

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Pada penelitian ini rangkaian listrik dan beban listrik yang digunakan adalah rangkaian simulasi yang dianggap dapat mewakili beban non linier. Rangkaian ini digunakan dalam pengukuran awal untuk mengetahui karakteristik tingkat harmonisa pada beban listrik yang telah ditentukan. Pada awal pengukuran tingkat harmonisa terdapat 6 model beban listrik lalu untuk mendapatkan hasil yang akan diteliti dilakukan penyeleksian pada beban-beban listrik tersebut. Setelah dilakukannya pengukuran terhadap 6 model yang dianggap dapat mewakili beban non linier maka diperoleh 2 model yang memiliki tingkat harmonisa terbesar. Model yang memiliki harmonisa terbesar yaitu model III dan model VI. Kemudian, pada kedua model tersebut yang memiliki tingkat harmonisa terbesar akan dilakukan penambahan beban dengan menggunakan motor induksi 3 fasa. Dilakukannya proses ini bertujuan untuk mengetahui tingkat harmonisa beban motor 3 fasa terhadap kedua model tersebut.

Pada model III setelah dilakukannya penggabungan dengan motor induksi 3 fasa kandungan tingkat harmonisa menjadi berkurang dibandingkan sebelum penggabungan dengan motor induksi 3 fasa. Kandungan harmonisa pada model III untuk orde 3 diperoleh pada fasa R sebesar 11,2% untuk fasa S sebesar 25,5% dan untuk fasa T sebesar 10,9%. Sebelum dilakukannya penggabungan motor induksi 3 fasa mengandung tingkat harmonisa pada orde 3 untuk fasa R sebesar 19,9% untuk fasa S sebesar 71,1% dan fasa T sebesar 21,8%. Pada model VI tidak jauh berbeda dengan model III yang mengalami penurunan setelah penggabungan dengan motor induksi 3 fasa. Kandungan harmonisa pada model VI untuk orde 3 diperoleh untuk fasa R sebesar 6,1% untuk fasa S sebesar 9,8% dan untuk fasa T sebesar 19,5%. Sebelum dilakukannya penggabungan dengan motor induksi 3 fasa mengandung tingkat harmonisa pada orde 3 untuk fasa R sebesar 3,9% untuk fasa S sebesar 45,5% dan fasa T sebesar 34,9%. Dengan

penggabungan motor 3 fasa tingkat harmonisa semakin menurun karena beban motor induksi 3 fasa tersebut dapat dikatakan filter karena terdiri dari induktor yang termasuk komponen linier.

Pada penelitian ini, akan dilakukan perancangan filter pasif single tuned pada salah satu model yang dianggap mewakili tingkat harmonisa terbesar yaitu model III tanpa penggabungan dengan motor induksi 3 fasa yang bertujuan untuk mengurangi tingkat harmonisa pada model III. Adapun tingkat harmonisa yang akan direduksi atau dikurangi pada penelitian ini adalah hanya harmonisa orde ke-3. Dengan menggunakan filter pasif single tuned yang terdiri dari komponen pasif berupa kapasitor dan induktor yang bertujuan untuk mereduksi atau mengurangi tingkat harmonisa pada orde 3.

3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI. Pemilihan laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI sebagai tempat dari penelitian ini karena seluruh sumber tegangan 3 fasa dan peralatan yang digunakan untuk penelitian hanya dimiliki oleh laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.

3.3. Tujuan Pengukuran

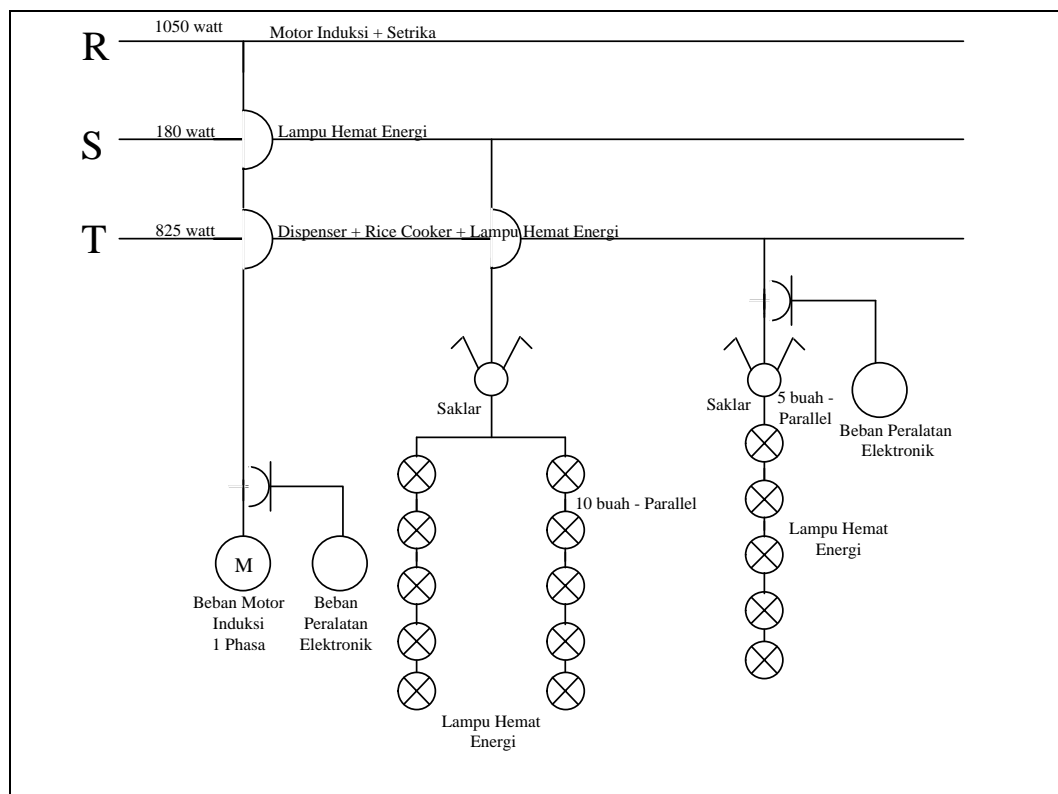
Pengukuran pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kandungan harmonisa pada beban non linier dan mengetahui seberapa besar filter pasif dapat mereduksi tingkat kandungan harmonisa yang diakibatkan oleh beban non linier. Beban yang digunakan dalam pengukuran ini berupa peralatan elektronik seperti setrika, laptop, dispenser, dan rice cooker, serta beberapa jenis lampu seperti lampu LHE dan lampu XL. Dalam pengukuran ini juga menggunakan beberapa jenis motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Adapun instrument yang digunakan dalam pengukuran ini seperti tang ampere dengan merk hioki, multi meter dan LCR meter.

3.4 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa instrument yang terdiri dari rangkaian listrik, beban-beban listrik dan alat ukur yang digunakan untuk mengetahui tingkat kandungan harmonisa. Gambar rangkaian listrik dan beban listrik yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Rangkaian Listrik dan Beban Listrik



Gambar 3.2 Gambar Rangkaian yang Akan Difilter

3.4.1 Beban Listrik yang Digunakan

Pada penelitian ini penulis memilih beberapa model beban listrik yang akan digunakan, beban yang dipakai pada penelitian ini cukup mewakili beban listrik pada rumah tangga.

