

## BAB IV

### Hasil Penelitian

#### 4.1 Gambaran Mengenai Gedung AR Fakhruhin UMY

Gedung AR Fakhruhin merupakan gedung yang terdapat di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Beralamat di Jalan Brawijaya, Taman Tirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, gedung ini selesai dibangun pada tahun 1996 dan mulai beroperasi pada tahun 1997. Gedung ini juga disebut sebagai gedung kembar karena terdapat dua gedung Ar Fahrudin yaitu gedung AR Fakhruhin A dan AR Fakhruhin B, selain itu gedung ini juga menjadi salah satu ikon dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Karena disebut kembar maka kontruksi bangunan Gedung AR Fakhruhin A dan gedung AR Fakhruhin B sama, baik bentuk desain luar dan jumlah lantai (terdapat 5 lantai) yang ada di gedung tersebut. namun kedua gedung memiliki fungsi operasi yang berbeda. Untuk denah ruang gedung baik AR Fakhruhin A dan AR Fakhruhin B dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Denah Ruang Gedung AR Fakhruhin A

Denah Ruang	
Gedung Rektorat (AR Fakhruhin A)	
Lantai	Nama Ruang
5	Ruang sidang dan ruang komisi
4	Ruang kuliah
3	Senat Universitas
	Biro administrasi akademik

Tabel 4.1 Denah Ruang Gedung AR Fakhruhin A (lanjutan)

Lantai	Nama Ruang
	Penjajagan Al qur'an
	Wawancara kemitraan
2	Badan Perencanaan dan pengembangan
	Biro sumber daya manusia
	Badan penjaminan mutu
1	Badan pembina harian
	Pimpinan universitas
	Sekretariat universitas
G (Dasar)	Biro penerimaan mahasiswa baru
	Biro hukum
	Biro humas dan protokoler
	<i>Student entrepreneurship and business incubator (SEBI)</i>

Tabel 4.2 Denah Ruang Gedung AR Fakhruhin B

Denah Ruang	
Gedung Rektorat (AR Fakhruhin A)	
Lantai	Nama Ruang
5	Ruang sidang AR Fakhruhin B
4	Ruang kuliah
3	Lembaga pengembangan kemahasiswaan dan alumni (LPKA)
	Ruang kuliah
2	Pusat komputer (Lab D & E)

Tabel 4.2 Denah Ruang Gedung AR Fakhruhin B (lanjutan)

Lantai	Nama Ruang
1	Biro sistem Informasi (BSI)
	Pusat komputer (Lab A, B, & C)
	Biro umum/lingkawas/rumah tangga
	Biro kerjasama/IRO
	Biro sumberdaya aset
G (Dasar)	Biro sumberdaya keuangan
	Bank BTN
	Bank BPD Syari'ah
	Bank Bukopin
	Bank Syari'ah Mandiri
	BMT UMY

Dengan adanya banyak kegiatan yang beroperasi di gedung AR Fakhruhin tentunya dibutuhkan kualitas daya listrik yang baik untuk menopang kegiatan tersebut. Hal ini tidak menutup kemungkinan akan terjadi penambahan beban secara terus menerus. Dengan adanya hal tersebut, dibutuhkan data kelistrikan (jumlah beban, jenis beban, kualitas daya, dan lain sebagainya) yang terbaru agar hal yang tidak diinginkan, tidak terjadi.

Untuk kelistrikan di gedung AR Fakhruhin dapat dilihat pada Mechanical Electrical (ME). Namun, sampai saat ini ME untuk gedung AR Fakhruhin belum diperbaharui sehingga data kelistrikan masih menggunakan data lama yaitu buatan tahun 1997.

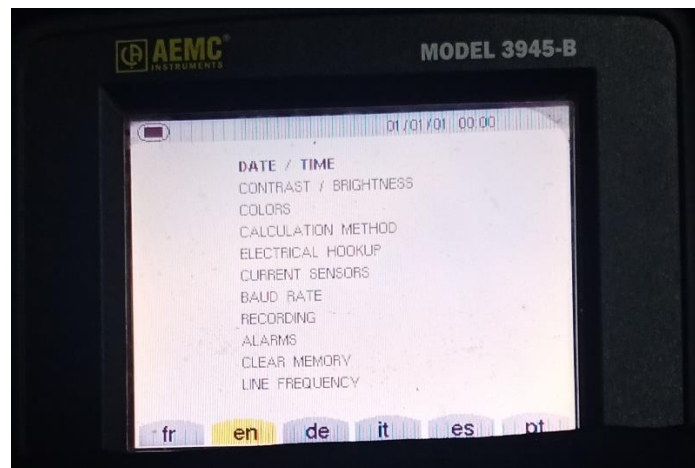
## 4.2 Langkah-Langkah Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada SDP AR Fakhruddin A dan Ar Fahrudin B. Pengukuran berlangsung selama 24 jam dengan interval pengambilan data tiap satu jam sekali. Berikut merupakan langkah-langkah pengukuran yang dilakukan.

1. Memasang Probe (arus, tegangan, dan power) pada *Power Quality Analyzer*.



Gambar 4.1 Pemasangan Probe Pada *Power Quality Analyzer*.

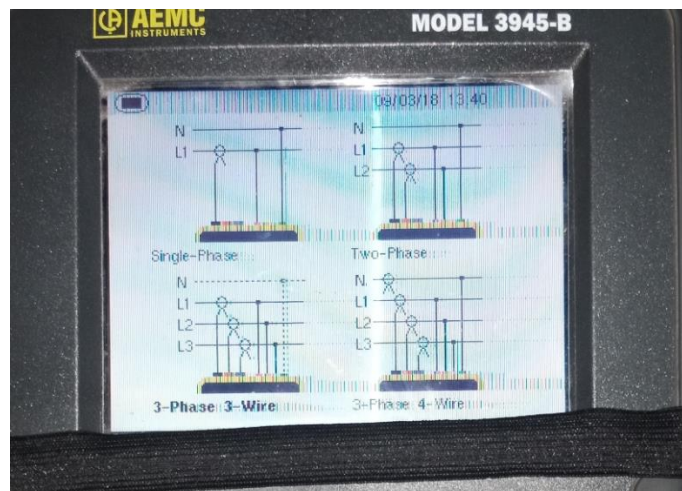


Gambar 4.2 Menu Utama *Power Quality Analyzer*

2. Setelah alat menyala, selanjutnya melakukan pengaturan pada alat, pengaturan yang dilakukan pada bagian:

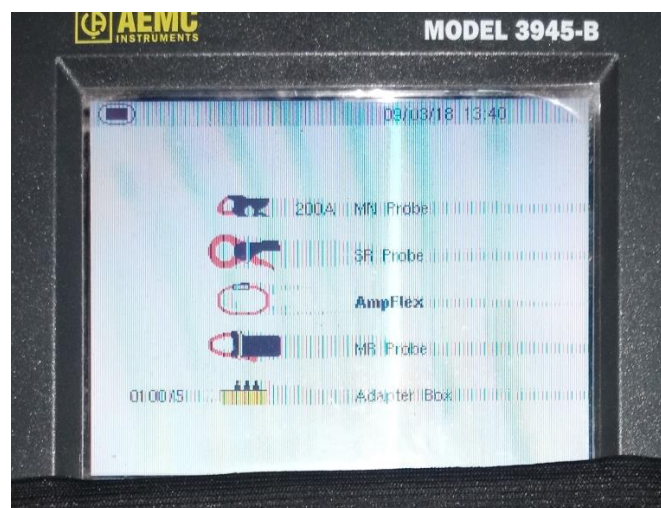
2.1 *Date/time* untuk menentukan tanggal dan waktu pengambilan data.

2.2 *Electrical hookup* untuk menentukan jumlah fasa (*3 fasa 4 wire*)



Gambar 4.3 Pemilihan Jumlah Fasa Dan Kebel

2.3 *Current sensors* untuk menentukan jenis *clamp ampere* yang digunakan.

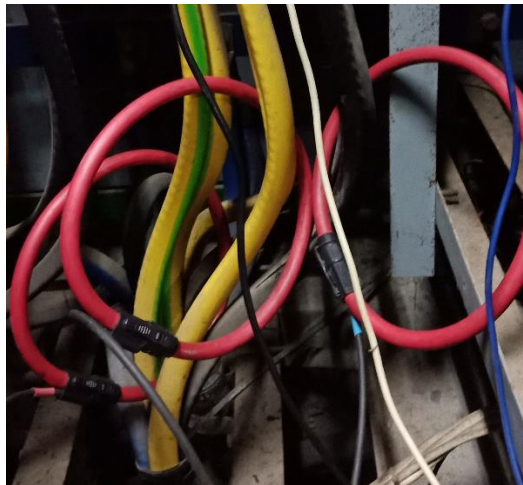


Gambar 4.4 Pemilihan Sensor Arus

3. Memasang clamp arus dan tegangan pada tiap fasa R S T. Untuk clamp arus dikaitkan pada kabel phasa, sedangkan untuk clamp tegangan dipasang pada ujung hubung kabel R S T dengan bus bar



Gambar 4.5 Pemasangan *Clamp* Tegangan



Gambar 4.6 Pemasangan Sensor Arus

4. Melakukan pengecekan pada alat ukur (tombol daya), hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah daya bernilai negatif atau positif. Jika menunjukkan nilai negatif maka atur kembali clamp arus agar nilai dayanya berubah menjadi positif.

5. Kemudian atur waktu awal pengukuran dan akhir pengukur serta durasi pengambilan data.

Setelah data telah selesai diambil, selanjutnya memindahkan data dari alat *Power Quality analyzer* ke PC. Aplikasi yang harus terinstal pada PC yaitu *data view Power quality analyzer* dan driver 232. Setelah PC dan alat telah terhubung buka aplikasi *data view* kemudian unduh data dan simpan.

