

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penulis melakukan beberapa hal yang akan menjadi dasar dari penelitian ini. Dimulai dari studi pustaka, dimana penulis mencari dan mengkaji mengenai teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Selanjutnya penulis melakukan observasi lapangan dengan cara datang ke lapangan, mencari data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini. Selain itu penulis juga melakukan diskusi, baik dengan sesama mahasiswa maupun dengan dosen pembimbing saat proses bimbingan skripsi berlangsung. Untuk lebih jelasnya akan diuraikan dalam bentuk point berikut ini :

1. Studi pustaka

Mencari dan mengkaji teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini serta teori-teori yang akan membantu penulis dalam mencari solusi yang tepat untuk masalah pada penelitian ini. Teori-teori tersebut penulis dapatkan dari berbagai sumber, baik berupa buku, jurnal, ebook, maupun penelitian sebelumnya.

2. Observasi

Mengumpulkan data-data di lapangan yang menjadi dasar untuk penelitian ini. Data didapat dari hasil pengukuran di salah satu panel di Gedung Direktorat TIK UPI.

3. Diskusi

Diskusi dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab dengan seseorang yang mengerti mengenai permasalahan pada penelitian ini, baik dengan dosen pembimbing saat kegiatan bimbingan skripsi berlangsung, mahasiswa senior yang telah melakukan penelitian harmonisa sebelumnya, serta staf diesel UPI mengenai sistem kelistrikan di Gedung Direktorat TIK UPI.

Selain studi pustaka, observasi, dan diskusi, penulis melakukan tahapan penelitian dimulai dari survei lapangan sampai penulisan laporan hasil penelitian. Dalam tahapan penelitian ini akan dijelaskan secara rinci apa saja yang penulis

lakukan selama melakukan penelitian skripsi ini. Berikut akan diuraikan lebih jelas mengenai tahapan penelitian itu.

1. Tahap pertama

Tahap pertama adalah tahap dimana penulis menentukan tempat pengukuran harmonisa untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini, menentukan masalah apa yang akan dikaji, solusi apa yang cocok untuk permasalahan dalam penelitian ini. Penulis juga perlu melakukan proses perizinan sebelum melakukan pengukuran harmonisa di Gedung Direktorat TIK UPI, perizinan tersebut ada dua yaitu mengenai perizinan tempat dan perizinan alat.

a. Perizinan mengenai tempat pengukuran

Perizinan ini diperlukan surat dari fakultas untuk Bagian Biro dan Aset UPI, selanjutnya akan diberi surat tembusan dari Bagian Biro dan Aset UPI untuk Gedung Direktorat TIK UPI dan Diesel.

b. Perizinan mengenai peminjaman alat.

Perizinan ini dilakukan untuk meminjam alat berupa Hioki 3286-20 karena alat ini tidak ada di bagian diesel UPI. Alat ini bisa dipinjam di Lab Listrik Tenaga di Lantai 2 Gedung 2 FPTK.

2. Tahap kedua

Setelah melakukan tahap survei, dimana penulis melakukan perizinan, survei lokasi, dan membaca teori-teori yang terkait dengan penelitian ini. Maka tahap selanjutnya adalah tahap pelaksanaan. Di tahap ini penulis sudah memperoleh akses untuk melakukan pengukuran di Gedung Direktorat TIK UPI. Data yang diperoleh dari kegiatan pengukuran selanjutnya dikaji, jika ada orde harmonisa arus atau tegangan yang melebihi standar IEEE 519-1992 maka perlu dilakukan perancangan simulasi filter pasif (*low pass filter*). Perancangan simulasi filter pasif (*low pass filter*) dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PSIM 9.0.

3. Tahap ketiga

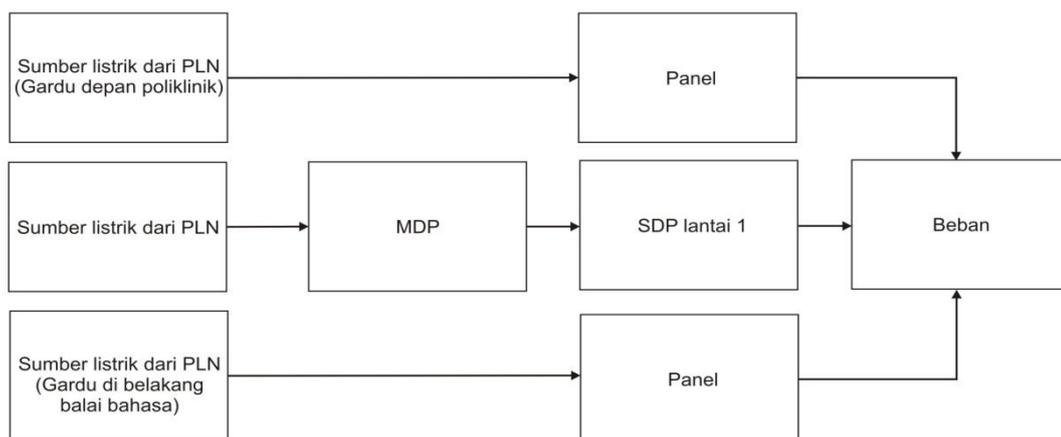
Tahap ini penulis sudah melakukan 2 tahapan diatas, baik pengukuran maupun perancangan simulasi filter pasif menggunakan perangkat lunak PSIM 9.0. Selanjutnya data yang diperoleh dari 2 tahapan diatas diadaptasi menjadi

tulisan sebuah skripsi, mulai dari judul, bab 1, sampai bab 5. Tahap ini dilakukan secara bertahap, dimulai dari bab 1, bab 2, sampai bab 5.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1. Sumber daya listrik Gedung Direktorat TIK UPI