1. Komponen Pada Rangkaian

Tabel 3.1 Komponen Pada Rangkaian

MCB	Merk BBC (BS 3871)	G 6 A	220/380 volt
Kabel	Merk Supreme	NYA 2,5 mm	450/760 volt

2. Peralatan Elektronik

Tabel 3.2 Spesifikais Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	3 buah
Laptop Merk Asus	3 buah
Dispenser Merk Miyako	1 buah
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

3. Lampu Hemat Energi

Tabel 3.3 Spesifikasi Lampu Hemat Energi

Spesifikasi Lampu Hemat Energi		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	10	110 watt
18 watt	15	270 watt

4. Lampu Pijar

Tabel 3.4 Spesifikasi Lampu Pijar

Spesifikasi Lampu Pijar		
Lampu Pijar Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
15 watt	10	150 watt

5. Lampu LED

Tabel 3.5 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	15	187,5 watt

6. Motor Induksi 1 Phase

Tabel 3.6 Spesifikasi Motor 1 Phase

Spesifikasi Motor 1 Phase	
Tipe	080-4
P	0,75 kW
V	220 volt
I	4,8 ampere
Cos ϕ	0,95
Rpm	1410

7. Motor Induksi 3 Phase

Tabel 3.7 Spesifikasi Motor 3 Phase

Spesifikasi Motor 3 Phase	
Tipe	C 90L - 4
P	5 kW
V	220 / 380 volt
I	6,47 / 3,8 ampere
Rpm	1450

3.4.2 Alat Ukur

1. 1 buah multimeter
2. TangAmpere merk HIOKI
3. LCR meter



Gambar 3.3. Tang Ampere

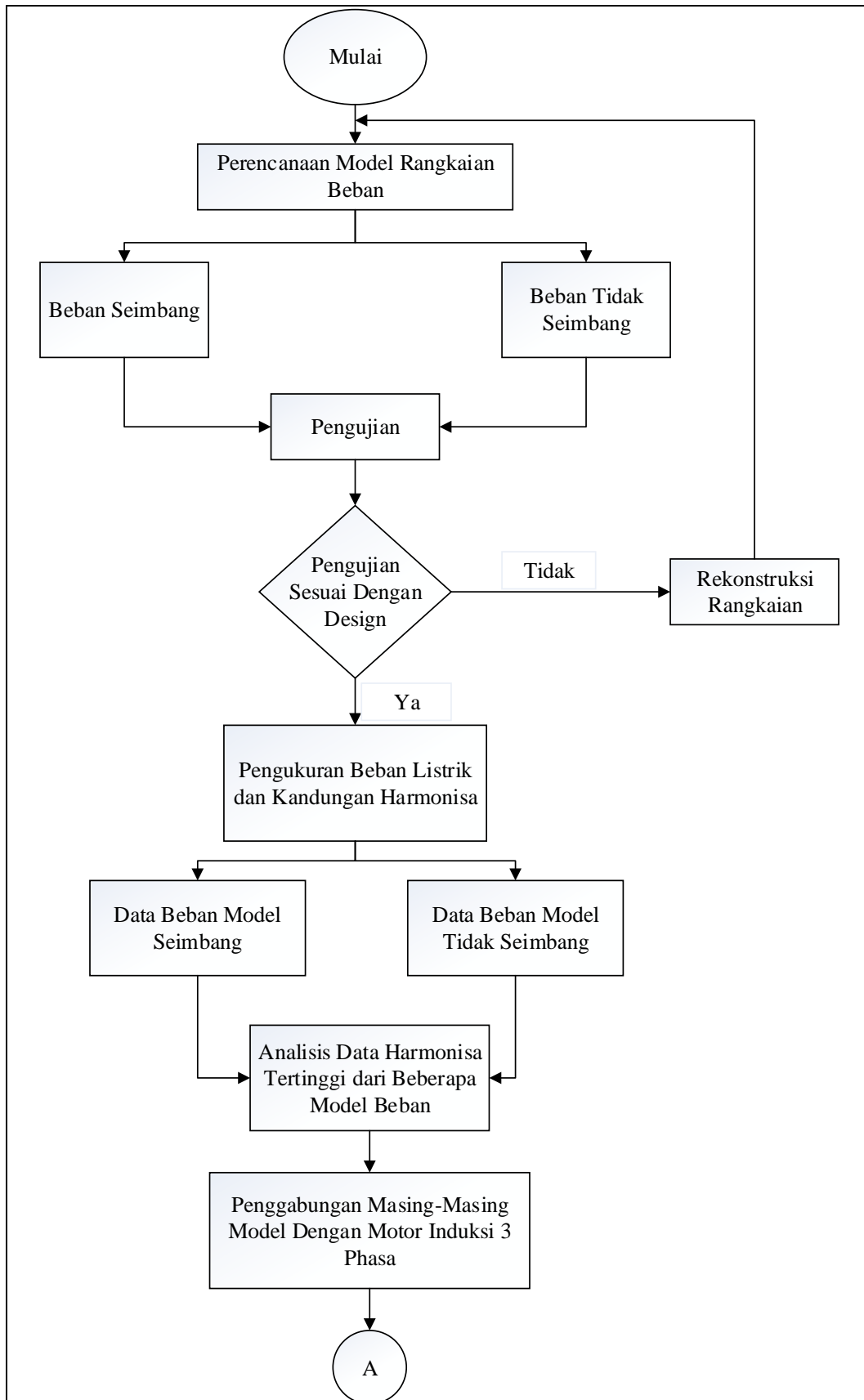
3.5 Pengumpulan Data

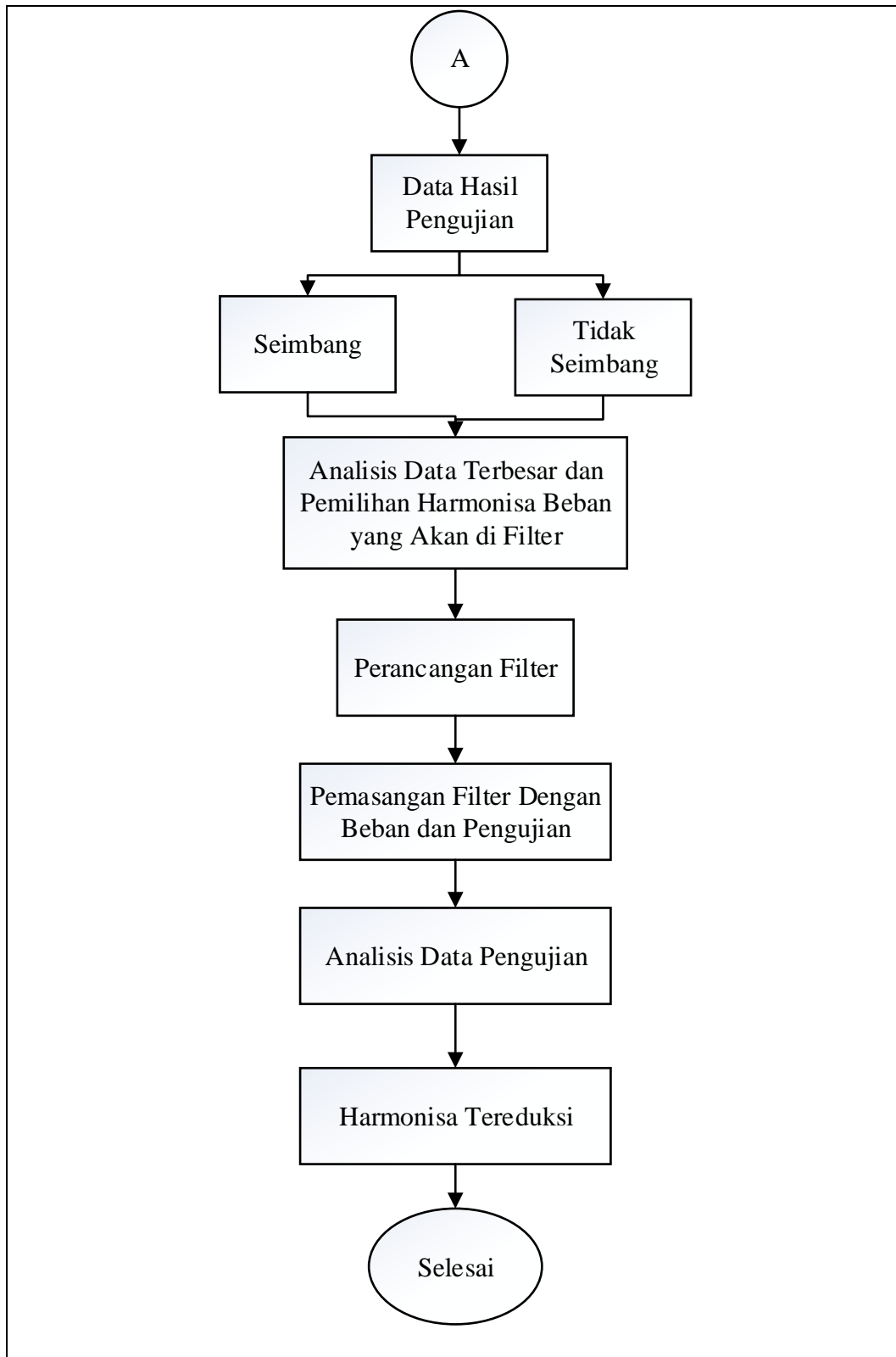
Pada penelitian ini teknik pengumpulan data yang diperlukan untuk perancangan filter pasif adalah sebagai berikut

- a. Perancangan rangkaian listrik menggunakan papan rangkaian untuk masing-masing fasa.
- b. Pemilihan beban rumah tangga yang termasuk ke dalam beban non linier.
- c. Pengujian besaran harmonisa menggunakan hioki 3286-20.
- d. Data hasil pengukuran yaitu untuk mengetahui besarnya tingkat harmonisa yang akan dijadikan bahan penelitian untuk perancangan filter fasif single tuned, data tersebut dapat berupa faktor daya, frekuensi, dan tegangan.

