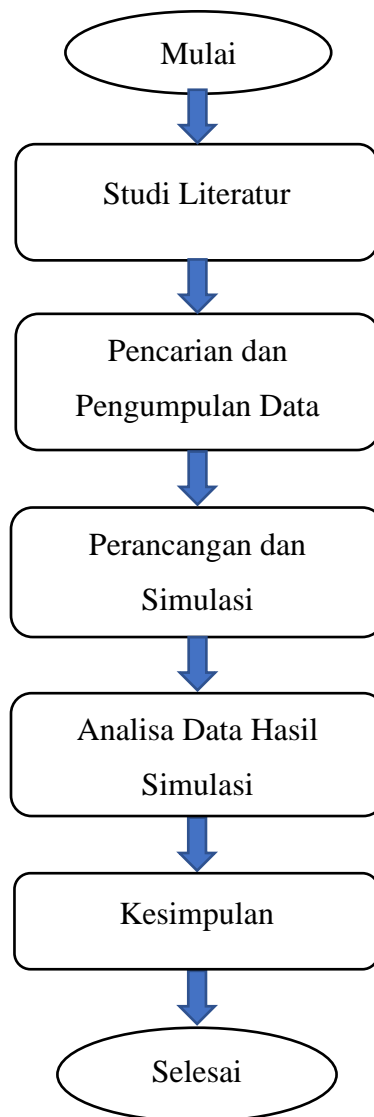


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian perlu diperhatikan alur yang sistematis supaya mempermudah maksud dan tujuan yang akan dicapai. Alur penelitian tentang Reduksi Harmonisa Menggunakan Filter Pasif *High Pass* Pada Gedung FIP Di Universitas Pendidikan Indonesia diperlihatkan dengan diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 3.1, maka langkah penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Dalam studi literatur, penulis mencari referensi dari sumber-sumber pada *website*, seperti IEEE, Google Cendikia, Google Book, dan Google Scholar yang dapat menunjang penelitian guna memperkuat teori-teori dasar dan kajian pustaka. Penelitian skripsi ini, penulis banyak mengangkat literatur mengenai reduksi harmonisa, segitiga daya dan rugi-rugi daya yang disimulasikan menggunakan ETAP dan keandalan jaringan tenaga listrik.

2. Pencarian dan pengumpulan data

Pada tahap ini penulis melakukan pencarian dan pengumpulan data penelitian berupa data sekunder dari hasil observasi atau pengamatan langsung di lapangan.

3. Perancangan dan simulasi filter pasif *High Pass*

Pada langkah ini penulis membuat rancangan filter pasif *High Pass* untuk mereduksi nilai harmonisa sekaligus melakukan simulasi menggunakan software ETAP. Perancangan filter pasif *High Pass* dibuat sesuai dengan kebutuhan berdasarkan dari data beban dan nilai harmonisa yang telah didapatkan sebelumnya.

4. Analisa data hasil simulasi

Dalam analisa data ini, penulis melakukan analisa data hasil simulasi yang telah dilakukan pada software ETAP. Analisa data ini dilakukan dalam 2 kondisi yaitu, sebelum dan sesudah dipasang filter. Hasil simulasi yang didapat meliputi; *Total Harmonic Distortion (THD)*, *Total Harmonic Distortion Arus (THDi)*, *Total Harmonic Distortion (THDv)* dan bentuk gelombang sinusoidanya.

5. Kesimpulan

Kesimpulan adalah langkah terakhir yang dilakukan penulis ketika langkah-langkah sebelumnya telah selesai. Pada langkah ini penulis mengambil ringkasan dari hasil simulasi kemudian dianalisa yang telah dilakukan pada langkah sebelumnya. Pada langkah ini juga hasil

penelitian ditunjukkan untuk kemudian dapat dijadikan referensi ataupun dikembangkan di kemudian hari.

3.2 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah fenomena harmonisa yang terjadi pada jaringan tenaga listrik. Penelitian ini berlokasi di Gedung FIP Baru Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) yang terletak di jalan Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154 Jawa Barat-Indonesia.



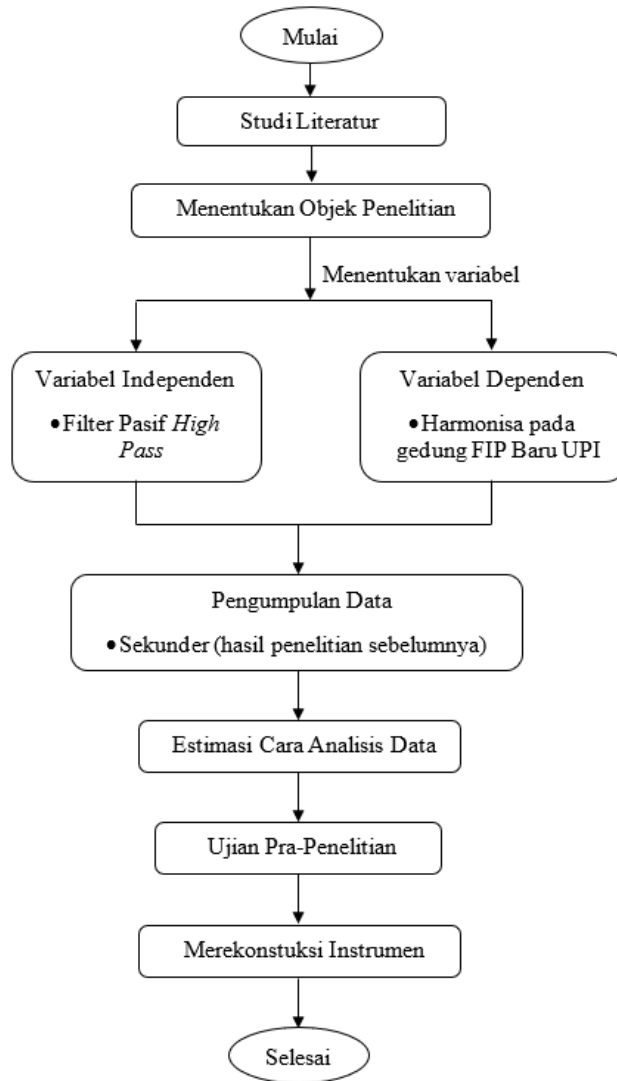
(Sumber: kurtek.upi.edu)

Gambar 3.2 Gedung FIP Baru UPI

Sebagai gambaran Gedung FIP Baru UPI seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 memiliki ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai, dengan menempati luas lahan sebesar 6.139 m². Luas bangunan dan lahan tersebut dipakai untuk ruang pimpinan fakultas, departemen/prodi, ruang dosen, ruang kuliah, laboratorium, perpustakaan, ruang sekretariat, kantin, kemahasiswaan, dan sebagainya. Selain sarana bangunan dan lahan, Gedung FIP Baru UPI juga memiliki fasilitas pendukung lainnya. Fasilitas tersebut meliputi komputer yang dapat mendukung proses pembelajaran dan penelitian bagi warga FIP UPI yang membutuhkan informasi dengan dilengkapi oleh printer dan scanner. Disamping itu, fasilitas pendukung lainnya adalah AC, telepon dan jaringan internet.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian mengenai “Reduksi Harmonisa Menggunakan Filter Pasif *High Pass* Pada Gedung FIP Di Universitas Pendidikan Indonesia” ini, penulis melakukan pengumpulan data dengan metode yang akan dijelaskan oleh diagram alir pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan Gambar 3.3 yang menunjukkan diagram alir pengumpulan data di atas, langkah-langkah yang diambil penulis adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan cara mencari literatur yang berasal dari buku, jurnal dari penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Dalam studi literatur ini penulis

melakukan pencarian dan pengkajian teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dikaji.