Sumber daya listrik di Gedung Direktorat TIK UPI berasal dari 3 sumber. Sumber yang pertama berasal langsung dari PLN yang masuk ke panel utama atau MDP (*Main Distribution Panel*), selanjutnya diteruskan ke panel SDP lantai 1. Sumber yang kedua berasal dari gardu yang terletak di Diesel UPI yang masuk ke panel untuk mensuplai 6 kelas komputer. Untuk sumber yang ketiga berasal dari gardu yang terletak di belakang Gedung Balai Bahasa yang masuk ke panel di ruang panel barat untuk mensuplai 6 kelas komputer lainnya. Total kelas komputer di Gedung Direktorat TIK ada 12 kelas.



Gambar 3.1 Blok diagram sumber daya listrik Gedung direktorat TIK UPI

Beban-beban yang berada di Gedung Direktorat TIK UPI diantaranya berupa komputer, laptop, dan lampu TL. Dengan kondisi beban seperti ini, sistem kelistrikan pada Gedung Direktorat TIK UPI berpotensi terjadinya distorsi harmonisa dalam jumlah yang besar.

3.2.2. Tempat dan waktu penelitian

Berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan pada subbab diatas, dimana Gedung Direktorat TIK UPI berpotensi terjadinya distorsi harmonisa dalam jumlah besar, maka penulis mencoba melakukan pengukuran pada salah satu panel di Gedung Direktorat TIK UPI. Panel yang diukur adalah panel untuk mensuplai 6 kelas komputer yang bersumber dari gardu di belakang Gedung Balai

Bahasa. Pengukuran dilakukan pada hari Kamis, 21 Mei 2015 pukul 10.30 di dampingi Pak Herman selaku staf diesel UPI.

3.1. Instrumen Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan kegiatan pengukuran harmonisa. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat berupa Hioki 3286-20. Selain dapat mengukur arus, tegangan, daya, faktor daya, dan frekuensi, Hioki 3286-20 juga dapat mengukur harmonisa dari orde 1 sampai orde 20. Untuk alat yang diperlukan serta cara pengukurannya akan dijelaskan secara bertahap berikut ini :

1. Siapkan alat dan bahan

a. Hioki 3286-20.

Alat ukur adalah hal yang utama dalam proses pengukuran. Alat ukur yang digunakan dalam proses pengukuran harmonisa adalah Hioki 3286-20. Alat dapat dipinjam di Lab Listrik Tenaga dengan melalui proses perizinan terlebih dahulu. Dibawah ini adalah gambar Hioki 3286-20 (Hioki E.E. Corporation, 2003, hlm. 1).



Gambar 3.2 Hioki 3286-20

b. *Ebook* panduan manual hioki.

Ebook panduan manual hioki tidak kalah penting dari alat ukur, karena dengan *ebook* panduan manual hioki ini penulis dapat melakukan pengukuran

Panji Subangkit Suganda, 2016

SIMULASI PENGGUNAAN FILTER PASIF (LOW PASS FILTER) UNTUK MEREDUKSI HARMONISA ARUS DI GEDUNG DIREKTORAT TIK UPI

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

dengan cara dan tahapan yang benar agar tidak merusak alat yang dipakai dalam proses pengukuran.

c. Alat tulis.

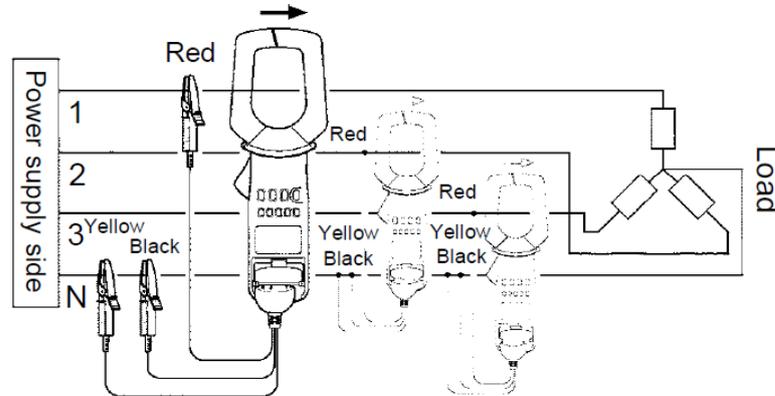
Saat melakukan pengukuran diperlukan alat tulis untuk menulis hal yang kita ukur.

d. *Check list* berisi apa saja yang akan di ukur.

