat non linier dan muatan sistem tenaga.

Level distorsi harmonisa dijelaskan melalui spektrum harmonisa yang lengkap dengan magnitude dan sudut fase masing-masing komponen harmonisa tunggal. Hal yang juga umum untuk kuantitas tunggal, *Total Harmonics Distortion* (THD)/Distorsi Total Harmonisa, sebagai ukuran nilai efektif dari distorsi harmonisa. Level distorsi arus dapat dikarakteristikan dengan nilai THD, sebagai penjelasan di atas, tetapi dapat seringkali misleading. Sebagai contoh, banyak pengaturan kecepatan motor menggunakan nilai THD tinggi arus input ketika mengoperasikan muatan yang sangat ringan. Hal ini tidak penting karena magnitude arus harmonisa rendah, walau distorsinya relatif tinggi

Seperti yang telah diketahui, bahwa fenomena bentuk gelombang tegangan dari gelombang arus dalam tenaga listrik bolak-balik digambarkan sebagai gelombang sinusoidal murni. Harmonisa atau harmonik adalah gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik akibat terjadinya distorsi gelombang arus dan tegangan. Pada dasarnya, harmonisa adalah gejala pembentukan gelombang-gelombang dengan frekuensi berbeda yang merupakan perkalian bilangan bulat dengan frekuensi dasarnya. Hal ini disebut frekuensi harmonik yang timbul pada bentuk gelombang aslinya sedangkan bilangan bulat pengali frekuensi dasar disebut angka urutan harmonik. Misalnya, frekuensi dasar suatu sistem tenaga listrik adalah 50 Hz, maka harmonik keduanya adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 100 Hz, harmonik ketiga adalah gelombang dengan frekuensi sebesar 150 Hz dan seterusnya. Gelombang-gelombang ini kemudian menumpang pada gelombang murni aslinya sehingga terbentuk gelombang cacat yang merupakan jumlah antara gelombang murni sesaat dengan gelombang harmonisanya. (Rudy Sutanto, 2005)



Gambar 2.8 Bentuk Gelombang Sinusoidal Dan Gelombang Yang Terdistorsi

Tingkat distorsi harmonisa dijelaskan melalui spektrum harmonisa yang lengkap dengan magnitude dan sudut fasa masing masing komponen harmonisa tunggal. Hal yang umum untuk kuantitas tunggal, *Total Harmonic Distortion* (THD) sebagai ukuran nilai efektif harmonisa.

Nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) dari suatu gelombang dapat dihitung dengan rumus:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{\max}} M_h^2}}{M_1} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana M_h adalah nilai rms komponen harmonisa h dari kuantitatif M . Nilai rms dari total bentuk gelombang bukanlah penjumlahan dari setiap komponen harmonisa, tetapi akar kuadrat dari penjumlahan kuadratnya.

Hubungan THD dengan nilai rms dari gelombang adalah :

$$rms = \sqrt{\sum_{h=1}^{h_{\max}} M_h^2} = M_1 + \sqrt{1 + THD^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Tegangan harmonisa selalu dijadikan suatu pedoman untuk nilai dasar dari bentuk gelombang sesaat. Karena tegangan mempunyai presentase perbedaan yang kecil, dimana THD tegangan adalah berdekatan dengan jumlah yang sebenarnya. Hal ini tidak berlaku untuk arus listrik, karena sebuah arus yang mempunyai nilai yang kecil dapat menghasilkan THD yang tinggi, sehingga tidak dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan suatu sistem.

2.2.1 Sumber-sumber Harmonisa

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier adalah bentuk gelombang yang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi). Beban non linier yang umumnya merupakan peralatan elektronik yang didalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor, dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar

yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan Beberapa peralatan yang dapat menyebabkan timbulnya harmonik antara lain komputer, printer, lampu fluorescent yang menggunakan elektronik ballast, kendali kecepatan motor, motor induksi. sistem UPS (Uninterruptible Power Supplies), batere charger. Peralatan ini dirancang untuk menggunakan arus listrik secara hemat dan efisien karena arus listrik hanya dapat melalui komponen semi konduktornya selama periode pengaturan yang telah ditentukan. Namun disisi lain hal ini akan menyebabkan gelombang mengalami gangguan gelombang arus dan tegangan yang pada akhirnya akan kembali ke bagian lain sistem tenaga listrik. Fenomena ini akan menimbulkan gangguan beban tidak linier satu phase. Hal di atas banyak terjadi pada distribusi yang memasok pada areal perkantoran/komersial. Sedangkan pada areal perindustrian gangguan yang terjadi adalah beban non linier tiga phase yang disebabkan oleh motor listrik, kontrol kecepatan motor, batere charger, dapur busur listrik

2.2.2 Pengaruh Harmonisa

Setiap komponen sistem distribusi dapat dipengaruhi oleh harmonik walaupun dengan akibat yang berbeda. Namun demikian komponen tersebut akan mengalami penurunan kinerja dan bahkan akan mengalami kerusakan. Umumnya harmonisa pada arus membawa dampak lebih jika dibandingkan dengan harmonisa pada tegangan. Pada sistem distribusi listrik, terdapat dua dampak utama yang ditimbulkan dari pengaruh harmonisa pada arus, yang pertama harmonik pada arus menyebabkan bertambahnya harga nilai rms fundamental. Penambahan arus ini menyebabkan losses pada kabel, busbar, transformator serta power factor correction capacitor yang digunakan pada sistem distribusi. Dampak yang kedua adalah timbulnya penambahan panas yang disebabkan oleh masing-masing harmonisa arus. Transformator, kapasitor, circuit breaker, kabel dan busbar harus didesain untuk bertahan terhadap terjadinya perubahan frekuensi arus yang lebih tinggi, jika pemilihan komponen-

komponen tersebut tidak memperhitungkan dampak yang bisa ditimbulkan oleh harmonik, maka harmonik akan dapat menyebabkan timbulnya panas yang berlebih pada komponen tersebut. Panas yang berlebih ini besar kemungkinan untuk dapat menyebabkan kerusakan premature pada komponen serta memungkinkan timbulnya api.

Beberapa dampak lain yang dapat ditimbulkan akibat adanya harmonik dalam sistem tenaga listrik adalah panas lebih pada kawat netral sebagai akibat timbulnya harmonik ketiga yang dibangkitkan oleh peralatan listrik satu phase. Pada keadaan normal, arus beban setiap phase dari beban linier yang seimbang pada frekuensi dasarnya akan saling mengurangi sehingga arus netralnya menjadi nol. Sebaliknya beban tidak linier satu phase akan menimbulkan harmonik kelipatan tiga ganjil yang disebut triplen harmonik (harmonik ke-3, ke-9, ke-15 dan seterusnya) yang sering disebut zero sequence harmonik. Harmonik ini tidak menghilangkan arus netral tetapi dapat menghasilkan arus netral yang lebih tinggi dari arus phase. (Rudy Sutanto, 2005)

Frekuensi harmonik yang lebih tinggi dari frekuensi kerjanya akan mengakibatkan penurunan efisiensi atau terjadi kerugian daya. selain itu, ada beberapa akibat yang dapat ditimbulkan oleh adanya harmonik dalam sistem tenaga listrik, antara lain :

1. Timbulnya getaran mekanis pada panel listrik yang merupakan getaran resonansi mekanis akibat harmonik arus frekuensi tinggi,
2. Harmonik dapat menimbulkan tambahan torsi pada kwh meter jenis elektromekanis yang menggunakan piringan induksi berputar. Sebagai akibatnya, putaran piringan akan lebih cepat atau terjadi kesalahan ukur kwh meter karena piringan induksi tersebut dirancang hanya untuk beroperasi pada frekuensi dasar.
3. Interferensi frekuensi pada sistem telekomunikasi karena biasanya kabel untuk keperluan telekomunikasi ditempatkan berdekatan dengan kawat netral. Harmonik ke tiga pada kawat netral dapat memberikan induksi harmonik yang mengganggu sistem telekomunikasi.

4. Pemutusan beban. Pemutus beban dapat bekerja dibawah arus pengenalnya atau mungkin tidak bekerja pada arus pengenal. Pemutus beban yang dapat terhindar dari gangguan harmonik pada umumnya adalah pemutus beban yang mempunyai respon terhadap arus rms sebenarnya (true-rms current) atau kenaikan temperatur karena arus lebih.

2.2.3 Identifikasi Harmonisa

Untuk mengidentifikasi kehadiran harmonik pada sistem distribusi, dapat diketahui melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Identifikasi Jenis Beban

Jenis beban yang dipasang, misalnya peralatan apa yang dipakai oleh konsumen. Bila banyaknya peralatan yang mempunyai komponen utama terbuat dari bahan semikonduktor seperti komputer dan alat bantu, pengatur kecepatan motor, atau peralatan lain yang menggunakan arus searah maka dapat diperkirakan masalah harmonik ada di instalasi konsumen tersebut.

2. Pengukuran

Dengan melakukan pengukuran dapat diketahui ada tidaknya harmonisa seta besar tingkat harmonisa pada suatu jaringan listrik. Tentu saja alat ukur yang digunakan harus mempunyai kemampuan khusus untuk menganalisa ada tidaknya komponen-komponen harmonisa

3. Pemeriksaan Transformator

Untuk transformator yang memasok beban non linier apakah ada kenaikan temperaturnya tidak normal. Arus sekunder transformator baik phase maupun netral perlu dilihat. Bandingkan arus netralnya dengan arus phase pada keadaan beban tidak seimbang. Apabila arus netralnya lebih besar maka dapat diperkirakan adanya triplen harmonik dan kemungkinan turunnya kinerja transformator.

4. Pemeriksaan Tegangan Netral Tanah

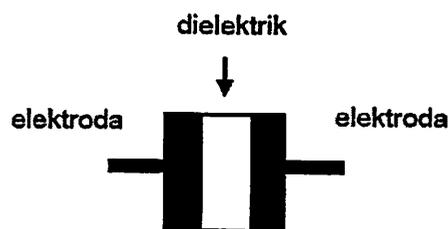
Terjadinya arus lebih pada kawat netral (untuk sistem 3 phase dan 4 kawat) dapat diketahui dengan melihat tegangan netral-tanah pada keadaan berbeban. (Rudy Sutanto, 2005)

2.3 Kapasitor

2.3.1 Dasar Teori Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidak seimbangan internal dari muatan listrik. Kapasitor ditemukan oleh Michael Faraday (1791-1867). Satuan kapasitor disebut Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.

Struktur sebuah kapasitor terbuat dari 2 buah plat metal yang dipisahkan oleh suatu bahan dielektrik. Bahan-bahan dielektrik yang umum dikenal misalnya udara vakum, keramik, gelas dan lain-lain. Jika kedua ujung plat metal diberi tegangan listrik, maka muatan-muatan positif akan mengumpul pada salah satu kaki (elektroda) metalnya dan pada saat yang sama muatan-muatan negatif terkumpul pada ujung metal yang satu lagi. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju ujung kutub negatif dan sebaliknya muatan negatif tidak bisa menuju ke ujung kutub positif, karena terpisah oleh bahan dielektrik yang non-konduktif. Muatan elektrik ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya. Di alam bebas, fenomena kapasitor ini terjadi pada saat terkumpulnya muatan-muatan positif dan negatif di awan.



Gambar 2.9 Prinsip Dasar Kapasitor



Gambar 2.10 Kapasitor

2.3.2 Fungsi Kapasitor

Fungsi penggunaan kapasitor dalam suatu rangkaian :

1. Sebagai filter dalam rangkaian PS (Power Supply)
2. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian antena
3. Menghilangkan bouncing (loncatan api) bila dipasang pada saklar

2.3.3 Tipe Kapasitor

Kapasitor terdiri dari beberapa tipe, tergantung dari bahan dielektriknya. Untuk lebih sederhana dapat dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kapasitor electrostatic, electrolytic dan electrochemical.

2.3.3.1 Kapasitor Electrostatic

Kapasitor electrostatic adalah kelompok kapasitor yang dibuat dengan bahan dielektrik dari keramik, film dan mika. Keramik dan mika adalah bahan yang populer serta murah untuk membuat kapasitor yang kapasitansinya kecil. Tersedia dari besaran pF sampai beberapa μF .

Mylar, MKM, MKT adalah beberapa contoh sebutan merek dagang untuk kapasitor dengan bahan-bahan dielektrik film. Umumnya kapasitor kelompok ini adalah non-polar.

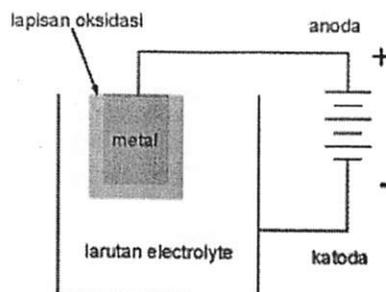


Gambar 2.11 Kapasitor Electrostatic

2.3.3.2 Kapasitor Electrolytic

Kelompok kapasitor electrolytic terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor polar dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutub positif anoda dan kutub negatif katoda.

Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (zinc) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (oxide film). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup ke dalam larutan elektrolit (sodium borate) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolyte diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidasi permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.



Kapasitor Elco

Gambar 2.12 Kapasitor Elco

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan electrolyte (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Dari rumus (2) diketahui besar kapasitansi berbanding terbalik dengan tebal dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar.

Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor elco.

Bahan electrolyte pada kapasitor tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut electrolyte padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (lifetime) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus bocor yang sangat kecil. Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

2.3.3.3 Kapasitor Electrochemical

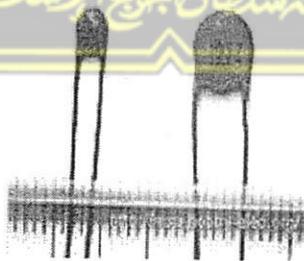
Satu jenis kapasitor lain adalah kapasitor electrochemical. Termasuk kapasitor jenis ini adalah battery dan accu. Pada kenyataannya battery dan accu adalah kapasitor yang sangat baik, karena memiliki kapasitansi yang besar dan arus bocor (leakage current) yang sangat kecil. Tipe kapasitor jenis ini juga masih dalam pengembangan untuk mendapatkan kapasitansi yang besar namun kecil dan ringan, misalnya untuk aplikasi mobil elektrik dan telepon selular.

2.3.4 Macam dan Penggunaan Kapasitor

Kapasitor merupakan komponen pasif elektronika yang sering dipakai didalam merancang suatu sistem yang berfungsi untuk mengblokir arus DC, Filter, dan penyimpanan energi listrik. Didalamnya 2 buah pelat elektroda yang saling berhadapan dan dipisahkan oleh sebuah *insulator*. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai *insulator* dinamakan dielektrik. Ketika kapasitor diberikan tegangan DC maka energi listrik disimpan pada tiap elektrodanya. Selama kapasitor melakukan pengisian, arus mengalir. Aliran arus tersebut akan berhenti bila kapasitor telah penuh. Yang membedakan tiap - tiap kapasitor adalah dielektriknya. Berikut ini adalah jenis- jenis kapasitor yang banyak dijual dipasaran. (<http://Pintar-electronika.blogspot.com>)

2.3.4.1 Kapasitor Keramik

Kapasitor menggunakan bahan *titanium acid barium* untuk dielektriknya. Karena tidak dikonstruksi seperti koil maka komponen ini dapat digunakan pada rangkaian frekuensi tinggi. Biasanya digunakan untuk melewatkan sinyal frekuensi tinggi menuju ke *ground*. Kapasitor ini tidak baik digunakan untuk rangkaian analog, karena dapat mengubah bentuk sinyal. Jenis ini tidak mempunyai polaritas dan hanya tersedia dengan nilai kapasitor yang sangat kecil dibandingkan dengan kedua kapasitor diatas.

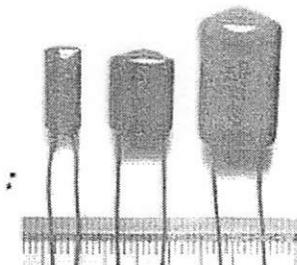


Gambar 2.13 Kapasitor Keramik

2.3.4.2 Kapasitor Polyester Film

Dielektrik dari kapasitor ini terbuat dari *polyester film*. Mempunyai karakteristik suhu yang lebih bagus dari semua jenis kapasitor di atas. Dapat digunakan untuk frekuensi tinggi. Biasanya jenis ini digunakan

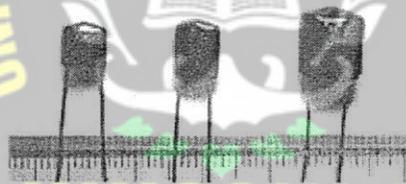
untuk rangkaian yang menggunakan frekuensi tinggi, dan rangkaian analog. Kapasitor ini biasanya disebut mylar dan mempunyai toleransi sebesar $\pm 5\%$ sampai $\pm 10\%$.



Gambar 2.14 Kapasitor Polyester Film

2.3.4.3 Kapasitor Polypropylene

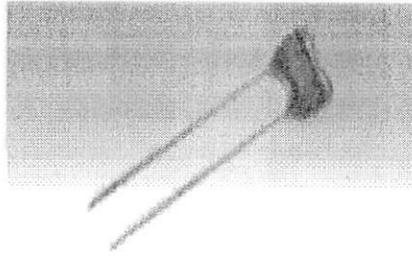
Kapasitor ini memiliki nilai toleransi yang lebih tinggi dari *polyester film capacitor*. Pada umumnya nilai kapasitansi dari komponen ini tidak akan berubah apabila dirancang disuatu sistem dimana frekuensi yang melaluinya lebih kecil atau sama dengan 100KHz. Pada gambar disamping ditunjukkan kapasitor *polypropylene* dengan toleransi $\pm 1\%$.



Gambar 2.15 Kapasitor Polypropylene

2.3.4.4 Kapasitor Mika

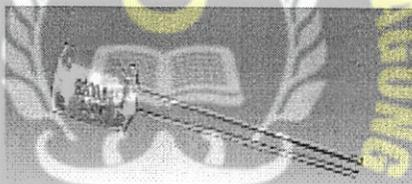
Jenis ini menggunakan mika sebagai bahan dielektriknya. Kapasitor mika mempunyai tingkat kestabilan yang bagus, karena temperatur koefisiennya rendah. Karena frekuensi karakteristiknya sangat bagus, biasanya kapasitor ini digunakan untuk rangkaian resonansi, filter untuk frekuensi tinggi dan rangkaian yang menggunakan tegangan tinggi misalnya: radio pemancar yang menggunakan tabung transistor. Kapasitor mika tidak mempunyai nilai kapasitansi yang tinggi, dan harganya relatif mahal.



Gambar 2.16 Kapasitor Mika

2.3.4.5 Kapasitor Polystyrene Film

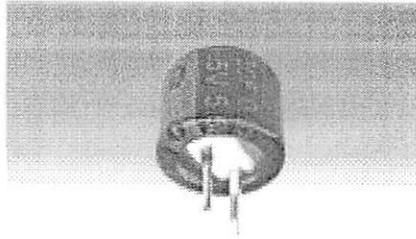
Dielektrik dari kapasitor ini menggunakan *polystyrene film*. Tipe ini tidak bisa digunakan untuk aplikasi yang menggunakan frekuensi tinggi, karena konstruksinya yang sama seperti kapasitor elektrolit yaitu seperti koil. Kapasitor ini baik untuk aplikasi pewaktu dan filter yang menggunakan frekuensi beberapa ratus KHz. Komponen ini mempunyai 2 warna untuk elektrodanya, yaitu: merah dan abu – abu. Untuk yang merah elektrodanya terbuat dari tembaga sedangkan warna abu – abu terbuat dari kertas alumunium.



Gambar 2.17 Kapasitor Polystyrene Film

2.3.4.6 Kapasitor Electric Double

Jenis kapasitor ini bahan dielektriknya sama dengan kapasitor elektrolit. Tetapi bedanya adalah ukuran kapasitornya lebih besar dibandingkan kapasitor elektrolit yang telah dijelaskan di atas. Biasanya mempunyai satuan F. Gambar bentuk fisiknya dapat dilihat di samping, pada gambar tersebut kapasitornya memiliki ukuran 0.47F. Kapasitor ini biasanya digunakan untuk rangkaian power supply.



Gambar 2.18 Kapasitor Electric Double

2.3.4.7 Kapasitor Trimmer

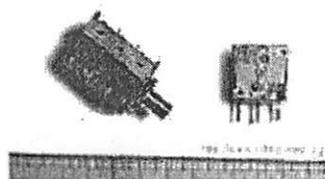
Kapasitor jenis ini menggunakan keramik atau plastik sebagai bahan dielektriknya. Nilai dari kapasitor dapat diubah – ubah dengan cara memutar sekrup yang berada di atasnya. Didalam pemutaran diharapkan menggunakan obeng yang khusus, agar tidak menimbulkan efek kapasitansi antara obeng dengan tangan.



Gambar 2.19 Kapasitor Trimer

2.3.4.8 Kapasitor Tuning

Kapasitor ini dinegara Jepang disebut sebagai “Varicons”, biasanya banyak sekali digunakan sebagai pemilih gelombang pada radio. Jenis dielektriknya menggunakan udara. Nilai kapasitansinya dapat dirubah dengan cara memutar gagang yang terdapat pada badan kapasitor kekanan atau kekiri.



Gambar 2.20 Kapasitor Tuning

2.4 Daya

2.4.1 Daya Listrik Arus Bolak balik

Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus. Daya dalam watt diserap oleh suatu beban pada setiap saat sama dengan jatuh tegangan pada beban tersebut (volt) dikalikan dengan arus yang mengalir lewat beban (ampere), atau (Ananda Adi Prasetyo, 2010)

$$P = V \cdot I \cos \phi \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan : $P = \text{Daya (Watt)}$

$I = \text{Arus (Ampere)}$

$V = \text{Tegangan (volt)}$

Perlu diingat bahwa arus dalam ampere adalah laju aliran listrik atau sama dengan jumlah coulomb setiap sekon. Oleh sebab itu, arus daya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Daya (Watt)} = \frac{\text{Coulomb} \times \text{volt}}{\text{Sekon}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan kata lain, watt adalah ukuran laju muatan listrik yang bergerak melalui suatu perbedaan potensial.