2. Menentukan Objek Penelitian

Sebelum mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian, maka perlu ditentukannya terlebih dahulu objek penelitian yang akan diteliti yaitu Gedung FIP Baru UPI.

3. Menentukan Variabel Penelitian

Setelah melakukan studi literatur dan menentukan objek penelitian, selanjutnya adalah menentukan variabel penelitian. Dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu variabel independen dan variabel dependen. Pengertian variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan perubahan atau munculnya variabel dependen. Sedangkan variabel dependen adalah variabel yang merupakan hasil dari variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Berdasarkan pengertian tersebut, dalam disimpulkan variabel dalam penelitian ini ialah:

- Variabel Independen nya adalah filter pasif *high pass*
- Variabel Dependen nya adalah data harmonisa pada gedung FIP Baru UPI

4. Pengumpulan Data dan Estimasi Cara Menganalisis Data

Sebelum melakukan analisis, peneliti terlebih dahulu mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian. Jenis pengumpulan data yang peneliti gunakan adalah pengumpulan data sekunder, yaitu sumber data yang diperoleh melalui membaca, mempelajari, dan memahami literatur, buku, dan literatur serta sarana lainnya. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari penelitian sebelumnya oleh Gema Ardhyana pada tahun 2019 dengan judul “Analisis Harmonisa Energi Listrik Pada Gedung FIP Baru Universitas Pendidikan Indonesia”. Kemudian metode analisis kuantitatif akan digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh. Analisis data kuantitatif adalah analisis yang menggunakan model matematis atau statistik dalam proses pengolahan datanya. Data tersebut akan disajikan

dan dideskripsikan dalam bentuk digital oleh peneliti. Peneliti memperoleh hasil ini dengan bantuan aplikasi ETAP.

5. Ujian Pra-Penelitian

Melakukan pengujian dari data yang telah didapatkan yaitu dengan membuat model simulasi sistem kelistrikan Gedung FIP Baru beserta data parameter hasil pengukuran tegangan, arus dan sebagainya serta data harmonisanya.

6. Merekonstruksi Instrumen

Peneliti menyusun kisi-kisi atau *layout* instrumen yang mencakup abilitas yang diukur. Abilitas disini merupakan kemampuan yang diharapkan dari subjek yang diteliti. Dalam penelitian ini ialah kemampuan filter pasif *high pass* dalam mereduksi harmonisa.

3.4 Data-Data Penunjang Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil penelitian Gema Ardhyana dkk. (2019) yang berjudul “Analisis Harmonisa Energi Listrik Pada Gedung FIP Baru Universitas Pendidikan Indonesia”. Adapun data-data yang didapat mengenai harmonisa pada jaringan tenaga listrik pada gedung tersebut adalah sebagai berikut:

3.4.1 Alat Ukur *Clamp on Power Hteter* HIOKI 3286-20

Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran pada penelitian ini yaitu menggunakan *Clamp on Power Hteter* HIOKI 3286-20. Alat ini mampu untuk mengukur nilai harmonisa baik harmonisa tegangan ataupun arus sampai dengan orde 20. Selain dapat mengukur harmonisa, alat ukur ini mampu mengukur tegangan (V), arus (I), frekuensi (F), daya nyata (P), daya semu (S), daya reaktif (Q) dan faktor daya (PF). *Clamp on Power Hteter* HIOKI 3286-20 ini bisa dilihat pada gambar 3.3.

Cara kerja Alat ini sama halnya seperti menggunakan *voltmeter* dan *ampere meter*, 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 3.4 *Clamp on Power Hitester HIOKI 3286-20*

3.4.2 Nilai Harmonisa MDP (Main Distribution Panel)

Pengukuran harmonisa pada MDP Gedung FIP baru UPI diambil dalam keadaan beban di semua lantai dihidupkan. Hasil pengukuran tegangan, arus, daya dan frekuensi pada MDP tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1. Nilai harmonisa arus pada setiap ordenya yaitu sebanyak 20 orde, dapat dilihat pada table 3.2. Sedangkan untuk nilai harmonisa tegangannya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.1 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi

Hari/Tanggal	Jum'at, 3 Mei 2019		
Waktu Tes	10:10		
Line	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V_{LN} (V)	226,0	229,0	226,0
I_{LN} (A)	44,30	53,40	48,40
S (kVA)	10,012	12,228	10,938
P (kW)	9,090	11,980	10,829
cos pi	0,908 lag	0,980 lag	0,990 lag
f (Hz)	50,1	50,1	50,1

Tabel 3.2 Nilai Harmonisa Arus Pada Setiap Orde MDP

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	44,6	100	49,7	100	43,4	100
2	0,4	1	0	0	0,1	0,2
3	13,3	29,9	17,2	34,6	7	16,1
4	0	0,2	0	0,2	0	0,2

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
5	7,1	15,9	23	46,4	12,1	27,8
6	0,1	0,3	0	0	0	0,2
7	8,2	18,4	20,3	40,9	11,5	26,5
8	0	0,2	0	0,1	0	0
9	1,3	3	4	8	1,7	3,8
10	0	0,2	0	0	0	0
11	3,4	7,7	6,3	12,7	4,1	9,4
12	0	0,2	0	0	0	0,1
13	1,7	3,7	5	10	3,7	8,6
14	0	0,1	0	0	0	0,1
15	1,2	2,7	2	4,1	1,7	3,9
16	0	0,1	0	0	0	0
17	1	2,2	0,7	1,3	1,2	2,8
18	0	0	0	0	0	0
19	0,6	1,3	1,8	3,6	0,5	1,1
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.3 Nilai Harmonisa Tegangan Pada Setiap Orde MDP

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	224,3	100	227,1	100	224	100
2	1,1	0,5	0,6	0,2	0,6	0,3
3	2,2	1	1,4	0,6	0,8	0,4
4	0,6	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
5	4,5	2	4,4	1,9	3,5	1,5
6	0,2	0	0,1	0	0,2	0
7	2,9	1,3	1,8	0,8	2,9	1,3
8	0,1	0	0,1	0	0,2	0
9	0,4	0,2	0,7	0,3	1	0,5
10	0,1	0	0,1	0	0	0
11	0,8	0,3	0,7	0,3	1	0,5
12	0,1	0	0	0	0	0
13	0,2	0,1	0,8	0,4	0,3	0,1
14	0	0	0	0	0	0
15	0,7	0,3	0,7	0,3	0,4	0,2
16	0,2	0	0	0	0	0
17	0,3	0,1	0,5	0,2	0,5	0,2
18	0	0	0	0	0	0
19	0,1	0	0,2	0,1	0,2	0
20	0	0	0,1	0	0	0

3.4.3 Nilai Harmonisa SDP (Sub Distribution Panel)

Pengukuran harmonisa pada SDP diambil dengan beban di setiap lantai dinyalakan pada gedung FIP Baru. Pengukuran harmonisa pada SDP menggunakan *Clamp on Power Hitester* HIOKI 3286 – 20. Pengukuran pada SDP di setiap lantai ini meliputi data yang diukur adalah tegangan (V), arus (A), daya aktif (Watt), daya reaktif (VAR), daya semu (VA), faktor daya (PF), THDv tegangan (%), dan THDi arus (%).

