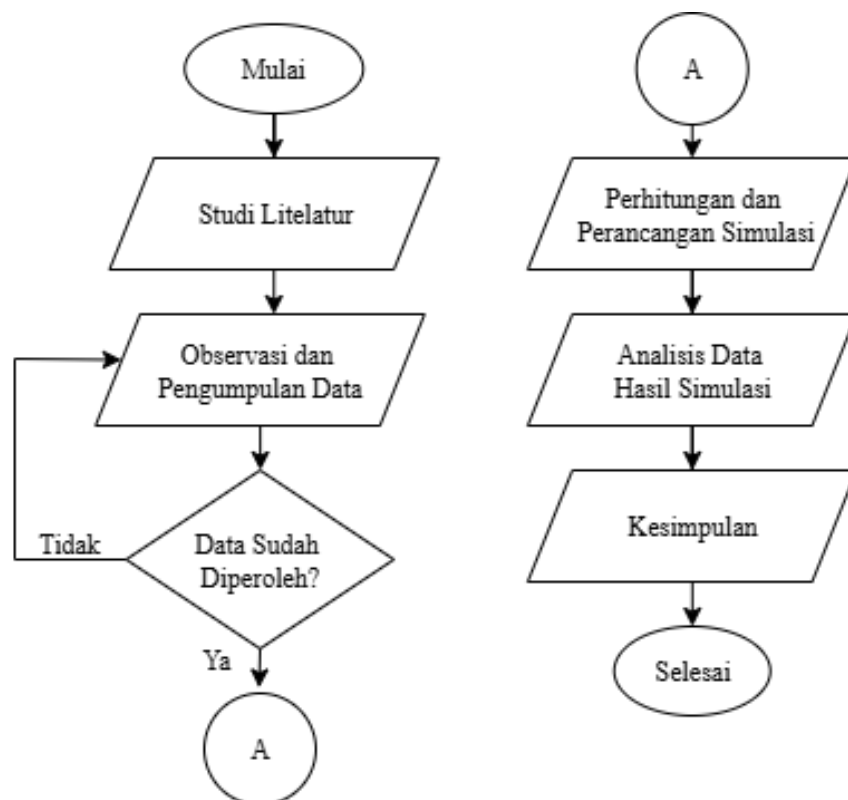


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan observasi, dimana peneliti mengobservasi serta melakukan pengambilan data secara langsung di gedung Timur JICA Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Desain penelitian ini diperlihatkan ke dalam diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

#### 3.2 Prosedur Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian yang terlihat pada gambar 3.1, penelitian ini akan dilaksanakan sebagaimana prosedur yang dibuat sebagai berikut :

1. Pada tahap awal penelitian ini, dilakukan studi literatur sebagai dasar dalam memahami topik penelitian. Studi literatur ini mencakup pengumpulan dan penelaahan berbagai sumber ilmiah, khususnya jurnal-jurnal yang relevan dengan permasalahan harmonisa arus dan tegangan, segitiga daya, serta *Total Harmonic Distortion* (THD). Sumber-sumber tersebut dijadikan sebagai pedoman sekaligus data sekunder dalam mendukung penelitian. Peneliti menggunakan beberapa *platform* basis data ilmiah guna memperoleh referensi yang valid seperti *Google Cendekia*, MDPI, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore* dan lain-lain.
2. Tahap berikutnya adalah melakukan observasi secara langsung ke tempat yang dijadikan objek penelitian yaitu gedung JICA FPMIPA UPI pada bagian sebelah Timur. selain itu dilakukan juga pengambilan data secara langsung dengan pengukuran pada panel-panel listrik dan berdiskusi dengan teknisi laboratorium yang bertanggung jawab perihal kelitstrikan yang berada di gedung timur JICA FPMIPA UPI.
3. Setelah data-data sudah didapatkan, tahap selanjutnya peneliti akan melakukan perhitungan harmonisa arus dan tegangan secara manual. Selain melakukan perhitungan manual, dilakukan juga simulasi menggunakan *software* ETAP dengan memasukan data-data yang didapatkan pada lapangan.
4. Setelah melakukan pengolahan data, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis mengenai hasil yang didapatkan selama penelitian, dan dapat menentukan apakah nilai harmonisa arus dan tegangan gedung JICA FPMIPA UPI masih dalam batas standar harmonisa aturan IEEE 519-2014.
5. Tahap terakhir dari penelitian ini adalah peneliti akan menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini pengambilan dilaksanakan di gedung JICA FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia yang berlokasi di jalan Dr. Setiabudi No. 229, Isola, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154. Pengambilan data ini dikhususkan pada gedung JICA bagian Timur FPMIPA UPI.