#### 4.3 Data Transformator Tenaga

Transformator yang menyuplai gedung AR Fakhruddin memiliki kapasitas 1250 KVA yang dibuat oleh PT Trafindo pada tahun 1997. Jenis dari transformator tersebut adalah transformator distribusi tiga fasa yang memiliki spesifikasi untuk tegangan masukan 20 kV, menggunakan frekuensi 50 Hz, memiliki arus nominal (HV) 36,08 A, nilai tegangan pada sisi sekunder trafo 400 v dengan arus nominal yang dimiliki sebesar 1804,22 A, dan memiliki nilai impedansi 5,5%.



Gambar 4.7 Name Plate Transformator Tenaga Yang Menyuplai Gedung AR Fakhruddin

Tabel 4.3 Data *Name Plate* Transformator Pada Gedung AR Fakhruđin

No	Data <i>name plate</i> transformator tenaga	Nilai
1	Tegangan sisi primer	20 kV
2	Tegangan sisi sekunder	400 V
3	Kapasitas daya	1250 kVA
4	Arus nominal (20 kV)	36,08 A
5	Arus nominal (400 V)	1804,22 A
6	Impedansi	5,5 %
7	Fasa	3 fasa

Transformator tenaga tersebut terhubung pada gedung AR Fakhruđin A, AR Fakhruđin B, Plaza Boga, Gedung E<sub>1</sub> – E<sub>5</sub>.

#### 4.4 Nilai Arus pada Gedung AR Fakhruđin B

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 23.00 dan 25 Februari 2018 pukul 00.00 – 26 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

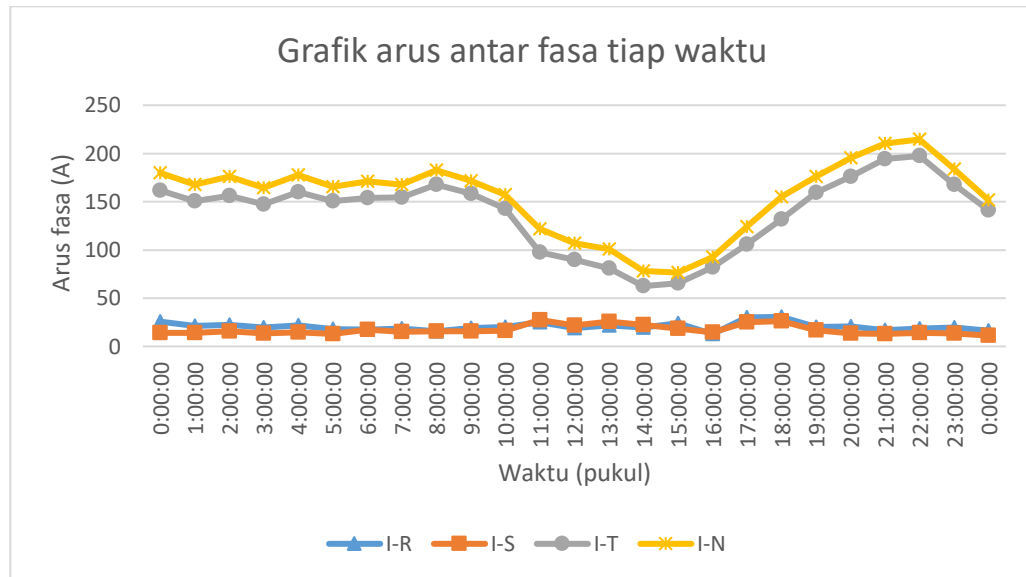
Tabel 4.4 Nilai arus pada gedung AR Fakhruđin B hari minggu

Tanggal	Waktu (pukul)	I <sub>R</sub> (A)	I <sub>s</sub> (A)	I <sub>T</sub> (A)	A <sub>N</sub> (A)
25/25/2018	0:00:00	25,6	14,3	161,4	179,7
25/25/2018	1:00:00	21,3	14,2	150,5	167,9
25/25/2018	2:00:00	22,1	15,8	156,1	175,8
25/25/2018	3:00:00	19,7	13,7	147,5	164,2



Tabel 4.4 Nilai Arus Pada Gedung AR Fakhruddin B Hari Minggu (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	$I_R$ (A)	$I_s$ (A)	$I_T$ (A)	$A_N$ (A)
25/2/2018	4:00:00	21,8	14,7	159,9	177,9
25/2/2018	5:00:00	18,1	12,8	150,7	165,5
25/2/2018	6:00:00	17,5	17,3	154	171,3
25/2/2018	7:00:00	18,7	15,1	154,6	167,8
25/2/2018	8:00:00	15,8	15,5	167,9	182,5
25/2/2018	9:00:00	19,1	15,6	158,4	171,5
25/2/2018	10:00:00	19,9	16,4	143	157,5
25/2/2018	11:00:00	25	27,4	97,4	121,6
25/2/2018	12:00:00	18,9	21,5	89,6	107,1
25/2/2018	13:00:00	22	25,4	80,8	100,9
25/2/2018	14:00:00	19,5	22,5	62,5	77,9
25/2/2018	15:00:00	23,8	18,3	65,3	76,5
25/2/2018	16:00:00	12,8	14,8	82,1	92,7
25/2/2018	17:00:00	29,8	24,9	105,9	123,9
25/2/2018	18:00:00	30,6	26,3	131,7	155,2
25/2/2018	19:00:00	20,2	16,9	159,3	176,2
25/2/2018	20:00:00	20,8	13,5	176	195,1
25/2/2018	21:00:00	16,8	12,9	194,5	210,1
25/2/2018	22:00:00	18,7	14,1	197,4	214,5
25/2/2018	23:00:00	19,5	13,6	167,6	183,7
26/2/2018	0:00:00	16,1	11,2	141,2	151,8
<b>Minimum</b>		<b>12,8</b>	<b>11,2</b>	<b>62,5</b>	<b>76,5</b>
<b>Maksimum</b>		<b>30,6</b>	<b>27,4</b>	<b>197,4</b>	<b>214,5</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>20,564</b>	<b>17,148</b>	<b>138,212</b>	<b>154,752</b>



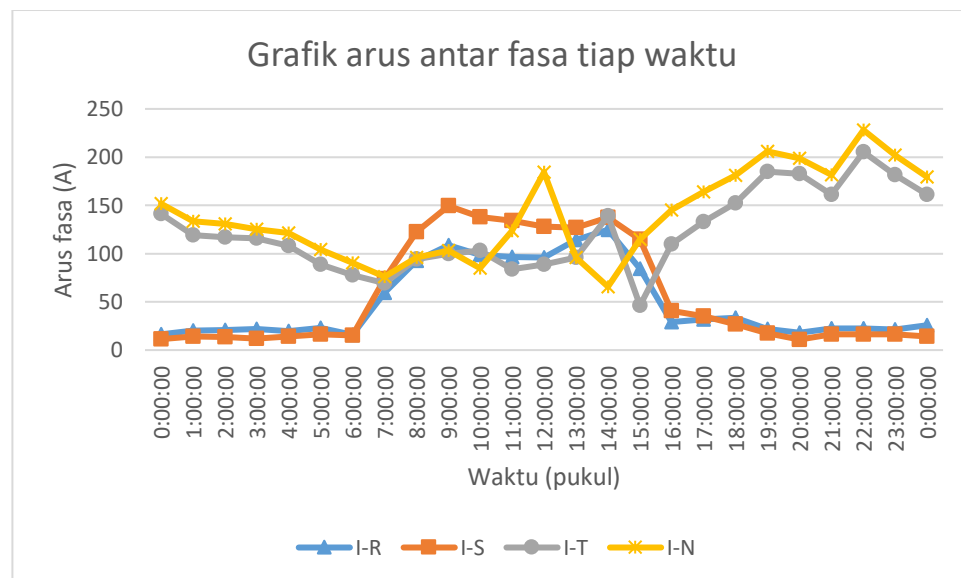
Gambar 4.8 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Pada Hari Minggu

Tabel 4.5 Nilai arus pada gedung AR Fakhruudin B hari senin

Tanggal	Waktu (pukul)	$I_R$ (A)	$I_S$ (A)	$I_T$ (A)	$A_N$ (A)
26/2/2018	0:00:00	16,1	11,2	141,2	151,8
26/2/2018	1:00:00	20,4	14	119,4	133,7
26/2/2018	2:00:00	20,9	13,8	116,9	131
26/2/2018	3:00:00	21,9	11,9	115,9	125,4
26/2/2018	4:00:00	19,4	14,1	108	121,4
26/2/2018	5:00:00	22,8	16,3	89	104,3
26/2/2018	6:00:00	15,9	15,5	77,9	90,6
26/2/2018	7:00:00	59,5	73,7	69,5	76,2
26/2/2018	8:00:00	92,7	122,3	94,1	96
26/2/2018	9:00:00	108,7	149,4	99,6	102,9
26/2/2018	10:00:00	98,6	138	103,4	85
26/2/2018	11:00:00	96,6	134,2	83,7	123,5
26/2/2018	12:00:00	95,8	128	88,9	184,5
26/2/2018	13:00:00	114	126,9	96,1	95,9

Tabel 4.5 Nilai Arus Pada Gedung AR Fakhruddin B Hari Senin (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	$I_R$ (A)	$I_S$ (A)	$I_T$ (A)	$A_N$ (A)
26/2/2018	14:00:00	124,8	137,6	139	65,7
26/2/2018	15:00:00	84,4	114,6	46,2	114,9
26/2/2018	16:00:00	29,2	40,6	109,5	145,1
26/2/2018	17:00:00	31,8	34,9	133,1	163,8
26/2/2018	18:00:00	33,6	27	152,4	180,9
26/2/2018	19:00:00	21,9	17,2	185,2	206,2
26/2/2018	20:00:00	17,8	10,9	182,9	199
26/2/2018	21:00:00	22,3	16,2	161,3	181,6
26/2/2018	22:00:00	22,4	16,2	205,4	228,1
26/2/2018	23:00:00	21,3	16,1	181,8	201,9
27/2/2018	0:00:00	25,6	14,3	161,4	179,7
<b>Minimum</b>		<b>15,9</b>	<b>10,9</b>	<b>46,2</b>	<b>65,7</b>
<b>Maksimum</b>		<b>124,8</b>	<b>149,4</b>	<b>205,4</b>	<b>228,1</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>49,536</b>	<b>56,596</b>	<b>122,472</b>	<b>139,564</b>



Gambar 4.9 Grafik Arus Antar Fasa Tiap Waktu Pada Hari Senin

Idealnya nilai arus pada fasa R, S, dan T haruslah sama. Namun, dalam prakteknya, hal tersebut mustahil terjadi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Nilai arus antar fasa baik pada hari minggu maupun hari senin mengalami perbedaan.