Tabel 3.1 Perencanaan data pengukuran

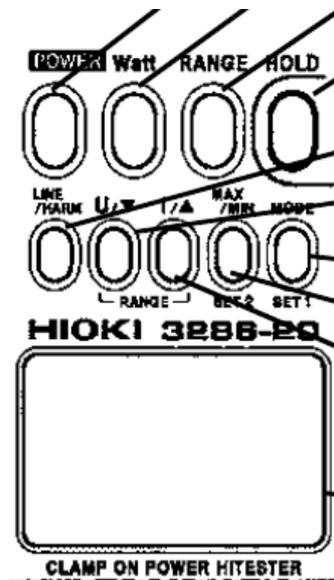
Orde	Harmonisa Arus (%)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
	Fasa		
	R	S	T
P (kW)			
Vrms (V)			
Irms (A)			
S (kVA)			
Cos phi			
f (Hz)			

2. Selanjutnya rangkai alat ukur hioki sesuai gambar dibawah ini (Hioki E.E. Corporation, 2012, hlm. 18):



Gambar 3.3 Pengukuran daya 1 fase di sistem 3 fase 4 kawat

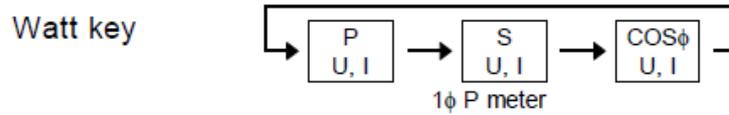
3. Setelah alat ukur dirangkai sesuai gambar ,selanjutnya melakukan tahapan pengukuran sebagai berikut :
- Pilih tombol power (lihat gambar 3.4) untuk menghidupkan Hioki. Dibawah ini adalah gambar mengenai tombol dan layar di alat ukur.



Gambar 3.4 Tombol dan layar di alat ukur Hioki 3286-20

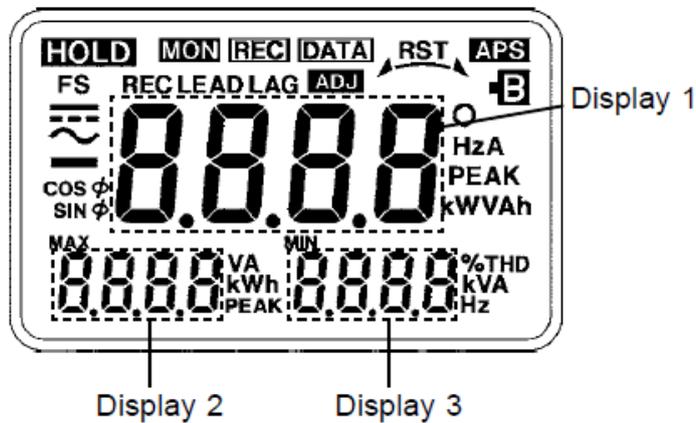
- Tombol Watt (lihat gambar 3.4) satu kali untuk menampilkan Daya Nyata (P), tegangan rms , dan arus rms.
- Selanjutnya tekan Hold (lihat gambar 3.4). Tombol Hold digunakan agar proses pengukuran dilakukan di satu waktu, karena jika tombol hold tidak

ditekan akan ada selisih waktu saat pengukuran. Berikut ini adalah gambar urutan tampilan tombol watt.



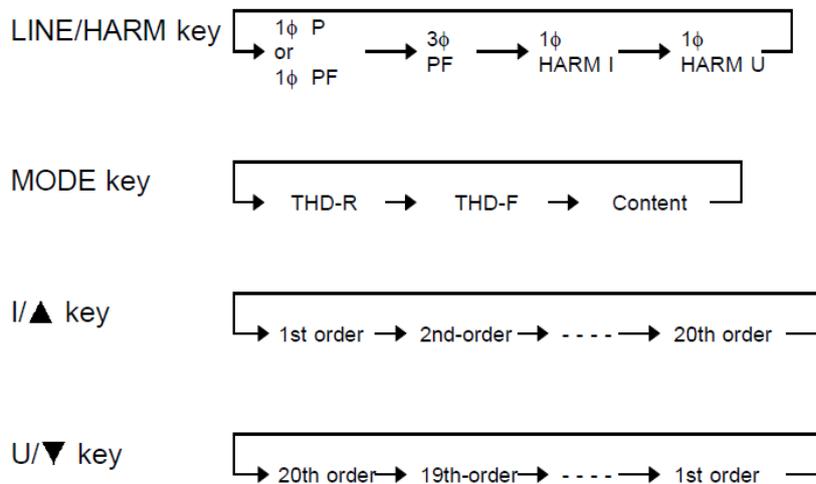
Gambar 3.5 Urutan tampilan tombol watt

- d. Tekan tombol Watt 2 kali untuk menampilkan Daya Semu (S) dan tekan 3 kali untuk menampilkan faktor daya.
- e. Untuk menampilkan frekuensi, tekan tombol I satu kali.
- f. Pilih hold sampai indikator hold pada hioki mati. Dibawah ini adalah tampilan layar di alat ukur.



Gambar 3.6 Tampilan layar di alat ukur Hioki 3286-20

- g. Tahap selanjutnya adalah mengukur harmonisa dari orde 1 sampai orde 20. Dibawah ini adalah gambar urutan tampilan tombol Line/Harm, Mode, I dan U.