Keempat tahapan diatas digunakan untuk perancangan filter pasif single tuned. Pada perancangan filter pasif ini dapat dilakukan untuk mereduksi harmonisa pada orde ke-3.

Untuk mendapatkan data tersebut perlu adanya kerjasama antara penulis dengan pihak laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI. Adapun tahapan-tahapan pengumpulam data dimulai dengan mengajukan surat perizinan penggunaan dan peminjaman alat di laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI



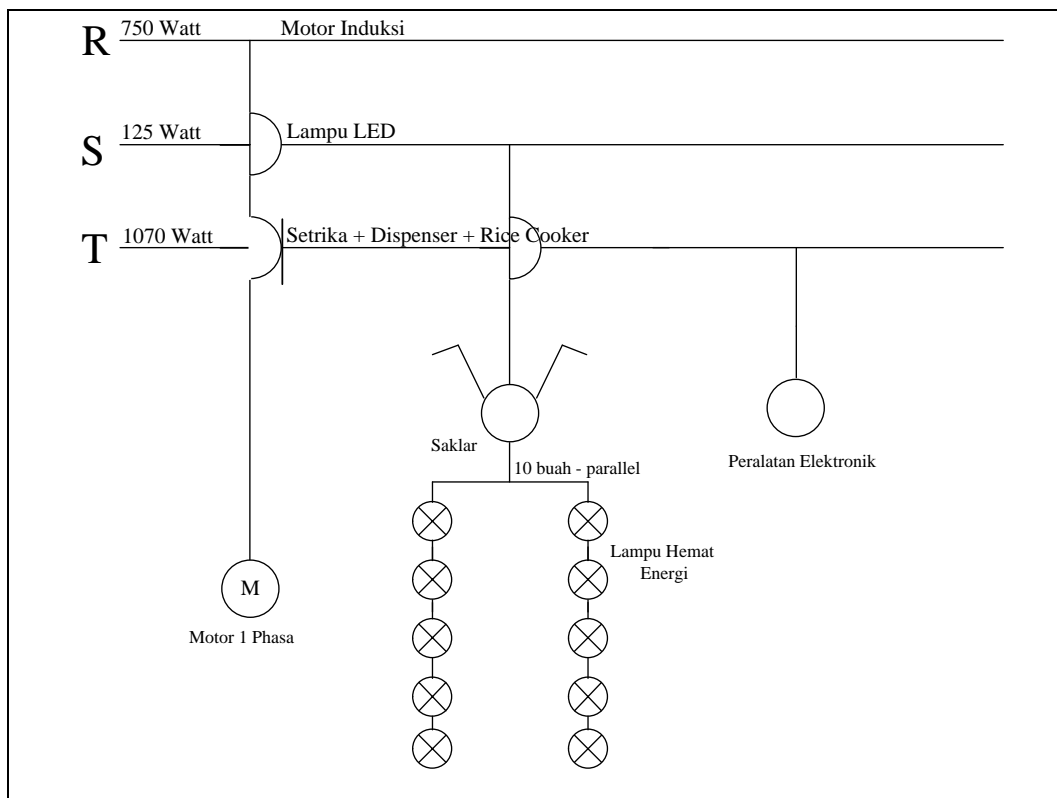


Gambar 3.4 Flowchart Penelitian

3.6 Analisis data

Analisis data ini membahas mengenai model rangkaian, pengukuran beban dan kandungan harmonisa dan perencanaan filter pasif. Pada model rangkaian ini terdiri dari 6 model dan 2 model penggabungan dengan motor induksi 3 phasa. Berikut adalah model rangkaian yang digunakan pada penelitian ini.

3.6.1 Model I Beban Tidak Seimbang



Gambar 3.5 Model I

Phasa R

Motor Induksi

Tabel 3.8 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	080-4
P	0,75 KW
V	220 volt

I	4,8 ampere
Cos ϕ	0,95
Rpm	1410

Phasa S

Lampu LED

Tabel 3.9 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	10 buah	125 watt

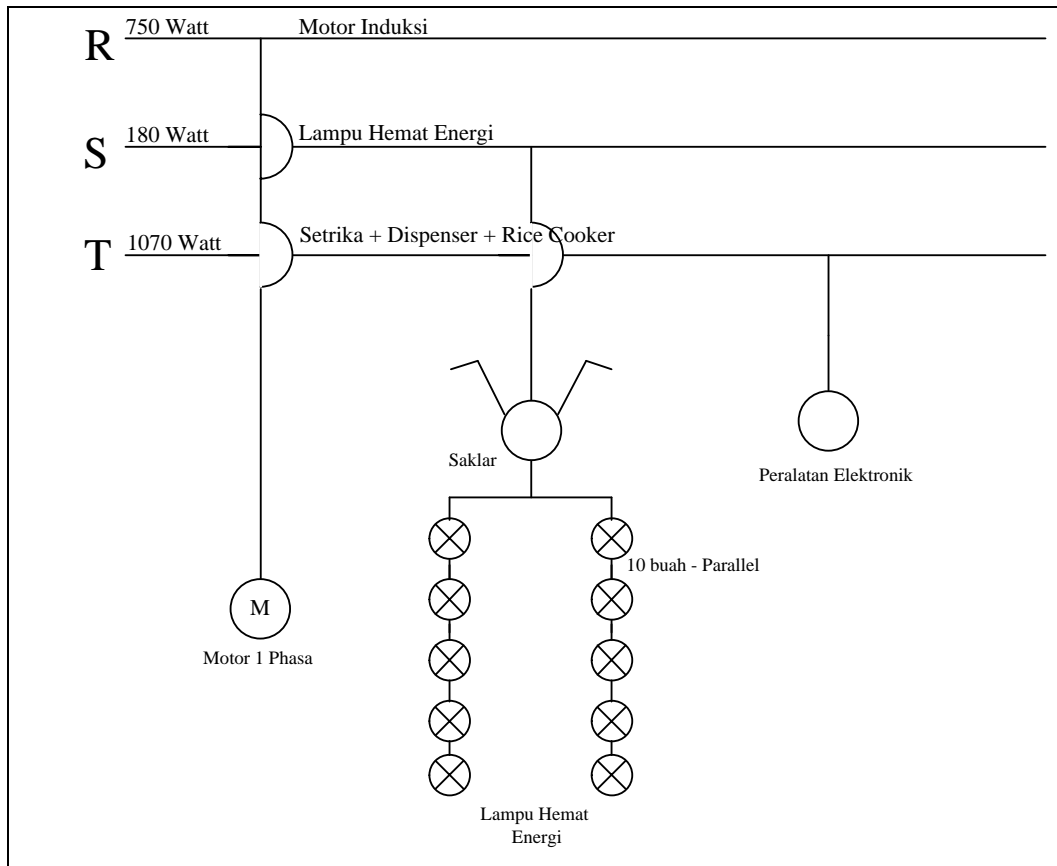
Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.10 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

3.6.2 Model II Beban Tidak Seimbang



Gambar 3.6 Model II

Phasa R

Motor Induksi

Tabel 3.11 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	080-4
P	0,75 KW
V	220 volt
I	4,8 ampere
Cos φ	0,95
Rpm	1410

Phasa S

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.12 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	10 buah	180 watt