Pada pengukuran pertama yaitu hari minggu, berdasarkan Tabel 4.4 pada malam hari yaitu mulai pukul 17.00 – 06.00 dan pada pagi hari sampai sore hari yaitu pukul 06.00 – 17.00, nilai arus pada fasa R dan fasa S cenderung rendah dan tetap. Sedangkan pada fasa T yaitu pada malam hari 17.00 – 06.00 dan pada pagi hari sampai sore hari pukul 06.00 – 17.00 nilai arus cenderung tinggi.

Pada pengukuran kedua yaitu hari senin, berdasarkan Tabel 4.5 pada malam hari yaitu mulai pukul 17.00 – 06.00 nilai arus pada fasa R dan fasa S cenderung rendah dan tetap, sedangkan fasa T cenderung lebih tinggi. Pada pagi hari sampai sore hari yaitu pukul 06.00 – 17.00 (jam kerja), nilai arus pada fasa R, fasa S, dan fasa T cenderung tinggi.

Perbedaan nilai arus setiap fasa pada hari minggu dengan hari senin terjadi pada pukul 06.00 – 16.00. Pada waktu tersebut merupakan hari kerja (senin-sabtu), karena pada hari minggu tidak ada jam kerja, maka nilai arus fasa R dan fasa S cenderung lebih rendah dan tetap karena tidak terlalu digunakan untuk mensuplai kantor dan ruang kuliah. Sedangkan pada hari senin karena terdapat jam operasional kerja pada pukul 06.00 – 16.00 maka fasa R, fasa S, dan fasa T cenderung lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan, fasa R, fasa S, dan fasa T digunakan untuk menyuplai kantor dan ruang kuliah.

Persamaan nilai arus pada hari minggu dengan hari senin terjadi pada malam hari, mulai pukul 17.00 – 06.00. Pada waktu tersebut, nilai arus pada fasa R dan fasa S cenderung lebih rendah dan tetap. Hal tersebut dikarenakan, pada malam hari fasa R dan fasa S hanya digunakan untuk penerangan yang ada di gedung AR Fakhruddin B. Baik pada hari minggu maupun hari senin nilai arus pada

fasa T di malam hari cenderung tinggi. Hal ini dikarenakan pada fasa T di malam hari digunakan untuk menyuplai penerangan jalan, taman, dan gedung AR Fakhruhin B. sehingga pembebanannya lebih tinggi dari kedua fasa yang lainnya.

Ketidakseimbangan beban antar fasa R, fasa S, dan fasa T tersebut mengakibatkan masalah seperti timbulnya arus netral yang tidak normal pada transformator tenaga, losses daya, dan berkurangnya usia pakai transformator tenaga, dan lain sebagainya.

#### 4.5 Nilai Tegangan pada Gedung AR Fakhruhin B

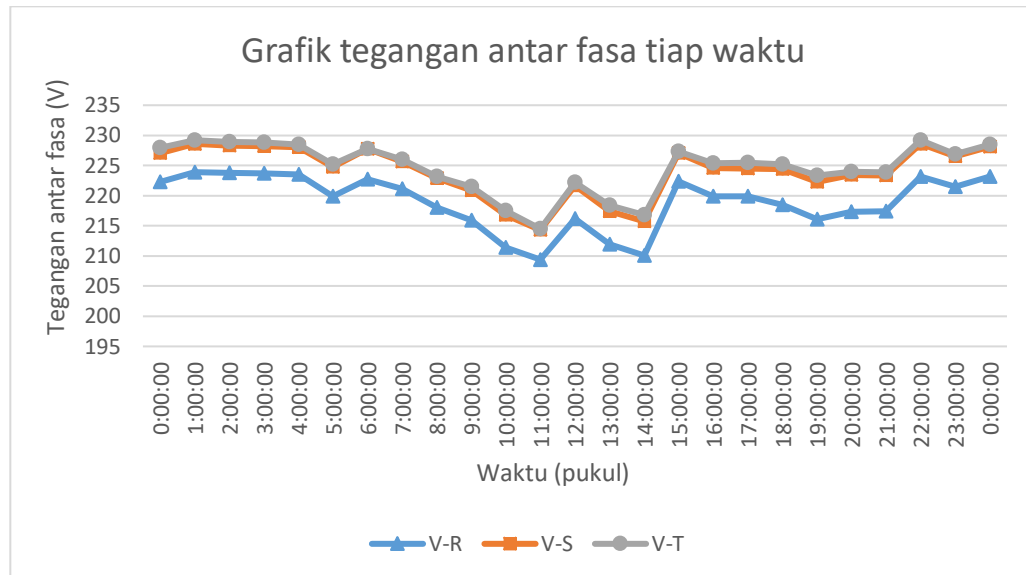
Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

Tabel 4.6 Nilai Tegangan Pada Gedung AR Fakhruhin B

Tanggal	Waktu (pukul)	$V_R$ (V)	$V_S$ (V)	$V_T$ (V)
26/2/2018	0:00:00	222,3	227,1	227,9
26/2/2018	1:00:00	223,9	228,6	229,2
26/2/2018	2:00:00	223,8	228,3	228,9
26/2/2018	3:00:00	223,7	228,2	228,8
26/2/2018	4:00:00	223,5	228	228,5
26/2/2018	5:00:00	219,9	224,8	225,2
26/2/2018	6:00:00	222,7	227,8	227,8
26/2/2018	7:00:00	221,1	225,6	226
26/2/2018	8:00:00	218	222,9	223,2

Tabel 4.6 Nilai Tegangan Pada Gedung AR Fakhruddin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	$V_R$ (V)	$V_S$ (V)	$V_T$ (V)
26/2/2018	9:00:00	215,9	220,9	221,5
26/2/2018	10:00:00	211,4	216,8	217,5
26/2/2018	11:00:00	209,4	214,3	214,5
26/2/2018	12:00:00	216,2	221,7	222,2
26/2/2018	13:00:00	211,9	217,4	218,4
26/2/2018	14:00:00	210,1	215,7	216,8
26/2/2018	15:00:00	222,4	227,1	227,3
26/2/2018	16:00:00	219,9	224,6	225,4
26/2/2018	17:00:00	219,9	224,5	225,5
26/2/2018	18:00:00	218,5	224,4	225,2
26/2/2018	19:00:00	216,1	222,3	223,3
26/2/2018	20:00:00	217,3	223,4	224
26/2/2018	21:00:00	217,4	223,3	223,9
26/2/2018	22:00:00	223,2	228,6	229,2
26/2/2018	23:00:00	221,5	226,5	226,9
27/2/2018	0:00:00	223,2	228,1	228,5
<b>Minimum</b>		<b>223,9</b>	<b>228,6</b>	<b>214,5</b>
<b>Maksimum</b>		<b>223,9</b>	<b>228,6</b>	<b>229,2</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>218,9</b>	<b>224</b>	<b>224,6</b>



Gambar 4.10 Grafik Tegangan Antar Fasa Tiap Waktu.

Berdasarkan Tabel 4.2 dan gambar 4.9 maka nilai tegangan pada gedung AR Fakhruudin masih dalam keadaan normal yang di standarkan yaitu 198V - 230V. Pada pagi hari, siang hari, dan malam hari nilai tegangan pada fasa S dan T hampir sama. Sedangkan pada fasa R cenderung lebih rendah daripada fasa S dan fasa T. Jika di rata-rata tegangan pada fasa T lebih besar 0,6 V daripada fasa S, sedangkan rata-rata pada fasa R sebesar 218 V.