Dari hukum ohm $V = I \cdot Z$, harga V ini dapat disubstitusikan ke dalam persamaan (2.1) sehingga diperoleh rumus daya lainnya :

$$P = V \cdot I \cos \phi$$

$$= I \cdot I \cdot Z \cos \phi$$

$$P = I^2 \cdot Z \cos \phi$$

$$P = I^2 R \dots\dots\dots (2.5)$$

Rumus daya ketiga dapat diturunkan dari kenyataan oleh hukum ohm :

$$I = \frac{V}{Z} \dots\dots\dots (2.6)$$

Disubstitusikan kedalam persamaan :

$$P = I \cdot V \cos \phi$$

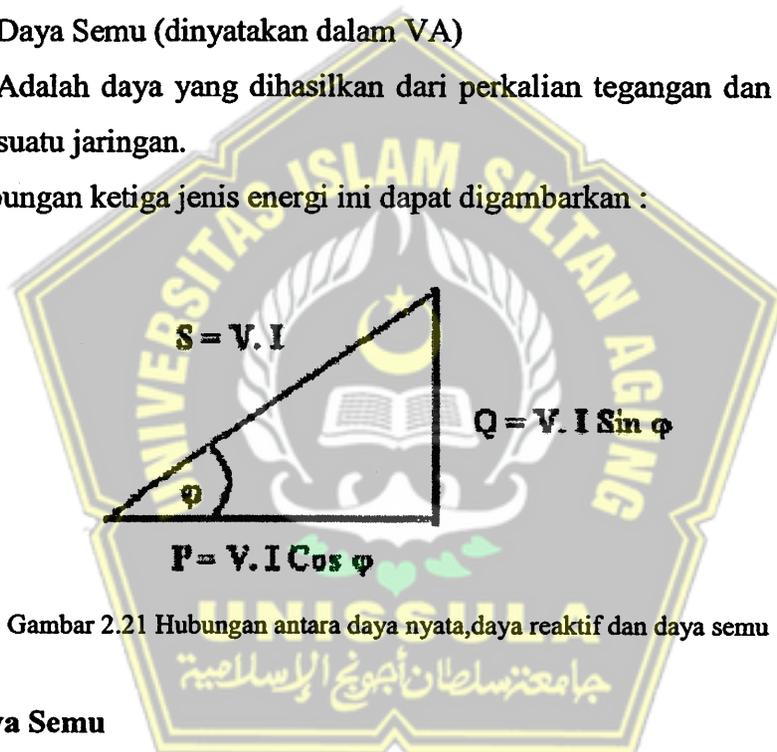
$$= \frac{V^2}{Z} \cos \phi$$

$$P = \frac{V^2}{Z} \dots\dots\dots (2.7)$$

Sebuah sumber AC mengeluarkan daya dalam bentuk daya aktif dan daya reaktif. Yang dapat dinyatakan sebagai berikut :

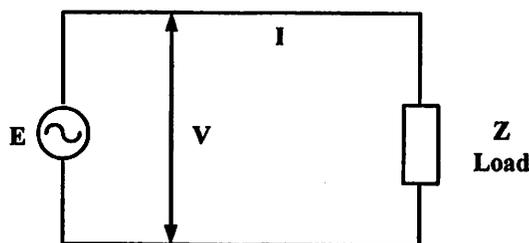
1. Daya Aktif (dinyatakan dalam Watt)
Adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya..
2. Daya Reaktif (dinyatakan dalam VAR)
Adalah energi yang diperlukan oleh peralatan yang bekerja dengan sistem elektromagnetik yaitu untuk membentuk medan magnetnya.
3. Daya Semu (dinyatakan dalam VA)
Adalah daya yang dihasilkan dari perkalian tegangan dan arus dalam suatu jaringan.

Hubungan ketiga jenis energi ini dapat digambarkan :



Gambar 2.21 Hubungan antara daya nyata, daya reaktif dan daya semu

2.4.2 Daya Semu



Gambar 2.22 Rangkaian Daya semu

$$V = |V| \angle \delta, I = |I| \angle -\theta \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Z = \frac{V}{I} \angle \delta + \theta = \frac{V}{I} \angle \phi$$

$$\begin{aligned} S &= |V| \cdot |I|^* \\ &= V \angle \delta \cdot I \angle \theta \\ &= V \cdot I \angle \delta + \theta = V \cdot I \angle \phi \\ &= |V| |I| \cos \phi + j |V| |I| \sin \phi \end{aligned}$$

$$S = P + j Q$$

$$|S| = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots (2.9)$$

Seperti terlihat pada gambar 2.22 dimana :

$$S = \text{Daya Semu (VA)}$$

$$P = |V| \cdot |I| \cos \phi = \text{Daya aktif (Watt)} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$Q = |V| \cdot |I| \sin \phi = \text{Daya reaktif (Var)} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$S = P + j Q \longrightarrow \phi = \text{tg}^{-1} \frac{P}{Q} \dots\dots\dots (2.12)$$

$\phi = \text{Positif} \longrightarrow \text{lagging (tertinggal)}$

$\phi = \text{Negatif} \longrightarrow \text{leading (mendahului)}$



Gambar 2.23 Diagram Fasor Aliran Daya

2.5 Faktor Daya

Dari grafik diatas dapat dilihat, faktor daya ($\cos \phi$) adalah perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA), yaitu :

$$\text{Faktor Daya} = \frac{P(KW)}{S(KVA)} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$PF = \frac{V.I \cos \varphi}{V.I} \longrightarrow Pf = \cos \varphi \dots\dots\dots(2.14)$$

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(2.15)$$

$$S = I^2 \cdot Z$$

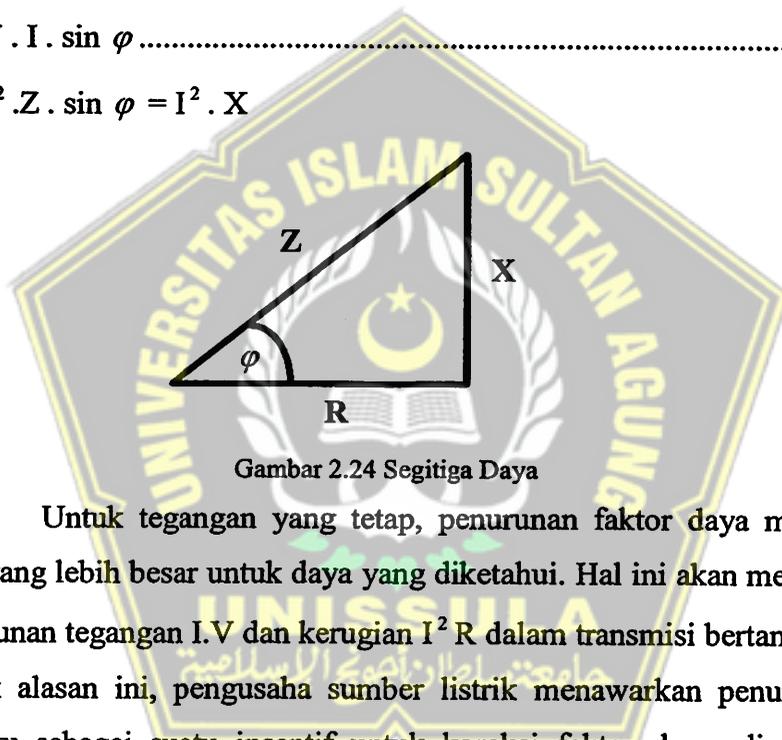
$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(2.16)$$

$$P = I^2 \cdot Z \cdot \cos \varphi$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \dots\dots\dots(2.17)$$

$$Q = I^2 \cdot Z \cdot \sin \varphi = I^2 \cdot X$$



Gambar 2.24 Segitiga Daya

Untuk tegangan yang tetap, penurunan faktor daya memerlukan arus yang lebih besar untuk daya yang diketahui. Hal ini akan menyebabkan penurunan tegangan $I \cdot V$ dan kerugian $I^2 R$ dalam transmisi bertambah besar. Untuk alasan ini, pengusaha sumber listrik menawarkan penurunan tarif tertentu sebagai suatu insentif untuk koreksi faktor daya, disamping itu kapasitas generator dibatasi oleh faktor-faktor daya yang rendah dari instansi pemakai.

Dengan nilai $\cos \varphi$ yang tinggi, akan berpengaruh pada penghematan energi. Karena $\cos \varphi$ yang tinggi akan mengoptimalkan daya yang didapat dari PLN, serta menghindari terkena denda biaya kelebihan KVAR. (Ananda Adi Prasetyo, 2010)

2.5.1 Penyebab Rendahnya Faktor Daya

Faktor-faktor daya yang rendah dihasilkan seperti motor induksi, terutama pada beban-beban rendah, dan unit-unit balas (ballast) dari lampu pelepas (discharge lighting) yang memerlukan arus magnetisasi reaktif untuk gerakannya. Medan magnet dari peralatan seperti ini memerlukan arus yang tidak melakukan kerja yang bermanfaat dan tidak mengakibatkan panas tetapi yang diperlukan hanyalah untuk membangkitkan medan magnet listrik. Walaupun arus dikembalikan ke sumber, jika medan listrik turun mendadak perlu menambahkan penampang kabel dan instalasi untuk membawa arus ini. (Ananda Adi Prasetyo, 2010)

Cara lain untuk melihat permasalahan ini adalah menyadari bahwa suatu faktor daya yang buruk menyebabkan tegangan dan arus berlawanan fase sehingga perkaliannya tidak menghasilkan daya dalam watt, tetapi dalam volt-ampere. Suatu kelebihan dari instalasi kapasitor yang paralel akan menghasilkan suatu faktor daya yang lebih baik.

Prinsip dasar dari peningkatan faktor daya adalah menyuntikkan suatu arus dengan fase mendahului ke dalam rangkaian agar menetralkan efek arus magnetisasi yang ketinggalan fase. Dalam kondisi-kondisi ini energi yang dibutuhkan oleh medan magnet bersirkulasi diantara peralatan koreksi dan instalasi yang dikoreksi sebagai pengganti instalasi dari sumber. Karena biaya instalasi koreksi bertambah jika faktor daya mendekati satu, hal ini normal jika membatasi peningkatan ini sampai 0,95

2.5.2 Instalasi Peningkatan Faktor Daya

Apabila terdapat masalah koreksi faktor daya, peningkatannya dipengaruhi oleh pemasangan kapasitor statistik atau motor – motor sinkron. Bila sebuah pabrik memiliki sebuah motor induksi, pilihan harus agar apa yang diinginkan adalah peningkatan masing-masing atau terpusat. Keputusan yang tepat adalah menempatkan sebuah kapasitor antara terminal masing-masing motor induksi, tetapi mungkin hal ini tidak ekonomis bila motor-motor seperti ini banyak terlibat (Ananda Adi Prasetyo, 2010)

2.5.3 Perbaikan Faktor Daya dengan Menggunakan Kapasitor

Dilihat dari persamaan diatas, sebelum pemasangan kapasitor didapat :

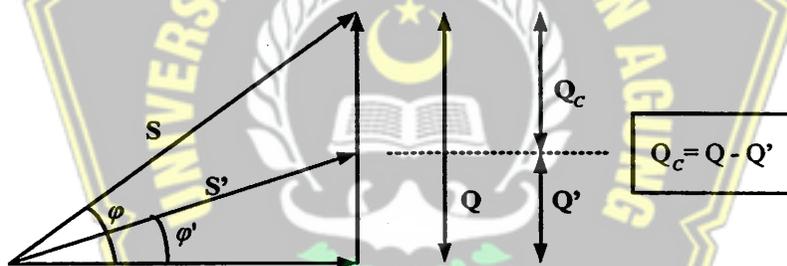
$$S = P + jQ$$

Kemudian setelah pemasangan kapasitor, dengan menaikkan $\cos \phi$ akan didapatkan persamaan baru :

$$S' = P + j(Q - Q_c)$$

$$S' = P + jQ \dots \dots \dots (2.18)$$

Dengan dipasangnya kapasitor maka kita dapat memperbaiki $\cos \phi$ sesuai dengan yang kita inginkan dari $\cos \phi$ sebelumnya yang masih dibawah standart yang diizinkan oleh PLN (0,85). Agar dicapai $\cos \phi$ ideal (mendekati 1) maka kita perlu mencari daya reaktif yang perlu diperlukan (Q_c). Untuk lebih jelasnya, perbaikan $\cos \phi$ dengan menggunakan koreksi faktor daya digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.25 Perbaikan Faktor Daya

Jadi untuk mencapai daya reaktif yang diperlukan kita gunakan rumus :

$$Q_c = Q - Q' \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan

$$Q = P \tan \phi$$

$$Q' = P \tan \phi'$$

Atau

$$Q_c = P (\tan \phi - \tan \phi') \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan Gambar 2.19 :

S = Daya semu sebelum pemasangan kapasitor (VA)

S' = Daya semu sesudah pemasangan kapasitor (VA)

- P = Daya aktif (Watt)
 Q = Daya reaktif sebelum pemasangan kapasitor (Var)
 Q' = Daya reaktif sesudah pemasangan kapasitor (Var)
 Q_c = Daya yang bisa dihemat dengan pemasangan kapasitor
 (menaikkan $\cos \varphi$)
 φ = Sudut daya sebelum pemasangan kapasitor
 φ' = Sudut daya setelah pemasangan kapasitor

2.6 Menentukan Nilai Kapasitor

Kapasitor adalah komponen yang hanya dapat menyimpan dan memberikan energi yang terbatas yaitu sesuai dengan kapasitasnya, pada dasarnya kapasitor terdiri atas dua keping sejajar yang dipisahkan oleh medium dielektrik. Kapasitor pada sistem daya listrik menimbulkan daya reaktif untuk memperbaiki tegangan dan faktor daya, karenanya menambah kapasitor sistem akan mengurangi kerugian. Dalam kapasitor seri daya reaktif sebanding dengan kuadrat arus beban, sedang pada kapasitor paralel sebanding dengan kuadrat tegangan. Pemasangan peralatan kapasitor seri dan paralel pada jaringan distribusi mengakibatkan losses akibat aliran daya reaktif pada saluran dapat dikurangi sehingga kebutuhan arus menurun dan tegangan mengalami kenaikan sehingga kapasitas sistem bertambah. Kapasitor seri tidak digunakan secara luas dalam saluran distribusi, karena adanya berbagai permasalahan resonansi distribusi dalam transformator. (Ananda Adi Prasetyo, 2010)

- a. Manfaat penggunaan kapasitor paralel:

Mengurangi kerugian

Memperbaiki kondisi tegangan

Mempertinggi kapasitas pembebanan jaringan

- b. Untuk menghitung besarnya nilai kapasitor menggunakan rumus :

$$X_c = \frac{V}{I} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (A)

X_c = Reaktansi Kapasitif (Ω)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

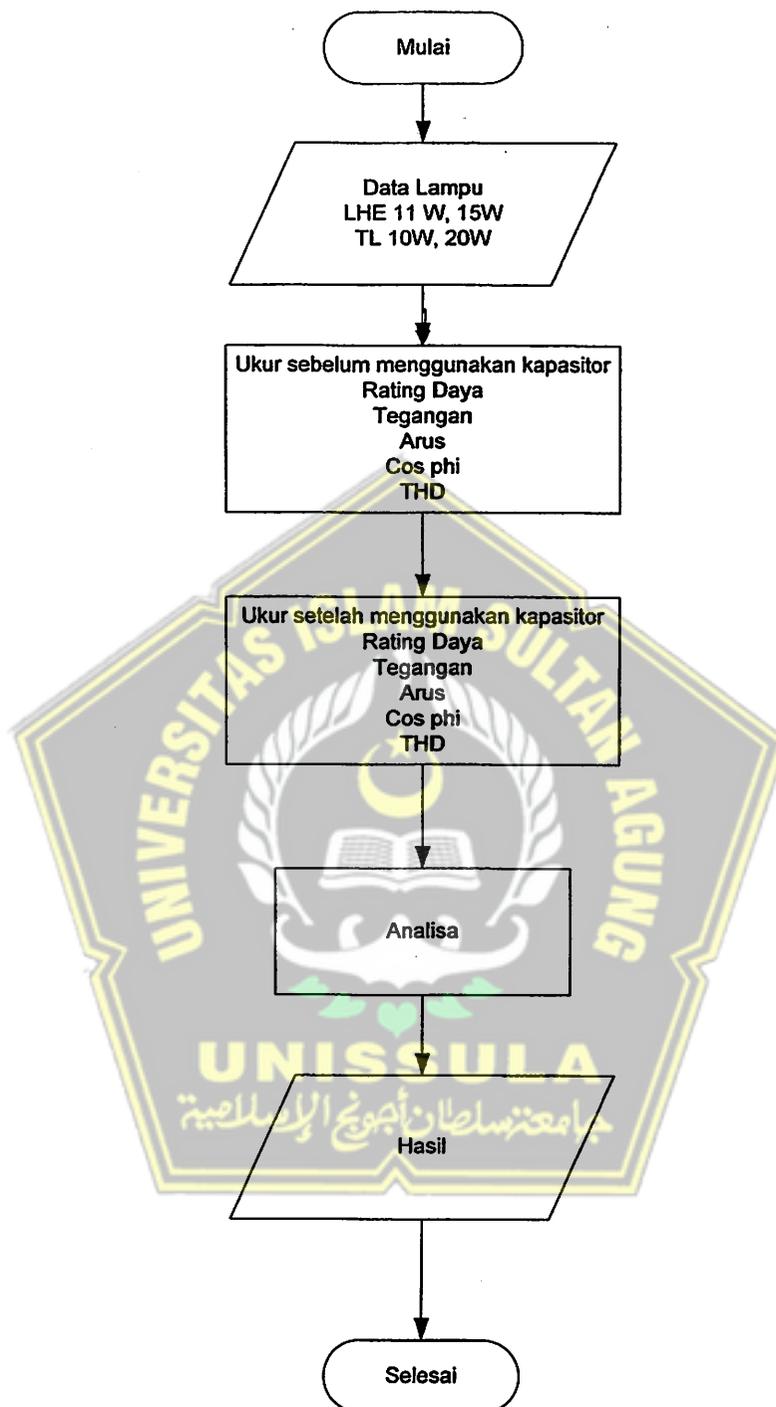
Sebelum melakukan penelitian, maka penulis harus terlebih dahulu menentukan jenis metode dalam penelitian. Tentunya metode penelitian yang diperoleh harus sesuai prosedur, alat serta desain penelitian yang digunakan. Prosedur serta alat yang digunakan harus sesuai dengan metode penelitian karena didalam melakukan penelitian pengaruh kapasitor terhadap lampu hemat energi , maka terlebih dahulu memberikan suatu diagram alur yang dapat memberikan gambaran logika secara sistematis.

Prosedur memberikan urutan percobaan yang harus dilakukan dalam suatu penelitian. Sedangkan metode penelitian memandu peneliti tentang bagaimana urutan penelitian.

Untuk memberikan hasil yang akurat dan jelas maka peneliti menggunakan metode eksperimen. Dengan alasan bahwa eksperimen adalah dibawah kondisi buatan dimana kondisi tersebut diatur dan dibuat si peneliti.

Metode eksperimen sering digunakan dalam penelitian ilmu-ilmu eksakta. Tujuan penelitian untuk menentukan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut.dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen.

3.2 Flowchart Alur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

3.3 Obyek Penelitian

Obyek penelitian berupa suatu sampel data yang akan diteliti sehingga hasil penelitian dari sampel tersebut dapat diolah sesuai dengan tujuan penelitian tersebut dan tingkatan harga lampu SL dan lampu TL

Adapun sampel data lampu yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Lampu SL

Jumlah Lampu	Daya (Watt)	Merek
3	5	Cosco
3	9	Cosco
3	11	Cosco

Tabel 3.2 Data Lampu TL

Jumlah	Daya (Watt)	Merek
3 Lampu TL	10	Philips
3 Balas	10	Sinar
1 Lampu	20	Philips
1 Ballast	20	Sinar

3.4 Merencanakan Percobaan

Didalam merencanakan percobaan peneliti harus menentukan waktu dan tempat percobaan, langkah-langkah percobaan dan desain percobaan

a. Waktu dan tempat percobaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember sampai dengan bulan April-Mei 2010 di Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung.

b. Langkah Percobaan

1. Menentukan daya lampu sehingga dapat diketahui perbedaan daya lampu

2. Menyiapkan alat ukur yang akan digunakan yaitu Power Quality Analyzer
3. Nilai yang didapat dari pengukuran lampu akan digunakan untuk melihat bagaimana karakteristik harmonisa yang ada

c. **Desain Percobaan**

Sebelum melakukan percobaan maka harus terlebih dahulu membuat langkah-langkah utuh dan berurutan sehingga keterangan yang ingin diperoleh dari percobaan akan mempunyai hubungan yang nyata dengan masalah penelitian. Dengan adanya desain percobaan maka kemungkinan akan diperoleh data yang cocok serta dapat dianalisa secara objektif

1. Menyiapkan Lampu
2. Mengukur daya, tegangan, arus, arus netral THD, $\cos \phi$
3. Hasil pengukuran tersebut dapat diketahui apakah daya yang diserap lampu mempengaruhi harmonisa

3.5 Melaksanakan Percobaan

Setelah tahap perencanaan selesai dan desain yang cocok telah dipilih, maka saatnya untuk melakukan percobaan. Pertama kali yang diperlukan adalah pengenalan terhadap material agar percobaan tidak ada hambatan.