Gambar 3.7 Urutan tampilan tombol Line/Harm, Mode, I dan U

- h. Untuk gambar tombol Line/Harm, Mode, Hold, I, U, dan Power dapat dilihat di gambar 3.4.
- i. Pilih tombol Line/Harm, tekan 2 kali sampai muncul Thdir.
- j. Tekan tombol mode 2 kali sampai huruf r dan F hilang. Jadi yang kita ukur hanya Thd bukan Thdr atau ThdF.
- k. Tekan tombol Hold agar kegiatan pengukuran dilakukan dalam satu waktu.
- l. Gunakan tombol I dan U untuk menampilkan harmonisa arus dari orde 1 sampai orde 20.
- m. Tekan tombol Hold sampai indikator Hold di layar mati, karena ketika indikator hold masih dalam keadaan menyala, kita tidak bisa melanjutkan pengukuran ke harmonisa tegangan.
- n. Tekan Line/Harm satu kali sampai muncul Thdv.
- o. Tekan tombol Hold.
- p. Gunakan tombol I dan U untuk menampilkan harmonisa tegangan dari orde 1 sampai orde 20.
- q. Tekan tombol Hold sampai indikator hold di layar mati.
- r. Lakukan langkah pada poin ke 3 secara berurutan untuk mengukur fasa yang lainnya.
- s. Tekan tombol power untuk mematikan hioki.



Gambar 3.8 Proses pengukuran

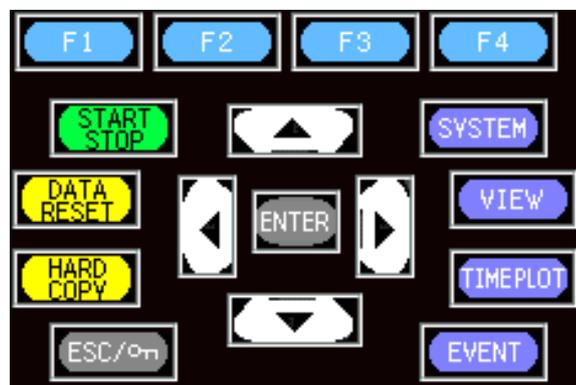
Selain menggunakan Hioki 3286-20, penulis juga menggunakan Power Quality Analyzer Hioki 3197 untuk mengetahui bentuk tegangan input dari PLN. Dibawah ini adalah cara pengukurannya :

1. Siapkan laptop dan Power Quality Analyzer Hioki 3197.



Gambar 3.9 Power Quality Analyzer Hioki 3197

2. Hubungkan keduanya menggunakan kabel USB.



Gambar 3.10 Tombol pada Power Quality Analyzer Hioki 3197

3. Gunakan tombol view, untuk menampilkan bentuk gelombang arus dan tegangan, serta spektrum harmonisa.
4. Tekan tombol hard copy untuk menyimpan gambar yang ditampilkan Power Quality Analyzer.
5. Gambar yang sudah di simpan, dapat di download menggunakan laptop yang sudah terhubung.

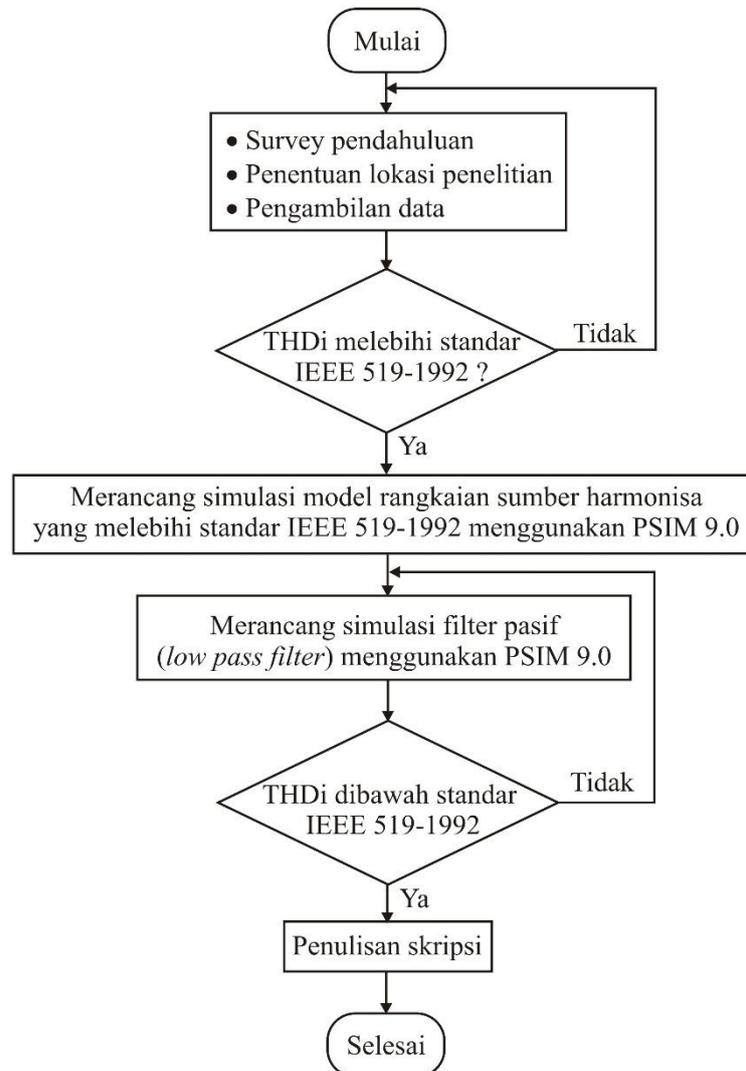
Panji Subangkit Suganda, 2016

SIMULASI PENGGUNAAN FILTER PASIF (LOW PASS FILTER) UNTUK MEREDUKSI HARMONISA ARUS DI GEDUNG DIREKTORAT TIK UPI

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

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini diharapkan berjalan dan dikerjakan secara sistematis, maka penelitian ini perlu digambarkan dalam bentuk diagram alir (*flow chart*). Berikut ini adalah bentuk diagram alir penelitian ini :