#### 4.6 Nilai Daya Semu pada Gedung AR Fakhruudin B

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

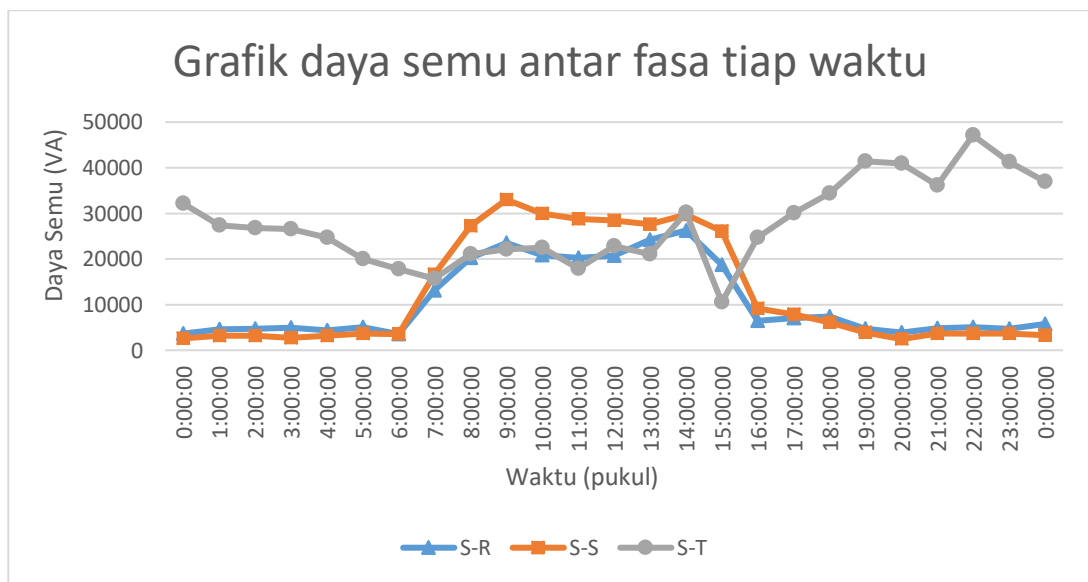
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Daya Semu Pada Gedung AR Fakhrudin B

Tanggal	Waktu (pukul)	S <sub>R</sub> (VA)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>T</sub> (VA)
26/2/2018	0:00:00	3600,03	2561,42	32197,01
26/2/2018	1:00:00	4579,92	3222,43	27374,23
26/2/2018	2:00:00	4681,88	3156,7	26772,16
26/2/2018	3:00:00	4905,88	2722,88	26539,56
26/2/2018	4:00:00	4342,51	3220,7	24684,25
26/2/2018	5:00:00	5023,96	3680,07	20060,01
26/2/2018	6:00:00	3545,87	3550	17761,63
26/2/2018	7:00:00	13170,77	16647,4	15716,65
26/2/2018	8:00:00	20227,72	27279,33	21021,95
26/2/2018	9:00:00	23478,06	33024,63	22072,12
26/2/2018	10:00:00	20861,68	29934,12	22493,54
26/2/2018	11:00:00	20243,62	28784,77	17974,36
26/2/2018	12:00:00	20726,24	28395,83	22815,85
26/2/2018	13:00:00	24172,5	27597,97	21013,61
26/2/2018	14:00:00	26248,7	29709,73	30144,84
26/2/2018	15:00:00	18790,66	26046,52	10526,27
26/2/2018	16:00:00	6440,55	9141,54	24700,49
26/2/2018	17:00:00	7004,33	7843,51	30021,45
26/2/2018	18:00:00	7351,8	6070,57	34339,96
26/2/2018	19:00:00	4737,77	3834,82	41376,54
26/2/2018	20:00:00	3880,11	2444,35	40987,54
26/2/2018	21:00:00	4852,14	3623	36140,12
26/2/2018	22:00:00	5022,94	3709,48	47103,48
26/2/2018	23:00:00	4732,63	3660,56	41284,84



Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Daya Semu Pada Gedung AR Fakhruhin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	S <sub>R</sub> (VA)	S <sub>S</sub> (VA)	S <sub>T</sub> (VA)
27/2/2018	0:00:00	5737,17	3269,54	36910,86
<b>Minimum</b>		<b>3545,87</b>	<b>2444,35</b>	<b>10526,27</b>
<b>Maksimum</b>		<b>26248,7</b>	<b>33024,63</b>	<b>47103,48</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>10734,38</b>	<b>12525,27</b>	<b>27681,33</b>



Gambar 4.11 Grafik Daya Semu Antar Fasa Tiap Waktu.

Nilai daya semu diperoleh dari hasil perkalian antara arus dengan tegangan. Sehingga nilai daya semu dipengaruhi oleh nilai arus dan tegangan. Karena tegangan yang diberikan kurang lebih 220 V, maka nilai arus saja yang mempengaruhi nilai daya semu.

Pada malam hari pukul 17.00 – 06.00 nilai daya semu fasa R dan fasa S cenderung lebih rendah dan tetap, sedangkan fasa T cenderung lebih tinggi. Pada

pagi hari hingga sore hari pukul 06.00 – 16.00 nilai daya semu pada masing masing fasa cenderung lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan, pada waktu 06.00 – 16.00 merupakan jam operasional kerja. Sehingga masing-masing fasa menyuplai daya terhadap beban yang terhung pada setiap fasa tersebut.

Berdasarkan Gambar 4.10 dengan Gambar 4.12 Nilai arus mempengaruhi nilai daya semu. Semakin tinggi arus tiap fasa maka semakin tinggi nilai daya semu tiap fasa, begitu pula sebaliknya.

#### 4.7 Nilai Daya Aktif pada Gedung AR Fakhruhin B

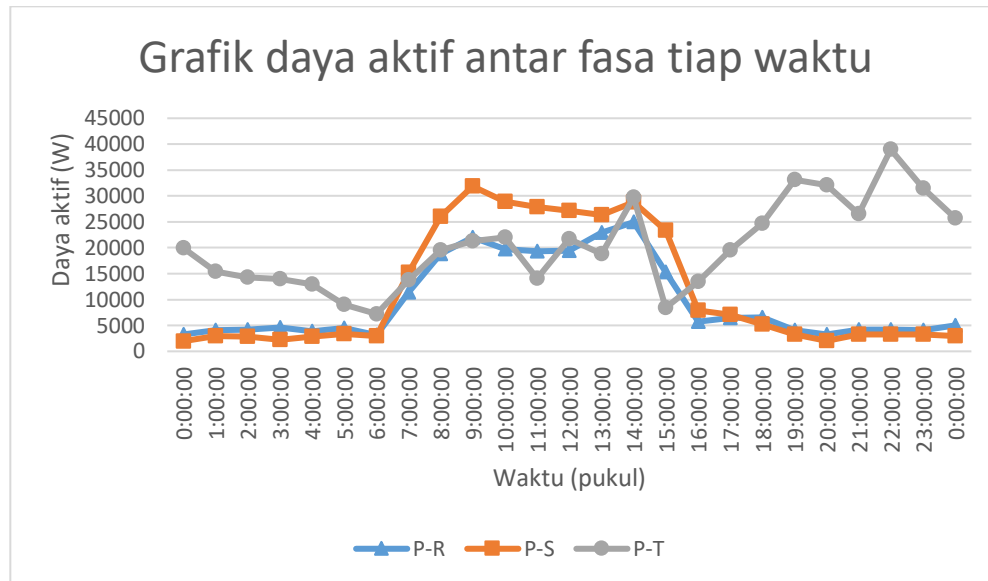
Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

Tabel 4.8 Nilai Daya Aktif Pada Gedung AR Fakhruhin B

Tanggal	Waktu (pukul)	$P_R$ (W)	$P_S$ (W)	$P_T$ (W)
26/2/2018	0:00:00	3279,07	1963,39	19926,2
26/2/2018	1:00:00	4099,72	2909,64	15391,4
26/2/2018	2:00:00	4146,03	2836,25	14299,6
26/2/2018	3:00:00	4556,99	2176,55	13916,7
26/2/2018	4:00:00	3889,67	2800,53	12904,2
26/2/2018	5:00:00	4476,93	3357,76	8999,77
26/2/2018	6:00:00	3135,8	2990,7	7219,86
26/2/2018	7:00:00	11365,3	15226,6	13717,2
26/2/2018	8:00:00	18788,6	26002,2	19478,8
26/2/2018	9:00:00	21989,9	31863,1	21259,4
26/2/2018	10:00:00	19734,9	28876,8	22012,9

Tabel 4.8 Nilai Daya Aktif Pada Gedung AR Fakhruddin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	$P_R$ (W)	$P_S$ (W)	$P_T$ (W)
26/2/2018	11:00:00	19283,1	27903,3	14039,1
26/2/2018	12:00:00	19437,6	27167,6	21650
26/2/2018	13:00:00	22892,2	26357,6	18759,2
26/2/2018	14:00:00	24937,8	28751,9	29766,2
26/2/2018	15:00:00	15295,8	23318,1	8382,45
26/2/2018	16:00:00	5691,9	7941	13501,6
26/2/2018	17:00:00	6475,17	7033,79	19517,9
26/2/2018	18:00:00	6511,83	5253,92	24626,6
26/2/2018	19:00:00	4130,87	3286,39	33125,6
26/2/2018	20:00:00	3284	1970,86	32068,6
26/2/2018	21:00:00	4188,89	3257,43	26520,4
26/2/2018	22:00:00	4139,03	3286,52	38960,4
26/2/2018	23:00:00	4052,5	3269,69	31499,2
27/2/2018	0:00:00	5051,86	2906,72	25723,9
<b>Minimum</b>		<b>3135,8</b>	<b>1963,39</b>	<b>7219,86</b>
<b>Maksimum</b>		<b>24937,82</b>	<b>31863,05</b>	<b>38960,42</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>9793,42</b>	<b>11708,33</b>	<b>20290,68</b>



Gambar 4.12 Grafik Daya Aktif Antar Fasa Tiap Waktu.

Daya aktif adalah daya yang sebenarnya digunakan oleh beban.. Jika nilai daya semu sama dengan nilai daya aktif maka sistem dapat dikatakan baik dikarenakan nilai faktor daya bernilai satu. Namun dalam prakteknya, biasanya daya aktif akan lebih kecil daripada daya semu. Daya aktif akan mengalami penurunan yang disebabkan oleh beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif.

Berdasarkan Tabel 4.8 rata-rata daya tertinggi berada pada fasa T sedangkan rata-rata daya minimum berada pada fasa R. Nilai daya aktif tertinggi pada fasa T dikarenakan beban terpasang berada pada fasa T lebih tinggi daripada fasa yang lainnya. Berdasarkan Gambar 4.10 pada pukul 00.00 – 06.00 dan pukul 16.00 – 00.00 fasa R dan fasa S nilai daya aktif cenderung lebih kecil, sedangkan pada fasa T cenderung lebih tinggi daripada kedua fasa yang lainnya. Pada pukul 06.00-16.00 (waktu kerja) nilai daya aktif pada tiap fasa T cenderung tinggi, dikarenakan pada waktu tersebut terjadi peningkatan beban, sehingga dibutuhkan daya yang tinggi.