1. **Alat Untuk Percobaan**

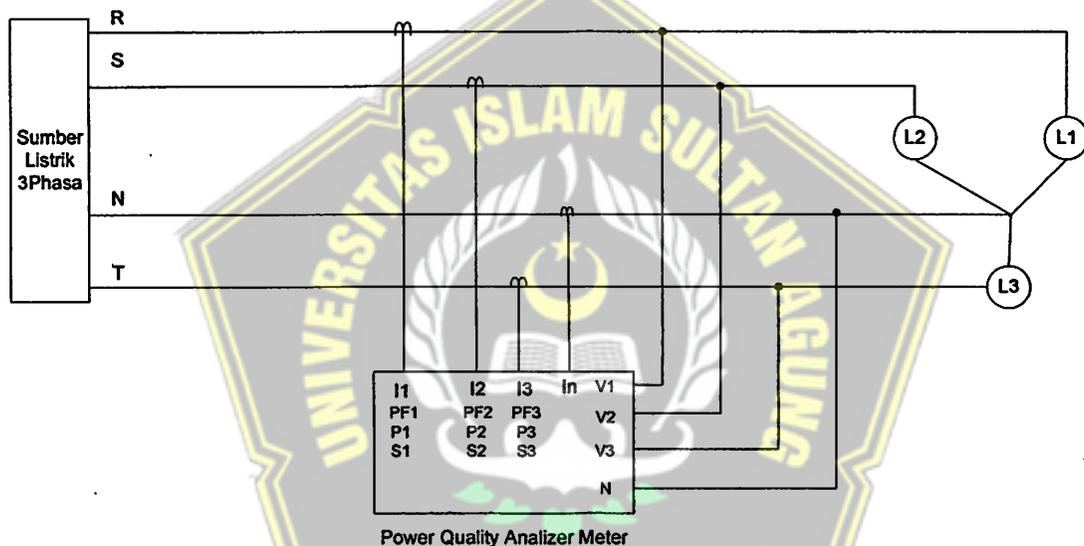
1. Lampu SL dan TL
2. Power Quality Analyzer
3. Fiting Lampu
4. Kabel
5. Kapasitor

2. **Langkah Percobaan**

Lampu SL

1. Merangkai peralatan dan bahan penelitian seperti pada gambar 3.2 dibawah ini

2. Mengukur dan mencatat besaran tegangan, arus listrik, arus netral, ferkuensi
3. Memperhatikan bentuk gelombang tegangan dan arus listrik.
4. Mengukur dan mencatat Total Harmonics Distortion (THD).
5. Mengukur dan mencatat daya dan faktor daya.
6. Mengirim data penelitian yang diperoleh ke laptop
7. Mengulangi langkah (1-6) untuk lampu dengan rating daya yang berbeda.
8. Mengolah hasil percobaan
9. Membuat kesimpulan hasil percobaan

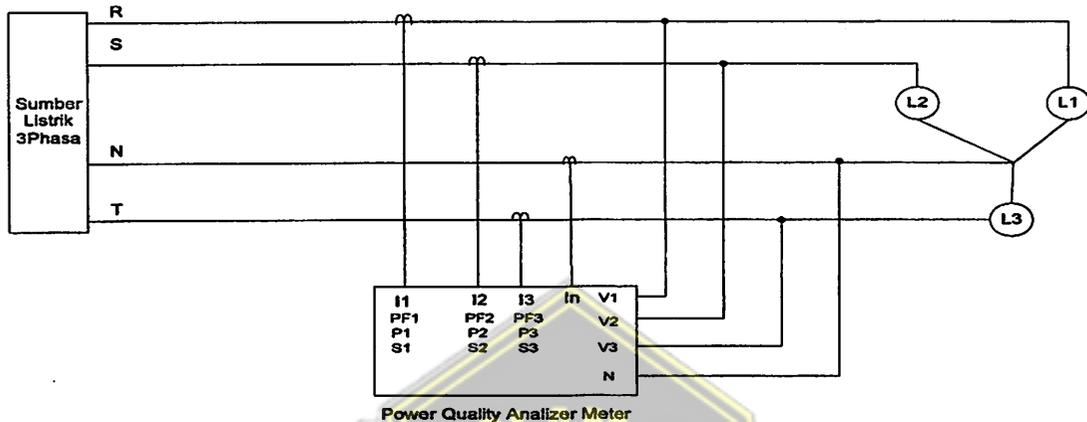


Gambar 3.2 Rangkaian Percobaan Lampu SL

Lampu TL sebelum menggunakan kapasitor

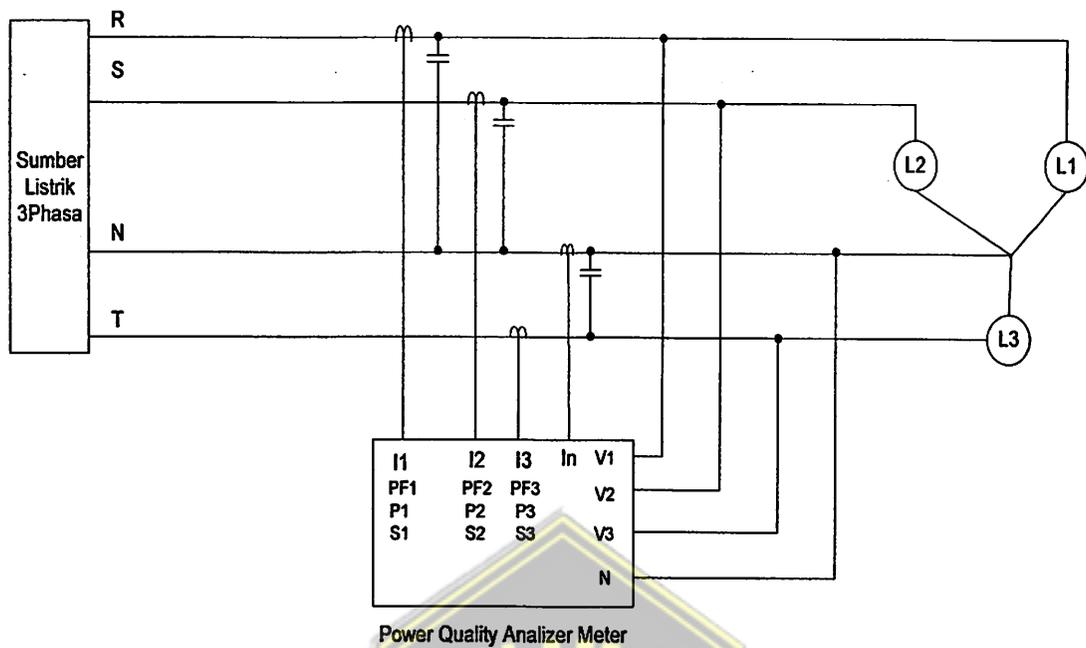
1. Merangkai peralatan dan bahan penelitian seperti pada gambar 3.3 dibawah ini dengan daya lampu yang sama
2. Mengukur dan mencatat besaran tegangan, arus listrik, arus netral, ferkuensi
3. Memperhatikan bentuk gelombang tegangan dan arus listrik.
4. Mengukur dan mencatat Total Harmonics Distortion (THD).
5. Mengukur dan mencatat daya dan faktor daya.
6. Mengirim data penelitian yang diperoleh ke laptop

7. Mengulangi langkah (1-6) untuk lampu dengan rating daya yang berbeda
8. Mengolah hasil percobaan
9. Membuat kesimpulan

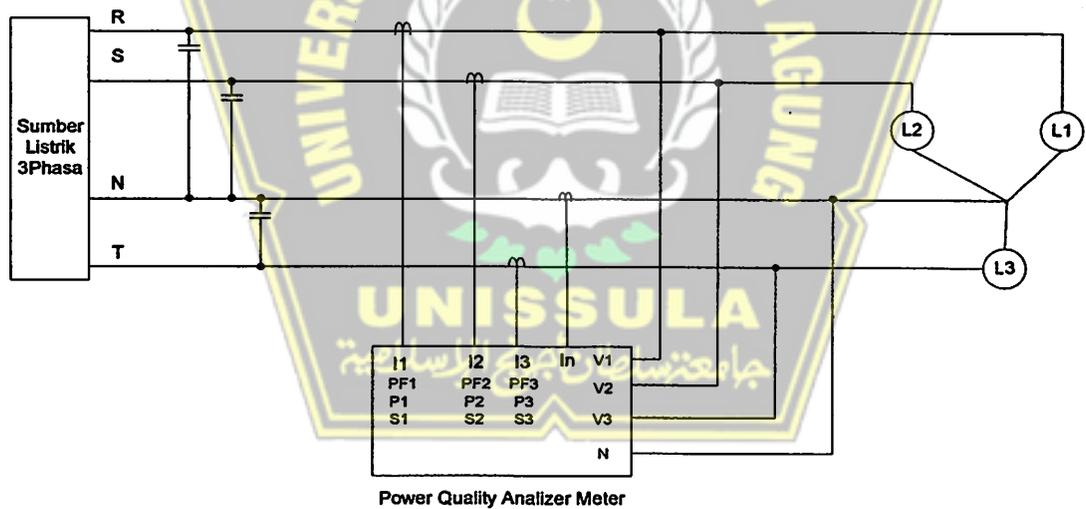


Gambar 3.3 Rangkaian Percobaan Lampu TL Sebelum Menggunakan Kapasitor
Lampu TL sesudah menggunakan kapasitor

1. Merangkai peralatan dan bahan penelitian seperti pada gambar 3.4 dan 3.5 dibawah ini dengan daya lampu yang sama
2. Mengukur dan mencatat besaran tegangan, arus listrik, arus netral, ferkuensi
3. Memperhatikan bentuk gelombang tegangan dan arus listrik.
4. Mengukur dan mencatat Total Harmonics Distortion (THD).
5. Mengukur dan mencatat daya dan faktor daya.
6. Mengirim data penelitian yang diperoleh ke laptop
7. Mengulangi langkah (1-6) untuk lampu dengan rating daya yang berbeda
8. Mengolah hasil percobaan
9. Membuat kesimpulan



Gambar 3.4 Rangkaian Percobaan Lampu TL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

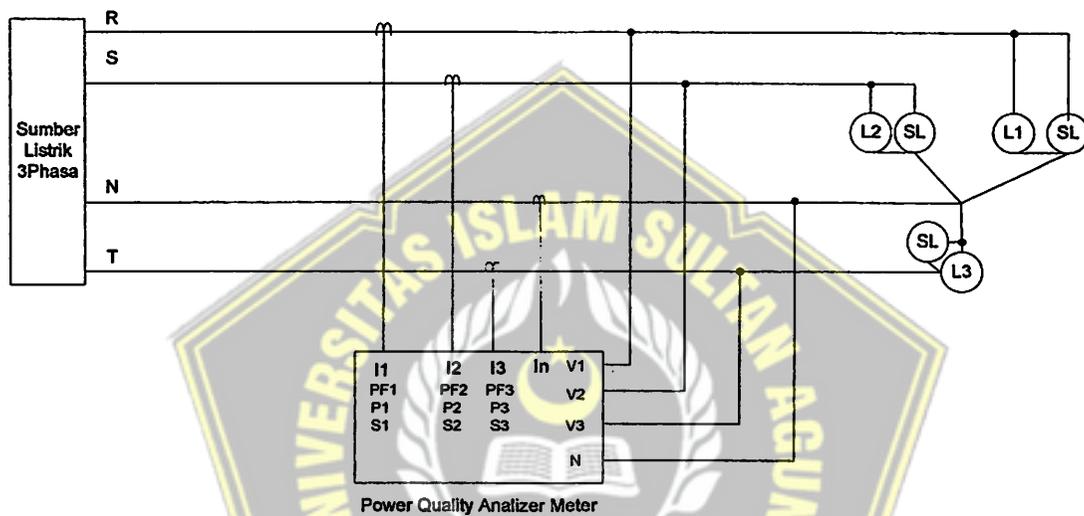


Gambar 3.5 Rangkaian Percobaan Lampu TL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

Lampu TL diparael SL sebelum menggunakan kapasitor

1. Merangkai peralatan dan bahan penelitian seperti pada gambar 3.6 dibawah ini dengan daya lampu yang sama

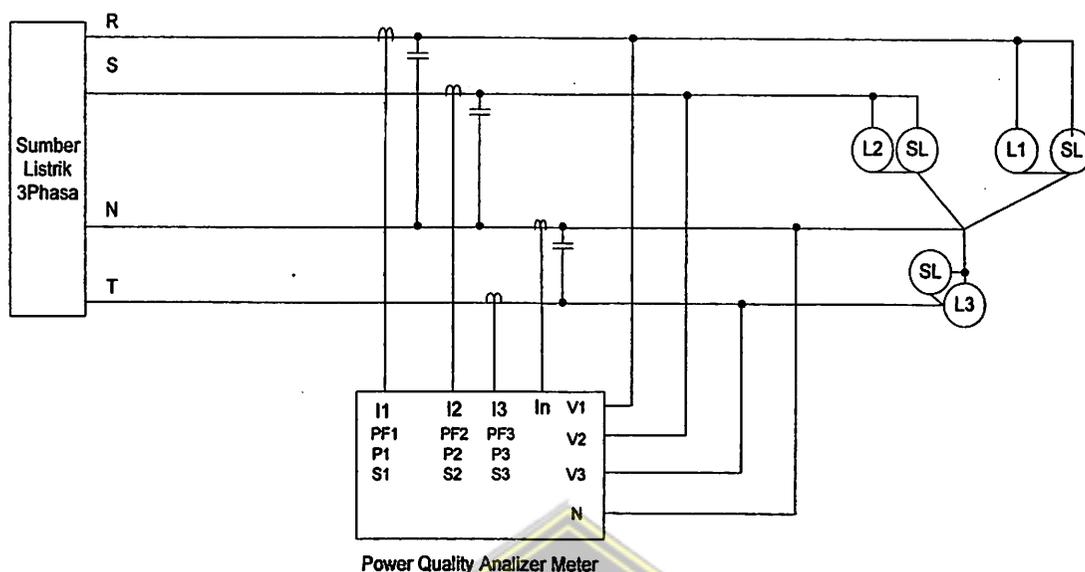
2. Mengukur dan mencatat besaran tegangan, arus listrik, arus netral, ferkuensi
3. Memperhatikan bentuk gelombang tegangan dan arus listrik.
4. Mengukur dan mencatat Total Harmonics Distortion (THD).
5. Mengukur dan mencatat daya dan faktor daya.
6. Mengirim data penelitian yang diperoleh ke laptop
7. Mengolah hasil percobaan
8. Membuat kesimpulan



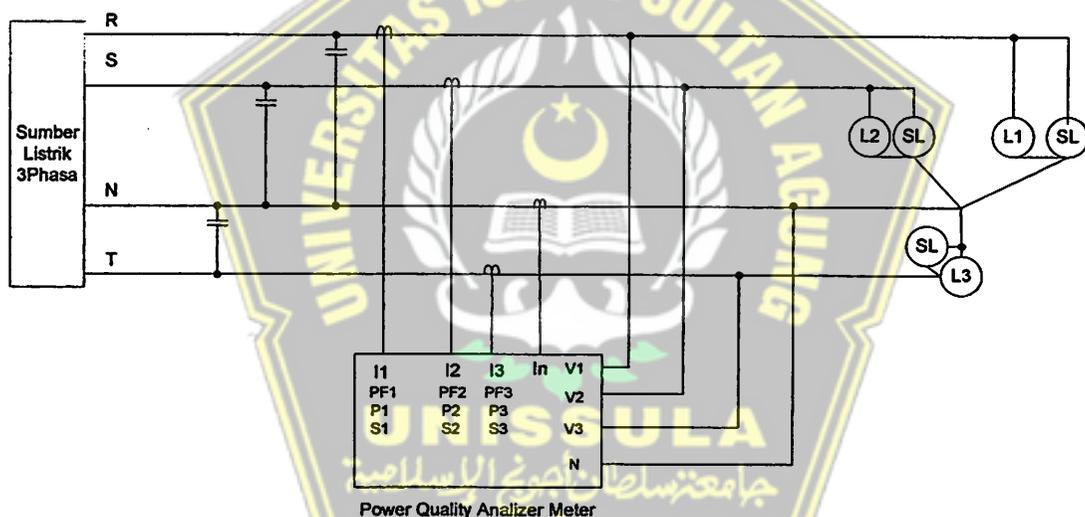
Gambar 3.6 Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor

Lampu TL diparael SL sesudah menggunakan kapasitor

1. Merangkai peralatan dan bahan penelitian seperti pada gambar 3.7 dan 3.8 dibawah ini dengan daya lampu yang sama
2. Mengukur dan mencatat besaran tegangan, arus listrik, arus netral, ferkuensi
3. Memperhatikan bentuk gelombang tegangan dan arus listrik.
4. Mengukur dan mencatat Total Harmonics Distortion (THD).
5. Mengukur dan mencatat daya dan faktor daya.
6. Mengirim data penelitian yang diperoleh ke laptop
7. Mengolah hasil percobaan
8. Membuat kesimpulan



Gambar 3.7 Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



Gambar 3.8 Rangkaian Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

3.6 Data Penelitian

Pada tahap ini untuk pengambilan data harus melakukan penelitian pengukuran pada lampu hemat energi dengan daya 5W, 9W, 11 dengan beban seimbang dan tidak seimbang, pengukuran pada lampu TL dengan beban seimbang sebelum dan sesudah menggunakan kapasitor, yang mana dalam melakukan pengukuran dibimbing oleh asisten laboratorium teknik

elektro bagian koordinator sistem tenaga.. Kemudian hasil pengukuran ditulis dan ditransfer ke komputer. Sehingga semua informasi pengukuran dapat disimpan dan diolah tanpa harus khawatir akan kehilangan data, apabila data hanya ditulis dengan tangan .

1. Lampu Hemat Energi / SL

Data pengukuran pembebanan Lampu Hemat Energi telah dilaksanakan pekerjaan pengukuran pembebanan lampu seimbang $11W+11W+11W$ dan pembebanan lampu tidak seimbang $11W+15W+15W$

2. Lampu TL

Data pengukuran pembebanan lampu TL telah dilaksanakan pekerjaan pengukuran pembebanan lampu seimbang $10W+10W+10W$ dan pembebanan lampu tidak seimbang $10W+10W+20W$ sebelum menggunakan kapasitor dan sesudah menggunakan kapasitor

3. Lampu TL dipararel SL

Data pengukuran pembebanan lampu TL di pararel SL telah dilaksanakan pekerjaan pengukuran pembebanan lampu seimbang $10W+10W+10W$ sebelum menggunakan kapasitor dan sesudah menggunakan kapasitor

3.7 Pengolahan Data Penelitian

Untuk pengolahan data hasil pengukuran, data yang didapat pada penelitian akan diolah sesuai dengan hasil penelitian yang telah diukur. Pada tahapan ini data-data hasil pengukuran akan dibandingkan dengan perhitungan untuk mendapatkan gambaran mengenai prosentase kesalahan dan penyimpangan hasil pengukuran terhadap perhitungan. Data hasil pengukuran kemudian dianalisa lebih lanjut.

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

Dalam bab ini pada dasarnya bertujuan untuk mengamati hasil pengukuran, sehingga dapat diketahui sejauh mana pengukuran in secara maksimal dan sesuai dengan apa yang dikehendaki. Pada pengukuran yang sangat penting adalah pada bagian pengukuran yang cukup kritis misalnya pada pengukuran lampu TL. Dengan mendapatkan parameter tersebut dapat diasumsikan untuk rangkaian secara keseluruhan akan dapat bekerja apabila komponen utama tersebut sudah diuji dan dapat difungsikan secara baik.

Pengamatan dan pengukuran pada bab ini dapat dilakukan analisa terhadap tegangan, arus. Dimana akan dianalisa mengenai :

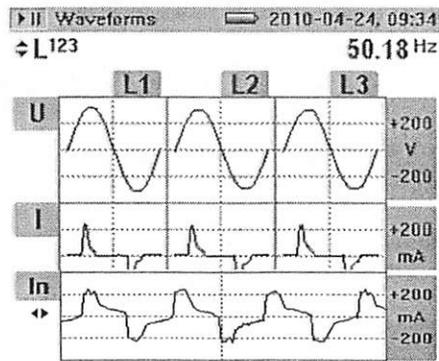
1. Bentuk gelombang
2. Tegangan dan arus
3. THD

4.1 Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Seimbang

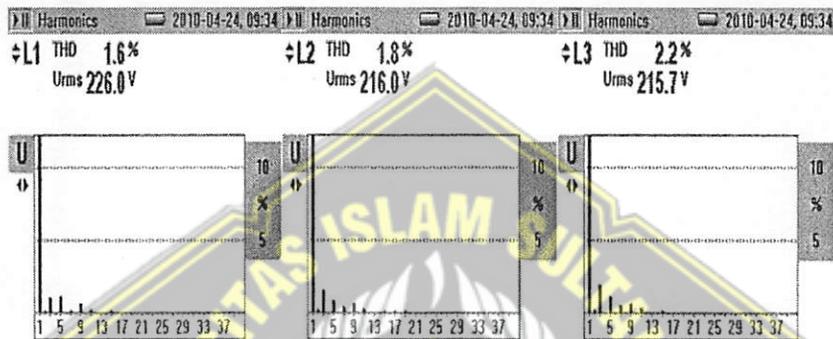
4.1.1 Data Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Seimbang

Tabel 4.1 Hasil pengukuran gambar 3.2 Lampu SL beban seimbang dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (11W)	226.9	0.08	0.13	50.20	10	17	-4	0.562	0.919	1.6	99.4	99.9
Lampu 2 (11W)	216.3	0.08			9	16	-4	0.573	0.899	1.8	99.4	99.9
Lampu 3 (11W)	216.0	0.08			10	16	-4	0.605	0.923	2.2	99.4	99.9



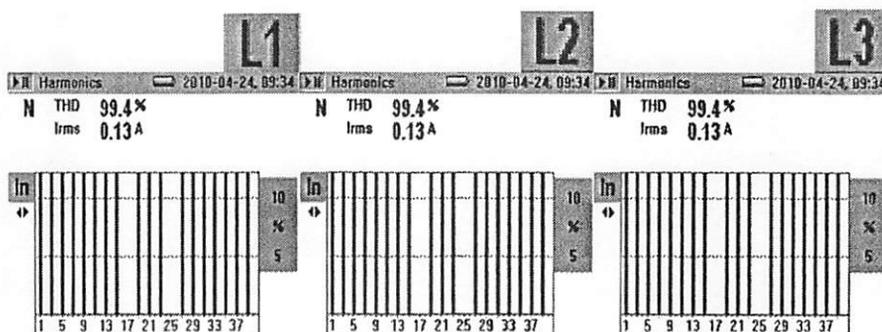
Gambar 4.1 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang



Gambar 4.2 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang



Gambar 4.3 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang



Gambar 4.4 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang

4.1.2 Rumus dan Perhitungan Lampu SL Beban Seimbang

Lampu 1

$P = 10 \text{ W}$ Tegangan = 226,9 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{10}{226,9 \times 0,08}$$

$$\cos\phi = 0,551$$

Lampu 2

$P = 9 \text{ W}$ Tegangan = 216,3 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{9}{216,3 \times 0,08}$$

$$\cos\phi = 0,520$$

Lampu 3

$P = 10 \text{ W}$ Tegangan = 216 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{10}{216 \times 0,08}$$

$$\cos\phi = 0,579$$

4.1.3 Analisa Lampu SL Beban Seimbang

Dari hasil percobaan lampu SL beban seimbang pada gambar 3.2 maka dapat dianalisa bahwa bentuk dari gelombang tegangan seperti gambar 4.1 untuk lampu 1,2 dan 3 berbentuk sinusoidal, akan tetapi gelombang tersebut mengalami distorsi harmonisa yang sangat kecil pada tabel 4.1 dengan THD tegangan untuk lampu 1 sebesar 1,6%, lampu 2 sebesar 1,8% dan lampu 3 sebesar 2,2%.

Bentuk gelombang arus juga mengalami distorsi seperti gambar 4.1 dikarenakan didalam lampu SL terdapat balas elektronik yang menyebabkan timbulnya harmonisa sehingga bentuk dari gelombang arus tidak berbentuk sinusoidal lagi, baik lampu 1, lampu 2, maupun lampu 3 pada tabel 4.1 dengan THD arus untuk lampu 1, lampu 2 dan lampu 3 sebesar 99,9%.

Arus netral timbul karena adanya penjumlahan arus harmonisa yaitu arus fundamental ditambah dengan arus- arus harmonisa. Bentuk dari gelombang arus netral seperti yang terlihat pada gambar 4.1 mengalami distorsi dan tidak berbentuk sinusoidal dikarenakan pengaruh dari THD arus netral yaitu sebesar 99,4% pada tabel 4.1

Untuk nilai arus pada tabel 4.1 dari ketiga lampu yang kecil yaitu untuk lampu 1, lampu 2 dan lampu 3 sebesar 0.08A karena pengaruh dari ballast elektronik menyebabkan nilai dari THD arus untuk ketiga lampu sama sebesar 99,4% seperti pada tabel 4.1. Rangkaian ballast elektronik pada lampu SL menyebabkan amplitudo dari spektrum harmonisa arus menjadi besar dan nilai harmonisa juga besar yaitu 38 yang bisa terbaca oleh power quality analyzer, akan tetapi nilai harmonisa tersebut mencapai nilai harmonisa ke-n seperti yang terlihat pada gambar 4.3, begitu pula sama halnya dengan amplitudo dan nilai harmonisa untuk spektrum harmonisa arus netral seperti yang terlihat pada gambar 4.4.