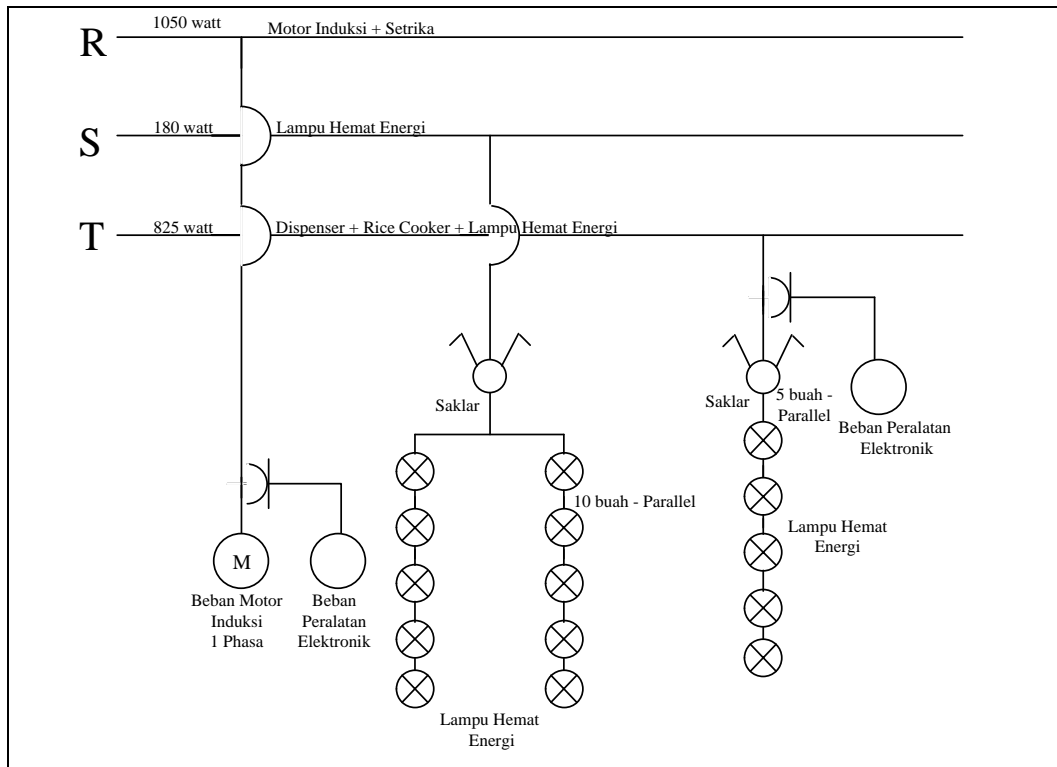
Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.13 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Dispenser Merk Miyako	1 buah
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

3.6.3 Model III Beban Tidak Seimbang



Gambar 3.7 Model III

Phasa R

Motor Induksi

Tabel 3.14 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	080-4
P	0,75 KW
V	220 volt
I	4,8 ampere
Cos ϕ	0,95
Rpm	1410

Peralatan Elektronik

Tabel 3.15 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah

Phasa S

Agung AdhiNugroho, 2015

PENGGUNAAN FILTER PASIF SINGLE TUNED UNTUK MEREDUKSI HARMONISA AKIBAT BEBAN NON LINIER

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.16 Spesifikasi Lampu Hemat Energi

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	10 buah	180 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.17 Spesifikasi Peralatan Elektronik

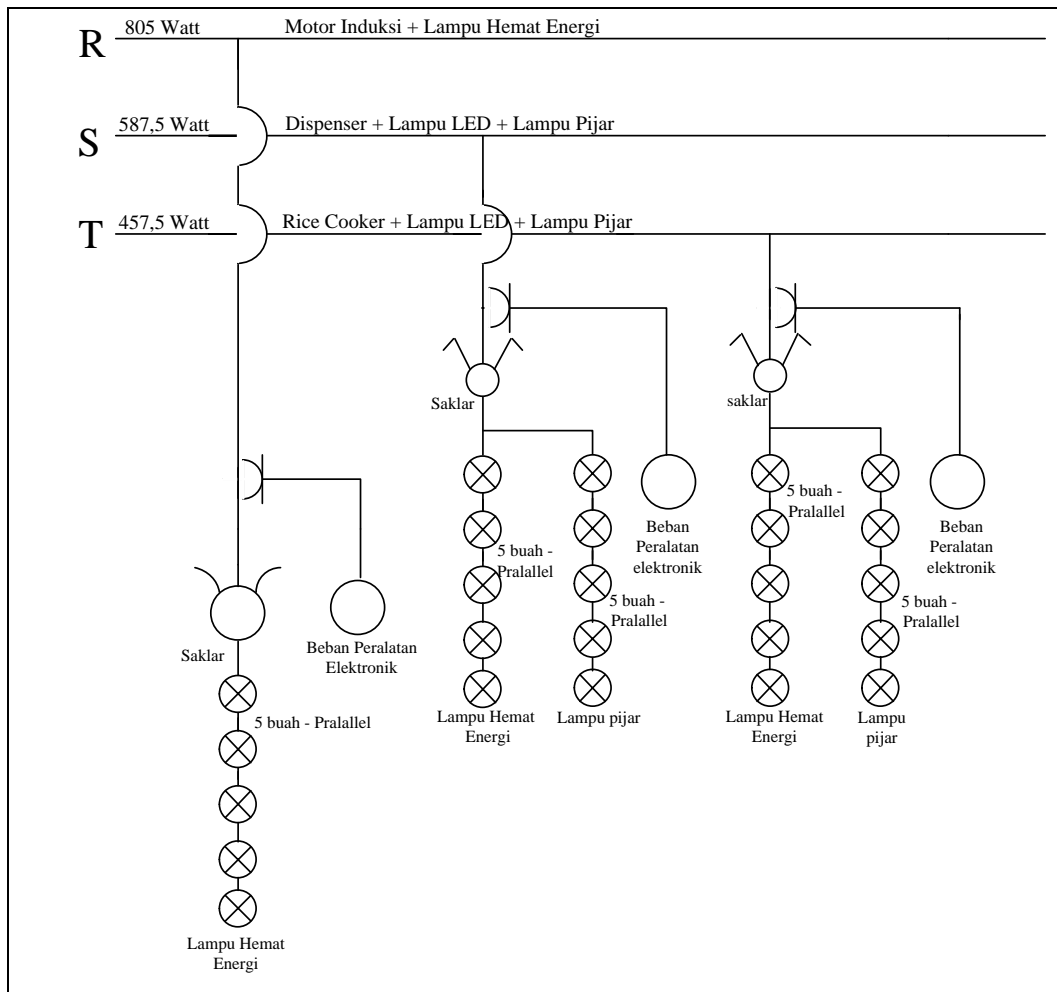
Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Dispenser Merk Miyako	1 buah
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.18 Spesifikasi Lampu Hemat Energi

Spesifikasi Lampu Hemat Energi		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5	55 watt

3.6.4 Model IV Beban Tidak Seimbang



Gambar 3.8 Model IV

Phasa R

Motor Induksi

Tabel 3.19 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	080-4
P	0,75 KW
V	220 volt
I	4,8 ampere
Cos φ	0,95
Rpm	1410

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.20 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt

Phasa S

Peralatan Elektronik

Tabel 3.21 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Dispenser Merk Miyako	1 buah

Lampu LED

Tabel 3.22 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	5	62,5 watt

Lampu Pijar

Tabel 3.23 Spesifikasi Lampu Pijar

Spesifikasi Lampu Pijar		
Lampu Pijar Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
15 watt	5	75 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.24 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