**Gambar 3.2** Gedung JICA FPMIPA UPI

Gedung JICA FPMIPA bagian timur digunakan untuk berbagai kegiatan akademik dan administrasi, yang meliputi ruang departemen atau program studi, ruang dosen, ruang kuliah, laboratorium, ruang sekretariat, kantin, serta area kemahasiswaan. Selain sarana bangunan dan lahan, gedung ini juga dilengkapi dengan berbagai fasilitas pendukung, antara lain komputer, printer, pemindai (*scanner*), pendingin ruangan (AC), peralatan praktikum, telepon, dan jaringan internet.

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data-data yang digunakan dalam penelitian Analisis Harmonisa Arus dan Tegangan di gedung JICA FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia ini yaitu:

- a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode pengumpulan data dengan mencari sumber-sumber tulisan yang telah ada sebelumnya. Biasanya diperoleh dari buku di perpustakaan perusahaan, atau buku, jurnal, artikel yang berhubungan langsung dengan topik yang dibahas.

b. Observasi ke lapangan

Observasi Merupakan suatu metode pengumpulan data dengan terjun langsung ke lapangan dengan mengamati secara langsung objek-objek yang terdapat di gedung JICA FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

c. Diskusi

Diskusi merupakan suatu metode pengumpulan data dengan berdiskusi atau tanya jawab langsung dengan penanggung jawab lapangan ataupun dengan pekerja di lapangan.

### 3.5 Instrumen Penelitian

#### 3.5.1 Alat Ukur *Clamp on Power Hitester* HIOKI 3286-20

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Clamp on Power HiTester* HIOKI 3286-20. Alat ini memiliki kemampuan untuk mengukur tingkat harmonisa, baik pada tegangan maupun arus, dengan pengukuran pada orde ke-1 hingga orde ke-20. Selain itu, alat ini juga dapat digunakan untuk mengukur berbagai parameter kelistrikan seperti tegangan (V), arus (I), frekuensi (F), daya aktif (P), daya semu (S), daya reaktif (Q), serta faktor daya (PF).

Cara kerja Alat ini sama halnya seperti menggunakan *voltmeter* dan *amperemeter*, untuk *input* tegangan dipasang paralel dengan beban dan untuk *input* arus menggunakan teknik *clamping*, sehingga pengukuran dilakukan secara seri tanpa melepas rangkaian. Alat ini mempunyai tiga input terminal dapat mengukur sistem satu fasa dan sistem tiga fasa.



**Gambar 3.3** *Clamp on Power Hitester HIOKI 3286-20*

### 3.5.2 Alat Ukur *Power Quality Analyzer* HIOKI 3197

Selain menggunakan instrumen HIOKI 3286-20, peneliti juga menggunakan HIOKI 3197 *Power Quality Analyzer* (PQA). Alat ukur ini mampu menganalisis berbagai parameter kualitas daya listrik pada sistem satu fasa maupun tiga fasa, baik konfigurasi *2-wire*, *3-wire*, maupun *4-wire*. Alat ini mampu mengukur tegangan dan arus RMS, tegangan dan arus per setengah siklus, frekuensi, daya aktif (P), daya semu (S), daya reaktif (Q), faktor daya (PF), serta energi aktif dan reaktif. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan kemampuan analisis harmonisa hingga orde ke-50, termasuk pengukuran *total harmonic distortion* (THD) pada tegangan dan arus, ketidakseimbangan tegangan, serta *K-Factor*. Fitur deteksi kejadian (*event detection*) pada alat ini dapat merekam gangguan seperti *swell*, *sag*, interupsi, arus lonjakan (*inrush*), dan tegangan transien frekuensi tinggi.