Tabel 3.4 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 1

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi Lantai 1			
Hari/Tanggal	Senin, 17 Juni 2019		
Waktu Tes	13:00		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V_{LN} (V)	228,7	232,5	229,9
I_{LN} (A)	4,88	2,30	2,89
S (kVA)	1,115	0,536	0,664
P (kW)	0,849	0,350	0,648
cos pi	0,762 lag	0,653 lag	0,977 lead
f (Hz)	49,9	50	49,9

Tabel 3.5 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 1

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	3,91	100	1,73	100	1,11	100
2	0,04	1	0,32	19,3	0	0,6
3	2,17	55	1	67,3	0,36	33,7
4	0,05	1,2	0,53	55,9	0	0,4
5	1,21	30	0,43	45,2	0,23	20,3
6	0,04	0,9	0,42	44,1	0	0,5
7	0,7	17,6	0,38	40,8	0,13	11,4
8	0,02	0,5	0,38	40,8	0	0,3
9	0,28	7,1	0,3	32,1	0,09	7,8
10	0,03	0,7	0,26	27,7	0	0,4
11	0,2	5,1	0,16	17,4	0,09	7,9
12	0	0,2	0,12	12,7	0	0,2
13	0,07	1,8	0,07	7,2	0,03	2,7
14	0	0,6	0,07	7,4	0	0,2
15	0,41	10,1	0,06	6,2	0,07	6
16	0,05	1,5	0,05	5,2	0	0,5
17	0,49	12,3	0,04	4,7	0,05	4,7

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
18	0,05	1,2	0,07	7,3	0	0
19	0,35	8,9	0,04	3,7	0,04	3,7
20	0,04	1,1	0,06	6,4	0	0,4

Tabel 3.6 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 1

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	225,4	100	229,7	100	227,9	100
2	1,1	0,5	0,9	0,4	0,6	0,3
3	2,2	1	0,9	0,4	0,8	0,4
4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
5	4,5	2	4,2	1,8	3,5	1,5
6	0,2	0	0,2	0	0,2	0
7	2,9	1,3	1,7	0,7	2,9	1,3
8	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
9	0,4	0,2	0,4	0,2	1,0	0,5
10	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
11	0,8	0,3	0,5	0,2	1,0	0,5
12	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
13	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
14	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
15	0,7	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2
16	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5	0,2
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,1	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabel 3.7 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 2

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 2			
Hari/Tanggal	Senin, 17 Juni 2019		
Waktu Tes	13:45		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	227,5	230,5	228
I _{LN} (A)	6,68	1,44	4,95
S (kVA)	1,52	0,333	1,129
P (kW)	1,13	0,191	0,674
cos pi	0,743 lag	0,574 lag	0,597 lag
f (Hz)	49,9	49,9	50

Tabel 3.8 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 2

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	5,15	100	0,93	100	3,07	100
2	0,01	0,2	0,02	2,2	0,02	0,6
3	3	57,8	0,71	78,6	2,33	75,8
4	0,12	2,3	0,01	1,3	0,02	0,6
5	1,9	36,9	0,52	56,1	1,86	60,7
6	0,04	0,8	0,1	10,7	0,02	0,7
7	1,25	23,7	0,44	47,4	1,53	49,6
8	0,05	0,9	0,02	2,5	0,02	0,7
9	0,52	10,2	0,33	35,9	1,13	36,6
10	0,03	0,5	0,01	1,6	0,02	0,7
11	0,29	5,4	0,27	29,4	0,89	29
12	0,01	0,2	0,03	3,1	0,02	0,7
13	0,17	3,3	0,21	23,2	0,62	20
14	0,02	0,4	0,01	1,3	0,02	0,7
15	0,37	7,1	0,21	22,5	0,53	17,3
16	0,03	0,6	0,02	1,6	0,02	0,7
17	0,29	5,6	0,13	14,2	0,32	10,3
18	0,04	0,8	0,01	1,4	0	0,2
19	0,2	3,5	0,09	10,2	0,18	6
20	0,02	0,3	0	0,6	0	0,2

Tabel 3.9 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 2

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	225,4	100	228,4	100	225,8	100
2	0,9	0,4	0,9	0,4	0,5	0,2
3	2,2	1	1,4	0,6	1,2	0,5
4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0
5	4,3	1,9	4,5	2	2,8	1,2
6	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0
7	3,4	1,5	2,1	0,9	3,7	1,6
8	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0
9	0,9	0,4	0,6	0,3	1,4	0,6
10	0,1	0	0,1	0	0,1	0
11	0,9	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
12	0,2	0	0,1	0	0	0
13	0,3	0,1	1	0,5	0,9	0,4
14	0	0	0,1	0	0	0

Novan Melandy Suryadiva, 2021

REDUKSI HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF HIGH PASS PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN BARU DI UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

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

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
15	0,9	0,3	1,1	0,5	1	0,5
16	0,1	0	0,2	0	0	0
17	0,3	0,1	0,4	0,2	0,5	0,2
18	0,1	0	0	0	0	0
19	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.10 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 3

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 3			
Hari/Tanggal	Jum'at, 14 Juni 2019		
Waktu Tes	13:50		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	239,0	230,0	229,3
I _{LN} (A)	4,17	3,41	4,24
S (kVA)	0,95	0,78	0,97
P (kW)	0,849	0,350	0,648
cos pi	0,878 lead	0,736 lead	0,691 lead
f (Hz)	50	50	49,9

Tabel 3.11 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 3

Orde	R		S		T	
	I	THD _i %	I	THD _i %	I	THD _i %
1	3,04	100	2,62	100	2,99	100
2	0,05	1,4	0,02	0,9	0,01	0,5
3	1,75	53,4	1,4	52,6	2,23	74,4
4	0,03	0,8	0,03	1,2	0,02	0,7
5	1,33	40,6	1,03	38,7	1,59	53,2
6	0,03	0,8	0,03	1,3	0,02	0,7
7	0,96	29,2	0,73	27,6	1,03	34,5
8	0,02	0,7	0,03	1,1	0,02	0,6
9	0,66	20,2	0,51	19,1	0,52	17,3
10	0,02	0,5	0,02	0,8	0,01	0,4
11	0,39	11,9	0,32	12,1	0,3	10,1
12	0,02	0,6	0,02	0,4	0,01	0,3
13	0,22	7,6	0,18	6,7	0,29	9,8
14	0	0,3	0	0,3	0,01	0,4
15	0,12	5,2	0,09	3,3	0,25	8,3
16	0	0	0	0	0	0,3
17	0,14	4,4	0,07	2,8	0,12	4
18	0	0,2	0	0	0	0,2
19	0,15	4,6	0,04	1,7	0,06	2,2
20	0,01	0,4	0	0,2	0	0,2