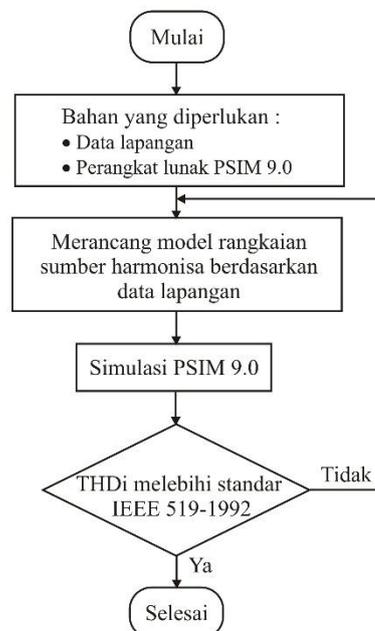


Gambar 3.11 Diagram alir (*Flow chart*) penelitian

Gambar 3.11 menggambarkan bahwa proses penelitian penulis dimulai dari melakukan pengukuran harmonisa pada salah satu panel di Gedung Direktorat TIK UPI menggunakan alat berupa Hioki 3286-20. Data hasil pengukuran selanjutnya di analisa, apakah THDi melebihi standar IEEE 519-1992 atau masih berada dalam batas yang diperbolehkan. Jika melebihi standar, perlu dilakukan perancangan simulasi model rangkaian sumber harmonisa yang melebihi standar IEEE 519-1992 dan filter pasif (*low pass filter*) menggunakan perangkat lunak

PSIM 9.0. Karena filter pasif (*low pass filter*) bekerja pada frekuensi yang telah di *setting*, maka harus ditentukan orde harmonisa arus yang akan direduksi. Hasil dari simulasi rangkaian sumber harmonisa setelah di pasang filter pasif (*low pass filter*) akan di analisa, apakah dengan penggunaan filter pasif ini THDi menjadi turun, tetap sama, atau bahkan menjadi naik. Jika THDi masih sama atau naik, maka perlu dilakukan kembali perancangan simulasi filter pasif (*low pass filter*). Apabila THDi menjadi turun, maka bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu penulisan skripsi.

Saat melakukan simulasi di perangkat lunak power simulator (PSIM 9.0) ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan. Berikut ini adalah alur untuk simulasi di PSIM 9.0.

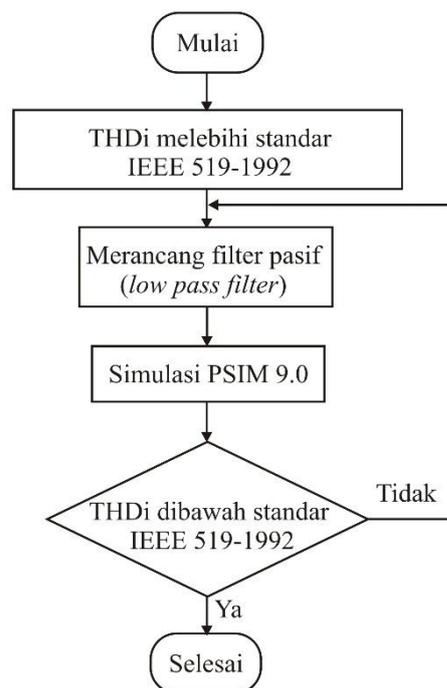


Gambar 3.12 Alur simulasi PSIM 9.0 sebelum pemasangan filter pasif (*low pass filter*)

Model rangkaian sumber harmonisa dirancang berdasarkan data hasil pengukuran. Penulis membuat rangkaian di PSIM *schematic*. Ada beberapa komponen yang digunakan, diantaranya tegangan sumber 1 fasa, penyearah jembatan 1 fasa, induktor, resistor, kapasitor, pengukur arus, pengukur tegangan, dan pengontrol simulasi. Setelah rangkaian terbentuk, selanjutnya dilakukan simulasi dengan mengklik *run simulation*. Jika hasil simulasi menunjukkan bahwa harmonisa arus tidak melebihi standar IEEE 519-1992, maka alur penelitian

kembali lagi ke merancang model rangkaian sumber harmonisa. Tapi alur penelitian bisa dilanjutkan jika hasil simulasi harmonisa arus melebihi standar IEEE 519-1992.

Saat harmonisa arus melebihi standar IEEE 519-1992, maka perlu adanya perbaikan atau suatu cara agar harmonisa arus dapat diturunkan. Karena itu, dalam penelitian ini penulis akan merancang simulasi filter pasif (*low pass filter*) agar harmonisa arus dapat diturunkan. Dibawah ini adalah alur simulasi PSIM 9.0 setelah dipasang filter pasif (*low pass filter*).