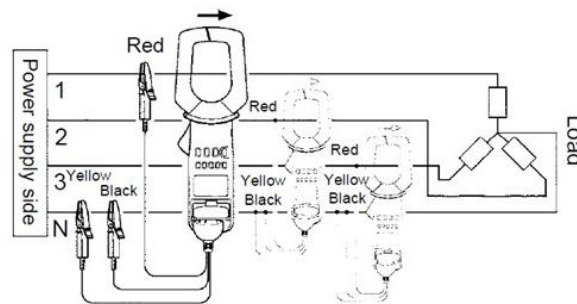


**Gambar 3.4** *Power Quality Analyzer HIOKI 3197*

### 3.5.3 Prosedur Pengukuran Harmonisa

Prosedur pengukuran harmonisa menggunakan alat ukur HIOKI 3286-20 dijelaskan pada langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pastikan untuk mempersiapkan alat pelindung diri seperti sarung tangan isolasi dan sepatu *safety*, lalu siapkan alat ukur yang akan digunakan.
2. Jepitkan *clamp meter* pada salah satu fasa. Lalu hubungan *probe* tegangan ke titik pengukuran tegangan. Rangkailah alat ukur seperti pada gambar 3.5.



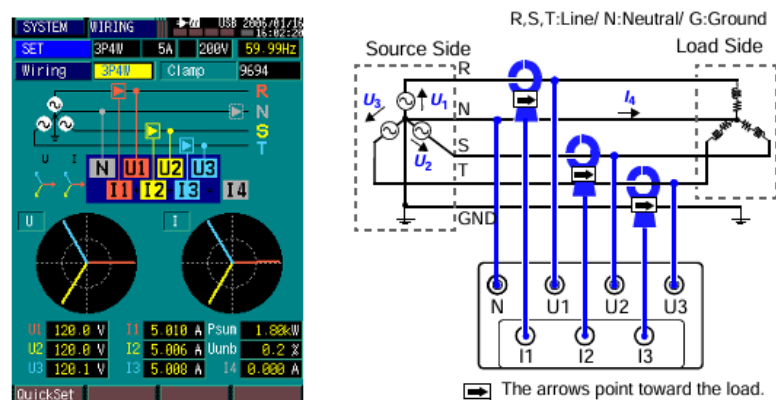
**Gambar 3.5** Rangkaian *Three Phase Four Wire*

3. Setelah alat ukur dirangkai, nyalakan tombol *power* pada alat ukur HIOKI lalu tekan tombol *Watt* satu kali untuk menampilkan Daya Nyata (P), tegangan rms, dan arus rms. Tekan dua kali tombol *Watt* untuk menampilkan Daya Semu (S) dan tekan tiga kali untuk menampilkan faktor daya.
4. Selanjutnya untuk mengukur harmonisa dari orde ke-1 sampai orde ke-20, tekan tombol *Line/Harm* hingga mode berpindah menjadi *HARM I* dan *HARM U*.
5. Setelah berada pada mode *HARM I*, tekan tombol mode dua kali hingga huruf F dan r hilang sehingga yang kita ukur hanya THD bukan THDF atau THDr.
6. Gunakan tombol I dan U untuk menampilkan harmonisa arus dari orde ke-1 sampai orde ke-20, tekan tombol *hold* agar kegiatan pengukuran dilakukan dalam satu waktu.
7. Jika mengukur harmonisa arus telah selesai, selanjutnya tekan tombol *Line/Harm* satu kali hingga berpindah ke mode *HARM U* untuk mengukur harmonisa tegangan.

8. Ulangi langkah 5,6,7 hingga pengukuran harmonisa tegangan selesai.
9. Lakukan langkah-langkah diatas secara berurutan untuk mengukur pada fasa lainnya. Jika sudah mencatat setiap data, tekan tombol *power* untuk mematikan HIOKI dan lepaskan *probe* serta *clamp*.

Prosedur pengukuran harmonisa menggunakan alat ukur HIOKI 3197 dijabarkan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pastikan untuk mempersiapkan alat pelindung diri seperti sarung tangan isolasi dan sepatu *safety*, lalu siapkan alat ukur yang akan digunakan.
2. Setelah HIOKI dinyalakan, akan muncul tampilan *wiring* awal. Tekan tombol *system* lalu atur *wiring system* yang akan digunakan. Untuk harmonisa bisa menggunakan *wiring Three Phase 4 Wire (3P4W)*. Untuk *Clamp*, peneliti menggunakan *clamp model 9660* dengan batas arus maksimal 100 A dan ubah *I range* sesuai dengan *clamp model* yang digunakan.
3. Hubungan *cord* tegangan pada setiap titik tegangan, *clamp sensor* pada ketiga fasa, dan rangkailah alat ukur seperti pada gambar 3.6. Jika sudah benar maka HIOKI akan menampilkan verifikasi yang sesuai.