Tabel 3.12 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 3

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
1	225,4	100	228,4	100	225,8	100
2	0,9	0,4	0,9	0,4	0,5	0,2
3	2,2	1	1,4	0,6	1,2	0,5
4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0
5	4,3	1,9	4,5	2	2,8	1,2
6	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0
7	3,4	1,5	2,1	0,9	3,7	1,6
8	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0
9	0,9	0,4	0,6	0,3	1,4	0,6
10	0,1	0	0,1	0	0,1	0
11	0,9	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
12	0,2	0	0,1	0	0	0
13	0,3	0,1	1	0,5	0,9	0,4
14	0	0	0,1	0	0	0
15	0,9	0,3	1,1	0,5	1	0,5
16	0,1	0	0,2	0	0	0
17	0,3	0,1	0,4	0,2	0,5	0,2
18	0,1	0	0	0	0	0
19	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.13 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 4

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 4			
Hari/Tanggal	Senin, 17 Juni 2019		
Waktu Tes	14:20		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V_{LN} (V)	228,5	231,5	228,2
I_{LN} (A)	1,51	2,12	2,04
S (kVA)	0,346	0,491	0,465
P (kW)	0,297	0,409	0,405
cos pi	0,806 lag	0,834 lag	0,875 lead
f (Hz)	50,0	50,0	50

Tabel 3.14 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 4

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	1,31	100	1,81	100	1,87	100
2	0,03	2,2	0	0,5	0	0,4
3	0,5	38,3	0,71	39	0,5	26,5
4	0,01	1	0	0,5	0	0,3
5	0,38	29,1	0,57	31,3	0,31	16,6
6	0,01	0,8	0,01	0,8	0	0,4
7	0,4	30,8	0,45	24,7	0,34	18,2
8	0	0,4	0,02	0,9	0	0,4
9	0,24	18	0,39	21,6	0,22	11,7
10	0	0,1	0,02	1,1	0	0,5
11	0,13	9,7	0,32	17,9	0,12	6,4
12	0	0,2	0,02	0,9	0	0,2
13	0,11	8,2	0,22	12,4	0,1	5,3
14	0	0,3	0,02	0,9	0	0,4
15	0,09	6,7	0,21	11,4	0,13	7,2
16	0	0,4	0,01	0,8	0	0,3
17	0,07	5,7	0,15	8,5	0,02	1,2
18	0	0,02	0,01	0,7	0	0,2
19	0,04	2,8	0,14	7,5	0,07	3,5
20	0	0,1	0,01	0,7	0	0

Tabel 3.15 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 4

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	226,1	100	229,1	100	225,8	100
2	0,3	0,1	0,9	0,4	0,5	0,2
3	1,8	0,8	0,8	0,3	1,2	0,5
4	0	0	0,5	0,2	0,2	0
5	5,1	2,3	5,1	2,2	2,8	1,2
6	0	0	0,2	0	0,2	0
7	2,4	1,1	1,9	0,8	3,7	1,6
8	0,1	0	0,1	0	0,1	0
9	0,5	0,2	0,5	0,2	1,4	0,6
10	0	0	0,1	0	0,1	0
11	0,7	0,3	0,5	0,2	0,8	0,4
12	0	0	0	0	0	0
13	0,4	0,2	0,5	0,2	0,9	0,4
14	0	0	0	0	0	0
15	0,5	0,2	0,6	0,3	1	0,5
16	0	0	0	0	0	0
17	0,3	0,1	0,1	0	0,5	0,2
18	0,1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0,2	0

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.16 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 5

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 5			
Hari/Tanggal	Selasa 18 Juni 2019		
Waktu Tes	13:40		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	227,5	229,7	227,0
I _{LN} (A)	5,03	5,65	4,0
S (kVA)	1,145	1,244	0,906
P (kW)	0,989	0,881	0,690
cos pi	0,864 lag	0,708 lead	0,762 lag
f (Hz)	50	50	50

Tabel 3.17 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 5

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	4,45	100	4,22	100	3,01	100
2	0,01	0,2	0,02	0,6	0,04	1,4
3	1,51	34	2,66	63	1,78	59,1
4	0,01	0,3	0,03	0,8	0,04	1,3
5	1,1	24,7	1,62	38,4	1,39	47,1
6	0,01	0,3	0,02	0,5	0,04	1,5
7	1,02	22,8	0,87	50,7	1	33,3
8	0,02	0,5	0,02	0,4	0,04	1,3
9	0,66	14,9	0,36	8,6	0,66	22,4
10	0,02	0,5	0	0,1	0,02	0,7
11	0,52	11,8	0,07	1,6	0,46	15,3
12	0,01	0,3	0	0	0,02	0,5
13	0,29	6,4	0,19	4,4	0,41	13,9
14	0	0,2	0,01	0,4	0,03	0,9
15	0,28	6,3	0,4	9,5	0,9	9,9
16	0	0	0,02	0,5	0,02	0,9
17	0,19	4,3	0,41	9,8	0,25	8,2
18	0	0,2	0,02	0,5	0,02	0,7
19	0,21	4,7	0,25	5,9	0,16	5,4
20	0	0,1	0,01	0,3	0,02	0,6

Tabel 3.18 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 5

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
1	225	100	227,5	100	225,1	100

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
2	0,2	0	0,4	0,2	1,1	0,5
3	1,7	0,8	1,7	0,8	1,1	0,5
4	0	0	0,2	0	0,5	0,2
5	4,7	2,1	3,8	1,7	4	1,8
6	0	0	0,1	0	0,2	0
7	2,2	1	2	0,9	2,1	0,9
8	0	0	0	0	0,1	0
9	0,2	0	0,4	0,2	0,3	0,1
10	0	0	0	0	0,1	0
11	0,7	0,3	0,6	0,3	0,7	0,3
12	0	0	0	0	0,2	0
13	0,5	0,2	0,4	0,2	0,5	0,2
14	0	0	0	0	0,1	0
15	0,5	0,2	0,6	0,2	0,7	0,3
16	0	0	0	0	0,1	0
17	0,2	0	0,4	0,2	0,3	0,2
18	0	0	0	0	0	0
19	0,2	0	0,2	0	0,2	0
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.19 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 6

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 6			
Hari/Tanggal	Selasa 18 Juni 2019		
Waktu Tes	14.10		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	227,1	229,7	227,2
I _{LN} (A)	7,58	1,73	6,86
S (kVA)	1,723	0,345	1,041
P (kW)	1,273	0,397	1,558
cos pi	0,739 lead	0,864 lead	0,668 lead
f (Hz)	50,0	50	50

Tabel 3.20 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 6

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	5,68	100	1,52	100	6,59	100
2	0,05	0,9	0	0,4	0,08	1,1
3	3,25	57,2	0,52	34	4,04	51
4	0,05	1	0	0,4	0,04	0,5
5	2,34	41,2	0,37	24,1	3,05	46,3
6	0,07	1,2	0,01	0,8	0,04	0,6
7	1,81	31,9	0,37	24,4	2,25	34,1
8	0,06	1,1	0	0,1	0	0,1

Novan Melandy Suryadiva, 2021

REDUKSI HARMONISA MENGGUNAKAN FILTER PASIF HIGH PASS PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN BARU DI UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

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

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
9	1,23	21,7	0,33	21,6	1,66	25,2
10	0,07	1,1	0	0,4	0	0,1
11	0,91	16	0,23	15	0,91	12,4
12	0,05	0,9	0	0,4	0	0,1
13	0,57	10,1	0,13	8,6	0,65	9,9
14	0,05	0,8	0,16	10,2	0,02	0,3
15	0,47	8,3	0,15	10,1	0,62	7,4
16	0,04	0,6	0	0,3	0,02	0,4
17	0,22	3,9	0,1	6,9	0,42	5
18	0,02	0,4	0	0,2	0,01	0,2
19	0,14	2,5	0,11	7,2	0,25	3,4
20	0,01	0,2	0	0,1	0	0,1