Gambar 3.13 Alur simulasi PSIM 9.0 setelah pemasangan filter pasif (*low pass filter*)

Gambar 3.13 dimulai dari kondisi dimana harmonisa arus melebihi standar IEEE 519-1992, maka diperlukan suatu cara agar harmonisa dapat diturunkan. Filter pasif (*low pass filter*) dirancang dengan menggunakan komponen pasif berupa induktor dan kapasitor. Induktor dipasang secara seri terhadap beban dan kapasitor dipasang paralel terhadap beban. Jika hasil simulasi setelah dipasang filter pasif (*low pass filter*) menunjukkan bahwa harmonisa arus berada pada nilai yang diizinkan standar IEEE 519-1992, maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Namun jika harmonisa arus masih melebihi standar IEEE 519-1992, maka alur penelitian kembali ke merancang filter pasif (*low pass filter*). Inti

dari gambar 3.13 adalah solusi agar harmonisa arus dapat diturunkan pada nilai yang diizinkan oleh standar IEEE 519-1992.

3.4. Analisis Data

Setelah melakukan kegiatan pengukuran, selanjutnya data yang diperoleh perlu di kaji. Data yang diperoleh dari kegiatan pengukuran pada hari Kamis, 21 Mei 2015 pukul 10.30 di salah satu panel Gedung Direktorat TIK UPI adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Data hasil pengukuran hari Kamis, 21 Mei 2015 pukul 10.30

Orde	Harmonisa Arus (%)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	100	100	100
2	1,3	0,8	2,1
3	80	78,9	79,4
4	1,7	1,2	1,7
5	51,6	57,7	51,6
6	1	0,8	0,8
7	19,3	22,9	21
8	0,2	0,4	0,2
9	9,4	5,9	10,6
10	0,8	0,5	0,3
11	11,5	11,5	10,7
12	1	0,6	0,3
13	8,1	11	8,4
14	0,4	0,5	0
15	4,8	5,6	5,6
16	0,3	0,3	0,3
17	6,1	3,6	5,6
18	0,6	0,4	0,2
19	4,5	6,4	5,7
20	0,2	0,3	0
	Fasa		
	R	S	T
P (kW)	1,907	2,136	1,068
Vrms (V)	114,1	225,6	221
Irms (A)	13,55	13,98	12,55
S (kVA)	1,547	3,153	2,774
Cos phi	0,691	0,677	0,687
f (Hz)	50	50	50

Panji Subangkit Suganda, 2016

SIMULASI PENGGUNAAN FILTER PASIF (LOW PASS FILTER) UNTUK MEREDUKSI HARMONISA ARUS DI GEDUNG DIREKTORAT TIK UPI

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

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa harmonisa arus pada orde 3, 5, 7 mencapai 80%, 51,6%, 19,3% pada fasa R, 78,9%, 57,7%, 22,9% pada fasa S, dan 79,4%, 51,6%, 21% pada fasa T. Harmonisa arus yang terjadi tergolong tinggi karena penggunaan beban non linier berupa komputer yang banyak di Gedung Direktorat TIK UPI. Ini adalah contoh dari penggunaan beban nonlinier yang besar.

Hasil pengukuran pada tabel diatas memperlihatkan harmonisa arus dalam satuan persen. Untuk dirubah menjadi satuan ampere, dapat digunakan persamaan dibawah ini.

$$I_h = \frac{I_h \%}{I_1 \%} \times I_1 \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan

I_h : Harmonisa arus (A)

$I_h \%$: Harmonisa arus (%) orde ke n ($n > 1$)

I_1 : Arus fundamental (A).

$I_1 \%$: Arus fundamental (%) / orde 1.

3.4.1. Standar harmonisa arus

Standar harmonisa pada penelitian ini mengacu kepada IEEE 519-1992, sebelum menentukan standar harmonisa arus diperlukan nilai perbandingan I_{SC}/I_L . Dugan dkk (2004) untuk menentukan perbandingan I_{SC}/I_L dibutuhkan data pemakaian daya dalam 12 bulan terakhir. Karena data pemakaian daya dalam 12 bulan terakhir di Gedung Direktorat TIK tidak diperoleh, maka nilai I_{SC}/I_L pada penelitian ini dianggap >100 sehingga THDi yang diizinkan dalam standar IEEE 519-1992 adalah harus dibawah 15%. Sedangkan untuk batas IHDi sebesar 12 % pada harmonisa arus dibawah orde 11.

Selain itu, menurut IEEE 519-1992 (1993, hlm. 78) “*all power generation equipment is limited to these values of current distortion, regardless of actual I_{SC}/I_L* ”.