Lampu LED

Tabel 3.25 Spesifikasi Lampu LED

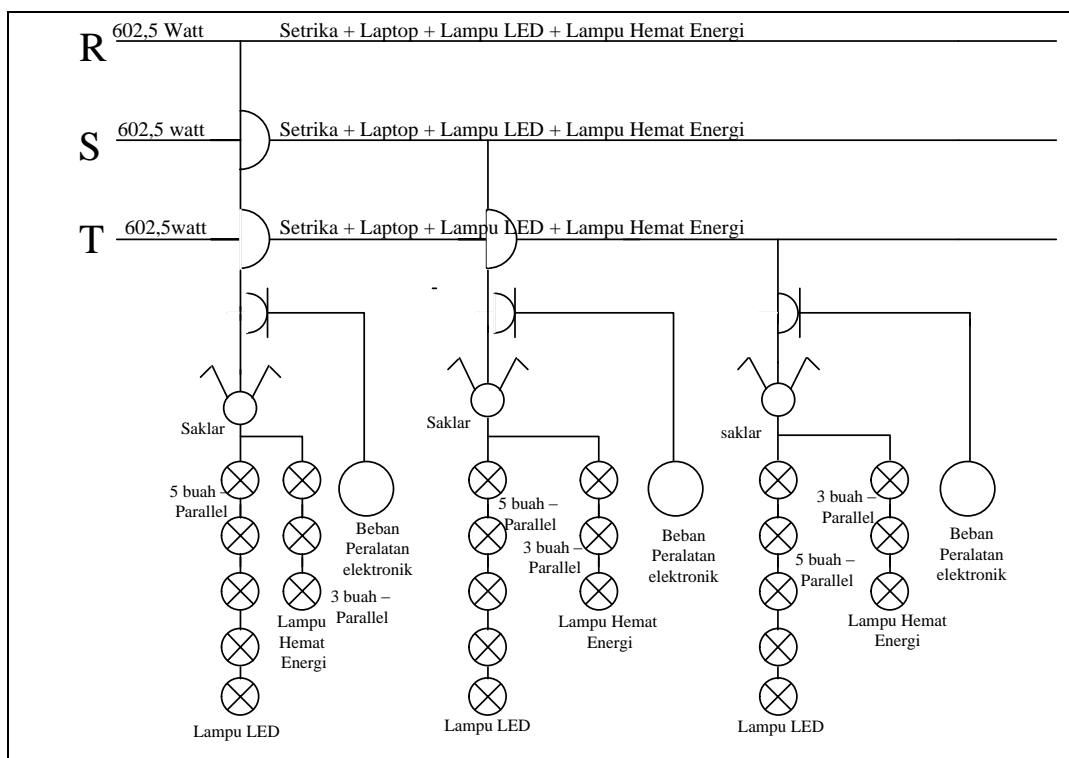
Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	5	62,5 watt

Lampu Pijar

Tabel 3.26 Spesifikasi Lampu Pijar

Spesifikasi Lampu Pijar		
Lampu Pijar Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
15 watt	5	75 watt

3.6.5 Model V Beban Seimbang



Gambar 3.9 Model V

Phasa R

Peralatan Elektronik

Tabel 3.27 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu LED

Tabel 3.28 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	5 buah	62,5 watt

Lampu LHE

Tabel 3.29 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	5 buah	90 watt

Phasa S

Peralatan Elektronik

Tabel 3.30 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu LED

Tabel 3.31 Spesifikasi Lampu LED

Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	5 buah	62,5 watt

Lampu LHE

Tabel 3.32 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu Pijar		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	5 buah	90 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.33 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu LED

Tabel 3.34 Spesifikasi Lampu LED

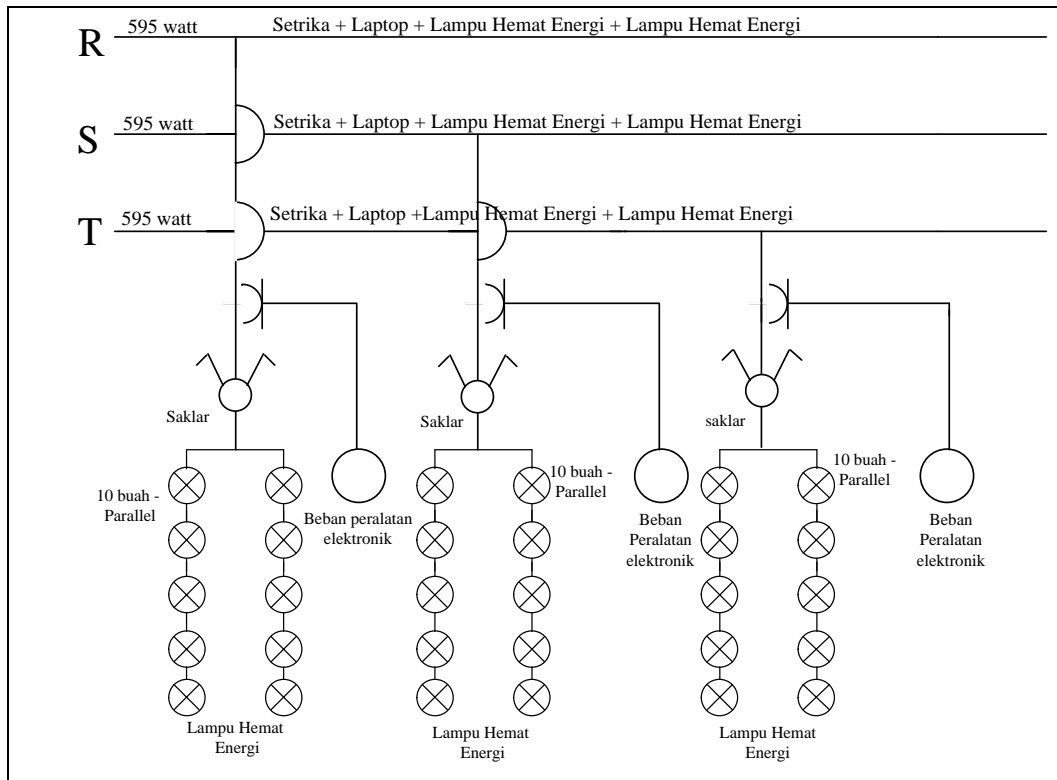
Spesifikasi Lampu LED		
Lampu LED Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
12,5 watt	5 buah	62,5 watt

Lampu LHE

Tabel 3.35 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu Pijar		
Lampu Pijar Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	5 buah	90 watt

3.6.6 Model VI Beban Seimbang



Gambar 3.10 Model VI

Phasa R

Peralatan Elektronik

Tabel 3.36 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.37 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

Agung AdhiNugroho, 2015

PENGGUNAAN FILTER PASIF SINGLE TUNED UNTUK MEREDUKSI HARMONISA AKIBAT BEBAN NON LINIER

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

Phasa S

Peralatan Elektronik

Tabel 3.38 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.39 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.40 Spesifikasi Peralatan Elektronik

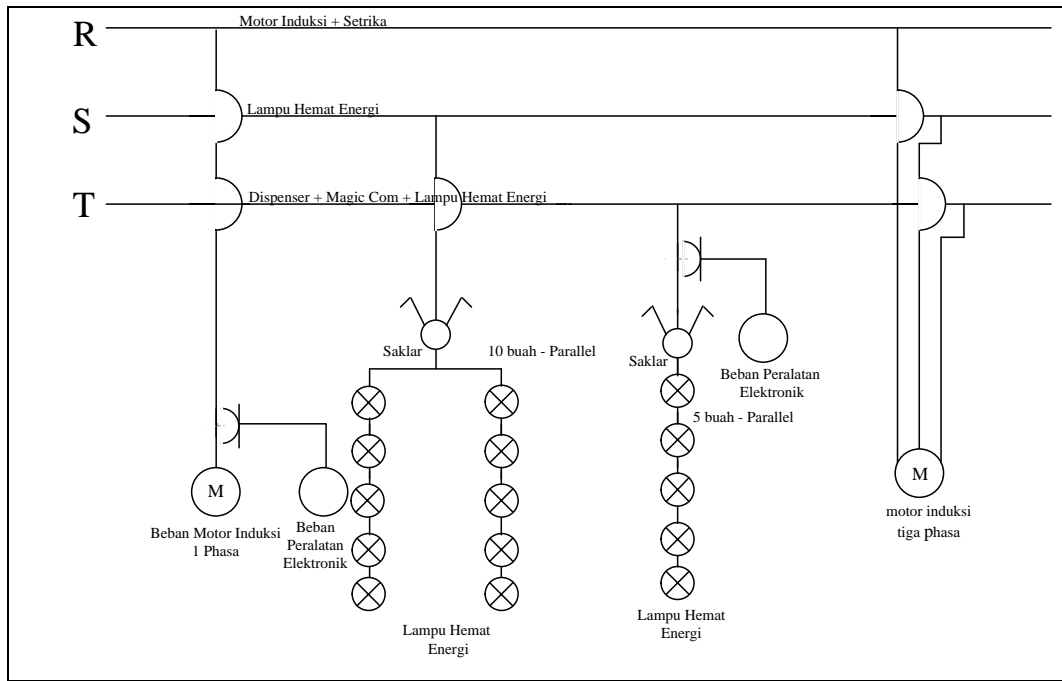
Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.41 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

3.6.7 Model VII Beban Tidak Seimbang



Gambar 3.11 Model VII

Motor induksi 3 phasa

Tabel 3.42 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	C 90L - 4
P	5 kW
V	220 / 380 volt
I	6,47 / 3,8
Rpm	1450