#### 4.8 Nilai Daya Reaktif pada Gedung AR Fakhruhin B

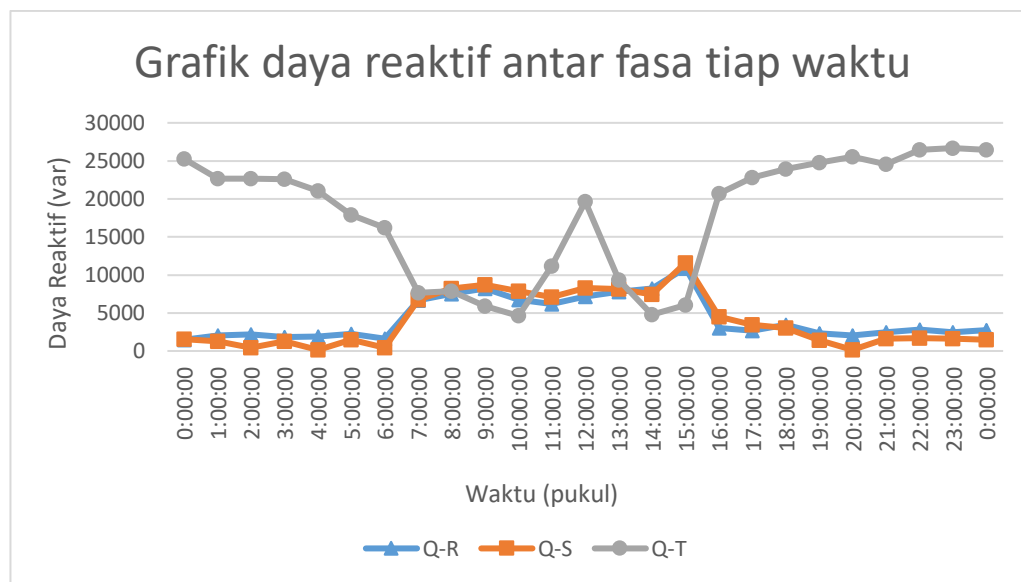
Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

Tabel 4.9 Nilai Daya Reaktif Pada Gedung AR Fakhruhin B

Tanggal	Waktu (pukul)	QR (var)	QS (var)	QT (var)
26/2/2018	0:00:00	1480,87	1559,69	25288,05
26/2/2018	1:00:00	2037,03	1238,31	22631,35
26/2/2018	2:00:00	2171,99	454,31	22629,23
26/2/2018	3:00:00	1808,55	1303,29	22593,26
26/2/2018	4:00:00	1924,07	136,84	21042,81
26/2/2018	5:00:00	2276,96	1479,86	17911,73
26/2/2018	6:00:00	1645,81	400,12	16217,54
26/2/2018	7:00:00	6652,92	6724,26	7666,28
26/2/2018	8:00:00	7491,5	8237,88	7852,75
26/2/2018	9:00:00	8223,64	8680,11	5907,29
26/2/2018	10:00:00	6761,15	7879,5	4614,53
26/2/2018	11:00:00	6158,37	7067,39	11184,37
26/2/2018	12:00:00	7192,7	8258,64	19666,92
26/2/2018	13:00:00	7761,52	8151,95	9363,99
26/2/2018	14:00:00	8190,04	7467,37	4746,15
26/2/2018	15:00:00	10912,23	11581,29	6032,28
26/2/2018	16:00:00	3010,49	4516,77	20680,87
26/2/2018	17:00:00	2667,14	3457,51	22808,18
26/2/2018	18:00:00	3409,9	3032,19	23931,59
26/2/2018	19:00:00	2308,73	1441,65	24793,26
26/2/2018	20:00:00	2050,55	138,65	25515,45
26/2/2018	21:00:00	2444,75	1585,61	24544,11
26/2/2018	22:00:00	2839,16	1719,84	26471,57
26/2/2018	23:00:00	2438,84	1645,53	26681,11
27/2/2018	0:00:00	2716,48	1495,77	26466,32

Tabel 4.9 Nilai Daya Reaktif Pada Gedung AR Fakhruudin B (lanjutan)

	QR (var)	QS (var)	QT (var)
<b>Minimum</b>	<b>1480.87</b>	<b>136.84</b>	<b>4614.53</b>
<b>Maksimum</b>	<b>10912.23</b>	<b>11581.29</b>	<b>26681.11</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>4263.0156</b>	<b>3986.1732</b>	<b>17889.6396</b>



Gambar 4.13 Grafik Daya Reaktif Antar Fasa Tiap Waktu.

Pada malam hari pukul 17.00 – 06.00 nilai daya reaktif pada fasa R dan fasa S cenderung rendah dan tetap, sedangkan fasa T cenderung tinggi. Pada pagi hari hingga sore hari 06.00 – 16.00, nilai daya semu pada fasa R, fasa S, dan fasa T cenderung tinggi. Namun, pada pukul 06.00 – 16.00 nilai daya semu pada fasa T cenderung menurun.

Daya reaktif ditimbulkan oleh beban yang bersifat kapasitif dan dikonsumsi beban yang bersifat induktif. Daya reaktif juga berpengaruh pada faktor daya. Nilai daya reaktif pada fasa T cenderung lebih tinggi daripada fasa R dan fasa S.

sehingga pada fasa T beban cenderung bersifat kapasitif daripada kedua fasa yang lainnya.

#### 4.9 Nilai Faktor Daya pada Gedung AR Fakhrudin B

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

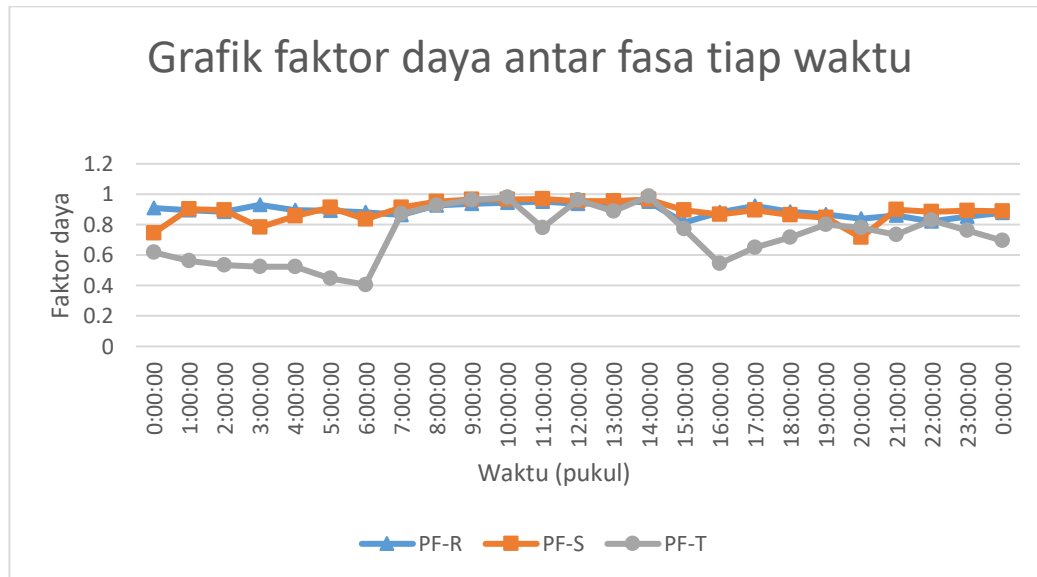
Tabel 4.10 Nilai Power Faktor Pada Gedung AR Fakhrudin B

Tanggal	Waktu (pukul)	Faktor Daya		
		PF <sub>R</sub>	PF <sub>S</sub>	PF <sub>T</sub>
26/2/2018	0:00:00	0,91	0,746	0,618
26/2/2018	1:00:00	0,894	0,901	0,561
26/2/2018	2:00:00	0,884	0,897	0,534
26/2/2018	3:00:00	0,931	0,783	0,524
26/2/2018	4:00:00	0,895	0,855	0,522
26/2/2018	5:00:00	0,891	0,912	0,447
26/2/2018	6:00:00	0,881	0,837	0,406
26/2/2018	7:00:00	0,862	0,914	0,872
26/2/2018	8:00:00	0,928	0,953	0,926
26/2/2018	9:00:00	0,936	0,964	0,962
26/2/2018	10:00:00	0,945	0,964	0,978
26/2/2018	11:00:00	0,952	0,969	0,779
26/2/2018	12:00:00	0,937	0,956	0,963
26/2/2018	13:00:00	0,946	0,954	0,89
26/2/2018	14:00:00	0,95	0,967	0,987
26/2/2018	15:00:00	0,813	0,894	0,774

Tabel 4.10 Nilai Power Faktor Pada Gedung AR Fakhruhin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	Faktor Daya		
		PF <sub>R</sub>	PF <sub>S</sub>	PF <sub>T</sub>
26/2/2018	16:00:00	0,882	0,868	0,546
26/2/2018	17:00:00	0,924	0,894	0,649
26/2/2018	18:00:00	0,885	0,862	0,717
26/2/2018	19:00:00	0,866	0,846	0,8
26/2/2018	20:00:00	0,839	0,715	0,781
26/2/2018	21:00:00	0,861	0,899	0,733
26/2/2018	22:00:00	0,821	0,886	0,827
26/2/2018	23:00:00	0,854	0,893	0,762
27/2/2018	0:00:00	0,879	0,888	0,696
<b>Minimum</b>		<b>0,813</b>	<b>0,715</b>	<b>0,406</b>
<b>Maksimum</b>		<b>0,952</b>	<b>0,969</b>	<b>0,987</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>0,895</b>	<b>0,889</b>	<b>0,73</b>





Gambar 4.14 Grafik Faktor Daya Antar Fasa Tiap Waktu.