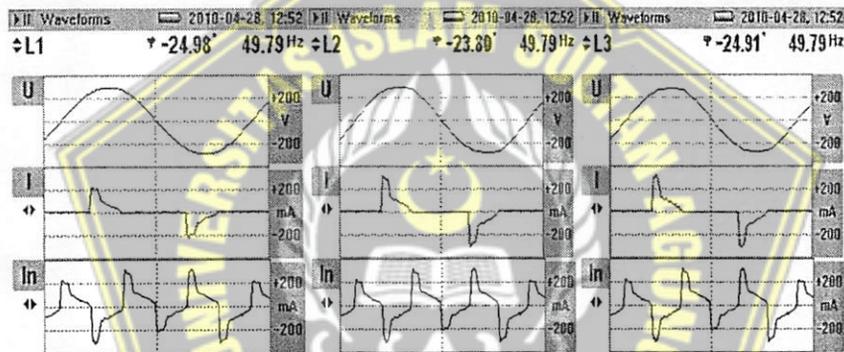
Untuk nilai $\cos \phi$ pada tabel 4.1 nilai dari hasil pengukuran untuk lampu 1 sebesar 0.919, lampu 2 sebesar 0,899 dan lampu 3 sebesar 0,923 sedangkan dari hasil perhitungan $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,551, lampu 2 sebesar 0,520 dan lampu 3 sebesar 0,579 dikarenakan nilai arus seperti pada tabel 4.1 merupakan hasil penjumlahan arus fundamental dan nilai arus harmonisa.

4.2 Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Tidak Seimbang

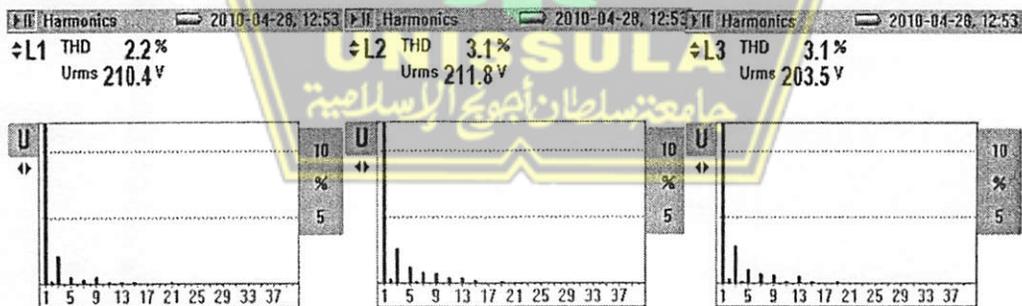
4.2.1 Data Hasil Pengukuran Lampu SL Beban Tidak Seimbang

Tabel 4.2 Hasil pengukuran gambar 3.2 lampu SL beban tidak seimbang dengan rating daya berbeda

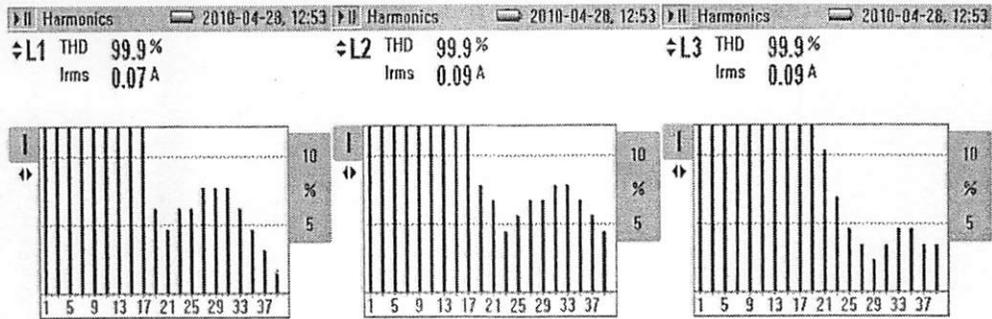
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	F (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (11W)	210.2	0.07	0.15	49.79	8	14	-3	0.584	0.915	2.2	99.4	99.9
Lampu 2 (15W)	209.7	0.09			12	19	-4	0.610	0.924	3.1	99.4	99.9
Lampu 3 (15W)	203.8	0.09			11	19	-4	0.591	0.916	3.1	99.4	99.4



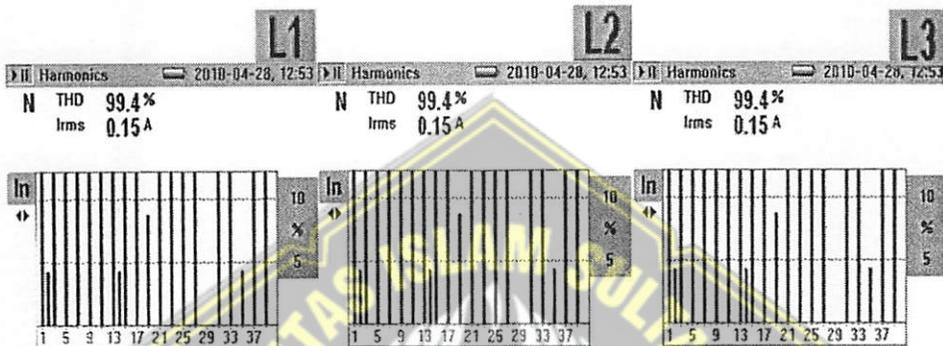
Gambar 4.5 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang



Gambar 4.6 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang



Gambar 4.7 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang



Gambar 4.8 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu SL Beban Tidak Seimbang

4.2.2 Rumus dan Perhitungan Lampu SL Beban Tidak Seimbang

Lampu 1

$P = 8 \text{ W}$ Tegangan = 210,2 Volt Arus 0,07 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{8}{210,2 \times 0,07}$$

$$\cos \varphi = 0,543$$

Lampu 2

$P = 12 \text{ W}$ Tegangan = 209,7 Volt Arus 0,09 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{12}{209,7 \times 0,09}$$

$$\cos \varphi = 0,636$$

Lampu 3

$P = 11 \text{ W}$ Tegangan = 203,8 Volt Arus 0,09 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{11}{203,8 \times 0,09}$$

$$\cos\phi = 0,599$$

4.2.3 Analisa Lampu SL Beban Tidak Seimbang

Dari hasil percobaan lampu SL beban tidak seimbang pada gambar 3.2 maka dapat dianalisa bahwa bentuk dari gelombang tegangan seperti gambar 4.5 untuk lampu 1,2 dan 3 berbentuk sinusoidal, akan tetapi gelombang tersebut mengalami distorsi harmonisa yang sangat kecil pada tabel 4.2 dengan THD tegangan untuk lampu 1 sebesar 2,2%, lampu 2 sebesar 3,1% dan lampu 3 sebesar 3,1%.

Bentuk gelombang arus juga mengalami distorsi seperti gambar 4.5 dikarenakan didalam lampu SL terdapat balas elektronik yang menyebabkan timbulnya harmonisa sehingga bentuk dari gelombang arus tidak berbentuk sinusoidal lagi, baik lampu 1, lampu 2, maupun lampu 3 pada tabel 4.2 dengan THD arus untuk lampu 1 sebesar 99,9%, lampu 2 sebesar 99,9% dan lampu 3 sebesar 99,4%.

Arus netral timbul karena adanya penjumlahan arus harmonisa yaitu arus fundamental ditambah dengan arus- arus harmonisa. Bentuk dari gelombang arus netral seperti yang terlihat pada gambar 4.5 mengalami distorsi dan tidak berbentuk sinusoidal dikarenakan pengaruh dari THD arus netral yaitu sebesar 99,4% pada tabel 4.2

Untuk nilai arus pada tabel 4.2 dari ketiga lampu yang kecil yaitu untuk lampu 1 sebesar 0,07A, lampu 2 sebesar 0,09A dan lampu 3 sebesar 0.09A karena pengaruh dari ballast elektronik menyebabkan nilai dari THD arus seperti pada tabel 4.2 untuk untuk lampu 1 sebesar 99,9%, lampu 2 sebesar 99,9% dan lampu 3 sebesar 99,4%. Rangkaian ballast elektronik

pada lampu SL menyebabkan amplitudo dari spektrum harmonisa arus menjadi besar dan nilai harmonisa juga besar yaitu 38 yang bisa terbaca oleh power quality analyzer, akan tetapi nilai harmonisa tersebut mencapai nilai harmonisa ke-n seperti yang terlihat pada gambar 4.7, begitu pula sama halnya dengan amplitudo dan nilai harmonisa untuk spektrum harmonisa arus netral seperti yang terlihat pada gambar 4.8.

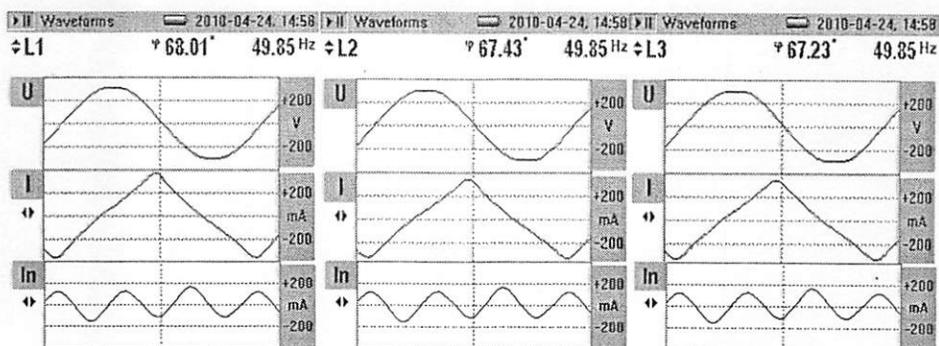
Untuk nilai $\cos \phi$ pada tabel 4.2 dari hasil pengukuran untuk lampu 1 sebesar 0.915, lampu 2 sebesar 0,924 dan lampu 3 sebesar 0,916 sedangkan nilai dari hasil perhitungan $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,543, lampu 2 sebesar 0,636 dan lampu 3 sebesar 0,599 dikarenakan nilai arus seperti pada tabel 4.2 merupakan hasil penjumlahan arus fundamental dan nilai arus harmonisa.

4.3 Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang

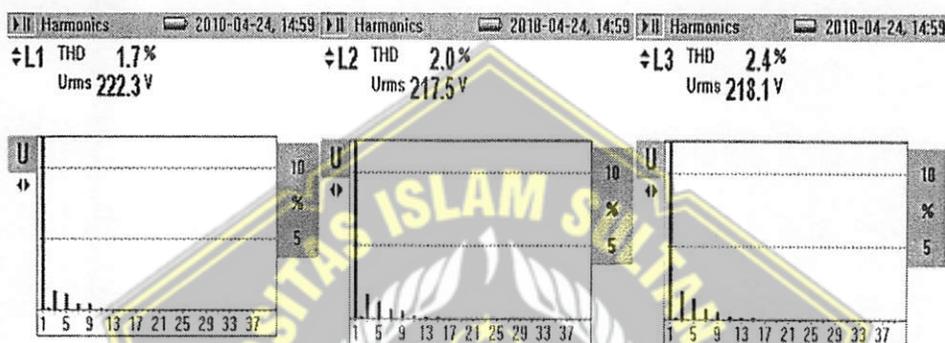
4.3.1 Data Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang

Tabel 4.3 Hasil pengukuran gambar 3.3 lampu TL beban seimbang sebelum menggunakan kapasitor dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	221.7	0.22	0.09	49.77	18	48	44	0.371	0.375	1.7	99.6	15.5
Lampu 2 (10W)	217.3	0.20			16	43	40	0.377	0.380	2.0	99.6	14.2
Lampu 3 (10W)	218.3	0.20			17	44	41	0.382	0.384	2.4	99.6	13.3



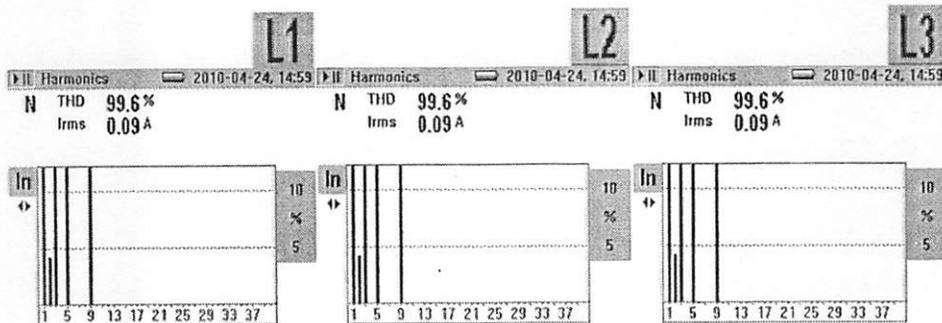
Gambar 4.9 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



Gambar 4.10 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



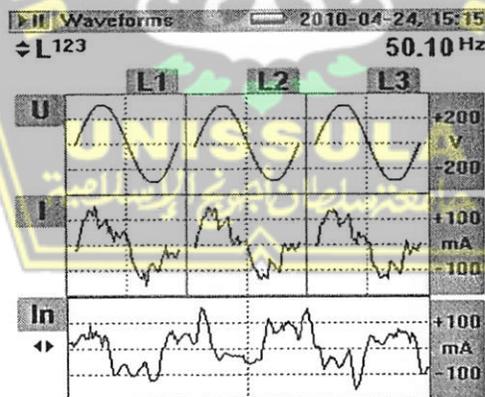
Gambar 4.11 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



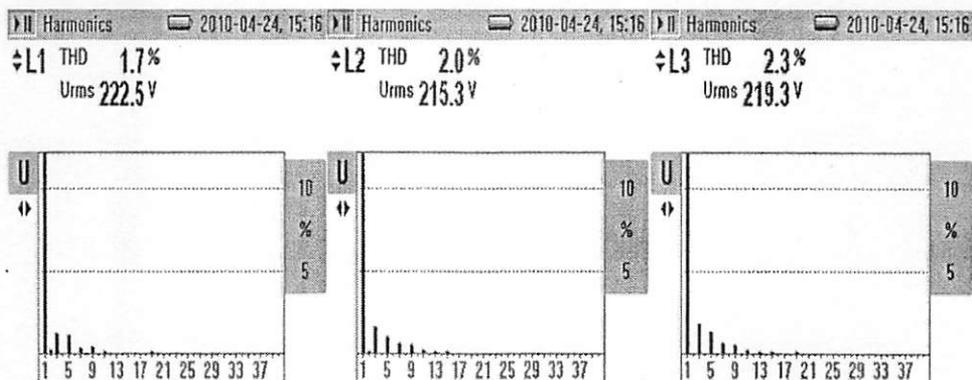
Gambar 4.12 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang
Sebelum Menggunakan Kapasitor

Tabel 4.4 Hasil pengukuran gambar 3.4 lampu TL beban seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dengan rating daya sama

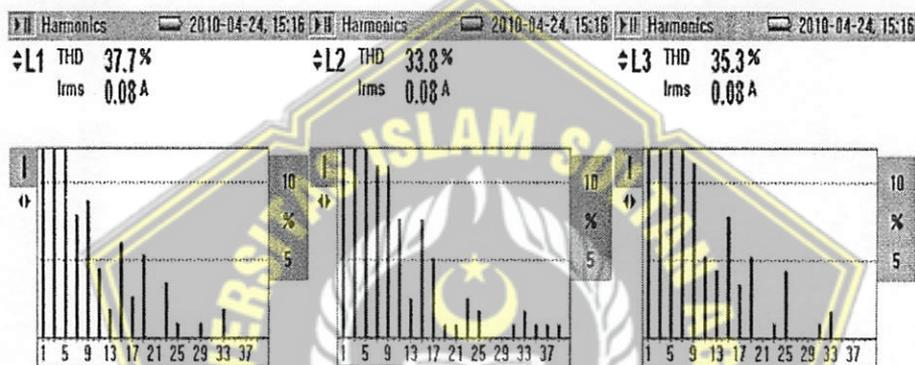
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	222.2	0.08			17	18	-4	0.908	0.963	1.7	99.7	37.7
Lampu 2 (10W)	218.0	0.08	0.07	50.19	14	18	-8	0.816	0.863	2.0	99.7	33.8
Lampu 3 (10W)	218.6	0.08			16	18	-5	0.856	0.925	2.3	99.7	35.3



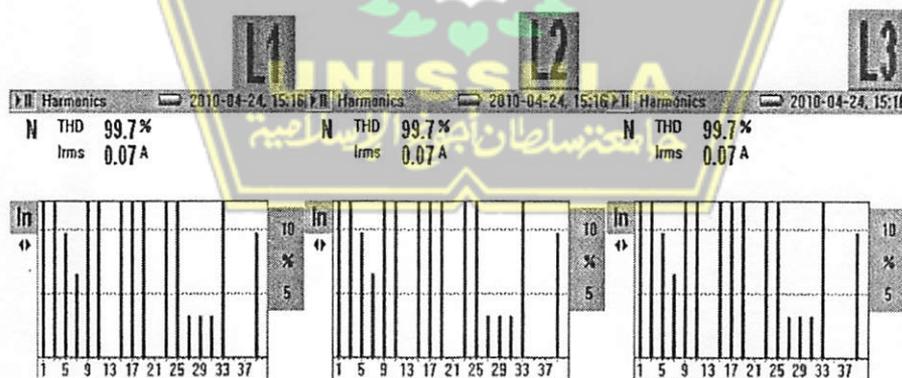
Gambar 4.13 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



Gambar 4.14 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



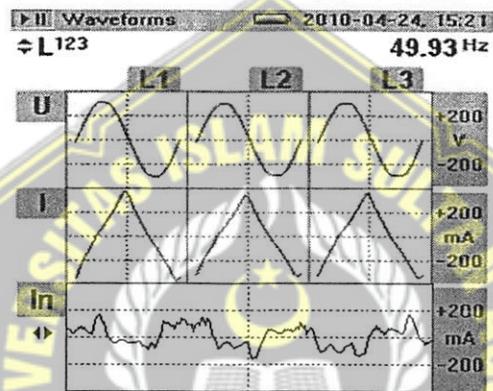
Gambar 4.15 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



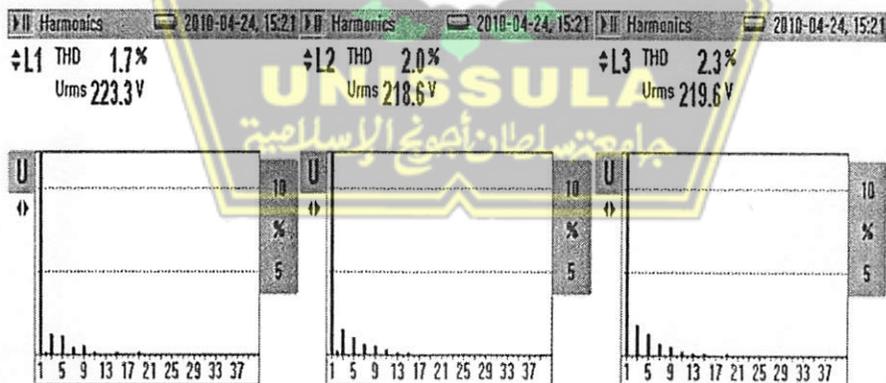
Gambar 4.16 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Tabel 4.5 Hasil pengukuran gambar 3.5 lampu TL beban seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban dengan rating daya sama

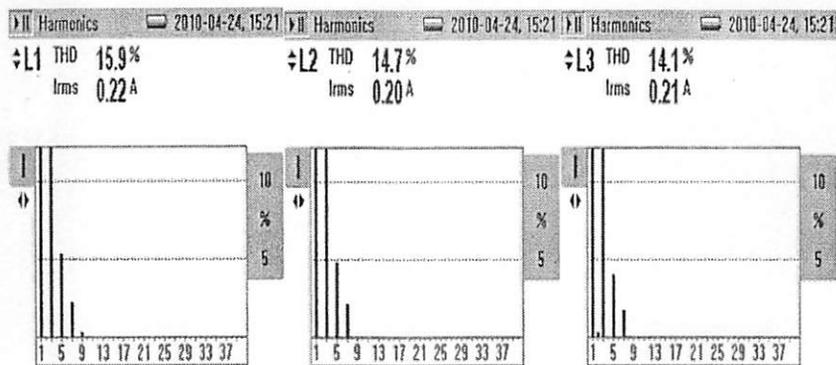
Beban	V (V)	I _b (A)	I _n (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.6	0.22	0.08	49.91	18	48	44	0.369	0.373	1.7	99.7	15.9
Lampu 2 (10W)	216.2	0.19			16	43	40	0.371	0.375	2.0	99.7	14.7
Lampu 3 (10W)	220.0	0.21			18	45	42	0.389	0.392	2.3	99.7	14.1



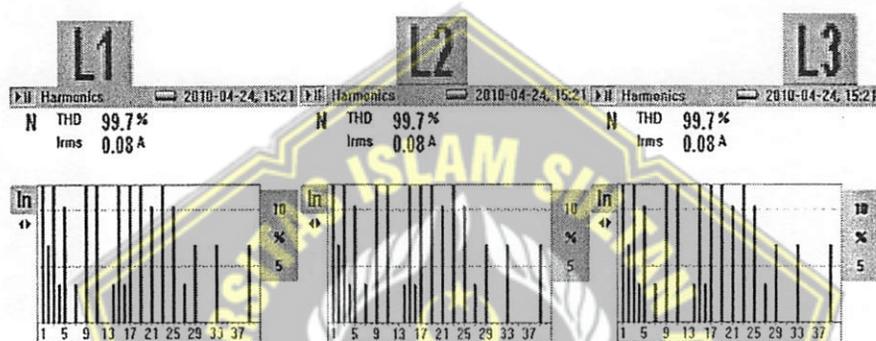
Gambar 4.17 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.18 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.19 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.20 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

4.3.2 Rumus Dan Perhitungan Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang

4.3.2.1 Nilai Kapasitas Kapasitor

Perhitungan nilai kapasitas kapasitor yang dipakai untuk menaikkan nilai $\cos \phi$ menjadi 0,9 lampu TL 10W

$$\text{Tegangan} = 221,7 \text{ V} \quad \text{Arus} = 0,22 \text{ A}$$

$$X_c = \frac{V}{I}$$

$$X_c = \frac{221,7V}{0,22A}$$

$$X_c = 1007,728$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} F$$

$$C = \frac{1}{2.3,14.49,77.1007,728} F$$

$$C = \frac{1}{314971,03} F$$

$$C = 0,00000317 F$$

$$C = 3.17 \mu F$$

4.3.2.2 Perhitungan Nilai Cos ϕ

A. Perhitungan Nilai Cos ϕ Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor

Lampu 1

$$P = 18 \text{ W} \quad \text{Tegangan} = 221,7 \text{ Volt} \quad \text{Arus } 0,22 \text{ A}$$

$$P = V \times I \times \text{Cos} \phi$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{18}{221,7 \times 0,22}$$

$$\text{Cos} \phi = 0,369$$

Lampu 2

$$P = 16 \text{ W} \quad \text{Tegangan} = 217,3 \text{ Volt} \quad \text{Arus } 0,20 \text{ A}$$

$$P = V \times I \times \text{Cos} \phi$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{16}{217,3 \times 0,20}$$

$$\text{Cos} \phi = 0,368$$

Lampu 3

$$P = 17 \text{ W} \quad \text{Tegangan} = 218,3 \text{ Volt} \quad \text{Arus } 0,20 \text{ A}$$

$$P = V \times I \times \text{Cos} \phi$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos} \phi = \frac{17}{218,3 \times 0,20}$$

$$\text{Cos} \phi = 0,389$$

B. Perhitungan Nilai Cos ϕ Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Lampu 1

$P = 17 \text{ W}$ Tegangan = 222,2 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{17}{222,2 \times 0,08}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,956$$

Lampu 2

$P = 14 \text{ W}$ Tegangan = 218 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{14}{218 \times 0,08}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,803$$

Lampu 3

$P = 16 \text{ W}$ Tegangan = 218,6 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{16}{218,6 \times 0,08}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,915$$

C. Perhitungan Nilai Cos ϕ Lampu TL Beban Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

Lampu 1

$P = 18 \text{ W}$ Tegangan = 223,6 Volt Arus 0,22 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{18}{223,6 \times 0,22}$$

$$\cos\phi = 0,366$$

Lampu 2

$P = 16 \text{ W}$ Tegangan = 216,2 Volt Arus 0,19 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{16}{216,2 \times 0,19}$$

$$\cos\phi = 0,389$$

Lampu 3

$P = 18 \text{ W}$ Tegangan = 220 Volt Arus 0,21 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{18}{220 \times 0,21}$$

$$\cos\phi = 0,390$$

4.3.3 Analisa Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Seimbang

Pada hasil percobaan lampu TL beban seimbang gambar 3.3 diatas maka dapat dianalisa bahwa bentuk dari gelombang tegangan lampu TL sebelum menggunakan kapasitor seperti pada gambar 4.9 berbentuk gelombang sinusoidal untuk semua lampu akan tetapi gelombang tersebut mengalami distorsi yang sangat kecil sekali dengan THD tegangan seperti pada tabel 4.3 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 2,0% dan lampu 3 sebesar 2,4%. Hasil percobaan lampu TL beban seimbang pada gambar 3.4 sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber bentuk gelombang pada pengukuran berbentuk sinusoidal seperti pada gambar 4.13 tetapi sebenarnya mengalami distorsi yang sangat kecil dengan THD tegangan pada tabel 4.4 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 2,0% dan lampu 3 sebesar 2,4%. Pada gambar 3.5 hasil

pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban juga sama berbentuk sinusoidal seperti pada gambar 4.17, tetapi mengalami distorsi yang kecil dengan THD tegangan pada tabel 4.5 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 2,0% dan lampu 3 sebesar 2,3%.