Tabel 3.21 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 6

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	225,2	100	227,6	100	224,9	100
2	0,9	0,4	0,3	0,1	0,7	0,3
3	1,8	0,8	1,4	0,6	1,3	0,6
4	0,4	0,2	0	0	0,3	0,1
5	4,5	2	4	1,5	3,6	1,6
6	0,2	0,1	0	0	0,1	0
7	3,2	1,4	2,2	0,9	2,8	1,2
8	0	0	0	0	0	0
9	0,9	0,4	0,4	0,2	0,9	0,4
10	0,2	0	0	0	0	0
11	0,9	0,4	0,7	0,3	0,4	0,2
12	0	0	0	0	0	0
13	0,9	0,4	0,8	0,4	0,4	0,2
14	0	0	0	0	0	0
15	0,8	0,4	0,8	0,4	1,2	0,5
16	0,1	0	0	0	0,1	0
17	0,2	0	0,3	0,1	0,5	0,2
18	0	0	0	0	0	0
19	0,3	0,1	0,1	0	0,3	0,1
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.22 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 7

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 7			
Hari/Tanggal	Selasa 18 Juni 2019		
Waktu Tes	14.35		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)

V_{LN} (V)	227,3	230,4	227,5
I_{LN} (A)	4,54	3,56	7,66
S (kVA)	1,304	0,814	1,624
P (kW)	0,863	0,587	1,120
cos pi	0,836 lead	0,721 lead	0,688 lead
f (Hz)	50	50	50

Tabel 3.23 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 7

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	3,93	100	2,65	100	5,06	100
2	0,02	0,5	0,01	0,5	0,05	0,9
3	1,57	40,1	1,44	54,3	3,52	69,6
4	0,02	0,4	0,01	0,5	0,06	1,3
5	1,05	26,9	1,11	41,8	2,4	46,8
6	0,02	0,6	0,02	0,7	0,03	0,6
7	0,94	23,9	0,92	35	1,59	30,5
8	0,01	0,3	0,02	0,7	0,08	1,6
9	0,63	16,1	0,76	28,6	0,68	13,3
10	0,01	0,3	0,02	0,6	0	0,1
11	0,43	10,8	0,52	19,5	0,16	3,3
12	0	0,2	0,01	0,4	0,01	0,3
13	0,3	7,6	0,26	9,9	0,09	1,8
14	0,01	0,3	0,01	0,4	0	0,2
15	0,28	7,2	0,26	9,9	0,17	3,2
16	0,01	0,3	0,01	0,4	0,03	0,6
17	0,19	4,7	0,17	6,2	0,11	2,2
18	0	0,2	0	0,3	0	0,1
19	0,11	2,9	0,14	5,3	0,15	2,9
20	0	0,1	0	0,2	0	0

Tabel 3.24 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 7

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	224,9	100	228,1	100	225,4	100
2	0,5	0,2	0,6	0,2	0,5	2
3	2,1	0,9	1,4	0,6	1,2	0,5
4	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
5	4,9	2,2	4,4	1,9	3,9	0,7
6	0,1	0	0,1	0	0,2	0
7	2,6	1,2	1,8	0,8	2,3	1
8	0	0	0,1	0	0	0
9	0,7	0,3	0,7	0,3	1,2	0,5
10	0	0	0,1	0	0	0
11	0,7	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3
12	0,1	0	0	0	0	0

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
13	0,4	0,2	0,8	0,4	0,6	0,2
14	0	0	0	0	0	0
15	0,6	0,3	0,7	0,3	1	0,4
16	0,1	0	0	0	0,1	0
17	0,1	0	0,5	0,2	0,6	0,3
18	0	0	0	0	0	0
19	0,2	0	0,2	0,1	0,2	0
20	0	0	0,1	0	0	0

Tabel 3.25 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 8

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 8			
Hari/Tanggal	Rabu, 19 Juni 2019		
Waktu Tes	13:00		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	227,3	230,0	227,5
I _{LN} (A)	2,80	3,96	2,94
S (kVA)	0,636	0,910	0,668
P (kW)	0,467	0,642	0,460
cos pi	0,734 lag	0,705 lead	0,688 lead
f (Hz)	49,9	50	50

Tabel 3.26 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 8

Orde	R		S		T	
	I	THD _i %	I	THD _i %	I	THD _i %
1	2,09	100	3,29	100	2,69	100
2	0	0,2	0,01	0,4	0	0,1
3	1,51	72	1,65	50,2	0,94	35
4	0	0,2	0,01	0,4	0	0,4
5	0,87	41,8	0,93	28,4	0,44	16,4
6	0	0,2	0	0,1	0	0,1
7	0,56	26,5	0,68	20,6	0,15	5,6
8	0	0,8	0,01	0,3	0	0
9	0,16	7,6	0,15	4,6	0,1	3,8
10	0	0,1	0,01	0,3	0	0
11	0,08	3,7	0,18	5,1	0,07	2,7
12	0	0,1	0	0,2	0	0,1
13	0,05	2,4	0,17	4,8	0,11	4,1
14	0	0,2	0	0,2	0	0
15	0,17	8,2	0,22	6,3	0,15	5,5
16	0	0	0	0,3	0,15	5,7
17	0,14	6,8	0,2	5,8	0,16	5,9
18	0	0,3	0	0,2	0	0
19	0,14	6,6	0,17	4,9	0,08	3

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
20	0	0	0	0,2	0	0

Tabel 3.27 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 8

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	225,4	100	229,7	100	227,9	100
2	1,1	0,5	0,9	0,4	0,6	0,3
3	2,2	1	0,9	0,4	0,8	0,4
4	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
5	4,5	2	4,2	1,8	3,5	1,5
6	0,2	0	0,2	0	0,2	0
7	2,9	1,3	1,7	0,7	2,9	1,3
8	0,1	0	0,2	0	0,2	0
9	0,4	0,2	0,4	0,2	1	0,5
10	0,1	0	0,1	0	0	0
11	0,8	0,3	0,5	0,2	1	0,5
12	0,1	0	0,1	0	0	0
13	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1
14	0	0	0,1	0	0	0
15	0,7	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2
16	0,2	0	0	0	0	0
17	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5	0,2
18	0	0	0	0	0	0
19	0,1	0	0,3	0,1	0,2	0
20	0	0	0	0		0

Tabel 3.28 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 9

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 9			
Hari/Tanggal	Jum'at, 14 Juni 2019		
Waktu Tes	14:30		
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	228,0	231,0	228,0
I _{LN} (A)	1,38	5,90	1,61
S (kVA)	0,314	1,362	0,367
P (kW)	0,281	1,082	0,293
cos pi	0,894 lead	0,794 lead	0,680 lag
f (Hz)	50	50	50