Berdasarkan Tabel 4.14, nilai faktor daya terendah pada fasa R sebesar 0,813, fasa S sebesar 0,715, dan untuk fasa T sebesar 0,406 nilai faktor daya terburuk terdapat pada fasa T. hal ini diakibatkan karena,

1. Timbulnya daya reaktif pada fasa T lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedua fasa yang lainnya.
2. Adanya ketidakseimbangan beban sehingga nilai arus pada fasa T cenderung tinggi maka dapat menurunkan nilai faktor daya.
3. Bekerja atau tidaknya *power factor controller* yang ada di panel *capasitor bank* dan bisa juga diakibatkan nilai kapasitas capasitor bank tidak mampu untuk memperbaiki nilai faktor daya.
4. Terjadinya kebocoran pada kabel.

Oleh karena itu, *maintenance* harus rutin dilakukan agar nilai faktor daya sesuai dengan standar PLN yaitu sebesar 0.85. Apabila kurang dari nilai tersebut maka akan dikenakan biaya tambahan dalam menentukan biaya tagihan listrik.

Dan jika kapasitas kapasitor bank kurang, maka perlu dilakukan perhitungan ulang mengenai kapasitas kapasitor bank.

#### 4.10 Nilai *Total Harmonic Distortion* Arus pada Gedung AR Fakhruhin B

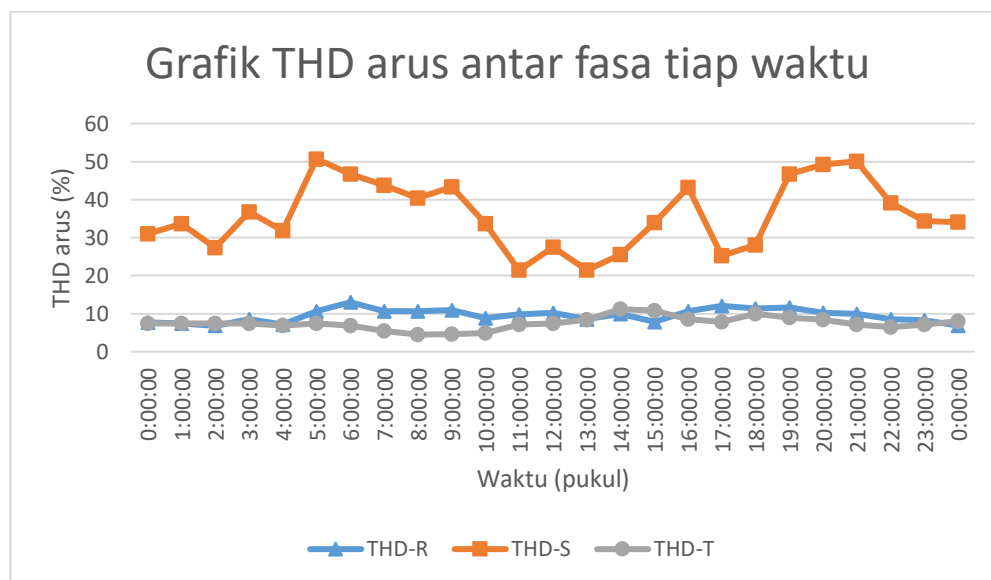
Pengambilan data dilakukan pada hari senin tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00 dan pada hari minggu tanggal 25 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 26 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

Tabel 4.11 Nilai THD Arus Hari Minggu Pada Gedung AR Fakhruhin B

Tanggal	Waktu (pukul)	THD I <sub>R</sub> (%)	THD I <sub>S</sub> (%)	THD I <sub>T</sub> (%)
25/2/2018	0:00:00	7,7	31	7,5
25/2/2018	1:00:00	7,4	33,7	7,4
25/2/2018	2:00:00	6,8	27,4	7,4
25/2/2018	3:00:00	8,5	36,8	7,5
25/2/2018	4:00:00	7,2	31,9	6,8
25/2/2018	5:00:00	10,7	50,7	7,5
25/2/2018	6:00:00	13	46,7	6,8
25/2/2018	7:00:00	10,6	43,7	5,5
25/2/2018	8:00:00	10,7	40,4	4,5
25/2/2018	9:00:00	10,9	43,3	4,6
25/2/2018	10:00:00	8,8	33,6	4,9
25/2/2018	11:00:00	9,8	21,4	7,1
25/2/2018	12:00:00	10,3	27,5	7,4
25/2/2018	13:00:00	8,6	21,5	8,4
25/2/2018	14:00:00	9,9	25,5	11,2
25/2/2018	15:00:00	7,8	33,9	10,8
25/2/2018	16:00:00	10,6	43,2	8,6
25/2/2018	17:00:00	12	25,2	7,8
25/2/2018	18:00:00	11,3	28,1	10

Tabel 4.11 Nilai THD Arus Hari Minggu Pada Gedung AR Fakhruddin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	THD I <sub>R</sub> (%)	THD I <sub>S</sub> (%)	THD I <sub>T</sub> (%)
25/2/2018	19:00:00	11,6	46,7	9
25/2/2018	20:00:00	10,2	49,3	8,4
25/2/2018	21:00:00	10	50,1	7,2
25/2/2018	22:00:00	8,6	39,1	6,5
25/2/2018	23:00:00	8,3	34,3	7,2
26/2/2018	0:00:00	6,9	34,1	8
<b>Minimum</b>		<b>6,8</b>	<b>21,4</b>	<b>4,5</b>
<b>Maksimum</b>		<b>13</b>	<b>50,7</b>	<b>11,2</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>9,528</b>	<b>35,964</b>	<b>7,52</b>



Gambar 4.15 Grafik THD Arus Hari Minggu Antar Fasa Tiap Waktu.

Pada hari minggu THD arus tertinggi pada fasa S dibandingkan dengan ke-dua fasa yang lainnya. Pada pukul 00.00 – 06.00 Fasa R dan Fasa T nilai THD<sub>I</sub> cenderung rendah dan tetap, sedangkan fasa S cenderung tinggi. Pada jam kerja (07.00 – 15.00) nilai THD<sub>I</sub> pada fasa R dan fasa S cenderung kecil dan tetap,

sedangkan fasa T lebih tinggi dari fasa yang lainnya. Pada malam hari (17.00 – 00.00) fasa R dan fasa T memiliki nilai  $THD_I$  cenderung tetap dan kecil, sedangkan fasa S nilai  $THD_I$  cenderung tinggi.

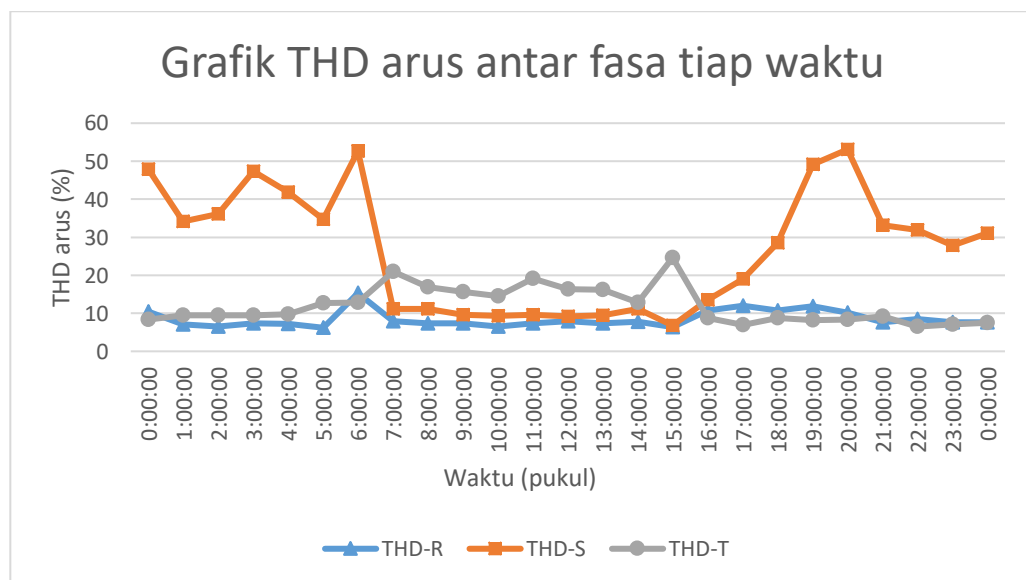
Untuk fasa R, nilai THD arus tertinggi sebesar 13%. Nilai THD arus terendah untuk fasa S sebesar 21,4% dan tertinggi sebesar 50,7%. Sedangkan nilai THD arus untuk fasa T tertinggi sebesar 11,2%.

Tabel 4.12 Nilai THD Arus Hari Senin Pada Gedung AR Fakhruhin B.