Bentuk gelombang arus pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti pada gambar 4.9 mengalami distorsi karena pengaruh dari magnetis yang terdapat pada lampu TL tersebut yang mengakibatkan timbulnya beban tidak linier sehingga timbul harmonisa dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus tabel 4.3 pengukuran sebelum menggunakan kapasitor untuk lampu 1 sebesar 15,5%, lampu 2 sebesar 14,2% dan lampu 3 sebesar 13,3%. Untuk bentuk gelombang arus pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti pada gambar 4.13 juga mengalami distorsi dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus mengalami kenaikan karena pengaruh kapasitor tersebut, THD arus tabel 4.4 untuk lampu 1 sebesar 37,7% lampu 2 sebesar 33,8% dan lampu 3 sebesar 35,3%, sedangkan pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti gambar 4.17, THD arus pada tabel 4.5 untuk lampu 1 sebesar 15,9%, lampu 2 sebesar 14,7% dan lampu 3 sebesar 14,1%

Arus netral timbul dikarenakan adanya penjumlahan arus harmonisa yaitu arus fundamental ditambah dengan arus-arus harmonisa. Untuk bentuk gelombang arus netral pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti gambar 4.9 berbentuk tidak sinusoidal dengan THD netral pada tabel 4.3 sebesar 99,6%, pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti pada gambar 4.13 berbentuk tidak sinusoidal dengan THD Netral pada tabel 4.4 sebesar 99,7%, sedangkan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban pada gambar 4.17 berbentuk tidak sinusoidal karena pengaruh dari nilai THD arus netral pada tabel 4.5 sebesar 99,7%.

Nilai arus dari hasil pengukuran lampu TL sebelum menggunakan kapasitor tabel 4.3 untuk lampu 1 sebesar 0,22A, lampu 2 sebesar 0,20A

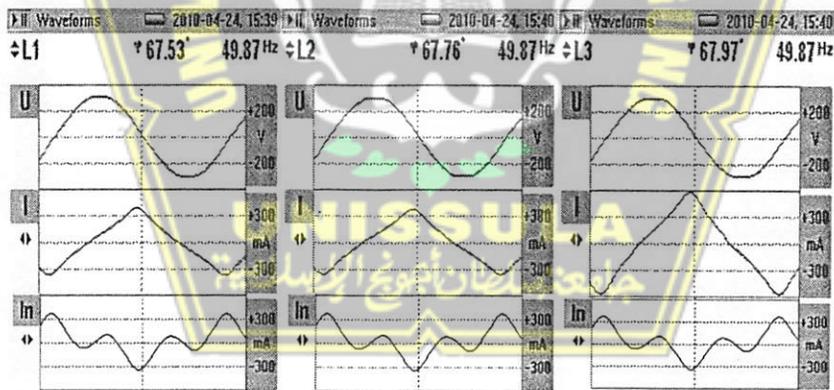
pengukuran dan perhitungan, untuk hasil pengukuran seperti pada tabel 4.5 untuk lampu 1 sebesar 0,373, lampu 2 sebesar 0,375 , lampu 3 sebesar 0.392 dan hasil perhitungan untuk lampu 1 sebesar 0,366, lampu 2 sebesar 0,389, lampu 3 sebesar 0,390.

4.4 Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang

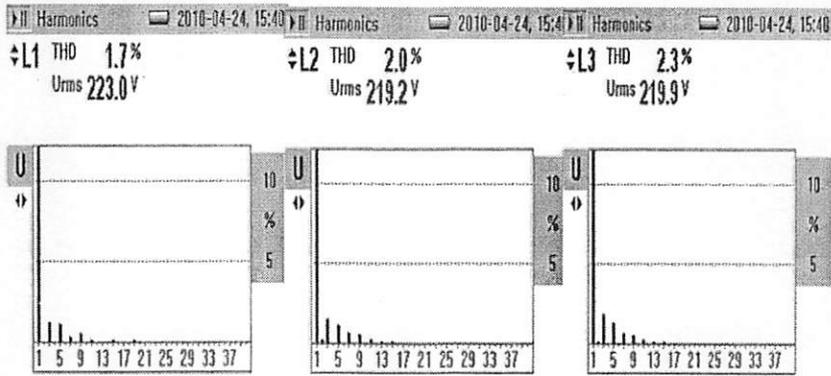
4.4.1 Data Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang

Tabel 4.6 Hasil pengukuran gambar 3.3 lampu TL beban tidak seimbang sebelum menggunakan kapasitor dengan rating daya berbeda

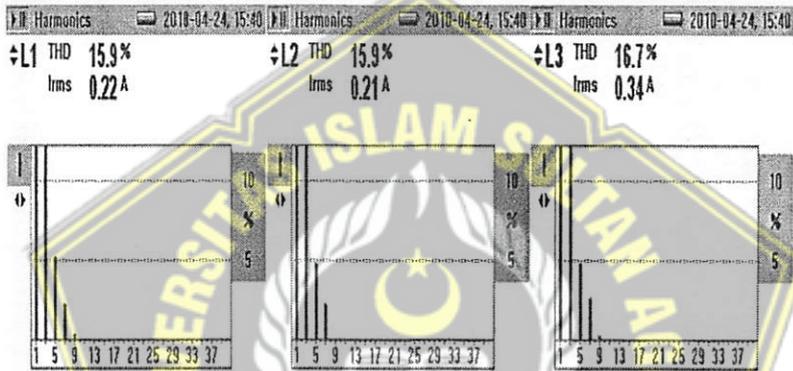
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.2	0.22			18	49	46	0.375	0.376	1.7	96.7	15.9
Lampu 2 (10W)	219.0	0.21	0.17	49.84	18	47	43	0.376	0.381	2.0	96.7	15.9
Lampu 3 (20W)	219.9	0.34			27	74	69	0.367	0.371	2.3	96.7	16.7



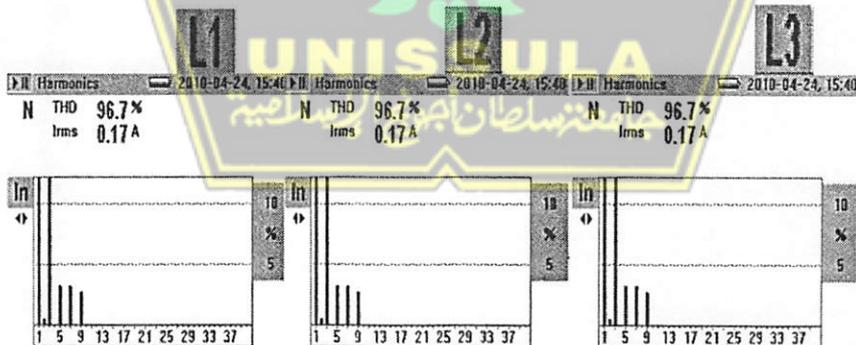
Gambar 4.21 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



Gambar 4.22 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



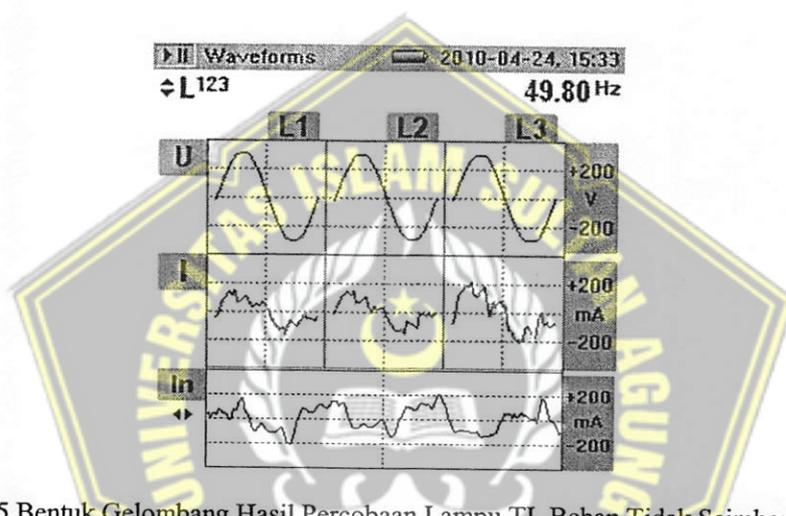
Gambar 4.23 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor



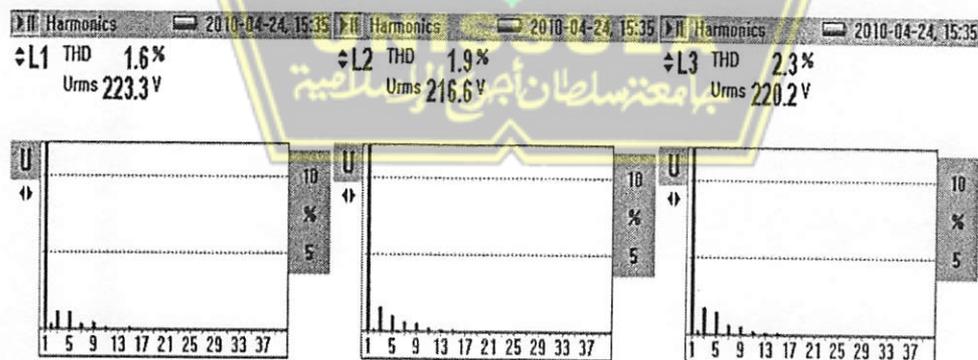
Gambar 4.24 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor

Tabel 4.7 Hasil pengukuran gambar 3.4 lampu TL beban tidak seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dengan rating daya berbeda

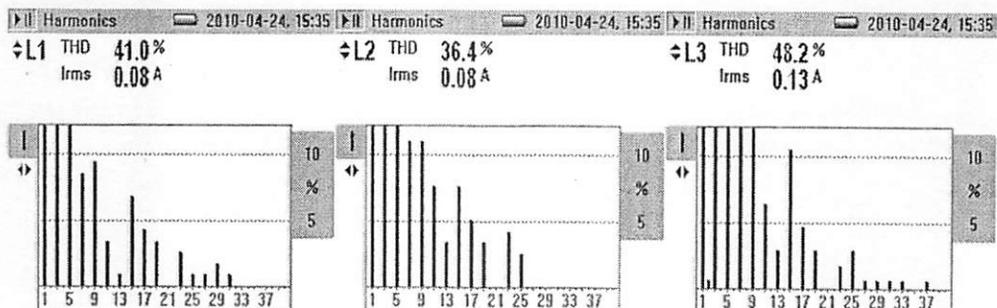
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.0	0.08	0.10	49.83	17	19	-3	0.922	0.988	1.6	99.6	41
Lampu 2 (10W)	216.9	0.08			15	18	-7	0.829	0.879	1.9	99.6	36.4
Lampu 3 (20W)	220.1	0.13			25	28	-5	0.872	0.971	2.3	99.6	48.2



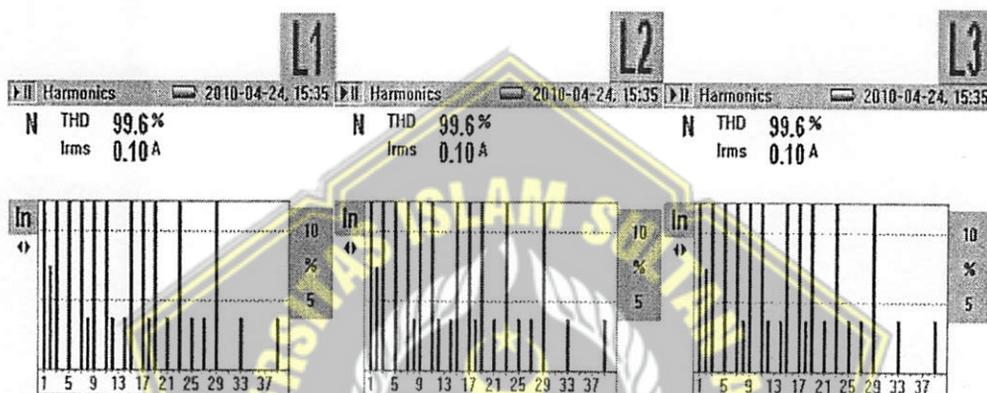
Gambar 4.25 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



Gambar 4.26 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus sumber



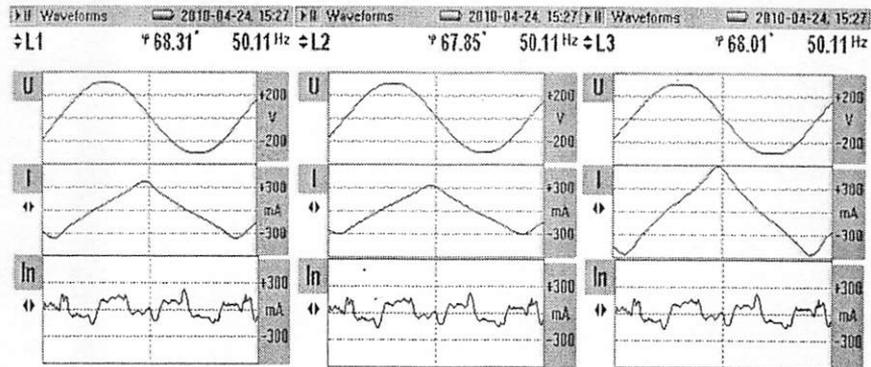
Gambar 4.27 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus sumber



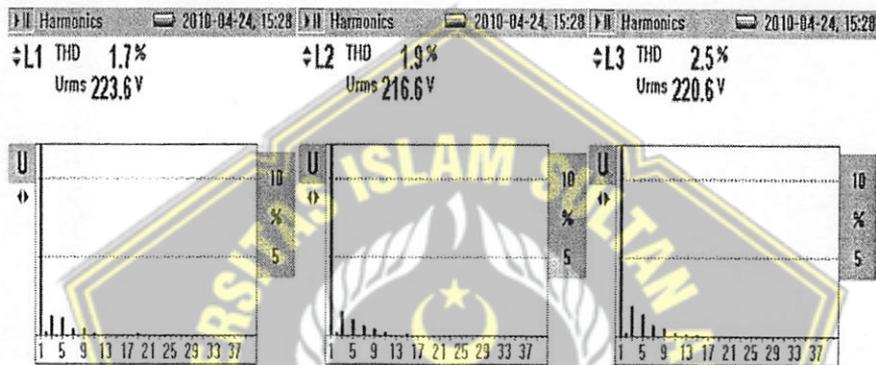
Gambar 4.28 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus sumber

Tabel 4.8 Hasil pengukuran gambar 3.5 lampu TL beban tidak seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban dengan rating daya berbeda

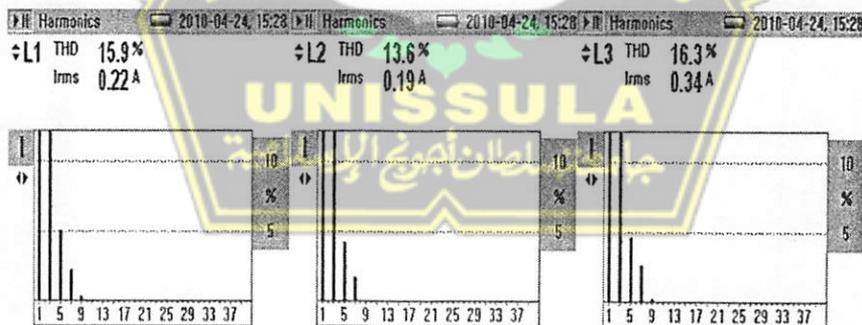
Beban	V (V)	I _b (A)	I _n (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.4	0.21	0.09	50.18	18	48	45	0.366	0.368	1.7	99.6	15.9
Lampu 2 (10W)	218.8	0.19			16	42	39	0.376	0.376	1.9	99.6	13.6
Lampu 3 (20W)	220.3	0.33			27	74	68	0.368	0.372	2.5	99.6	16.3



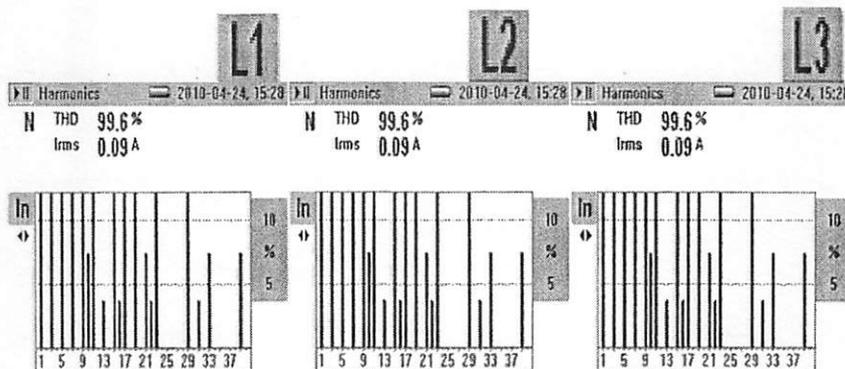
Gambar 4.29 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.30 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.31 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.32 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

4.4.2 Rumus Dan Perhitungan Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang

4.4.2.1 Nilai Kapasitas Kapasitor

Perhitungan nilai kapasitas kapasitor yang dipakai untuk menaikkan nilai $\cos \phi$ menjadi 0,9 lampu TL 20 W

Tegangan = 219,9 V Arus = 0,34 A

$$X_c = \frac{V}{I}$$

$$X_c = \frac{219,9V}{0,34A}$$

$$X_c = 646,765$$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} F$$

$$C = \frac{1}{2.3,14.49,84.646,765} F$$

$$C = \frac{1}{202434,341} F$$

$$C = 0,00000494F$$

$$C = 4,94 \mu F$$

4.4.2.2 Perhitungan Nilai Cos ϕ

A. Perhitungan Nilai Cos ϕ Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor

Lampu 1

$P = 18 \text{ W}$ Tegangan = 223,2 Volt Arus 0,22 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{18}{223,2 \times 0,22}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,366$$

Lampu 2

$P = 18 \text{ W}$ Tegangan = 219 Volt Arus 0,21 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{18}{219 \times 0,21}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,391$$

Lampu 3

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 219,9 Volt Arus 0,34 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{27}{219,9 \times 0,34}$$

$$\text{Cos}\phi = 0,362$$

B. Perhitungan Nilai Cos ϕ Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Lampu 1

$P = 17 \text{ W}$ Tegangan = 223 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{17}{223 \times 0,08}$$

$$\cos \varphi = 0,953$$

Lampu 2

$P = 15 \text{ W}$ Tegangan = 216,9 Volt Arus 0,08 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{15}{216,9 \times 0,08}$$

$$\cos \varphi = 0,864$$

Lampu 3

$P = 25 \text{ W}$ Tegangan = 220,1 Volt Arus 0,13 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{25}{220,1 \times 0,13}$$

$$\cos \varphi = 0,874$$

C. Perhitungan Nilai $\cos \varphi$ Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

Lampu 1

$P = 18 \text{ W}$ Tegangan = 223,4 Volt Arus 0,21 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{18}{223,4 \times 0,21}$$

$$\cos \varphi = 0,384$$

Lampu 2

$P = 16 \text{ W}$ Tegangan = 218,8 Volt Arus 0,19 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{16}{218,8 \times 0,19}$$

$$\cos\phi = 0,385$$

Lampu 3

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 220,3 Volt Arus 0,33 A

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

$$\cos\phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\phi = \frac{27}{220,3 \times 0,33}$$

$$\cos\phi = 0,371$$

4.4.3 Analisa Hasil Pengukuran Lampu TL Beban Tidak Seimbang

Pada hasil percobaan lampu TL beban tidak seimbang gambar 3.3 diatas maka dapat dianalisa bahwa bentuk dari gelombang tegangan lampu TL sebelum menggunakan kapasitor seperti pada gambar 4.21 berbentuk gelombang sinusoidal untuk semua lampu akan tetapi gelombang tersebut mengalami distorsi yang sangat kecil sekali dengan THD tegangan seperti pada tabel 4.6 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 2,0% dan lampu 3 sebesar 2,3%. Hasil percobaan lampu TL beban seimbang pada gambar 3.4 sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber bentuk gelombang pada pengukuran berbentuk sinusoidal seperti pada gambar 4.25 tetapi sebenarnya mengalami distorsi yang sangat kecil dengan THD tegangan pada tabel 4.7 untuk lampu 1 sebesar 1,6%, lampu 2 sebesar 1,9% dan lampu 3 sebesar 2,3%. Pada gambar 3.5 hasil pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban juga sama berbentuk sinusoidal seperti pada gambar 4.29, tetapi

mengalami distorsi yang kecil dengan THD tegangan pada tabel 4.8 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 1,9% dan lampu 3 sebesar 2,5%.