Tabel 3.29 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 9

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	1,3	100	4,8	100	1,37	100
2	0	0,6	0,02	0,5	0,01	0,8
3	0,25	19,2	2,19	45,6	0,74	53,8
4	0	0,2	0,02	0,5	0,01	0,7
5	0,17	13	1,22	25,3	0,31	22,6
6	0,02	1,1	0,03	0,6	0	0,4
7	0,15	11,4	1,04	20,9	0,08	5,8
8	0	0,2	0	0,2	0	0,1
9	0,17	12,7	0,44	9,1	0,07	5
10	0	0,6	0	0,1	0	0,2
11	0,13	9,9	0,26	5,2	0,06	4,6
12	0	0,4	0	0,1	0	0,2
13	0,12	9,2	0,27	5,4	0,04	2,8
14	0	0,3	0,02	0,4	0	0,4
15	0,03	2,4	0,37	7,5	0,11	7,8
16	0	0,1	0,02	0,4	0	0,4
17	0,02	1,1	0,29	6	0,12	8,5
18	0	0,5	0,02	0,3	0	0,6
19	0,08	6	0,21	4,3	0,08	5,5
20	0	0,2	0	0,1	0	0,5

Tabel 3.30 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 9

Orde	R		S		T	
	V	THDv %	V	THDv %	V	THDv %
1	226,8	100	228,1	100	226,1	100
2	0,9	0,4	1	0,4	0,5	2
3	1,7	0,8	1	0,4	1,2	0,5
4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1
5	4,6	2,1	4,3	1,9	3,9	0,7
6	0,2	0	0,2	0	0,2	0
7	2,9	1,3	2,3	1	2,3	1
8	0,2	0,1	0,1	0	0	0
9	0,5	0,2	0,8	0,3	1,2	0,5
10	0,2	0	0,1	0	0,1	0
11	0,9	0,4	0,9	0,4	0,7	0,3
12	0,2	0	0,1	0	0	0
13	0,9	0,4	0,7	0,3	0,6	0,2
14	0	0	0	0	0	0
15	0,8	0,3	0,7	0,3	1	0,4
16	0,1	0	0,2	0	0,1	0
17	0,2	0	0,3	0,1	0,6	0,3
18	0,1	0	0	0	0	0
19	0,3	0,1	0,2	0	0,2	0

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
20	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.31 Nilai Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 10

Pengukuran Tegangan, Arus, Daya, dan Frekuensi SDP Lantai 10			
Hari/Tanggal		Selasa, 18 Juni 2019	
Waktu Tes		15:00	
Besaran	R (Merah)	S (Kuning)	T (Hitam)
V _{LN} (V)	227,7	230,5	227,7
I _{LN} (A)	6,71	1,97	2,04
S (kVA)	1,583	0,422	0,444
P (kW)	1,362	0,332	0,40
cos pi	0,881 lag	0,786 lead	0,851 lead
f (Hz)	50	50	50

Tabel 3.32 Pengukuran Harmonisa Arus SDP Lantai 10

Orde	R		S		T	
	I	THDi %	I	THDi %	I	THDi %
1	6,28	100	2,44	100	2,02	100
2	0,08	1,4	0,02	0,9	0	0,4
3	2,93	47,4	0,86	35,4	0,05	2,6
4	0,05	0,8	0	0,2	0	0,2
5	1,07	16,9	1,1	45,1	0,06	3
6	0,04	0,6	0,02	0,9	0	0,3
7	0,6	9,6	1,02	41,6	0,2	10,4
8	0,2	1,1	0,02	0,8	0	0,3
9	0,8	4	0,35	14,4	0,07	3,5
10	0,2	1	0,02	0,6	0,16	1,6
11	1,79	22,5	0,59	24,3	1,7	33,9
12	0,03	0,4	0,02	0,8	0	0,2
13	0,02	0,4	0,39	16	0,06	3
14	0	0,1	0,02	0,7	0	0
15	0,09	1,4	0,22	8,9	0,02	0,9
16	0	0	0,01	0,4	0	0
17	1,82	14,4	0,2	8,3	0,03	1,5
18	0,9	5	0,01	0,5	0,06	1,5
19	0,01	0,2	0,21	8,4	0,55	13,2
20	0,09	1,3	0,02	0,7	0	0,2

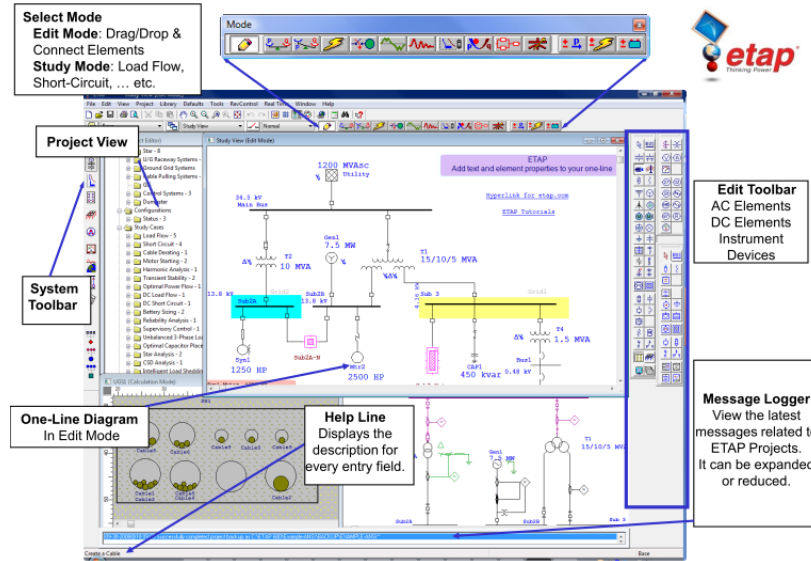
Tabel 3.33 Pengukuran Harmonisa Tegangan SDP Lantai 10

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
1	225,3	100	228,5	100	225,5	100

Orde	R		S		T	
	V	THD _v %	V	THD _v %	V	THD _v %
2	1	0,4	0,5	0,2	1	0,5
3	1,9	0,8	0,9	0,4	1	0,4
4	0,5	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2
5	4,9	2,2	4,5	2	4,5	2
6	0,2	0,1	0,1	0	0,2	0
7	2,8	1,3	1,7	0,8	2,1	0,9
8	0	0	0	0	0	0
9	0,3	0,2	0,5	0,2	0,9	0,4
10	0,2	0	0	0	0,2	0
11	0,8	0,4	0,6	0,3	0,8	0,4
12	0,3	0,1	0	0	0,1	0
13	0,5	0,2	0,5	0,2	0,3	0,1
14	0,1	0	0	0	0,1	0
15	0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3
16	0,2	0	0	0	0,1	0
17	0,1	0	0,3	0,1	0,5	0,2
18	0,1	0	0	0	0	0
19	0	0	0,1	0	0,2	0
20	0,1	0	0	0	0	0