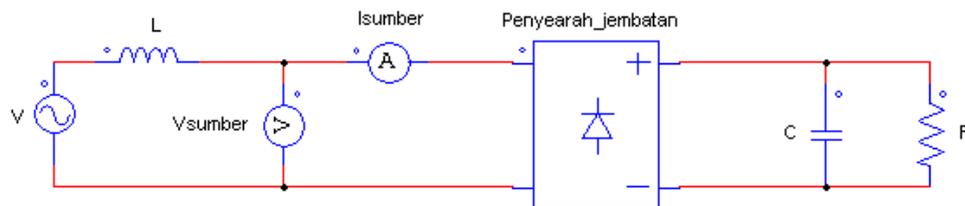
3.4.2. Simulasi PSIM 9.0

Simulasi pada skripsi ini menggunakan perangkat lunak Power Simulator 9.0 (PSIM 9.0). Simulasi berasal dari kata *simulate* yang berarti seolah-olah. Simulasi pada skripsi ini dimaksudkan untuk membuat suatu kondisi yang dapat

mewakilkkan kondisi yang sesungguhnya dan tentunya dengan batasan-batasan tertentu. Batasan-batasan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Orde harmonisa antara simulasi dan hasil pengukuran di lapangan tidak sama, namun orde harmonisa arus hasil simulasi melebihi batas standar IEEE 519-1992 sehingga sudah dapat mewakili kondisi sistem kelistrikan yang terdistorsi harmonisa.
 - b. Model rangkaian di simulasi hanya menggunakan penyearah jembatan sebagai sumber dari harmonisa arus, karena penyearah merupakan salah satu penyumbang harmonisa terbesar dalam sistem kelistrikan.
1. Simulasi sebelum pemasangan filter pasif (*low pass filter*)

Berikut ini adalah gambar model rangkaian sistem kelistrikan yang terdistorsi harmonisa. Menggunakan penyearah sebagai beban yang dapat menimbulkan harmonisa di sistem kelistrikan.



Gambar 3.14 Model rangkaian sumber harmonisa

Model rangkaian pada gambar 3.14 dibuat dengan beberapa tahapan, diantaranya adalah :

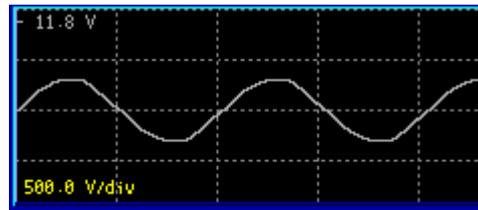
- a. Penyearah digunakan sebagai sumber harmonisa karena penyearah adalah salah satu perangkat penyumbang harmonisa arus yang besar dalam sistem kelistrikan.
- b. R diperoleh dari persamaan (2.22), sementara I dan V diperoleh dari hasil pengukuran.
- c. Tegangan sumber adalah tegangan maksimal hasil dari perhitungan berdasarkan data lapangan. Malvino (2000) persamaan untuk nilai efektif sebuah gelombang sinus adalah sebagai berikut :

$$V_{eff} = 0,707 \times V_{max} \dots\dots\dots (3.2)$$

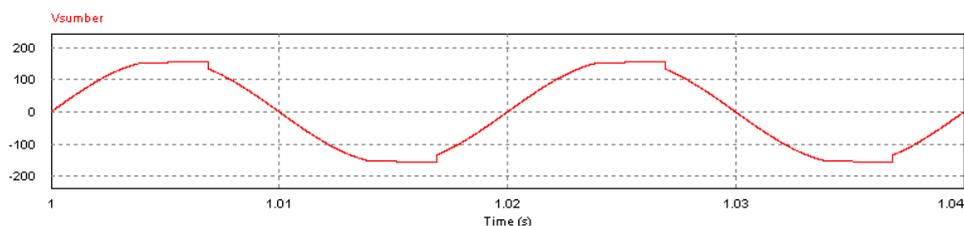
$$V_{max} = \frac{V_{eff}}{0,707} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$V_{max} = \sqrt{2} \times V_{eff} \dots\dots\dots (3.4)$$

- d. Gelombang tegangan sumber pada simulasi di atur agar mendekati hasil pengukuran. THDv hasil pengukuran adalah sebesar 2,9 %, maka THDv hasil simulasi diatur agar mendekati 2,9 %. Gambar bentuk tegangan dibawah ini diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan Power Quality Analyzer Hioki 3197.



Gambar 3.15 Bentuk tegangan sumber hasil pengukuran



Gambar 3.16 Bentuk tegangan sumber hasil simulasi

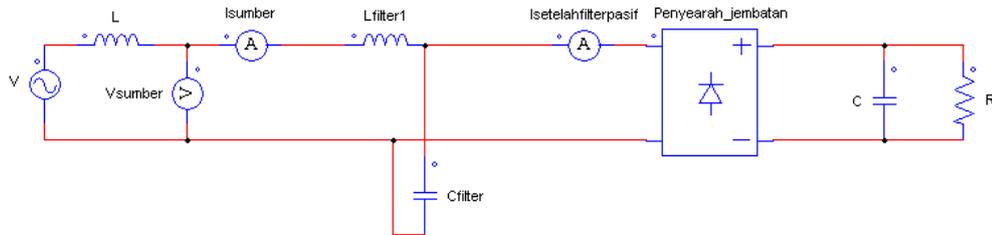
- e. Filter kapasitor di tambahkan agar riak di keluaran dc dapat diperkecil sehingga didapatkan hasil keluaran dc yang lebih halus. Akibatnya distorsi harmonisa yang terjadi akan semakin besar.
- f. *Curent probe* dan *Voltage probe* dipasang di antara penyearah dan sumber ac, agar bentuk gelombang arus dan tegangan sistem dapat di simulasikan.
2. Simulasi setelah pemasangan filter pasif (*low pass filter*)

Perancangan simulasi filter pasif dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PSIM 9.0. Filter pasif yang akan dirancang secara simulasi adalah filter pasif tipe *low pass filter*. Filter ini menggunakan komponen pasif berupa induktor (L) dan kapasitor (C). Induktor akan dipasang secara seri terhadap beban sedangkan kapasitor akan dipasang secara paralel terhadap beban seperti diperlihatkan pada gambar 2.25.