Bentuk gelombang arus pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti pada gambar 4.21 mengalami distorsi karena pengaruh dari magnetis yang terdapat pada lampu TL tersebut yang mengakibatkan timbulnya beban tidak linier sehingga timbul harmonisa dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus tabel 4.6 pengukuran sebelum menggunakan kapasitor untuk lampu 1 sebesar 15,9%, lampu 2 sebesar 15,9% dan lampu 3 sebesar 16,7%. Untuk bentuk gelombang arus pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti pada gambar 4.25 juga mengalami distorsi dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus mengalami kenaikan karena pengaruh kapasitor tersebut, THD arus tabel 4.7 untuk lampu 1 sebesar 41% lampu 2 sebesar 36,4% dan lampu 3 sebesar 48,2%, sedangkan bentuk gelombang arus pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti gambar 4.29, THD arus pada tabel 4.8 untuk lampu 1 sebesar 15,9%, lampu 2 sebesar 13,6% dan lampu 3 sebesar 16,3%

Arus netral timbul dikarenakan adanya penjumlahan arus harmonisa yaitu arus fundamental ditambah dengan arus-arus harmonisa. Untuk bentuk gelombang arus netral pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti gambar 4.21 berbentuk tidak sinusoidal dengan THD netral pada tabel 4.6 sebesar 96,7%, pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti pada gambar 4.25 berbentuk tidak sinusoidal dengan THD Netral pada tabel 4.7 sebesar 99,6%, sedangkan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban pada gambar 4.29 berbentuk tidak sinusoidal karena pengaruh dari nilai THD arus netral pada tabel 4.8 sebesar 99,7%.

Nilai arus dari hasil pengukuran lampu TL sebelum menggunakan kapasitor tabel 4.6 untuk lampu 1 sebesar 0,22A, lampu 2 sebesar 0,21A dan lampu 3 sebesar 0,34A. Untuk pengukuran menggunakan kapasitor

pada pengukuran arus sumber mengalami nilai arus yang lebih rendah karena pengaruh kapasitor tersebut pada tabel 4.7 yaitu untuk lampu 1 sebesar 0,08A , lampu 2 sebesar 0,08A dan lampu 3 sebesar 0,13A, sedangkan pengukuran menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban mengalami kenaikan arus pada tabel 4.8 untuk lampu 1 sebesar 0,21A, lampu 2 sebesar 0,19A dan lampu 3 sebesar 0,33A, karena arus tidak difilter kapasitor lagi.

Beban tidak linier yang menggunakan magnetis pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti pada gambar 4.23 dan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti pada gambar 4.31 menyebabkan amplitudo dari spektrum harmonisa arus menjadi besar dan nilai harmonisa menjadi kecil yaitu sebesar 9 dibandingkan dengan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti yang terlihat pada gambar 4.27 yang menyebabkan amplitudo besar dan nilai harmonisanya juga menjadi besar yaitu 37 yang bisa terbaca oleh power quality analyzer, akan tetapi nilai harmonisa tersebut mencapai nilai harmonisa ke-n, begitu pula dengan arus netralnya.

Untuk nilai $\cos \phi$ relatif sama antara pengukuran dan perhitungan sebelum menggunakan kapasitor pada tabel 4.6 dari hasil pengukuran untuk lampu 1 sebesar 0,376, lampu 2 sebesar 0,381 dan lampu 3 sebesar 0,371 sedangkan hasil perhitungan $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,366, lampu 2 sebesar 0,391 dan lampu 3 sebesar 0,362. Pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dan perhitungan juga relatif sama akan tetapi mengalami kenaikan dikarenakan kapasitor berfungsi untuk menaikkan nilai $\cos \phi$, untuk pengukuran seperti tabel 4.7 nilai $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,988, lampu 2 sebesar 0,879 dan lampu 3 sebesar 0,971 sedangkan hasil perhitungannya untuk lampu 1 sebesar 0,953, lampu 2 sebesar 0,864 dan lampu 3 sebesar 0,874. Pada hasil percobaan lampu TL sesudah menggunakan kapasitor pengukuran arus beban juga relatif sama antara

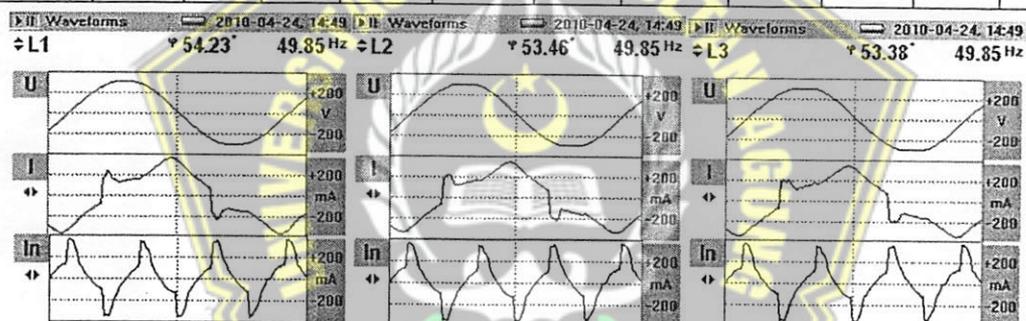
pengukuran dan perhitungan, untuk hasil pengukuran seperti pada tabel 4.8 untuk lampu 1 sebesar 0,368, lampu 2 sebesar 0,376 , lampu 3 sebesar 0.372 dan hasil perhitungan untuk lampu 1 sebesar 0,384, lampu 2 sebesar 0,385, lampu 3 sebesar 0,371.

4.5 Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL

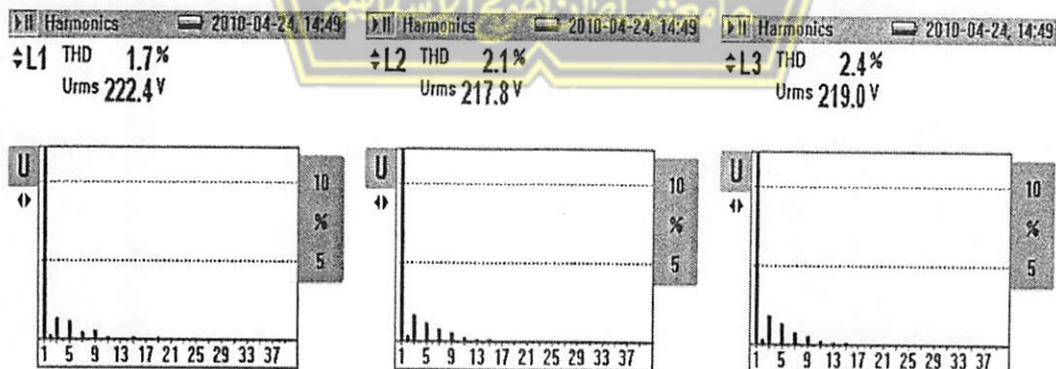
4.5.1 Data Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL

Tabel 4.9 Hasil pengukuran gambar 3.6 lampu TL pararel SL sebelum menggunakan kapasitor

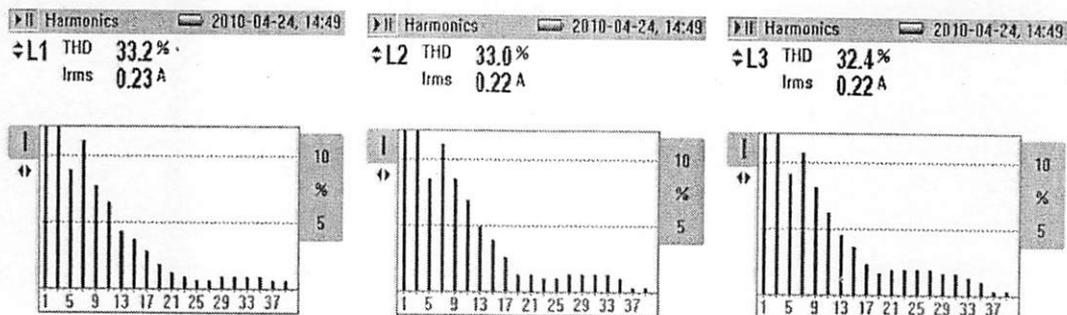
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	222.3	0.23	0.19	49.88	28	51	40	0.551	0.583	1.7	99.2	33.2
Lampu 2 (10W+11W)	217.9	0.22			27	47	36	0.567	0.596	2.1	99.2	33.0
Lampu 3 (10W+11W)	218.9	0.22			27	48	37	0.558	0.591	2.4	99.2	32.4



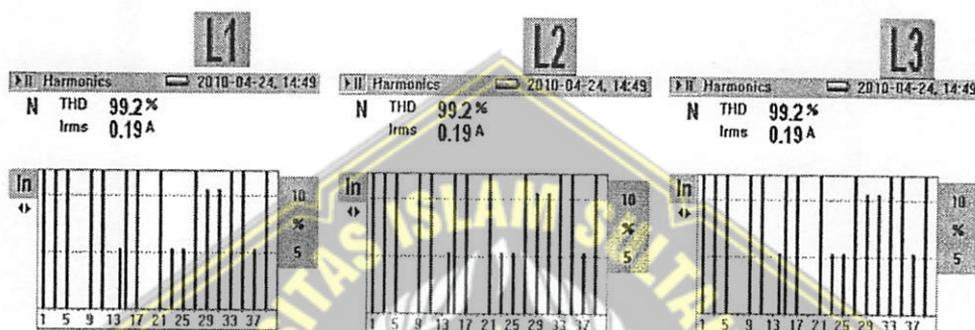
Gambar 4.33 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor



Gambar 4.34 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor



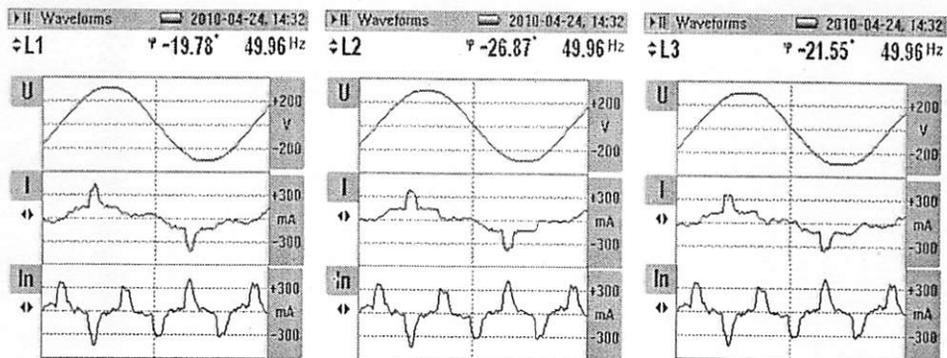
Gambar 4.35 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Paralel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor



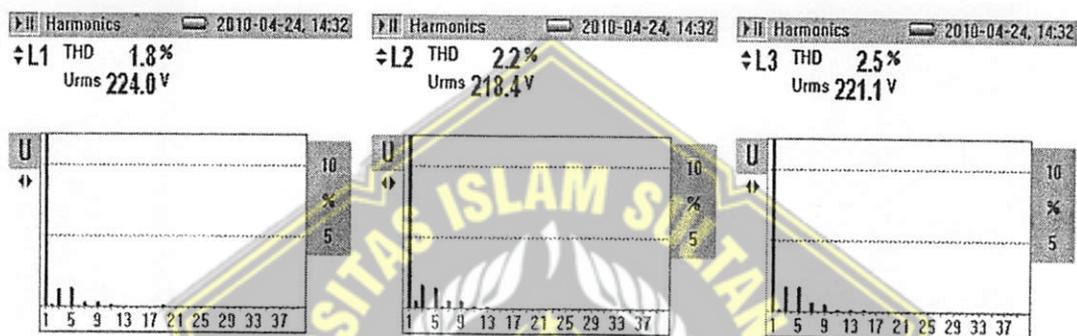
Gambar 4.36 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Paralel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor

Tabel 4.10 Hasil pengukuran gambar 3.7 lampu TL paralel SL sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber

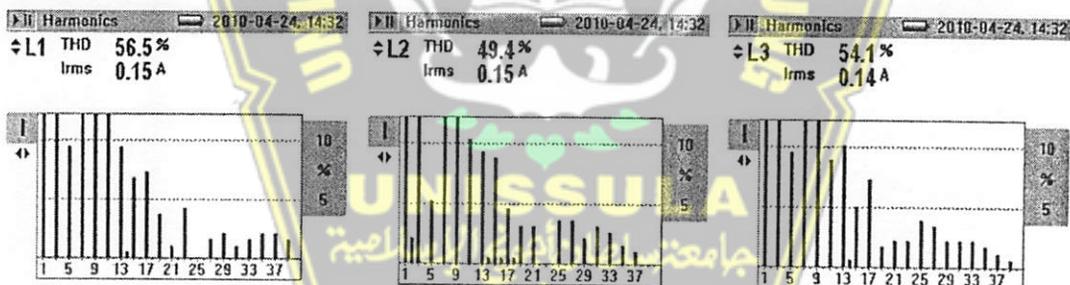
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	223.6	0.15	0.18	49.94	27	33	-8	0.828	0.948	1.8	99.2	56.5
Lampu 2 (10W+11W)	217.4	0.15			25	32	-11	0.790	0.896	2.2	99.2	49.4
Lampu 3 (10W+11W)	221.2	0.14			24	31	-9	0.806	0.934	2.5	99.2	54.1



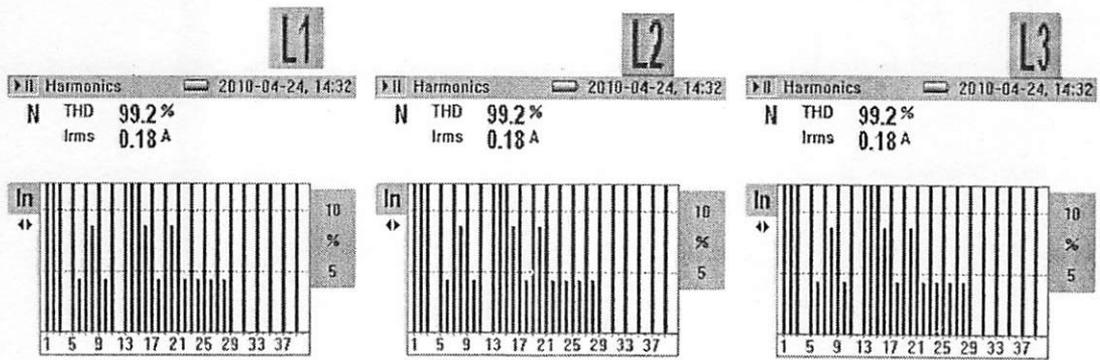
Gambar 4.37 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



Gambar 4.38 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



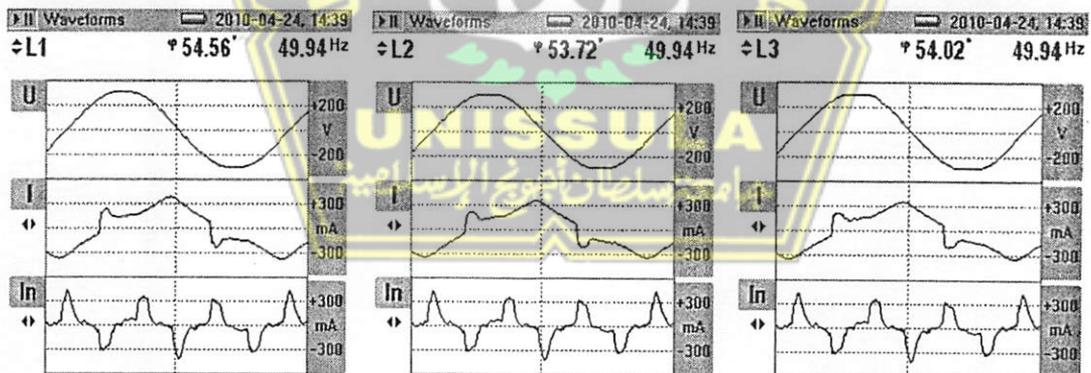
Gambar 4.39 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber



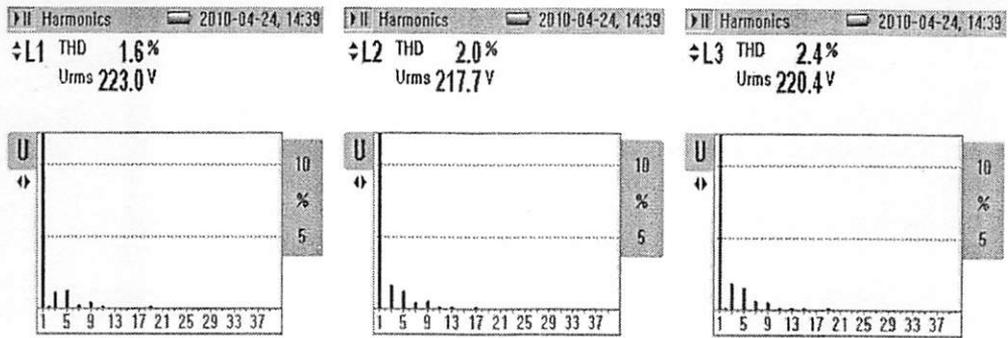
Gambar 4.40 Spektrum Harmonisa Arus Netral Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Tabel 4.11 Hasil pengukuran gambar 3.8 lampu TL paralel SL sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban

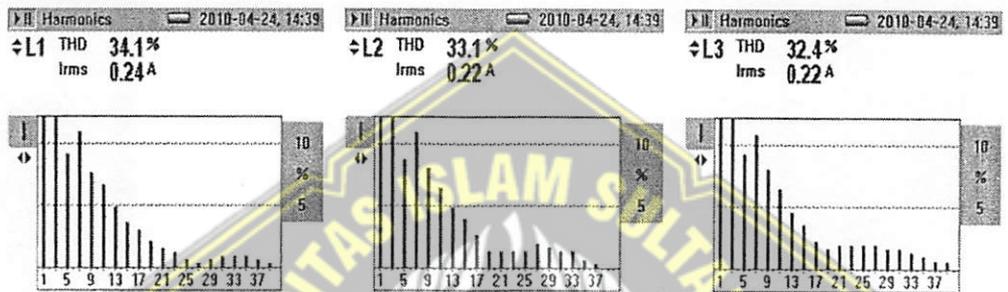
Beban	V (V)	I _b (A)	I _n (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	223.2	0.24	0.18	49.88	29	52	41	0.548	0.577	1.6	99.2	34.1
Lampu 2 (10W+11W)	217.6	0.22			27	48	37	0.559	0.592	2.0	99.2	33.1
Lampu 3 (10W+11W)	220.6	0.22			27	49	38	0.548	0.584	2.4	99.2	32.4



Gambar 4.41 Bentuk Gelombang Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.42 Spektrum Harmonisa Tegangan Hasil Percobaan Lampu TL Parel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.43 Spektrum Harmonisa Arus Hasil Percobaan Lampu TL Parel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban



Gambar 4.44 Spektrum Harmonisa Arus Netral Lampu TL Parel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

4.5.2 Rumus Dan Perhitungan Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL

A. Perhitungan Nilai $\cos \phi$ Lampu TL Pararel SL Sebelum Menggunakan Kapasitor

Lampu 1

$P = 28 \text{ W}$ Tegangan = 223,3 Volt Arus 0,23 A

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \phi = \frac{28}{223,3 \times 0,23}$$

$$\cos \phi = 0,548$$

Lampu 2

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 217,9 Volt Arus 0,22 A

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \phi = \frac{27}{217,9 \times 0,22}$$

$$\cos \phi = 0,563$$

Lampu 3

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 218,9 Volt Arus 0,22 A

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \phi = \frac{27}{218,9 \times 0,22}$$

$$\cos \phi = 0,561$$

B. Perhitungan Nilai $\cos \phi$ Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Lampu 1

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 223,6 Volt Arus 0,15 A

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\varphi = \frac{27}{223,6 \times 0,15}$$

$$\cos\varphi = 0,805$$

Lampu 2

$P = 25 \text{ W}$ Tegangan = 217,4 Volt Arus 0,15 A

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\varphi = \frac{25}{217,4 \times 0,15}$$

$$\cos\varphi = 0,767$$

Lampu 3

$P = 24 \text{ W}$ Tegangan = 221,2 Volt Arus 0,14 A

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\varphi = \frac{24}{221,2 \times 0,14}$$

$$\cos\varphi = 0,775$$

C. Perhitungan Nilai $\cos \varphi$ Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

Lampu 1

$P = 29 \text{ W}$ Tegangan = 223,2 Volt Arus 0,24 A

$$P = V \times I \times \cos\varphi$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos\varphi = \frac{29}{223,2 \times 0,24}$$

$$\cos\varphi = 0,541$$

Lampu 2

$P = 27 \text{ W}$ Tegangan = 217,6 Volt Arus 0,22 A

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{27}{217,6 \times 0,22}$$

$$\cos \varphi = 0,564$$

Lampu 3

$$P = 27 \text{ W} \quad \text{Tegangan} = 220,6 \text{ Volt} \quad \text{Arus } 0,22 \text{ A}$$

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{V \times I}$$

$$\cos \varphi = \frac{27}{220,6 \times 0,22}$$

$$\cos \varphi = 0,556$$

4.5.3 Analisa Hasil Pengukuran Lampu TL Pararel SL

Hasil percobaan lampu TL pararel SL diatas maka dapat dianalisa bahwa bentuk dari gelombang tegangan lampu TL pararel SL sebelum menggunakan kapasitor seperti gambar 4.33 berbentuk gelombang sinusoidal untuk semua lampu akan tetapi gelombang tersebut mengalami distorsi yang sangat kecil sekali dengan THD tegangan tabel 4.9 untuk lampu 1 sebesar 1,7%, lampu 2 sebesar 2,1% dan lampu 3 sebesar 2,4%. Untuk bentuk gelombang pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti gambar 4.37 berbentuk sinusoidal tetapi sebnarnya mengalami distorsi yang sangat kecil dengan THD tegangan tabel 4.10 untuk lampu 1 sebesar 1,8%, lampu 2 sebesar 2,2% dan lampu 3 sebesar 2,5%, sedangkan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban pada gambar 4.41 juga sama berbentuk sinusoidal tetapi mengalami distorsi yang kecil dengan THD tegangan tabel 4.11 untuk lampu 1 sebesar 1,6%, lampu 2 sebesar 2,0% dan lampu 3 sebesar 2,4%.