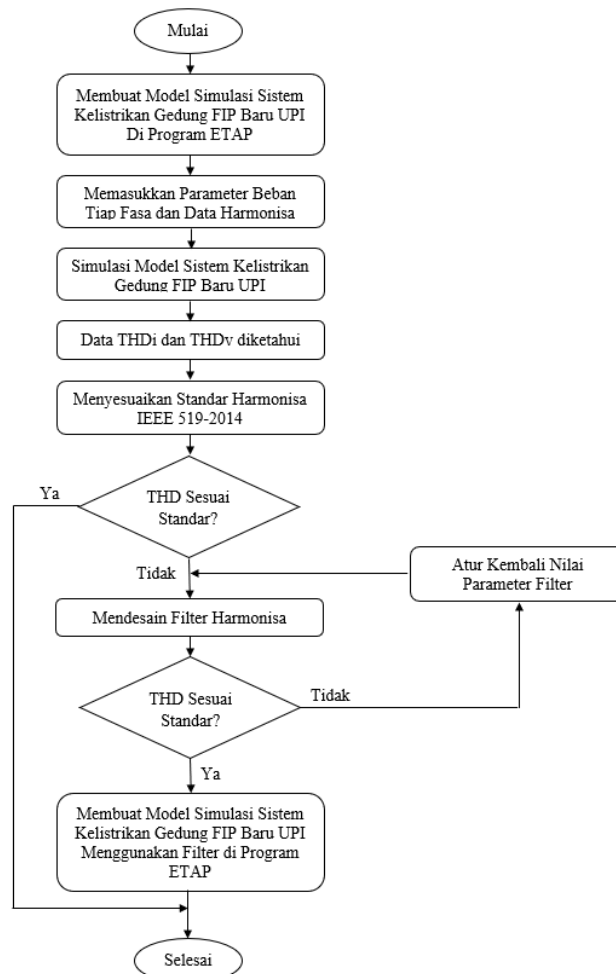
3.5 Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini, data sekunder yang diperoleh dari penelitian terdahulu digunakan untuk merancang filter pasif *high pass* dan juga mensimulasikannya pada software ETAP untuk merepresentasikan kondisi realnya, dalam rangka menunjang tercapainya tujuan penelitian ini. ETAP merupakan software aplikasi yang banyak digunakan untuk mensimulasikan sistem tenaga listrik. Secara umum ETAP dapat digunakan untuk simulasi hasil perancangan dan analisa suatu sistem tenaga listrik yaitu meliputi; menggambarkan denah beban-beban, men-*setting* data-data beban dan jaringan, merancang diagram satu garis (*One Line Diagram*), menganalisa aliran daya (*Load Flow*), menghitung gangguan hubung singkat (*Short Circuit*) dan menganalisa Motor *Starting* atau keadaan Transien. Tampilan utama dari software ETAP dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tampilan Program ETAP

Metode analisis data yang akan digunakan pada penelitian ini akan ditunjukkan oleh diagram alir seperti yang tersaji pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Alir Pengolahan Data

Berdasarkan Gambar 3.5 yang menunjukkan diagram alir pengolahan data di atas, langkah-langkah yang diambil penulis adalah sebagai berikut:

1. Membuat Model Simulasi Sistem Kelistrikan Gedung FIP Baru UPI di Program ETAP

Langkah awal sebelum melakukan simulasi adalah membuat model *one line diagram* sistem kelistrikan gedung FIP Baru UPI di program ETAP sebagai gambaran nyata dari sistem kelistrikan dari gedung FIP Baru UPI.

2. Memasukkan Parameter Beban Tiap Fasa dan Data Harmonisa

Setelah dibuatkannya model sistem kelistrikan, maka langkah selanjutnya adalah memasukan parameter dari beban tiap fasa pada SDP 1 sampai SDP 10 di program ETAP beserta data harmonisa nya. Dalam memasukkan data harmonisa, terlebih dahulu membuat *library* harmonisa pada program ETAP berdasarkan data sekunder yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya.

3. Simulasi Model Sistem Kelistrikan Gedung FIP Baru UPI

Setelah melakukan input data beban dan data harmonisa, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *running harmonics flow* pada program ETAP untuk mengetahui besaran THD yang ada pada MDP dan tiap SDP.

4. Menghitung SC_{Ratio} untuk Menentukan Standar Harmonisa IEEE 519-2014

Setelah data THD_i dan THD_v diketahui, kemudian dilakukannya perhitungan SC_{Ratio} pada MDP dan SDP untuk mengetahui standar maksimum dari THD_i pada MDP dan tiap SDP. Sedangkan untuk THD_v hanya perlu mengetahui tegangan yang dipakai dalam model sistem kelistrikan gedung FIP Baru UPI untuk menentukan standar maksimum THD_v nya. Dalam perhitungan SC_{Ratio} , perlu diketahui data daya aktif, arus *short circuit*, dan arus beban maksimum beban yang ada dalam model simulasi sistem kelistrikan Gedung FIP Baru. Untuk data daya aktif dapat dilihat pada tabel 3.34.

Tabel 3.34 Data Daya Aktif

Lantai	Daya (W)			Jumlah
	R	S	T	
1	850,43	349,19	649,13	1848,76
2	1129,14	190,52	673,77	1993,43
3	838,43	577,24	671,81	2087,49
4	278,10	409,31	407,34	1094,75
5	988,70	918,85	691,90	2599,44
6	1272,13	343,34	1041,14	2656,60
7	862,70	591,38	1198,94	2653,03
8	467,15	642,11	460,17	1569,43
9	267,13	1082,14	223,18	1572,46
10	1346,05	356,91	395,30	2098,26
Jumlah Daya	8299,95	5461,00	6412,68	20173,64
Jumlah Daya	8,30	5,46	6,41	20,17

Setelah mengetahui daya aktif, dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan arus beban maksimum. Berikut adalah hasil perhitungan arus beban maksimum pada MDP dan masing-masing SDP, yang akan dijelaskan dengan rumus 2.10.

$$I_L = \frac{P}{\cos \varphi \times \sqrt{3} \times V} \dots\dots\dots(2.10)$$

Diketahui daya aktif pada MDP yaitu 20.173,64 W, $\cos \varphi$ 0,758, dan tegangan sekunder dari transformator distribusi adalah 380 V. Maka hasil I_L adalah sebagai berikut:

$$I_L = \frac{20.173,64}{0,758 \times \sqrt{3} \times 380} = 40,43 \text{ A}$$

Diketahui daya aktif pada SDP 1 yaitu 1.848,76 W, *power factor* ($\cos \varphi$), dan tegangan sekunder transformator distribusi adalah 380 V. Maka I_L adalah sebagai berikut:

$$I_L = \frac{1848,76}{0,82 \times \sqrt{3} \times 380} = 3,52 \text{ A}$$

Dengan menggunakan cara yang sama maka besarnya I_L untuk masing-masing SDP dapat dilihat didalam tabel 3.35.

Tabel 3.35 Nilai I_L di Masing-masing SDP

Tempat	Total Daya (W)	I_L (A)
MDP	MDP	20.173,64
	SDP 1	1848,76
	SDP 2	1993,43
	SDP 3	2087,49
	SDP 4	1094,75
	SDP 5	2599,44
	SDP 6	2656,60
	SDP 7	2653,03
	SDP 8	1569,43
	SDP 9	1572,46
	SDP 10	2098,26

Setelah diketahui nilai dari arus beban maksimum maka langkah selanjutnya adalah menghitung dari nilai arus *short circuit*. Untuk penjelasan dari perhitungan arus *short circuit* akan dijelaskan oleh rumus 2.9 sebagai berikut:

$$I_{SC} = \frac{S_{trafo} \times 100}{\%Z \times \sqrt{3} \times V} \dots\dots\dots(2.9)$$

Diketahui kapasitas trafo sistem kelistrikan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI adalah 80 kVA dengan tegangan sekunder 380V dan impedansi nya 4%. Dengan demikian maka:

$$I_{SC} = \frac{80.000 \times 100}{\sqrt{3} \times 380 \times 4} = 3.038,69 \text{ A}$$

Jadi nilai I_{sc} yaitu sebesar 3.038,69 Ampere.