Tanggal	Waktu (pukul)	THD $I_R$ (%)	THD $I_S$ (%)	THD $I_T$ (%)
26/2/2018	0:00:00	10,5	47,9	8,3
26/2/2018	1:00:00	7,1	34,1	9,4
26/2/2018	2:00:00	6,5	36,1	9,4
26/2/2018	3:00:00	7,3	47,4	9,5
26/2/2018	4:00:00	7,2	41,8	9,8
26/2/2018	5:00:00	6,2	34,7	12,7
26/2/2018	6:00:00	15,3	52,7	12,9
26/2/2018	7:00:00	7,9	11,2	20,9
26/2/2018	8:00:00	7,4	11,2	16,9
26/2/2018	9:00:00	7,3	9,6	15,7
26/2/2018	10:00:00	6,5	9,3	14,5
26/2/2018	11:00:00	7,3	9,6	19,2
26/2/2018	12:00:00	7,9	9,2	16,4
26/2/2018	13:00:00	7,4	9,4	16,2
26/2/2018	14:00:00	7,8	11,1	12,8
26/2/2018	15:00:00	6,4	6,8	24,6
26/2/2018	16:00:00	10,7	13,6	8,8

Tabel 4.12 Nilai THD Arus Hari Senin Pada Gedung AR Fakhruddin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	THD I <sub>R</sub> (%)	THD I <sub>S</sub> (%)	THD I <sub>T</sub> (%)
26/2/2018	17:00:00	12	19	7
26/2/2018	18:00:00	10,7	28,6	8,8
26/2/2018	19:00:00	11,8	49,2	8,2
26/2/2018	20:00:00	10,1	53,1	8,3
26/2/2018	21:00:00	7,7	33,2	9,2
26/2/2018	22:00:00	8,5	31,9	6,5
26/2/2018	23:00:00	7,7	27,9	7,1
27/2/2018	0:00:00	7,7	31	7,5
<b>Minimum</b>		<b>6,2</b>	<b>6,8</b>	<b>6,5</b>
<b>Maksimum</b>		<b>15,3</b>	<b>53,1</b>	<b>24,6</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>8,5</b>	<b>26,8</b>	<b>12</b>



Gambar 4.16 Grafik THD Arus Hari Senin Antar Fasa Tiap Waktu.

Pada pukul 00.00 – 06.00 Fasa R dan Fasa T nilai THD<sub>I</sub> cenderung rendah dan tetap, sedangkan fasa S cenderung tinggi. Pada jam kerja (07.00 – 15.00) nilai THD<sub>I</sub> pada fasa R dan fasa S cenderung kecil dan tetap, sedangkan fasa T lebih tinggi dari fasa yang lainnya. Pada malam hari (17.00 – 00.00) fasa R dan fasa T memiliki nilai THD<sub>I</sub> cenderung tetap dan kecil, sedangkan fasa S nilai THD<sub>I</sub> kembali tinggi.

Untuk fasa R, nilai THD arus tertinggi sebesar 15,3%. Nilai THD arus terendah untuk fasa S sebesar 6,8%. Sedangkan nilai THD arus untuk fasa T terendah sebesar 6,5%.

#### 4.10.1 Perbandingan THD Arus dengan standar IEEE 519-1992

Rasio arus distorsi ( $\frac{I_{SC}}{I_L}$ ) dihitung guna menentukan nilai distorsi hamonik arus pada gedung AR Fakhrudin B masih pada batas yang diizinkan atau tidak. Untuk mengetahui besarnya rasio tersebut maka sebelumnya dilakukan perhitungan arus hubung singkat (I<sub>sc</sub>). Dari data Tabel 4.3 maka besarnya arus hubung singkat dapat dihitung dengan cara berikut:

$$I_{SC} = \frac{S (kVA) \times 100}{\sqrt{3} \times kV \times \%Z} = \frac{1250 \times 100}{\sqrt{3} \times 0,4 \times 5,5} = \frac{125000}{3,81} = 32808,4 \text{ A}$$

Kemudian menghitung nilai I<sub>L</sub> dengan cara sebagai berikut:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1250000}{\sqrt{3} \times 400} = 1804,21 \text{ A}$$

Sehingga nilai rasio arus distorsi  $\frac{I_{SC}}{I_L} = \frac{32808,4}{1804,21} = 18,18$

Tabel 4.12 Standar THD<sub>I</sub> IEEE 519-1992

Rasio arus distorsi $I_{sc}/I_L$	THD <sub>I</sub> (%)
<20	5,0
20<50	8,0
50<100	12,0
100<1000	15,0
>10000	20,0

menurut standar IEEE 519-1992 nilai rasio arus distorsi pada gedung AR Fakhruddin B dalam *range*  $\frac{I_{sc}}{I_L} < 20$ . Sehingga nilai standar THD<sub>I</sub> yang diberikan oleh IEEE sebesar 5%.

Berdasarkan Tabel 4.11 pada hari minggu nilai THD<sub>I</sub> fasa R dan fasa T masih dalam standar IEEE karena fasa S memiliki nilai minimal THD<sub>I</sub> sebesar 13% dan fasa T memiliki nilai maksimal THD<sub>I</sub> sebesar 11,2%. Sedangkan untuk fasa S nilai minimal THD<sub>I</sub> sebesar 21,4% dan nilai maksimal THD<sub>I</sub> sebesar 50,7%. Oleh karena itu, nilai THD<sub>I</sub> pada fasa S telah lebih besar dari standar IEEE.

Berdasarkan Tabel 4.11, pada hari rabu nilai THD<sub>I</sub> fasa R menunjukkan nilai maksimum sebesar 15,3% pada pukul 06.00. Untuk fasa S nilai maksimal THD<sub>I</sub> sebesar 53,1% pada pukul 20.00 dan untuk fasa T nilai maksimal THD<sub>I</sub> sebesar 24,6% pada pukul 15.00. Oleh sebab itu, nilai THD pada setiap fasa memiliki nilai yang lebih besar dari standar yang telah ditetapkan oleh IEEE. Oleh karena itu, nilai THD harus diredam agar dampak seperti berkurangnya usia kerja peralatan listrik dan overheat yang timbul pada peralatan elektronik dapat diminimalisir.

#### 4.10.2 Hubungan Ketidakseimbangan Beban dengan Nilai THD<sub>I</sub>

Ketidakseimbangan beban menimbulkan nilai arus yang berbeda pada setiap fasa. Nilai arus yang berbeda juga mempengaruhi nilai THD<sub>I</sub>. Berdasarkan Tabel 4.4 nilai arus rata-rata tertinggi pada hari minggu berada pada fasa T, sedangkan pada Tabel 4.5 nilai arus rata-rata tertinggi pada hari senin juga berada pada fasa T. Sebaliknya, Nilai THD arus pada hari minggu dan senin cenderung tinggi pada fasa yang memiliki nilai arus yang rendah (fasa S). Nilai arus yang cenderung rendah mengakibatkan nilai THD arus yang lebih besar, ketimbang nilai arus yang cenderung tinggi.

#### 4.11 Nilai *Total Harmonic Distortion* Tegangan pada Gedung AR Fakhruhin B

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 26 Februari 2018 pukul 00.00 sampai 27 Februari 2018 pukul 00.00. Data diambil setiap satu jam sekali dengan menggunakan *power quality analyzer*.

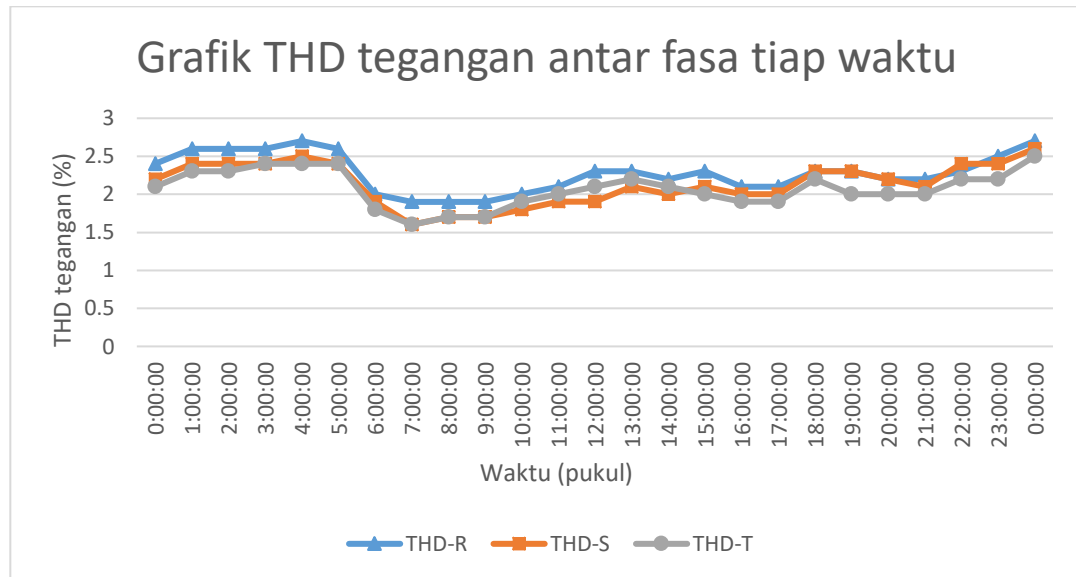
Tabel 4.13 Nilai THD Tegangan Pada Gedung AR Fakhruhin B

Tanggal	Waktu (pukul)	THD V <sub>R</sub> (%)	THD V <sub>S</sub> (%)	THD V <sub>T</sub> (%)
26/2/2018	0:00:00	2,4	2,2	2,1
26/2/2018	1:00:00	2,6	2,4	2,3
26/2/2018	2:00:00	2,6	2,4	2,3
26/2/2018	3:00:00	2,6	2,4	2,4
26/2/2018	4:00:00	2,7	2,5	2,4
26/2/2018	5:00:00	2,6	2,4	2,4
26/2/2018	6:00:00	2	1,9	1,8
26/2/2018	7:00:00	1,9	1,6	1,6
26/2/2018	8:00:00	1,9	1,7	1,7



Tabel 4.13 Nilai THD Tegangan Pada Gedung AR Fakhruhin B (lanjutan)

Tanggal	Waktu (pukul)	THD $V_R$ (%)	THD $V_S$ (%)	THD $V_T$ (%)
26/2/2018	9:00:00	1,9	1,7	1,7
26/2/2018	10:00:00	2	1,8	1,9
26/2/2018	11:00:00	2,1	1,9	2
26/2/2018	12:00:00	2,3	1,9	2,1
26/2/2018	13:00:00	2,3	2,1	2,2
26/2/2018	14:00:00	2,2	2	2,1
26/2/2018	15:00:00	2,3	2,1	2
26/2/2018	16:00:00	2,1	2	1,9
26/2/2018	17:00:00	2,1	2	1,9
26/2/2018	18:00:00	2,3	2,3	2,2
26/2/2018	19:00:00	2,3	2,3	2
26/2/2018	20:00:00	2,2	2,2	2
26/2/2018	21:00:00	2,2	2,1	2
26/2/2018	22:00:00	2,3	2,4	2,2
26/2/2018	23:00:00	2,5	2,4	2,2
27/2/2018	0:00:00	2,7	2,6	2,5
<b>Minimum</b>		<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>
<b>Maksimum</b>		<b>2,7</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>



Gambar 4.17 Grafik THD Tegangan Antar Fasa Tiap Waktu.