Menurut Dugan dkk. (2004) filter pasif (*low pass filter*) adalah filter yang ideal untuk memblok lebih dari 1 frekuensi yang mengandung komponen harmonisa atau memblok frekuensi yang di *setting* dan kelipatannya. Arus pada

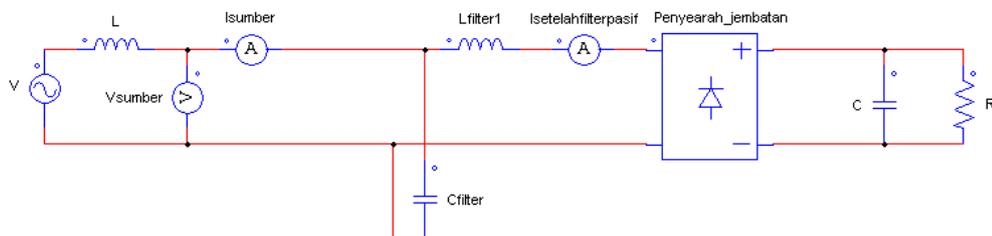
frekuensi dibawah frekuensi yang di *setting* dapat lewat ke sistem, tapi untuk arus pada frekuensi yang di *setting* dan diatasnya akan mengalir ke filter.

Simulasi pemasangan filter pasif (*low pass filter*) pada skripsi ini menggunakan 3 konfigurasi. Berikut ini adalah gambar ketika filter dipasang pada model rangkaian sumber harmonisa dari mulai konfigurasi 1 sampai ke 3.



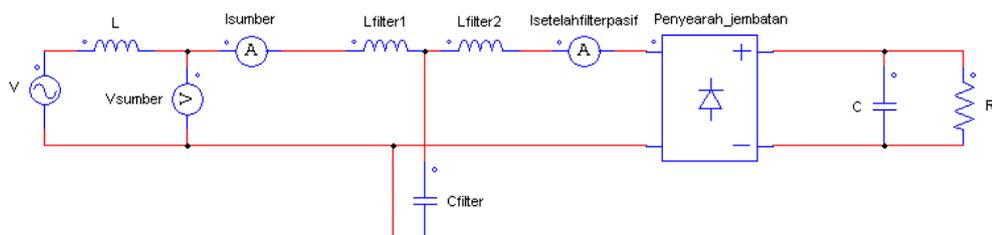
Gambar 3.17 Model rangkaian sumber harmonisa setelah dipasang filter pasif (*low pass filter*) konfigurasi 1

Gambar 3.17 menunjukkan bahwa pada pemasangan filter konfigurasi 1 sama persis seperti konfigurasi filter pasif (*low pass filter*) yang diperlihatkan pada gambar 2.25.



Gambar 3.18 Model rangkaian sumber harmonisa setelah dipasang filter pasif (*low pass filter*) konfigurasi 2

Gambar 3.18 memperlihatkan bahwa posisi induktor dirubah menjadi lebih dekat ke beban dibanding kapasitor, namun induktor tetap dipasang secara seri terhadap beban.



Gambar 3.19 Model rangkaian sumber harmonisa setelah dipasang filter pasif (*low pass filter*) konfigurasi 3

Konfigurasi ke 3 adalah gabungan dari kedua konfigurasi sebelumnya, dimana 2 induktor dipasang secara seri terhadap beban dan kapasitor tetap dipasang paralel terhadap beban.

Filter pasif (*low pass filter*) memerlukan kapasitor (C) dan induktor (L) agar filter dapat bekerja, berikut ini adalah persamaan untuk menentukan nilai kapasitor dan induktor :

a. Menentukan nilai kapasitor

Menentukan nilai kapasitor dapat menggunakan persamaan (2.19), dimana sebelumnya perlu dicari dahulu besar dari daya reaktif melalui persamaan (2.14).

b. Menentukan nilai induktor

Nilai induktor dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.39). Persamaan ini diperoleh dari persamaan (2.25) dan (2.26), lebih jelasnya akan diuraikan dibawah ini :

$$X_C = \frac{V_C}{I_C} = \frac{1}{2\pi f C} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} = 2\pi f L \dots\dots\dots(2.26)$$

Filter pasif (*low pass filter*) menggunakan prinsip resonansi dalam menentukan nilai induktor. Dimana reaktansi induktif nilainya harus sama dengan reaktansi kapasitif.

$$X_L = X_C \dots\dots\dots(3.5)$$

Persamaan (2.25) dan (2.26) dimasukan ke dalam persamaan (3.5).

$$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C} \dots\dots\dots(3.7)$$

Persamaan (3.7) dapat digunakan untuk mencari nilai induktor yang digunakan dalam filter pasif (*low pass filter*)