**Gambar 3.6** Rangkaian *Three Phase Four Wire*

4. Selanjutnya, tekan tombol *view* untuk pindah ke bagian *harmonics* dan akan muncul tampilan grafik bar harmonisa arus dan tegangan dari fasa yang bisa dilihat. Tekan F1 untuk melihat harmonisa arus dan tegangan dari orde ke-1 hingga orde ke-50 lalu Tekan F2 untuk merubah fasa yang ingin dilihat.
5. Selanjutnya, tekan tombol *view* untuk berpindah ke bagian DMM untuk melihat nilai tegangan rms (V), arus rms (I), daya nyata (P), daya semu (S), dan Faktor Daya (PF) dari masing-masing fasa. Untuk melihat nilai frekuensi, dapat dilihat di pojok kanan atas dari tampilan.
6. Jika data sudah terukur dan dicatat, matikan HIOKI dan lepaskan *cord* serta *clamp sensor*.

### 3.6 Data Penunjang penelitian

Data penunjang yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari dokumen teknis dan informasi pendukung yang berkaitan dengan sistem kelistrikan gedung. Data tersebut meliputi data trafo yang digunakan pada gedung JICA FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Data *Rating* Trafo Gedung Timur JICA FPMIPA UPI

<i>Datasheet</i> Trafo 1000 kVA			
Merek	Trafo	Fasa	3P4W
Kapasitas	1.000 kVA	Vector Group	Dyn-5
Frekuensi	50	<i>Temp. Rise Oil/winding</i>	60/65°C
Tegangan (HV)	20.000 V	Arus (HV)	28,85 A
Tegangan (LV)	400 V	Arus (LV)	14,43 A
Impedansi	5%	Total Berat	3100 Kg

Lalu, terdapat data penunjang yang memuat spesifikasi teknis kabel yang digunakan pada sistem kelistrikan Gedung Timur JICA FPMIPA UPI yang tertulis pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Data Penggunaan Kabel di Gedung Timur JICA FPMIPA UPI

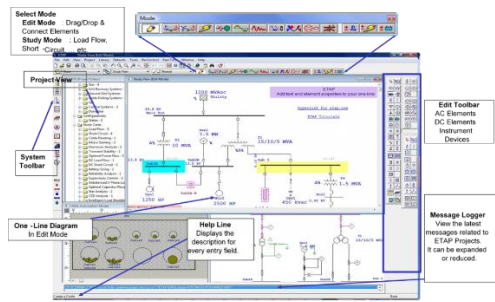


<i>Datasheet</i> Kabel yang digunakan							
Jenis Kabel	Kond- -uktor	Panjang (m)	Isolasi	R (ohm/km)	X (Ohm/km)	Z (Ohm/km)	Penggunaan
N2XSY 3x95mm <sup>2</sup>	Tembaga	100	XLPE	0,247	0,121	0,275	Dari Trafo ke MDP
NYN 3x120mm <sup>2</sup>	Tembaga	4	PVC	0,153	0,091	0,206	Dari MDP ke SDP 1
NYN 3x70 mm <sup>2</sup>	Tembaga	8	PVC	0,268	0,093	0,335	Dari MDP ke SDP 2
NYN 3x50 mm <sup>2</sup>	Tembaga	12	PVC	0,387	0,097	0,473	Dari MDP ke SDP 3
NYN 3x16 mm <sup>2</sup>	Tembaga	16	PVC	1,150	0,101	1,380	Dari MDP ke SDP 4

Seluruh data ini berfungsi sebagai acuan dalam analisis, perhitungan, dan interpretasi hasil pengukuran harmonisa, sehingga diperoleh gambaran mengenai kondisi dan karakteristik sistem kelistrikan pada Gedung Timur JICA FPMIPA UPI.

### 3.7 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh melalui pengukuran langsung akan diolah menggunakan perangkat lunak ETAP. Setelah dilakukan proses simulasi, perhitungan dilakukan untuk menentukan parameter yang dibutuhkan dalam perancangan filter, kemudian dilanjutkan dengan analisis terhadap keseluruhan hasil distorsi harmonisa. ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis sistem tenaga listrik. Aplikasi ini mendukung berbagai fungsi seperti perancangan denah beban, pengaturan data beban dan sistem jaringan, penyusunan diagram satu garis (*One Line Diagram*), analisis aliran daya (*Load Flow*), perhitungan gangguan hubung singkat (*Short Circuit*), serta simulasi kondisi transien seperti *Motor Starting*.



**Gambar 3.7** Tampilan antarmuka utama *software* ETAP