Berdasarkan data Tabel 4.13 nilai THD tegangan untuk fasa R, S, dan T pada pukul 00.00 – 05.00 dan pukul 17.00 – 00.00 cenderung tinggi. Sedangkan pada jam kerja 07.00 – 16.00 nilai THD tegangan cenderung lebih rendah. Namun, perbedaannya tidak terlalu signifikan. Rendahnya nilai THD tegangan pada pukul 07.00 -16.00 juga diikuti dengan penurunan tegangan. Sehingga besarnya tegangan mempengaruhi nilai THD tegangan.

Nilai THD tegangan tertinggi pada pukul 00.00 dengan nilai pada fasa R sebesar 2,7%, fasa S sebesar 2,6%, dan fasa T sebesar 2,5%. Rata-rata nilai THD tegangan antar fasa juga cenderung hampir sama yaitu untuk fasa R 2,3%, fasa S 2,1% dan fasa T 2,1%.

#### 4.11.1 Perbandingan THD Tegangan dengan Standar IEEE 519-1992

Tabel 4.14 Standar THD<sub>v</sub> IEEE 519-1992

Tegangan pada Bus	THD <sub>v</sub> (%)
<69 kV	5,0
69<161 kV	2,5
161 kv	1,5

Berdasarkan standar IEEE, karena tegangan pada bus yang diukur sebesar 400 V maka standar THD<sub>v</sub> yang berlaku sebesar 5,0%. Pada tabel 4.13, Nilai THD<sub>v</sub> tertinggi pada fasa R sebesar 2,7%, pada fasa S sebesar 2,6%, dan pada fasa T sebesar 2,5%. Sehingga nilai THD<sub>v</sub> yang ada pada gedung AR Fakhruhin B lebih kecil dari standar IEEE.

#### 4.12 Dampak Harmonik pada Gedung AR Fakhruhin B

Dari data pengukuran menunjukkan bahwa, harmonik telah melebihi standar IEEE 519-1992, sehingga dampak yang diakibatkan dari harmonik gedung AR Fakhruhin B seperti:

1. Meningkatnya rugi tembaga dan besi pada transformator akibat pemanasan
2. Mempengaruhi kinerja kapasitor bank, dan bahkan dapat membakar kapasitor bank apabila nilai harmonik terlampaui tinggi.
3. Mempengaruhi nilai arus netral yang menjadikannya meningkat.
4. Berkurangnya usia pakai beban yang terpasang.

#### 4.13 Mengurangi Distorsi Harmonik

Berdasarkan Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 maka THD arus pada gedung AR Fakhruhin B lebih besar dari standar IEEE. Untuk mengurangi nilai distorsi harmonik tersebut dapat dilakukan dengan cara pemerataan beban antar fasa atau menggunakan filter. Jika setelah pemerataan beban antar fasa belum dapat mengurangi nilai THD yang lebih besar dari standar maka dapat menggunakan filter. Filter yang dapat digunakan yaitu filter aktif. Filter ini biasanya digunakan pada beban yang berubah-ubah setiap waktu seperti pembebanan pada gedung perkantoran, dan lain sebagainya. hanya dapat digunakan untuk meredam satu orde, oleh karena itu dipilih orde yang mempunyai nilai maksimal.

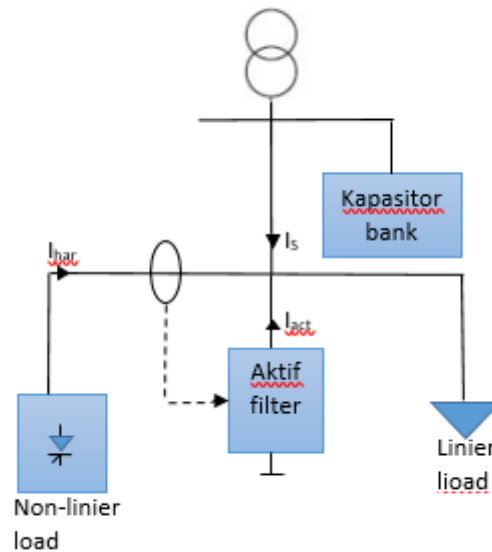
Tabel 4.15 THD orde 3, orde 5, dan orde 7

Orde 3			Orde 5			Orde 7		
Fasa	Vh %	Ih %	Fasa	Vh %	Ih %	Fasa	Vh %	Ih %
R	0,6	9,5	R	2,4	7,5	R	0,6	6,3
S	0,7	35,7	S	2,2	31,2	S	0,8	17,6
T	0,3	21,4	T	2,2	6,9	T	0,6	6,6

##### 4.13.1 Filter aktif

Filter aktif di-*desain* untuk meredam arus harmonik yang tidak diinginkan pada instalasi listrik. Filter aktif dapat digunakan untuk mengurangi nilai frekuensi tertentu dari sebuah tegangan dan arus. Dengan cara menyediakan jalur rendah untuk impedansi pada frekuensi harmonik. Filter ini didesain secara paralel atau seri. Perbedaannya jika disusun paralel maka *losses* daya pada saat filter digunakan dapat diminimalisir, sedangkan jika disusun seri maka akan timbul *losses* daya tambahan ke sistem. Komponen utama yang ada pada filter aktif adalah kapasitor (C) dan induktor (L). Untuk pengaplikasiannya, filter aktif

biasanya diletakan di dekat daya listrik hal ini bertujuan agar mencegah terjadinya harmonik menuju sumber dan kapasitor bank.



Gambar 4.15 Pengaplikasian filter aktif

Data distorsi harmonik baik tegangan ( $THD_V$ ) maupun arus ( $THD_I$ ) dibutuhkan untuk menentukan kapasitas filter yang hendak digunakan. Data yang diambil merupakan nilai terbesar dari kedua parameter tersebut. Kemudian dipilih data harmonik tegangan terbesar yang nantinya digunakan untuk menentukan arus harmonik dari orde yang hendak di filter dari sistem. Nilai tegangan harmonik dijadikan sebagai dasar kriteria dalam mendesain suatu filter. Hal ini dikarenakan akan lebih mudah menjamin berada dalam batas tegangan yang layak daripada membatasi tingkat arus yang timbul akibat adanya impedansi jaringan AC.

Berdasarkan nilai yang ditunjukkan dari Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa kapasitas filter yang akan dihitung, digunakan untuk meredam harmonik orde ke 5.

Diketahui: Tegangan sisi sekunder	: 0,4 kV
Daya reaktif pada kapasitor (Qc)	: 75 kVAr
Orde harmonic	: 5

$$\begin{aligned}
 \text{a. } X_c &= \frac{kV^2}{Q_c} \\
 &= \frac{0,16 \text{ MV}}{75 \text{ kVAr}} \\
 &= 0,00213 \text{ k}\Omega \\
 &= 2,13 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } X_L &= \frac{X_c}{n^2} \\
 &= \frac{2,13}{25} \\
 &= 0,085 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } X_n &= \sqrt{X_c X_L} \\
 &= \sqrt{2,13 \times 0,085} \\
 &= \sqrt{0,182} \\
 &= 0,427 \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{X_n}{Q} \\
 &= \frac{0,427}{100} \\
 &= 0,0043 \Omega
 \end{aligned}$$

Q merupakan faktor kualitas filter (30-100). Semakin besar nilai faktor kualitas filter, maka nilai reaktansi pada induktor akan semakin kecil.

$$\begin{aligned}
 \text{d. } L &= \frac{X_L}{2\pi f} \\
 &= \frac{0,085}{2 \times 3,14 \times 250} \\
 &= 0,5414 \times 10^{-4} \text{ H}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{e. } C &= \frac{1}{2\pi f X_C} \\
 &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 250 \times 2,13} \\
 &= 2,9903 \times 10^{-4} \text{ F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{f. } Q_{\text{Filter}} &= \frac{kV^2}{X_C - X_L} \\
 &= \frac{0,16 \text{ MV}}{2,13 - 0,085} \\
 &= 0,0782 \text{ MVAr} \\
 &= 78,2 \text{ kVAr}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan bahwa spesifikasi filter yang dapat digunakan sebagai berikut.

1. Nilai  $X_c$  sebesar  $2,13 \Omega$
2. Nilai  $X_L$  sebesar  $0,085 \Omega$
3. Nilai *resistansi reactor* (R) sebesar  $0,0043 \Omega$
4. Nilai induktor (L) sebesar  $0,5414 \times 10^{-4} \text{ H}$
5. Nilai kapasitor (C) sebesar  $2,9903 \times 10^{-4} \text{ F}$
6. Nilai  $Q_{\text{filter}}$  sebesar  $78,2 \text{ kVAr}$