Phasa R

Motor induksi 1 phasa

Tabel 3.43 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor	
Tipe	080-4
P	0,75 KW
V	220 volt
I	4,8 ampere
Cos ϕ	0,95

Rpm	1410
------------	------

Peralatan Elektronik

Tabel 3.44 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah

Phasa S

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.45 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
18 watt	10 buah	180 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.46 Spesifikasi Peralatan Elektronik

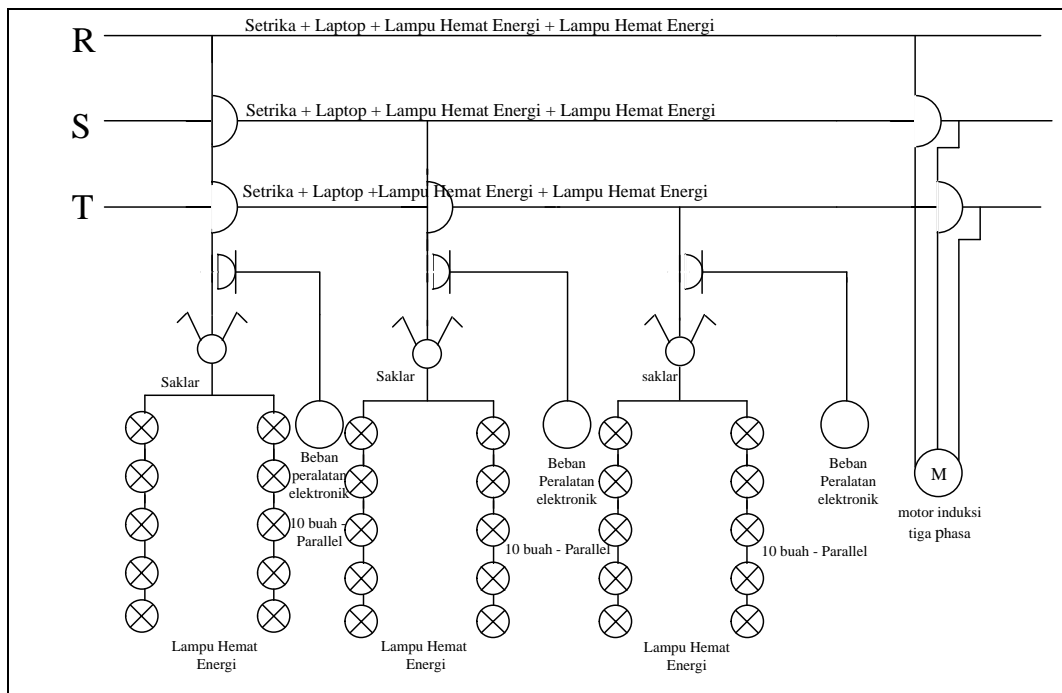
Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Dispenser Merk Miyako	1 buah
Rice cooker Merk Miyako	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.47 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt

3.6.8 Model VIII Beban Seimbang



Gambar 3.12 Model VIII

Motor induksi 3 phasa

Tabel 3.48 Spesifikasi Motor

Spesifikasi Motor 3 Phase	
Tipe	C 90L - 4
P	5 kW
V	220 / 380 volt
I	6,47 / 3,8 ampere
Rpm	1450

Phasa R

Peralatan Elektronik

Tabel 3.49 Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.50 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

Phasa S

Peralatan Elektronik

Tabel 3.51 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.52 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu
11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

Phasa T

Peralatan Elektronik

Tabel 3.53 Spesifikasi Peralatan Elektronik

Spesifikasi Peralatan Elektronik	
Setrika Merk Philips	1 buah
Laptop Merk Asus	1 buah

Lampu Hemat Energi

Tabel 3.54 Spesifikasi Lampu LHE

Spesifikasi Lampu LHE		
Lampu LHE Merk Philips	Jumlah Lampu	Total Beban Lampu

11 watt	5 buah	55 watt
18 watt	5 buah	90 watt

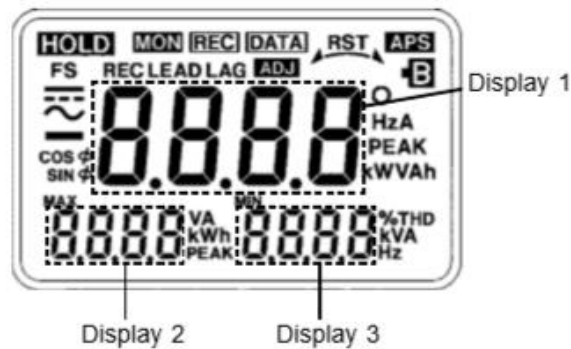
Berikut adalah parameter-parameter beban yang akan diukur dapat dilihat pada tabel 3.55.

Tabel 3.55 Form Pengukuran Beban Listrik dan Kandungan Harmonisa

Besaran	R	S	T	Keterangan
V (Volt)				
I (Ampere)				
S (kVA)				
P (kW)				
Cos ϕ				
F (Hz)				
THD Arus				
1				
2				
3				
..				
..				
..				
20				
THD Tegangan				
1				
2				
3				
..				
..				
..				
20				

Seperti yang dapat dilihat pada tabel diatas parameter yang akan diukur berupa tegangan, arus, daya semu, daya nyata, faktor daya, frekuensi, THD arus dan THD tegangan. Pengukuran dilakukan pada beberapa jenis beban listrik yang berbeda untuk memperoleh data pengukuran masing-masing jenis beban. Pengukuran juga dilakukan untuk mendapatkan hasil sebelum dan sesudah pemasangan filter pasif harmonisa.

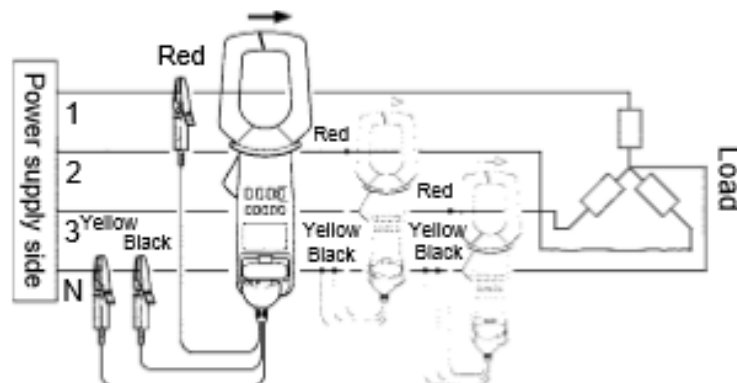
Pada penelitian ini peralatan utama yang digunakan yaitu hioki 3286-20, peralatan ini dapat mengukur parameter seperti daya, tegangan , arus, faktor daya, THD arus dan THD tegangan.



Gambar 3.13 Hioki 3286-20(Sumber: Hioki3286-20 E.E Corporation, 2010:7)

3.7 Pengukuran Beban dan Kandungan Harmonisa

Pengukuran beban pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.14 Hioki 3286-20(Sumber: Hioki3286-20 E.E Corporation, 2010:15)

Berikut adalah prosedur penggunaan hioki 3286-20.

1. Kabel kuning dan hitam dipasang pada kawat netral sedangkan kabel merah dipasang pada kawat phase
2. Tekan tombol power 1 kali pada alat hioki 3286-20 maka pada display akan terukur tegangan, arus, daya nyata kemudian tekan tombol hold 1 kali
3. Untuk mengukur daya semu tekan tombol watt 1 kali
4. Untuk menguku faktor daya atau $\cos \phi$ tekan tombol watt 2 kali

5. Untuk mengukur frekuensi dan tegangan puncak tekan U/▼ 1 kali
6. Untuk mengukur arus puncak tekan I/▲ 1 kali
7. Untuk mengukur harmonisa masih pada langkah sebelumnya yaitu tekan tombol hold 1 kali sampai tulisan hold hilang
8. Tekan tombol line harm atau LHE 2 kali sampai muncul tulisan “harm 1” kemudian tekan tombol hold
9. Tekan tombol mode 2 kali sampai tulisan r dan F hilang maka akan muncul nilai THDi, gunakan tombol I/▲ 1 kali untuk menghitung harmonisa 1 – 20
10. Untuk mengetahui THDv tekan tombol LHE 1 kali gunakan tombol U/▼ untuk mengetahui harmonisa 20 – 1
11. Kerja langkah yang sama seperti diatas untuk melanjutkan pengukuran pada kawat atau phase yang lainnya