Bentuk gelombang arus pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor pada gambar 4.33 mengalami distorsi karena pengaruh dari

magnetis dan ballst elektronik yang terdapat pada lampu tersebut yang mengakibatkan timbulnya beban tidak linier sehingga timbul harmonisa dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus tabel 4.9 untuk lampu 1 sebesar 33,3%, lampu 2 sebesar 33,0% dan lampu 3 sebesar 32,4%. Untuk pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti pada gambar 4.37 juga mengalami distorsi dan bentuk gelombang tidak sinusoidal dengan THD arus mengalami kenaikan karena pengaruh kapasitor tersebut, THD arus tabel 4.10 untuk lampu 1 sebesar 56,5% lampu 2 sebesar 49,4% dan lampu 3 sebesar 54,1%. sedangkan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti gambar 4.41 THD arus tabel 4.11 untuk lampu 1 sebesar 34,1%, lampu 2 sebesar 33,1% dan lampu 3 sebesar 32,4%.

Arus netral timbul dikarenakan adanya ketidak seimbangan beban dari penjumlahan arus harmonisa yaitu arus fundamental ditambah dengan arus-arus harmonisa. Untuk bentuk gelombang arus netral pada gambar 4.33 berbentuk tidak sinusoidal pengukuran sebelum menggunakan kapasitor dengan THD netral tabel 4.9 sebesar 99,2% , pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber pada gambar 4.37 berbentuk tidak sinusoidal dengan THD netral tabel 4.11 sebesar 99,2%, maupun pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti gambar 4.41 berbentuk tidak sinusoidal karena pengaruh dari nilai THD arus netral sebesar 99,2%.

Nilai arus dari hasil pengukuran lampu TL paralel SL sebelum menggunakan kapasitor pada tabel 4.9 untuk lampu 1 sebesar 0,23A , lampu 2 sebesar 0,22A dan lampu 3 sebesar 0,22A. Pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pengukuran arus sumber mengalami nilai arus yang lebih rendah karena pengaruh kapasitor tersebut pada tabel 4.10 yaitu untuk lampu 1 sebesar 0,15A, lampu 2 sebesar 0,15A dan lampu 3 sebesar 0,14A, sedangkan untuk pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban mengalami kenaikan lagi tabel 4.11

yaitu untuk lampu 1 sebesar 0,24A, lampu 2 sebesar 0,22A dan lampu 3 sebesar 0,22A, karena arus tidak difilter lagi oleh kapasitor.

Beban tidak linier yang menggunakan magnetis dan ballast elektronik pada pengukuran sebelum menggunakan kapasitor seperti gambar 4.35 dan pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban seperti yang terlihat pada gambar 4.43 bisa meredam amplitudo dari spektrum harmonisa arus tetapi tidak bisa meredam nilai harmonisa yaitu sebesar 38 yang bisa terbaca oleh power quality analyzer, akan tetapi nilai harmonisa tersebut mencapai nilai harmonisa ke-n, sedangkan pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber seperti yang terlihat pada gambar 4.39 tidak bisa meredam amplitudo dan tidak bisa meredam nilai harmonisanya juga menjadi besar yaitu 38 yang bisa terbaca oleh power quality analyzer akan tetapi nilai harmonisa tersebut mencapai nilai harmonisa ke-n.

Untuk nilai $\cos \phi$ relatif sama antara pengukuran dan perhitungan sebelum menggunakan kapasitor pada tabel 4.9 dari hasil pengukuran untuk lampu 1 sebesar 0,583, lampu 2 sebesar 0,596 dan lampu 3 sebesar 0,591 sedangkan hasil perhitungan $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,548, lampu 2 sebesar 0,563 dan lampu 3 sebesar 0,561. Pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dan perhitungan juga relatif sama akan tetapi mengalami kenaikan dikarenakan kapasitor berfungsi untuk menaikkan nilai $\cos \phi$, untuk pengukuran seperti tabel 4.10 nilai $\cos \phi$ untuk lampu 1 sebesar 0,948, lampu 2 sebesar 0,896 dan lampu 3 sebesar 0,934 sedangkan hasil perhitungannya untuk lampu 1 sebesar 0,805, lampu 2 sebesar 0,767 dan lampu 3 sebesar 0,775. Pada hasil percobaan lampu TL sesudah menggunakan kapasitor pengukuran arus beban juga relatif sama antara pengukuran dan perhitungan, untuk hasil pengukuran seperti pada tabel 4.11 untuk lampu 1 sebesar 0,577, lampu 2 sebesar 0,592, lampu 3 sebesar 0,548 dan hasil perhitungan untuk lampu 1 sebesar 0,541, lampu 2 sebesar 0,564, lampu 3 sebesar 0,356

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian di atas dengan judul “Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu TL dan SL dapat diberi kesimpulan sebagai berikut:

1. Lampu SL dengan ballast elektronik menimbulkan Total Harmonic Distorsi (THD) arus yang sangat tinggi baik pada pengukuran beban seimbang maupun beban tidak seimbang sebesar 99,9% menyebabkan nilai $\cos \phi$ nya menjadi 0,9 akan tetapi nilai faktor daya berbeda yaitu 0,5 dikarenakan terdapat rangkaian semikonduktor yang merupakan proses pengsaklaran sehingga timbul harmonisa menyebabkan nilai daya reaktifnya lebih rendah sehingga putaran kwhnya lebih lambat karena arusnya kecil
2. Pada pengukuran lampu TL sebelum menggunakan kapasitor menimbulkan THD arus sebesar 15% menyebabkan nilai $\cos \phi$ yaitu 0,3 dan faktor daya nilainya 0,3 dikarenakan hanya dipengaruhi oleh induksi dari medan magnet trafo lampu TL menyebabkan nilai daya reaktifnya lebih tinggi sehingga putaran kwhnya lebih cepat karena arusnya besar
3. Pada pengukuran sesudah menggunakan kapasitor pengukuran lampu TL menimbulkan THD arus sebesar 37% menyebabkan nilai $\cos \phi$ yaitu 0,9 dan faktor daya nilainya 0,9 dikarenakan kapasitor berfungsi menyimpan muatan listrik terutama arus yang besar sebelum beban menyebabkan nilai daya reaktifnya lebih rendah. sehingga putaran kwhnya lebih lambat karena arusnya kecil
4. Lampu SL dengan ballast elektronik paralel TL dengan ballast induksi sebelum menggunakan kapasitor menimbulkan THD arus 33% menyebabkan nilai $\cos \phi$ adalah 0,5 dan faktor daya nilainya 0,5 dikarenakan harmonisa lampu TL yang besar dapat meredam harmonisa lampu SL yang besar menyebabkan nilai daya reaktifnya lebih tinggi sehingga putaran kwhnya lebih cepat karena arusnya besar

sebaiknya memperhatikan tegangan maksimal dan arus setelah diberi beban yang mampu dipikul oleh kapasitor agar lebih aman dalam instalasi listrik, Untuk daya yang tercantum besar maka semakin besar arusnya semakin besar pula ukuran kapasitas faradnya supaya nilai $\cos \phi$ nya mendekati 1



Daftar Pustaka

1. Ananda Adi Prasetyo, 2010, "*Analisa Penghematan Energi Listrik Dengan Menggunakan Super Reduction*", Tugas Akhir Teknik Elektro Edisi April, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang
2. Dion Dwipayana Utomo, 2007 "*Studi Harmonisa Pada Utilitas Listrik Perumahan Yang Disebabkan Oleh Beban Non Linier*", Universitas Kristen Petra, Surabaya
3. Edhi Sahrial, 2006 "*Analisa Harmonisa Pada Lampu SL Sebagai Beban Listrik Sumber Harmonik*", Tugas Akhir Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang,
4. Enrique Archa, Manuel Madrigal, "*Power System Harmonics*" Jhon Wiley dan Son, Ltd, 2001
5. Ir. E. Setiawan, "*Rangkaian- Rangkaian Penguat Elektronik*", Bina Cipta, Bandung, 1986
6. Jon Marjuni Kadang, 2006 "*Studi Efek Harmonisa Akibat Penggunaan Lampu Hemat Energi (Lhe) Di Rumah Tinggal Atau Rumah Toko*", Universitas Kristen Petra, Surabaya
7. Rudy Sutanto, 2005 "*Studi Harmonisa Yang Ditimbulkan Oleh Berbagai Jenis Lampu*", Universitas Kristen Petra, Surabaya
8. www.docstoc.com/docs/13990288/kapasitor diakses tanggal 15-4-2010
9. <http://electronilib.wordpress.com/2009/11/02/capasitor> diakses tanggal 15-4-2010
10. [http://flobamor.com/forum/inovasi-teknologi/5143-tentang-lampu-flourescent-atau-lampu TL.html](http://flobamor.com/forum/inovasi-teknologi/5143-tentang-lampu-flourescent-atau-lampu-TL.html) diakses tanggal 1-4-2010
11. <http://kamaru-zaman.blogspot.com/2010/02/kapasitor> diakses tanggal 15-4-2010
12. <http://pintar-elektronika.blogspot.com/2009/11/kapasitor.html> diakses tanggal 15-4-2010

LAMPIRAN

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.2 Lampu SL beban seimbang dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (11W)	226.9	0.08	0.13	50.20	10	17	-4	0.562	0.919	1.6	99.4	99.9
Lampu 2 (11W)	216.3	0.08			9	16	-4	0.573	0.899	1.8	99.4	99.9
Lampu 3 (11W)	216.0	0.08			10	16	-4	0.605	0.923	2.2	99.4	99.9

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.2 lampu SL beban tidak seimbang dengan rating daya berbeda

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	F (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (11W)	210.2	0.07	0.15	49.79	8	14	-3	0.584	0.915	2.2	99.4	99.9
Lampu 2 (15W)	209.7	0.09			12	19	-4	0.610	0.924	3.1	99.4	99.9
Lampu 3 (15W)	203.8	0.09			11	19	-4	0.591	0.916	3.1	99.4	99.4

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.3 lampu TL beban seimbang sebelum menggunakan kapasitor dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	221.7	0.22	0.09	49.77	18	48	44	0.371	0.375	1.7	99.6	15.5
Lampu 2 (10W)	217.3	0.20			16	43	40	0.377	0.380	2.0	99.6	14.2
Lampu 3 (10W)	218.3	0.20			17	44	41	0.382	0.384	2.4	99.6	13.3

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.4 lampu TL beban seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	222.2	0.08	0.07	50.19	17	18	-4	0.908	0.963	1.7	99.7	37.7
Lampu 2 (10W)	218.0	0.08			14	18	-8	0.816	0.863	2.0	99.7	33.8
Lampu 3 (10W)	218.6	0.08			16	18	-5	0.856	0.925	2.3	99.7	35.3

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.5 lampu TL beban seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban dengan rating daya sama

Beban	V (V)	Ib (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.6	0.22	0.08	49.91	18	48	44	0.369	0.373	1.7	99.7	15.9
Lampu 2 (10W)	216.2	0.19			16	43	40	0.371	0.375	2.0	99.7	14.7
Lampu 3 (10W)	220.0	0.21			18	45	42	0.389	0.392	2.3	99.7	14.1

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.3 lampu TL beban tidak seimbang sebelum menggunakan kapasitor dengan rating daya berbeda

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.2	0.22	0.17	49.84	18	49	46	0.375	0.376	1.7	96.7	15.9
Lampu 2 (10W)	219.0	0.21			18	47	43	0.376	0.381	2.0	96.7	15.9
Lampu 3 (20W)	219.9	0.34			27	74	69	0.367	0.371	2.3	96.7	16.7

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.4 lampu TL beban tidak seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber dengan rating daya berbeda

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.0	0.08	0.10	49.83	17	19	-3	0.922	0.988	1.6	99.6	41
Lampu 2 (10W)	216.9	0.08			15	18	-7	0.829	0.879	1.9	99.6	36.4
Lampu 3 (20W)	220.1	0.13			25	28	-5	0.872	0.971	2.3	99.6	48.2

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.5 lampu TL beban tidak seimbang sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban dengan rating daya berbeda

Beban	V (V)	Ib (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W)	223.4	0.21	0.09	50.18	18	48	45	0.366	0.368	1.7	99.6	15.9
Lampu 2 (10W)	218.8	0.19			16	42	39	0.376	0.376	1.9	99.6	13.6
Lampu 3 (20W)	220.3	0.33			27	74	68	0.368	0.372	2.5	99.6	16.3

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.6 lampu TL paralel SL sebelum menggunakan kapasitor

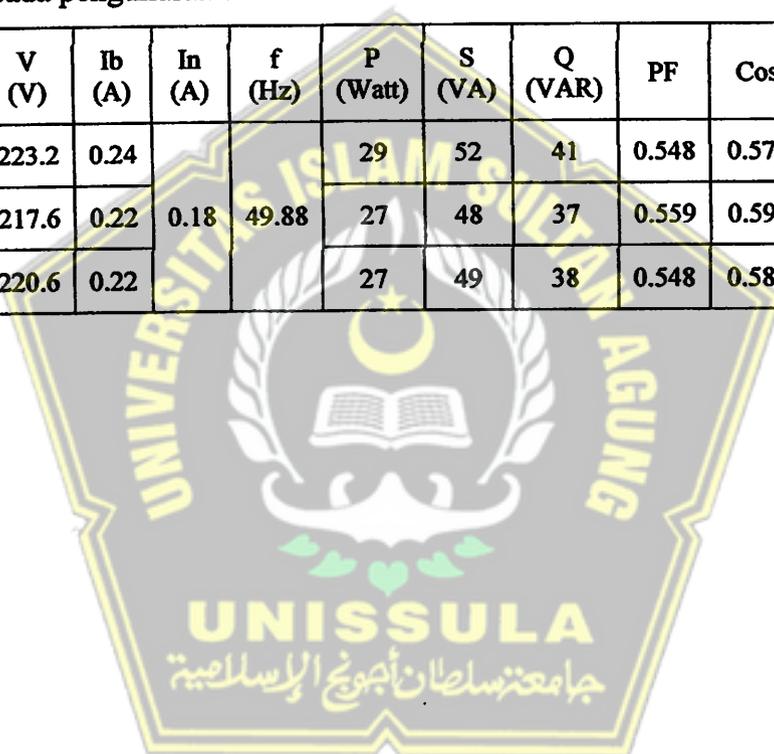
Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	222.3	0.23	0.19	49.88	28	51	40	0.551	0.583	1.7	99.2	33.2
Lampu 2 (10W+11W)	217.9	0.22			27	47	36	0.567	0.596	2.1	99.2	33.0
Lampu 3 (10W+11W)	218.9	0.22			27	48	37	0.558	0.591	2.4	99.2	32.4

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.7 lampu TL paralel SL sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus sumber

Beban	V (V)	Is (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	223.6	0.15	0.18	49.94	27	33	-8	0.828	0.948	1.8	99.2	56.5
Lampu 2 (10W+11W)	217.4	0.15			25	32	-11	0.790	0.896	2.2	99.2	49.4
Lampu 3 (10W+11W)	221.2	0.14			24	31	-9	0.806	0.934	2.5	99.2	54.1

Tabel Hasil pengukuran gambar 3.8 lampu TL paralel SL sesudah menggunakan kapasitor pada pengukuran arus beban

Beban	V (V)	Ib (A)	In (A)	f (Hz)	P (Watt)	S (VA)	Q (VAR)	PF	Cos	THD V (%)	THD N (%)	THD I (%)
Lampu 1 (10W+11W)	223.2	0.24	0.18	49.88	29	52	41	0.548	0.577	1.6	99.2	34.1
Lampu 2 (10W+11W)	217.6	0.22			27	48	37	0.559	0.592	2.0	99.2	33.1
Lampu 3 (10W+11W)	220.6	0.22			27	49	38	0.548	0.584	2.4	99.2	32.4

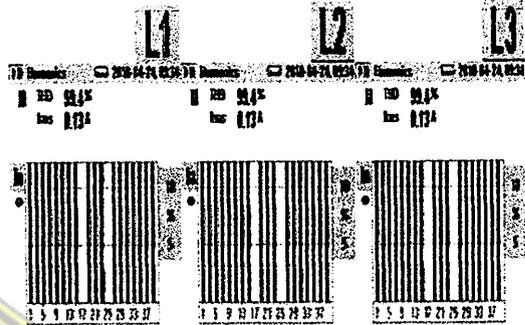


LAMPIRAN

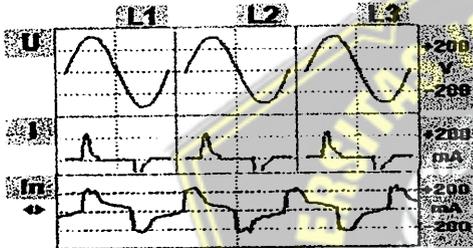
1. Hasil Percobaan Lampu SL Beban Seimbang

▶ **Volts/Amps/Hz** ⏪ 2010-04-24: 09:32
⇩ L123 In **0.13A** **50.20 Hz**

	V rms	A rms
L1	226.9	0.08
L2	216.3	0.08
L3	216.0	0.08



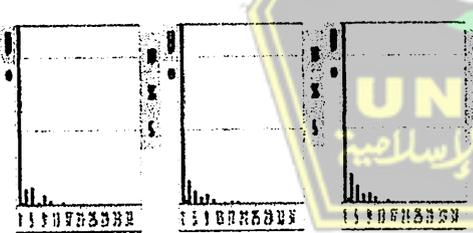
▶ **Waveforms** ⏪ 2010-04-24: 09:34
⇩ L123 **50.18 Hz**



▶ **Power** ⏪ 2010-04-24: 09:35
⇩ L123 Plot **0.029 kW** **49.94 Hz**

	kW	kVA	PF
L1	0.010	0.017	0.562
L2	0.009	0.016	0.573
L3	0.010	0.016	0.605

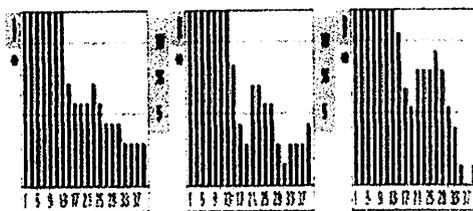
▶ **Power** ⏪ 2010-04-24: 09:36
⇩ L123 Plot **0.029 kW** **49.94 Hz**



▶ **Power** ⏪ 2010-04-24: 09:36
⇩ L123 Plot **0.029 kW** **49.94 Hz**

	kW	kVA	cos ϕ
L1	0.010	0.017	0.919
L2	0.009	0.016	0.899
L3	0.010	0.016	0.923

▶ **Power** ⏪ 2010-04-24: 09:36
⇩ L123 Plot **0.029 kW** **49.94 Hz**



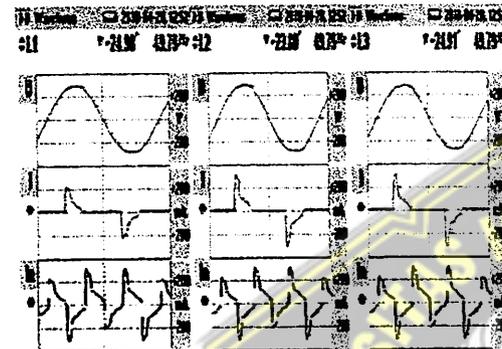
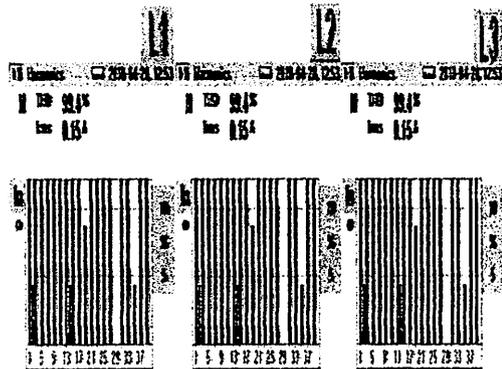
▶ **Power** ⏪ 2010-04-24: 09:36
⇩ L123 Plot **0.029 kW** **49.94 Hz**

	kW	kVA	kvar
L1	0.010	0.017	-0.004
L2	0.009	0.016	-0.004
L3	0.010	0.016	-0.004

2. Hasil Percobaan Lampu SL beban Tidak Seimbang

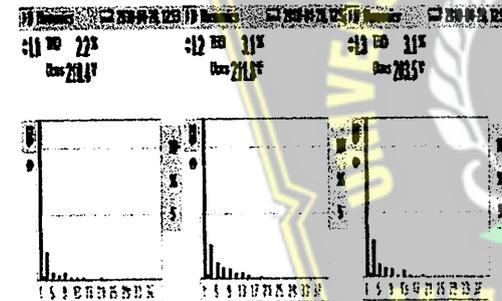
Volts/Amps/Hz 2010-04-28, 12:49
 L123 In 0.15A 49.79 Hz

	V rms	A rms
L1	210.2	0.07
L2	209.7	0.09
L3	203.8	0.09



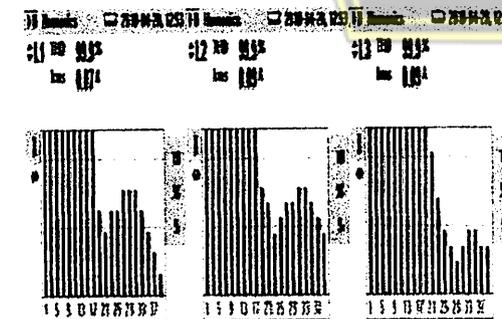
Power 2010-04-28, 12:56
 L123 Ptot 0.031 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.008	0.014	0.584
L2	0.012	0.019	0.610
L3	0.011	0.019	0.591



Power 2010-04-28, 12:56
 L123 Ptot 0.031 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	cos ϕ
L1	0.008	0.014	0.915
L2	0.012	0.019	0.924
L3	0.011	0.019	0.916



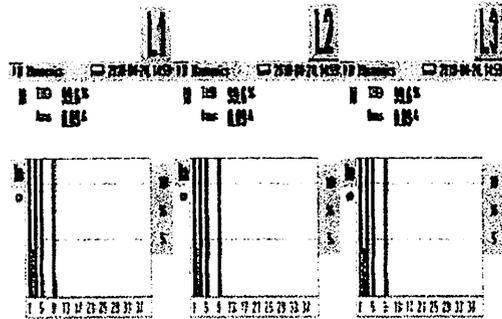
Power 2010-04-28, 12:56
 L123 Ptot 0.031 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.008	0.014	-0.003
L2	0.012	0.019	-0.004
L3	0.011	0.019	-0.004

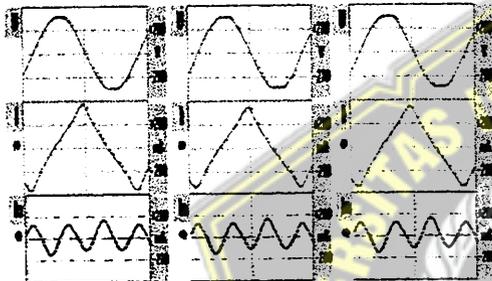
3. Hasil Percobaan Lampu TL Beban Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor

Vrms/Amps/Hz 2010-04-24 14:58
 ↕ L123 In 0.09 A 49.77 Hz

	V rms	A rms
L1	221.7	0.22
L2	217.3	0.20
L3	218.3	0.20



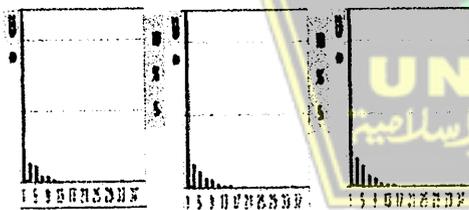
Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz



Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.018	0.048	0.371
L2	0.016	0.043	0.377
L3	0.017	0.044	0.382

Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz



Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	cos φ
L1	0.018	0.048	0.375
L2	0.016	0.043	0.380
L3	0.017	0.044	0.384

Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz



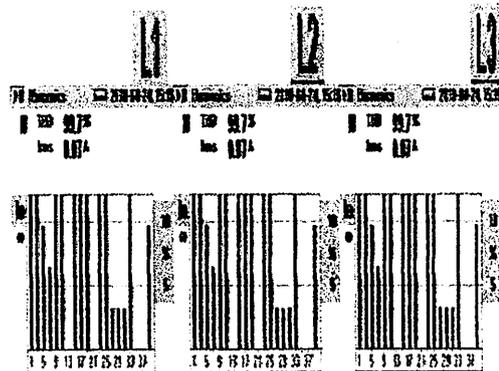
Power 2010-04-24 15:00
 ↕ L123 Ptot 0.051 kW 50.06 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.018	0.048	0.044
L2	0.016	0.043	0.040
L3	0.017	0.044	0.041

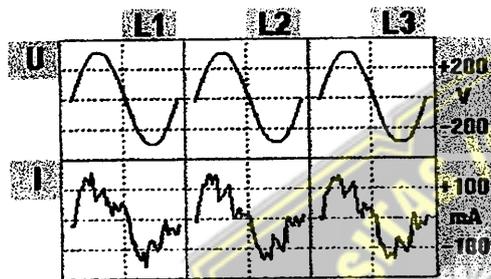
4. Hasil Percobaan Lampu TL Beban seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

Vrms/Amps/Hz 2010-04-24 15:14
 ⇨ L123 In 0.07A 50.19 Hz

	V rms	A rms
L1	222.2	0.08
L2	218.0	0.08
L3	218.6	0.08



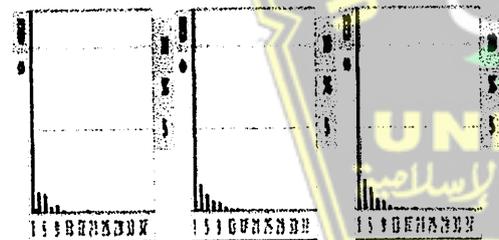
Waveforms 2010-04-24 15:15
 ⇨ L123 50.10 Hz



Power 2010-04-24 15:17
 ⇨ L123 Ptot 0.047 kW 49.95 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.017	0.018	0.908
L2	0.014	0.018	0.816
L3	0.016	0.018	0.856

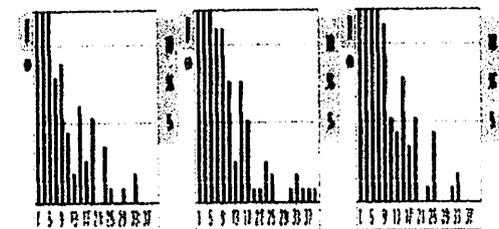
Harmonics 2010-04-24 15:17
 ⇨ L123



Power 2010-04-24 15:17
 ⇨ L123 Ptot 0.047 kW 49.95 Hz

	kW	kVA	cos ϕ
L1	0.017	0.018	0.963
L2	0.014	0.018	0.863
L3	0.016	0.018	0.925

Harmonics 2010-04-24 15:17
 ⇨ L123



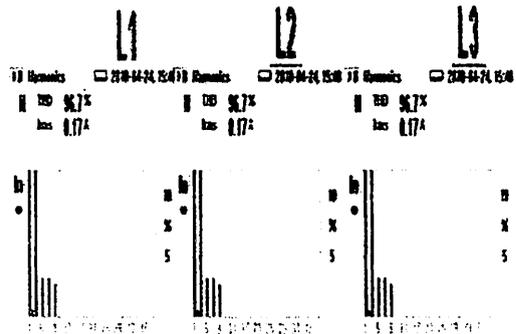
Power 2010-04-24 15:17
 ⇨ L123 Ptot 0.047 kW 49.95 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.017	0.018	-0.004
L2	0.014	0.018	-0.008
L3	0.016	0.018	-0.005

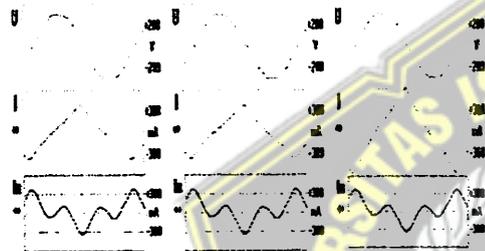
6. Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sebelum Menggunakan Kapasitor

Volts/Amps/Hertz 2010-04-24, 15:38
 L123 In 0.17 A 49.84 Hz

	V rms	A rms
L1	223.2	0.22
L2	219.0	0.21
L3	219.9	0.34



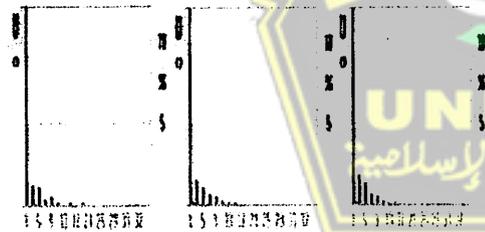
Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz



Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.018	0.049	0.375
L2	0.018	0.047	0.376
L3	0.027	0.074	0.367

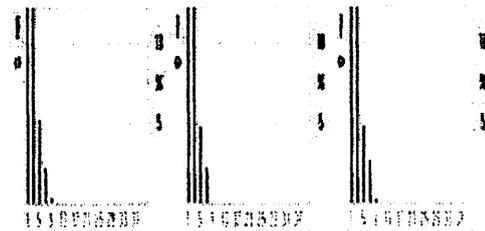
Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz



Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz

	kW	kVA	cosφ
L1	0.018	0.049	0.376
L2	0.018	0.047	0.381
L3	0.027	0.074	0.371

Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz



Power 2010-04-24, 15:41
 L123 Ptot 0.063 kW 49.89 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.018	0.049	0.046
L2	0.018	0.047	0.043
L3	0.027	0.074	0.069

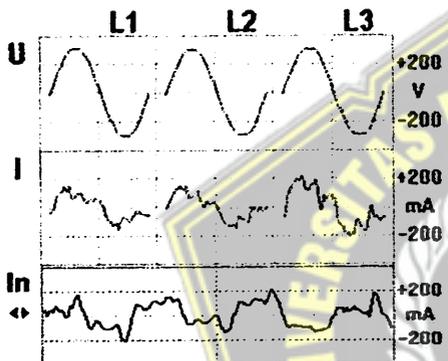
7. Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Sumber

VoIts/Amps/Hertz 2010-04-24, 15:32
 L123 In 0.10 A 49.83 Hz

	V rms	A rms
L1	223.0	0.08
L2	216.9	0.08
L3	220.1	0.13



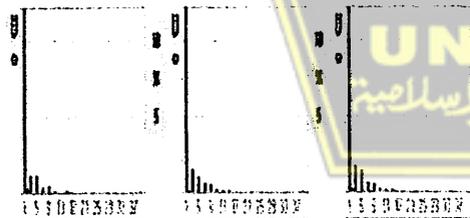
Waveforms 2010-04-24, 15:33
 L123 49.80 Hz



Power 2010-04-24, 15:35
 L123 Plot 0.057 kW 49.80 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.017	0.019	0.922
L2	0.015	0.018	0.829
L3	0.025	0.028	0.872

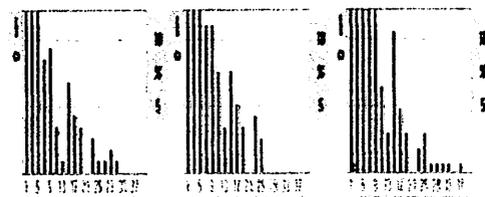
2010-04-24, 15:35
 L1 1.9% 223.0V
 L2 3.1% 216.9V
 L3 2.3% 220.1V



Power 2010-04-24, 15:35
 L123 Plot 0.057 kW 49.80 Hz

	kW	kVA	cosφ
L1	0.017	0.019	0.988
L2	0.015	0.018	0.879
L3	0.025	0.028	0.971

2010-04-24, 15:35
 L1 1.9% 0.02
 L2 3.1% 0.02
 L3 2.3% 0.02



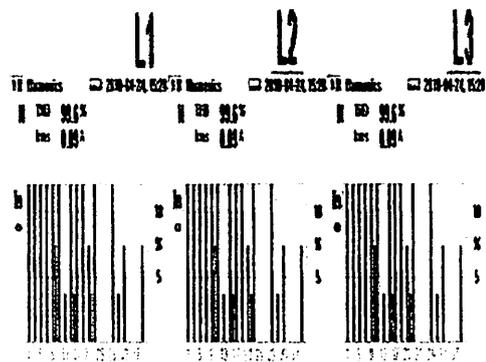
Power 2010-04-24, 15:35
 L123 Plot 0.057 kW 49.80 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.017	0.019	-0.003
L2	0.015	0.018	-0.007
L3	0.025	0.028	-0.005

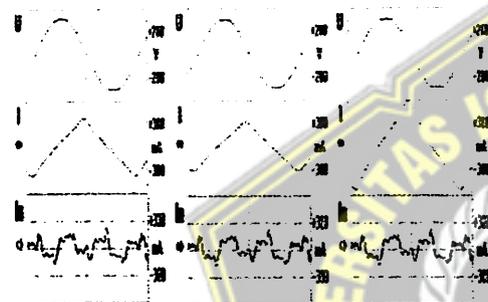
8. Hasil Percobaan Lampu TL Beban Tidak Seimbang Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

Voits/Amps/Hz 2010-04-24, 15:26
 L123 In 0.09 A 50.18 Hz

	V rms	A rms
L1	223.4	0.21
L2	218.8	0.19
L3	220.3	0.33



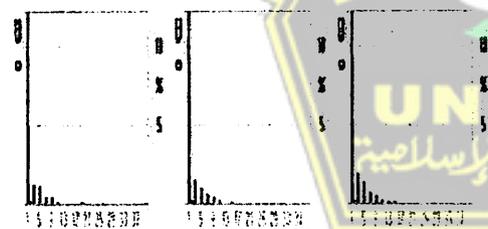
2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows



Power 2010-04-24, 15:29
 L123 Ptot 0.061 kW 49.97 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.018	0.048	0.366
L2	0.016	0.042	0.376
L3	0.027	0.074	0.368

2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows



Power 2010-04-24, 15:29
 L123 Ptot 0.061 kW 49.97 Hz

	kW	kVA	cos ϕ
L1	0.018	0.048	0.368
L2	0.016	0.042	0.376
L3	0.027	0.074	0.372

2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows 2010-04-24, 15:27 18 Windows



Power 2010-04-24, 15:29
 L123 Ptot 0.061 kW 49.97 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.018	0.048	0.045
L2	0.016	0.042	0.039
L3	0.027	0.074	0.068

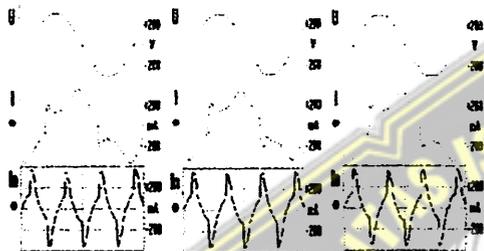
9. Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sebelum Mnggunakan Kapasitor

Volts/Amps/Hz 2010-04-24, 14:48
 L123 In 0.19 A 49.88 Hz

	V rms	A rms
L1	222.3	0.23
L2	217.9	0.22
L3	218.9	0.22



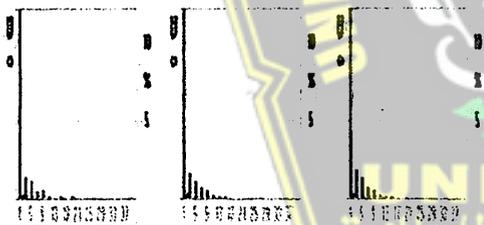
Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz



Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.028	0.051	0.551
L2	0.027	0.047	0.567
L3	0.027	0.048	0.558

Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz



Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz

	kW	kVA	cos φ
L1	0.028	0.051	0.583
L2	0.027	0.047	0.596
L3	0.027	0.048	0.591

Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz



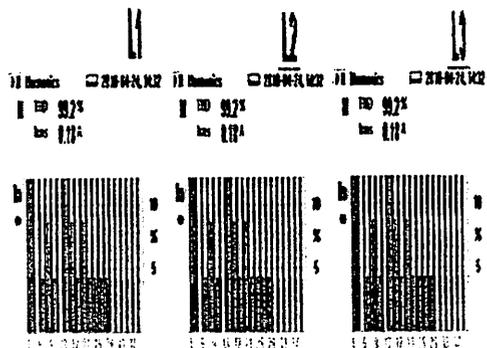
Power 2010-04-24, 14:50
 L123 Ptot 0.081 kW 49.83 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.028	0.051	0.040
L2	0.027	0.047	0.036
L3	0.027	0.048	0.037

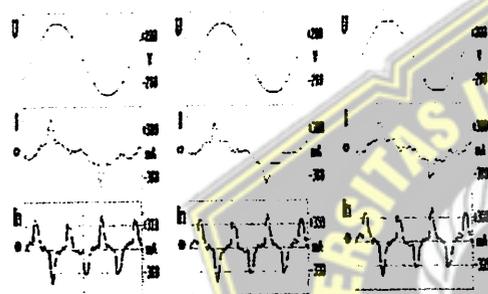
10. Hasil Percobaan Lampu TL Pararel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada pengukuran Arus Sumber

Voilts/Amps/Hertz 2010-04-24, 14:31
 ↕ L123 In 0.18 A 49.94 Hz

	V rms	A rms
L1	223.6	0.15
L2	217.4	0.15
L3	221.2	0.14



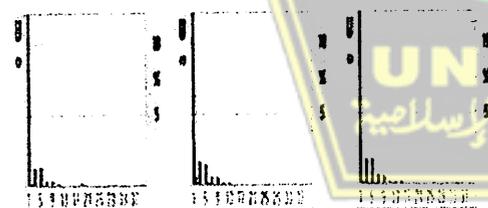
2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz



Power 2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.027	0.033	0.828
L2	0.025	0.032	0.790
L3	0.024	0.031	0.806

2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz



Power 2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz

	kW	kVA	cosφ
L1	0.027	0.033	0.948
L2	0.025	0.032	0.896
L3	0.024	0.031	0.934

2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz



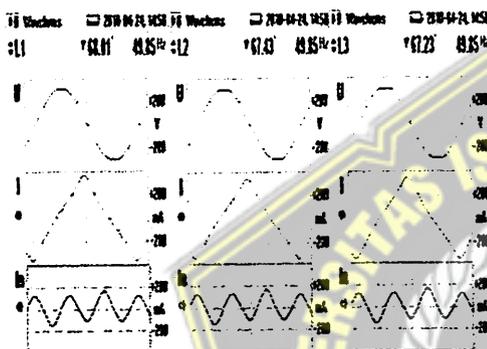
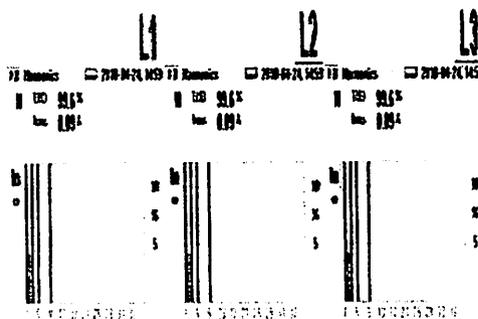
Power 2010-04-24, 14:33
 ↕ L123 Ptot 0.077 kW 49.94 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.027	0.033	-0.008
L2	0.025	0.032	-0.011
L3	0.024	0.031	-0.009

11. Hasil Percobaan Lampu TL Paralel SL Sesudah Menggunakan Kapasitor Pada Pengukuran Arus Beban

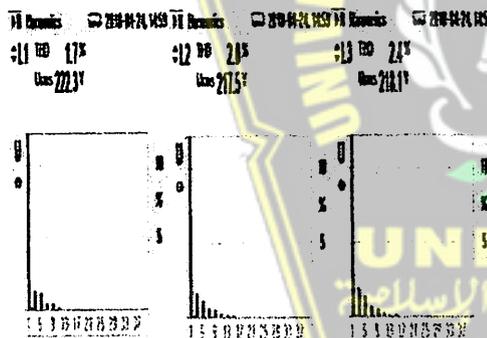
Volts/Amps/Hz 2010-04-24, 14:37
 L123 In 0.18A 49.88 Hz

	V rms	A rms
L1	223.2	0.24
L2	217.6	0.22
L3	220.6	0.22



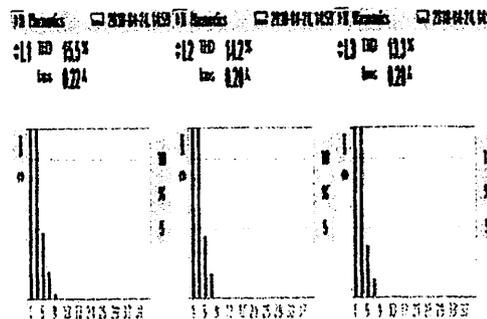
Power 2010-04-24, 14:40
 L123 Ptot 0.082 kW 50.05 Hz

	kW	kVA	PF
L1	0.029	0.052	0.548
L2	0.027	0.048	0.559
L3	0.027	0.049	0.548



Power 2010-04-24, 14:40
 L123 Ptot 0.082 kW 50.05 Hz

	kW	kVA	cosφ
L1	0.029	0.052	0.577
L2	0.027	0.048	0.592
L3	0.027	0.049	0.584



Power 2010-04-24, 14:40
 L123 Ptot 0.082 kW 50.05 Hz

	kW	kVA	kvar
L1	0.029	0.052	0.041
L2	0.027	0.048	0.037
L3	0.027	0.049	0.038

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
 Jl. Raya Kaligawe Km.4 Telp. 024-6583584 Psw 340 Faks. 024-6582455
 Semarang 50112 http://www.unissula.ac.id



KEGIATAN ASISTENSI

Nama : M. Yuzdi Elkautsar
 Nim : 06.204.0923
 Judul TA : ANALISA PENGARUH KAPASITOR TERHADAP HARMONISA
 PADA LAMPU SL DAN TL

No	Tanggal	Paraf Dosen	Catatan
	14/4 '10		lihat dr Draft Laporan
	3/5 '10		Bab III OK rev. flowchart
	4/5 '10		Bab II Ace
			Bab IV - Rev. Asumsi Rangkaian
	3/6 '10		Bab. IV - Rev - Hasil x Analisis - Analisis semua rumus
	4/6 '10		Rev - Tabel. - Analisis rumus
	8/6 '10		Bab IV OK Bab V Saran rev.
	20/6 '10		Bab V. OK, rev. Kertas

Ciptaan Mahasiswa & Seminar



KEGIATAN ASISTENSI

Nama : M.Yuzdi Elkautsar
 Nim : 06.204.0923
 Judul TA : ANALISA PENGARUH KAPASITOR TERHADAP HARMONISA
 PADA LAMPU SL DAN TL

No	Tanggal	Paraf Dosen	Catatan
1	$\frac{5}{4}$ 2010		- Teori tentang Perbaikan Faktor daya. - Flowchart.
2	$\frac{13}{4}$ 2010		- Gambar rangkaian percobaan di perbaiki lagi - Percobaan untuk beban sembarang ulangi lagi.
3	$\frac{14}{4}$ 2010		- Lanjutkan dgn pengukuran untuk lampu TL.
4	$\frac{26}{4}$ 2010		- Susun laporan hasil penelitian dan analisisnya untuk bab 4 lengkapi dgn grafiknya.
5	$\frac{18}{5}$ 2010		- Analisa diperbaiki lagi.
6	$\frac{26}{5}$ 2010		- Analisa diperbaiki lagi ditambahkan dgn nilai \cong thd. atau benar \cong lampu.
7	$\frac{31}{5}$ 2010		- Penyusunan kalimat \cong di perbaiki lagi - Buat kesimpulan.
8	$\frac{1}{6}$ 2010		- Kesimpulan diperbaiki lagi tampilkan angka \cong 20 kwh
9	$\frac{8}{6}$ 2010		- ACC selesai



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jumat
 Tanggal : 30 Juli 2010
 Tempat : R. Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : M. Yuzdi Elkautsar
 NIM : 06.204.0923
 Judul TA : Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL Dan TL

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
-	Kesimpulan. - hasilnya di lap TA	7 hari

NO	TUGAS
1	Kenapa pemasangan kapasitor di TL secara paralel bukan seri ?
2	Impedansi (Z) ?
3	Mengapa dgn kapasitor, THD smkin tinggi ?

Revisi
 Acl

Mengetahui,
 Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widiastuti, M.T.
 NIP. 131 944 774

Semarang, 30 Juli 2010
 Penguji,

Agus Suprayitno, S.T., M.T.
 NIK. 210 699 011



LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : Selasa
 Tanggal : 6 Juli 2010
 Tempat : R. Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : M. Yuzdi Elkautsar
 NIM : 06.204.0923
 Konsentrasi : Teknik Sistem Tenaga
 Judul TA : Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL Dan TL

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
①	abstrak	
-	lay out + 1 → Lampu ? kapasitor ?	
②	Hasil pengukuran berdampak ? (di kesimpulan eksplisit tidak banyak angka) . THD berapa	are 16/7/10

hubungan nilai THD dengan
 dampak yang di timbulkan

Semarang, 6 Juli 2010
 Penilai,

NIP:

③. Penjelasan / hubungan
 Kapasitor dengan
 Harmonisa (secara kenis)



LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jumat
 Tanggal : 30 Juli 2010
 Tempat : R. Seminar

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : M. Yuzdi Elkautsar
 NIM : 06.204.0923
 Judul TA : Analisa Pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL Dan TL

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
~ ~ ~	TA → mengukur dan masukkan ke kesimpulan tanpa ada analisisnya? permasalahan blm semua terjawab di kesimpulan. Daftar Pustaka tidak ada buku referensinya?	ace. 10/8/2010

NO	TUGAS
~ ~	Hubungan nilai THD dengan $\cos \phi$. fungsi kapasitor sebagai filter harmonisa & reduksi amplitudo frekuensi I & V.

Mengetahui,
 Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widiastuti, M.T.
 NIP. 131 944 774

Semarang, 30 Juli 2010
 Penguji,

Ir. Ida Widiastuti, M.T.
 NIP. 131 944 774



LEMBAR REVISI dan GAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Jumat
 Tanggal : 30 Juli 2010
 Tempat : R. Seminar
 Memutuskan bahwa mahasiswa :
 Nama : M. Yuzdi Elka
 NIM : 06.204.023
 Judul TA : Analisa pengaruh Kapasitor Terhadap Harmonisa Pada Lampu SL dan TL

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
-	REFERENSI DB BUKU -	

NO	TUGAS
	RTAS - itu apa? uraian, bericantol

Semarang, 30 Juli 2010
Penguji

Ir. Agus Adhi Nugroho, MT
 NIK. 210 693 003

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widiastuti, M.T.
 NIP. 131 944 774