Setelah didapatkan nilai dari arus beban maksimal dan arus *short circuit* maka dapat ditentukan nilai SC_{Ratio} yang akan dijelaskan oleh rumus 2.12 dan tabel

$$SC_{Ratio} = \frac{I_{SC}}{I_L} \dots\dots\dots(2.12)$$

Diketahui bahwa nilai dari I_{sc} sistem kelistrikan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI yaitu 3.038,69 A dan nilai I_L dari MDP yaitu 40,43 A, maka:

$$SC_{Ratio} MDP = \frac{I_{sc}}{I_L} = \frac{3.038,69}{3,52} = 863,26$$

Dengan menggunakan cara yang sama dapat dihitung rasio hubung singkat pada SDP yang lainnya dan dapat dilihat pada tabel 3.36.

Tabel 3.36 Nilai SC_{Ratio} Setiap SDP

Tempat		I_{sc} (A)	I_L (A)	SC_{Ratio}
MDP	MDP	3.038,69	40,43	75,15
	SDP 1	3.038,69	3,52	863,26
	SDP 2	3.038,69	2,69	1.129,62
	SDP 3	3.038,69	4,05	750,29
	SDP 4	3.038,69	1,97	1.542,48
	SDP 5	3.038,69	5,04	602,91
	SDP 6	3.038,69	5,16	588,89
	SDP 7	3.038,69	5,16	588,89
	SDP 8	3.038,69	3,11	977,07
	SDP 9	3.038,69	2,80	1.085,24
SDP 10	3.038,69	3,41	891,11	

Tabel 3.37 Batas THD_I Maksimum Yang Diperbolehkan

Tempat	SC_{Ratio}		THD_I max
	Gedung FIP Baru UPI	Standar IEEE 519-2014	
MDP	75,15	50<100	12%
SDP 1	863,26	100<1000	15%
SDP 2	1.129,62	>1000	20%
SDP 3	750,29	100<1000	15%
SDP 4	1.542,48	>1000	20%
SDP 5	602,91	100<1000	15%
SDP 6	588,89	100<1000	15%
SDP 7	588,89	100<1000	15%

Tempat	SC _{Ratio}		THD _i max
	Gedung FIP Baru UPI	Standar IEEE 519-2014	
SDP 8	977,07	100<1000	15%
SDP 9	1.085,24	>1000	20%
SDP 10	891,11	100<1000	15%

Sesuai standar IEEE 519-2014 yang dijelaskan pada tabel 3.37 maka standar THD_i yang diperbolehkan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI yaitu 12% untuk MDP, 20% untuk SDP 2, SDP 4 dan SDP 9. Sedangkan 15% yaitu untuk SDP lainnya. Sedangkan batas terbesar THD tegangan yang diperbolehkan pada sistem kelistrikan di Gedung Fakultas Ilmu Pendidikan (FIP) Baru UPI menurut standar IEEE 519-2014 adalah 8% karena tegangan yang dioperasikan kurang dari sama dengan 1 kV seperti yang dijelaskan pada tabel 3.38.

Tabel 3.38 Batas THD_v Maksimum Yang Diperbolehkan

Tegangan Pada Bus	<i>Individual Harmonic (%)</i>	<i>Total Harmonic Distortion (%)</i>
V _≤ 1.0 kV	5.0	8.0

5. Mendesain Filter Harmonisa

Setelah mendapatkan nilai standar harmonisa THD_i dan THD_v, langkah selanjutnya adalah merancang filter harmonisa *high pass* untuk mereduksi nilai THD yang belum mencapai standar yang telah ditentukan. Dalam perencanaan dilakukan perhitungan untuk menentukan parameter filter yang akan dipasang, dan menentukan orde harmonisa utama serta faktor kualitas filter (Q). Pertama, perlu ditentukan urutan harmonisa yang akan dihilangkan, yaitu orde 3, karena distorsi adalah yang terbesar dalam urutan ini terdapat di orde 3. Langkah selanjutnya adalah menghitung daya reaktif untuk meningkatkan faktor daya yang dibutuhkan oleh filter. Berikut ini adalah contoh perhitungan parameter filter SDP 1.

$$\begin{aligned}
P &= 1848,6 \\
\theta_1 &= \text{Arc cos } 0,798 \\
&= 37,06^\circ \\
\theta_2 &= \text{Arc cos } 0,980 \\
&= 11,47^\circ \\
Q_c &= P (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \dots\dots\dots(2.15) \\
&= 1848,6 (\tan 37,06^\circ - \tan 11,47^\circ) \\
&= 1.047,38 \text{ VAR}
\end{aligned}$$

Hasil dari perhitungan didapat bahwa untuk memperbaiki faktor daya menjadi 0.9, dibutuhkan daya reaktif sebesar 1.047,38 VAR. Selanjutnya dapat dicari reaktansi kapasitor (X_C) menggunakan rumus (2.15) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
X_C &= \frac{V_L^2}{Q_c} \dots\dots\dots(2.16) \\
&= \frac{380^2}{1.047,38} \\
&= 137,86 \Omega
\end{aligned}$$

Selanjutnya ketika mendapatkan hasil reaktansi kapasitor (X_C) dapat dicari kapasitansi dari kapasitor (C) menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
C &= \frac{1}{2\pi f X_c} \dots\dots\dots(2.17) \\
&= \frac{1}{2(3,14)(50)(137,86)} \\
&= 0,00023 \text{ F}
\end{aligned}$$

Setelah didapat kapasitansi dari kapasitor, selanjutnya dapat dicari reaktansi dari induktor (X_L). Dalam simulasi ini orde yang akan difilter adalah orde ke-3. Maka nilai induktor dapat dicari menggunakan persamaan 2.17 seperti berikut:

$$\begin{aligned}
L &= \frac{1}{((2\pi f h)^2 C)} \dots\dots\dots(2.18) \\
&= \frac{1}{((2 \times 3,14 \times 150)^2 \times 0,00023)} = 0,00524 \text{ H}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
X_L &= 2\pi fL \dots\dots\dots(2.19) \\
&= (2)(3,14)(50)(0,00524) \\
&= 1,64 \Omega
\end{aligned}$$

Setelah diketahui induktor dan kapasitor, selanjutnya dapat dicari hambatan nya. Pada perancangan filter pasif tipe *High Pass* ini nilai Q yang digunakan adalah 20 karena distorsi harmonisa yang besar terdapat pada orde 20 kebawah, jadi untk meredam semua harmonisa tersebut digunakanlah nilai 20. Nilai faktor kualitas (Q) merupakan ukuran ketajaman *setting* filter dalam mereduksi harmonisa.

$$\begin{aligned}
R &= \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{Q} \dots\dots\dots(2.21) \\
&= \frac{\sqrt{\frac{0,00524}{0,00023}}}{20} \\
&= 0,06 \Omega
\end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama perhitungan untuk nilai filter harmonisa yang akan digunakan pada SDP 2 sampai SDP 10.

6. Membuat Model Simulasi Sitem Kelistrikan Gedung FIP Baru UPI Menggunakan Filter di Program ETAP

Hasil dari simulasi ini untuk mengetahui nilai dari pada THDi, THDv dan juga bentuk dari gelombang sinusoidanya setelah dipasang filter. Jika nilai dari THDi atau THDv belum memenuhi standar, maka perlu dilakukan perhitungan ulang dan mengatur parameter filter yang sesuai untuk mereduksi harmonisa agar memenuhi standar

7. Selesai