3.8 Perencanaan Filter Pasif

Sebelum perancangan filter pasif ini maka perlu diketahui besarnya kebutuhan daya reaktif pada sistem dan beban yang menjadi penyumbang harmonisa terbesar. Daya reaktif pada sistem ini diperlukan untuk memperbaiki sistem tersebut. Beban yang menjadi penyumbang harmonisa terbesar telah diketahui melalui pengukuran awal yang telah dilakukan. Hasil pengukuran beban yang akan di filter terdiri atas:

- Phasa R
Phasa R terdiri dari motor induksi dan peralatan elektronik yaitu setrika
- Phasa S
Phasa S terdiri dari 10 lampu hemat energi merk Philips
- Phasa T
Phasa T terdiri dari peralatan elektronik yaitu dispenser dan rice cooker dan 5 buah lampu hemat energi merk Philips

Tabel 3.56 Data Beban Listrik yang Akan Difilter

Besaran	R	S	T
V (Volt)	220	219,8	223,6

I (Ampere)	3,37	1,2	3,79
S (kVA)	0,744	0,263	0,848
P (kW)	0,683	0,173	0,838
Cos φ	0,824	0,657	0,985
F (Hz)	50	50	50

Untuk Phasa R

Perencanaan filter pasif harmonisa

Menentukan besarnya daya reaktif yang diperlukan

Faktor Daya

$\text{Cos } \varphi = 0,824$ Diperbaiki menjadi $\text{Cos } \varphi = 0,90$

$\varphi = 34,51$ $\varphi = 25,84$

$\text{Tan } \varphi = 0,68$ $\text{Tan } \varphi = 0,48$

Maka dicari daya reaktif

$Q_c = P (\text{tan } \varphi \text{ awal} - \text{tan } \varphi \text{ akhir})$

$$= 644 (0,68 - 0,48)$$

$$= 128,8 \text{ VAR}$$

Menentukan nilai kapasitor

$$C = \frac{Q_c}{2\pi F \cdot V^2}$$

$$= \frac{128,8}{(2 \times 3,14 \times 50) \times (220)^2}$$

$$C = \frac{128,8}{314 \times 48400}$$

$$= \frac{128,8}{15197600}$$

$$C = 8,475022372 \times 10^{-6}$$

$$C = 8,47 \mu\text{F}$$

Menentukan nilai induktor

Pada harmonisa ke-3

Dengan

$$F_3 = n_3 \times F_1$$

$$= 3 \times 50$$

$$= 150 \text{ Hz}$$

Pada harmonisa ke-5

$$F_5 = n_5 \times F_1$$

$$= 5 \times 50$$

$$= 250 \text{ Hz}$$

Pada harmonisa ke-7

$$F_7 = n_7 \times F_1$$

$$= 7 \times 50$$

$$= 350 \text{ Hz}$$

Pada harmonisa ke-9

$$F_9 = n_9 \times F_1$$

$$= 9 \times 50$$

$$= 450 \text{ Hz}$$

Maka,

$$L_3 = \frac{1}{(2\pi \cdot F_3)^2 \cdot C}$$

$$= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 150)^2 \cdot 8,47 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,133049971$$

$$= 133,049 \text{ mH}$$

$$L_5 = \frac{1}{(2\pi \cdot F_5)^2 \cdot C}$$

$$= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 250)^2 \cdot 8,47 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,04789798954$$

$$L_5 = 47,897 \text{ mH}$$

$$L_7 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 350)^2 \cdot 8,47 \times 10^{-6}}$$

Agung AdhiNugroho, 2015

PENGUNAAN FILTER PASIF SINGLE TUNED UNTUK MEREDUKSI HARMONISA AKIBAT BEBAN NON LINIER

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

$$= 0,02443774977$$

$$L7 = 24,437 \text{ mH}$$

$$L9 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 450)^2 \cdot 8,47 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,01478333011$$

$$L9 = 14,783 \text{ mH}$$

Perencanaan induktor

$$b = \sqrt[3]{\frac{1,5 \times P}{9,9}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1,5 \times 644}{9,9}}$$

$$= 4,6 \approx 2,5 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

$$h = \frac{b}{0,6561}$$

$$= \frac{4,6}{0,6561}$$

$$= 7,011 \approx 4 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

Luas penampang kern

$$AC = b \times h$$

$$= 4,6 \times 7,011$$

$$= 32,2506 \text{ cm}^2$$

Panjang kawat

$$\begin{aligned} n_3 &= \frac{L_3 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,133 \times 3,4}{1,2 \times 32,2506} \times 10^4 \\ &= 116,845 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_5 &= \frac{L_5 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,047 \times 3,4}{1,2 \times 32,2506} \times 10^4 \\ &= 41,291 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$n_7 = \frac{L_7 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4$$

$$\begin{aligned} n_9 &= \frac{L_9 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,014 \times 3,4}{1,2 \times 32,2506} \times 10^4 \end{aligned}$$

Agung AdhiNugroho, 2015

**PENGUNAAN FILTER PASIF SINGLE TUNED UN = 12,299 lilitan
NON LINIER**

Universitas Pendidikan Indonesia | \.upi.edu perpustakaan.upi.edu

$$= \frac{0,024 \times 3,4}{1,2 \times 32,2506} \times 10^4$$

$$= 21,084 \text{ lilitan}$$

Diameter Kawat

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{I}{S}}$$

$$= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{3,37}{5}}$$

$$= \sqrt{1,27 \times 0,674}$$

$$= 0,8559 \approx \text{disesuaikan dipasaran}$$

Untuk Phasa S

Perencanaan filter pasif harmonisa

Menentukan besarnya daya reaktif yang diperlukan

Faktor Daya

$$\cos \varphi = 0,657$$

$$\varphi = 48,92$$

$$\tan \varphi = 1,14$$

Diperbaiki menjadi

$$\cos \varphi = 0,90$$

$$\varphi = 25,84$$

$$\tan \varphi = 0,48$$

Maka dicari daya reaktif

$$Q_c = P (\tan \varphi \text{ awal} - \tan \varphi \text{ akhir})$$

$$= 173 (1,14 - 0,48)$$

$$= 114,18 \text{ VAR}$$

Menentukan nilai kapasitor

$$C = \frac{Q_c}{2\pi F \cdot V^2}$$

$$= \frac{114,18}{(2 \times 3,14 \times 50) \times (220)^2}$$

$$C = \frac{114,18}{314 \times 48400}$$

$$= \frac{114,18}{15197600}$$

$$C = 7,513028373 \times 10^{-6}$$

$$C = 7,513 \mu\text{F}$$

Menentukan nilai induktor

Pada harmonisa ke-3

Dengan

$$\begin{aligned} F_3 &= n_3 \times F_1 \\ &= 3 \times 50 \\ &= 150 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-5

$$\begin{aligned} F_5 &= n_5 \times F_1 \\ &= 5 \times 50 \\ &= 250 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-7

$$\begin{aligned} F_7 &= n_7 \times F_1 \\ &= 7 \times 50 \\ &= 350 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-9

$$\begin{aligned} F_9 &= n_9 \times F_1 \\ &= 9 \times 50 \\ &= 450 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Maka,

$$L_3 = \frac{1}{(2\pi \cdot F_3)^2 \cdot C}$$

$$= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 150)^2 \cdot 7,51 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,1500576903$$

$$= 150,0576903 \text{ mH}$$

$$L5 = \frac{1}{(2\pi \cdot F_5)^2 \cdot C}$$

$$= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 250)^2 \cdot 7,51 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,0540207685$$

$$= 54,02076855 \text{ mH}$$

$$L7 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 350)^2 \cdot 7,51 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,02756161658$$

$$L7 = 27,56161658 \text{ mH}$$

$$L9 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 450)^2 \cdot 7,51 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,0166730767$$

$$L9 = 16,6730767 \text{ mH}$$

Perencanaan inductor

$$b = \sqrt[3]{\frac{1,5 \times P}{9,9}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1,5 \times 173}{9,9}}$$

$$= 2,9 \approx 2,5 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

$$h = \frac{b}{0,6561}$$

$$= \frac{2,9}{0,6561}$$

$$= 4,42 \approx 4 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

Luas penampang kern

$$\begin{aligned} AC &= b \times h \\ &= 2,5 \times 4 \\ &= 10 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Panjang kawat

$$\begin{aligned} n_3 &= \frac{L_3 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,150 \times 1,2}{1,2 \times 10} \times 10^4 \\ &= 150 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_5 &= \frac{L_5 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,054 \times 1,2}{1,2 \times 10} \times 10^4 \\ &= 54 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_7 &= \frac{L_7 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,027 \times 1,2}{1,2 \times 10} \times 10^4 \\ &= 27 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_9 &= \frac{L_9 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,016 \times 1,2}{1,2 \times 10} \times 10^4 \\ &= 16 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

Diameter Kawat

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{I}{S}}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{1,2}{5}} \\
&= \sqrt{1,27 \times 0,24} \\
&= 0,55 \approx \text{disesuaikan dipasaran}
\end{aligned}$$

Untuk Phasa T

Perencanaan filter pasif harmonisa

Menentukan besarnya daya reaktif yang diperlukan

Faktor Daya

$$\cos \varphi = 0,985$$

$$\varphi = 9,93$$

$$\tan \varphi = 0,17$$

Diperbaiki menjadi

$$\cos \varphi = 0,99$$

$$\varphi = 8,10$$

$$\tan \varphi = 0,14$$

Maka dicari daya reaktif

$$\begin{aligned}
Q_c &= P (\tan \varphi \text{ awal} - \tan \varphi \text{ akhir}) \\
&= 835 (0,17 - 0,14) \\
&= 25,05 \text{ VAR}
\end{aligned}$$

Menentukan nilai kapasitor

$$\begin{aligned}
C &= \frac{Q_c}{2\pi F \cdot V^2} \\
&= \frac{25,05}{(2 \times 3,14 \times 50) \times (220)^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C &= \frac{25,05}{314 \times 48400} \\
&= \frac{25,05}{15197600}
\end{aligned}$$

$$C = 1,648286572 \times 10^{-6}$$

$$C = 1,648 \mu\text{F}$$

Menentukan nilai induktor

Pada harmonisa ke-3

Dengan

$$\begin{aligned} F_3 &= n_3 \times F_1 \\ &= 3 \times 50 \\ &= 150 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-5

$$\begin{aligned} F_5 &= n_5 \times F_1 \\ &= 5 \times 50 \\ &= 250 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-7

$$\begin{aligned} F_7 &= n_7 \times F_1 \\ &= 7 \times 50 \\ &= 350 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Pada harmonisa ke-9

$$\begin{aligned} F_9 &= n_9 \times F_1 \\ &= 9 \times 50 \\ &= 450 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} L_3 &= \frac{1}{(2\pi \cdot F_3)^2 \cdot C} \\ &= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 150)^2 \cdot 1,648 \times 10^{-6}} \\ &= 0,6838187221 \\ &= 683,818 \text{ mH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_5 &= \frac{1}{(2\pi \cdot F_5)^2 \cdot C} \\ &= \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 250)^2 \cdot 1,648 \times 10^{-6}} \\ &= 0,24617474 \end{aligned}$$

$$L5 = 246,1747 \text{ mH}$$

$$L7 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 350)^2 \cdot 1,648 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,1255993571$$

$$L7 = 125,599 \text{ mH}$$

$$L9 = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 450)^2 \cdot 1,648 \times 10^{-6}}$$

$$= 0,07597985801$$

$$L9 = 75,979 \text{ mH}$$

Perencanaan induktor

$$b = \sqrt[3]{\frac{1,5 \times P}{9,9}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{1,5 \times 835}{9,9}}$$

$$= 5,020 \approx 2,5 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

$$h = \frac{b}{0,6561}$$

$$= \frac{5,020}{0,6561}$$

$$= 7,651 \approx 4 \text{ cm (Sesuai di pasaran)}$$

Luas penampang kern

$$AC = b \times h$$

$$= 5,020 \times 7,651$$

$$= 38,40802 \text{ cm}^2$$

Panjang kawat

$$\begin{aligned} n_3 &= \frac{L_3 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,683 \times 3,79}{1,2 \times 38,40802} \times 10^4 \\ &= 561,638 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_5 &= \frac{L_5 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,246 \times 3,79}{1,2 \times 38,40802} \times 10^4 \\ &= 202,288 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

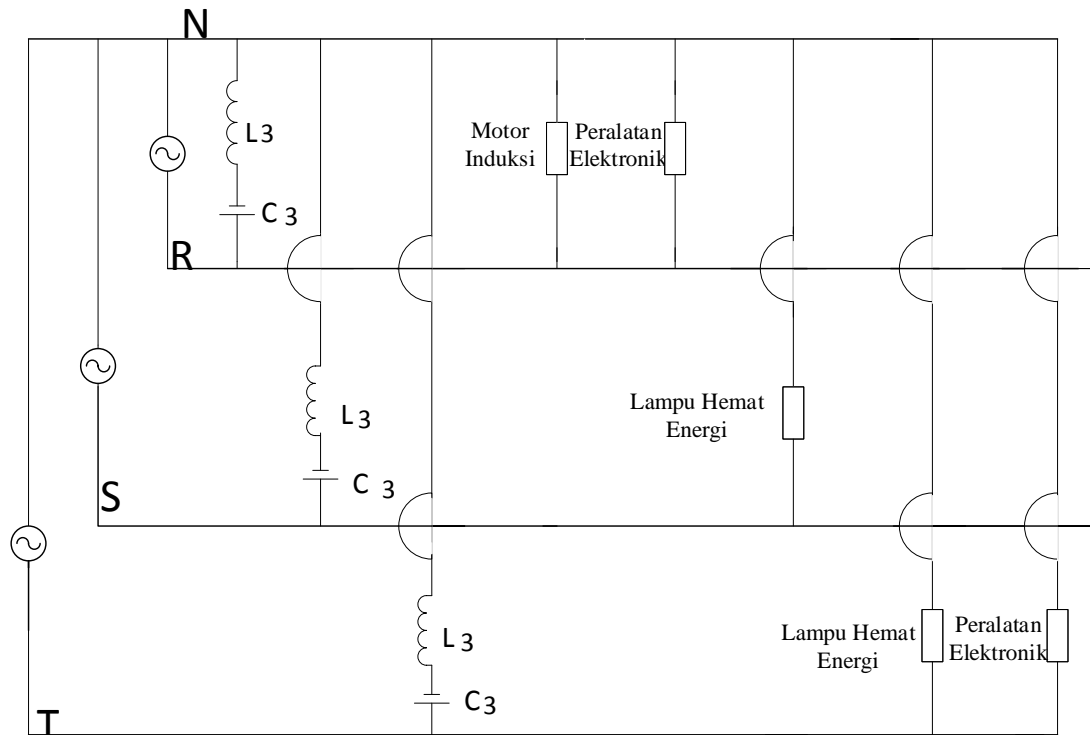
$$\begin{aligned} n_7 &= \frac{L_7 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,125 \times 3,79}{1,2 \times 38,40802} \times 10^4 \\ &= 102,788 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_9 &= \frac{L_9 \times I_{max}}{B_{max} \times AC} \times 10^4 \\ &= \frac{0,075 \times 3,79}{1,2 \times 38,40802} \times 10^4 \\ &= 61,673 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

Diameter Kawat

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{I}{S}} \\ &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{3,79}{5}} \\ &= \sqrt{1,27 \times 0,758} \\ &= 0,9811 \approx \text{disesuaikan dipasaran} \end{aligned}$$

Pengukuran akan melibatkan memperlihatkan perbandingan sebelum pemasangan filter dan sesudah pemasangan filter. Untuk pemasangan filter dipakai tiga buah filter pasif single tuned. Satu buah filter pada fasa R, fasa S, dan fasa T. Ketiga buah filter tersebut didesain hanya pada orde ketiga. Filter terdiri dari rangkaian seri induktor dan kapasitor yang dipasang secara paralel dengan beban. Rangkaian dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.15 Pemasangan Filter Pasif Pada Orde 3 Untuk Fasa R S T

Keterangan Gambar:

C3 = Kapasitor pada filter orde 3

L5 = Induktor pada filter orde 3

Setelah pemasangan filter dilakukan kembali pengukuran pada rangkaian untuk mengetahui kinerja filter pasif tersebut. Apabila filter mereduksi harmonisa berarti filter tersebut berjalan dengan baik dalam mereduksi harmonisa dan akan dilakukan pengujian filter dengan penambahan beban. Dalam hal ini beban yang dimaksud adalah pada beban 3.

