

PENGUKURAN HARMONISA TEGANGAN DAN ARUS LISTRIK DI GEDUNG DIREKTORAT TIK UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Oleh:
Elih Mulyana

Abstrak

Peralatan-peralatan seperti komputer, printer, scanner, inverter, konverter, dan lain sebagainya merupakan beban non-linier. Beban non-linier adalah beban dimana hubungan antara arus dan tegangannya tidak linier. Keberadaan beban non-linier pada sistem tenaga listrik akan menimbulkan gangguan harmonisa. Tingkat harmonisa yang melewati standar dapat menyebabkan terjadinya peningkatan panas pada peralatan. Bahkan pada kondisi terburuk dapat terjadi gangguan (*hanging up*) bahkan kerusakan permanen pada beberapa peralatan elektronik yang sensitif termasuk komputer (*Personal Computer*). Selain itu juga dapat menyebabkan berkurangnya umur peralatan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran kandungan harmonisa tegangan dan arus listrik di Gedung TIK. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer Fluke 43B* selama 2 (dua) hari kerja berturut-turut pada jam-jam tertentu dimana intensitas pemakaian komputer di gedung besar. Sebagai perbandingan, pengukuran juga dilakukan pada saat intensitas penggunaan komputer kurang. Hasil pengukuran selanjutnya akan dibandingkan dengan standar yang ada (dalam hal ini standar IEEE), sebagai evaluasi terhadap kualitas daya listrik di Gedung TIK.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan harmonisa tegangan (%THDV) di Gedung TIK pada jam sibuk berada pada rentang 5,5% – 8,3% dan pada jam kurang sibuk < 5% pada standar 5%, sedangkan kandungan harmonisa arus (%THDI) adalah 26,1% - 45,2% pada jam sibuk dan 23% - 31,3% pada jam kurang sibuk untuk standar 15%. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kandungan harmonisa tegangan dan arus listrik di Gedung TIK UPI berada di atas standar yang diizinkan.

Kata kunci : harmonisa, beban non-linier

I. Pendahuluan

Dengan berkembangnya teknologi elektronik digital kontrol, maka hampir semua peralatan listrik sekarang ini berbasis sistem mikro elektronik (peralatan elektronik). Demikian juga peralatan listrik untuk keperluan domestik dan perkantoran seperti

komputer, sistem *air conditioner*, kulkas, lampu hemat energi, TV, *oven microwave* dan lain sebagainya. Penggunaan peralatan elektronik lebih menguntungkan, karena efisiensinya yang tinggi, pengaturan yang mudah dan mulus, dimensi ruang yang

kecil dan lebih fleksibel serta artistik^[7].

Untuk mengoperasikan peralatan elektronik diperlukan sumber tegangan arus searah (DC power supplies). Umumnya tegangan DC ini didapatkan dari tegangan bolak balik (AC) yang tersedia di jala-jala sistem dengan cara menyearahkannya. Oleh karena itu, di setiap peralatan elektronik selalu terdapat penyearah. Umumnya penyearah yang digunakan adalah jenis penyearah satu fasa gelombang penuh yang dilengkapi dengan kapasitor perata tegangan, atau power suplai DC jenis SMPS (Switch Mode Power Supply).

Penyearah-penyearah jenis ini mempunyai karakteristik non-linier yang mengakibatkan bentuk gelombang arus yang ditariknya dari jala-jala sistem menjadi non-sinusoidal terdistorsi. Menurut Analisis Fourier, bentuk gelombang arus yang non-sinusoidal akan terdiri dari arus fundamental dan sejumlah komponen arus harmonisa. Oleh karena itu peralatan elektronik merupakan beban non-linier yang menghasilkan harmonisa bagi sistem jala-jala listrik [12][6].

Banyaknya aplikasi beban nonlinier pada sistem tenaga listrik telah membuat arus sistem menjadi sangat terdistorsi dengan persentase kandungan harmonisa arus, THD (total harmonic distortion) yang sangat tinggi. Umumnya arus sistem tenaga listrik yang terdistorsi tersebut didominasi oleh arus harmonisa orde ganjil frekuensi rendah, yakni

arus harmonisa orde lima, tujuh, sebelas, dan seterusnya, yang magnitud arus harmonisanya berbanding terbalik dengan orde harmonisanya. Tingginya persentase kandungan harmonisa arus (THD) pada suatu sistem tenaga listrik dapat menyebabkan timbulnya beberapa persoalan harmonisa yang serius pada sistem tersebut dan lingkungannya, seperti terjadinya resonansi pada sistem yang merusak kapasitor kompensasi faktor daya, membuat faktor daya sistem menjadi lebih buruk, menimbulkan interferensi terhadap sistem telekomunikasi, meningkatkan rugi-rugi sistem, menimbulkan berbagai macam kerusakan pada peralatan listrik yang sensitif, yang kesemuanya menyebabkan penggunaan energi listrik menjadi tidak efektif [9][10].

Sebagai lembaga yang memiliki tanggung jawab dalam pelayanan TIK, Direktorat TIK memberikan beberapa bentuk layanan yang diberikan untuk menunjang kinerja organisasi Universitas dalam menjalankan tugas dan tanggung jawabnya. Agar layanan tersebut dapat diberikan sebaik mungkin maka Direktorat TIK dilengkapi dengan infrastruktur seperti: (1) Sistem jaringan antar komputer (*computer networking system*) yang meliputi jaringan *local area network/ LAN*, *intranet*, *internet* dan *wide area network WAN*. (2) Server utama untuk berbagai aplikasi komputer yang berjalan pada infrastruktur jaringan komputer UPI (3) Fasilitas penggunaan komputer (*computing*

facilities) baik di pusat layanan penggunaan komputer yang terpusat di Direktorat TIK (yang dahulu lebih dikenal sebagai UPInet), maupun beberapa tempat layanan penggunaan komputer yang tersedia di berbagai fakultas dan kampus daerah.

Seperti telah dibahas sebelumnya, komputer dan peralatannya merupakan beban listrik nonlinier yang dapat membangkitkan distorsi harmonik yang menyebabkan terganggunya kualitas daya listrik. Oleh karena itu bisa dibayangkan, bila di Direktorat TIK terdapat ratusan perangkat komputer, ditambah lampu hemat energi, air conditioner, dan peralatan elektronik lainnya, seberapa besar distorsi harmonisa arus dan tegangan listrik yang terjadi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan mencoba mempelajari dan menganalisis berapa besar Total Harmonic Distortion (THD) yang terjadi di Gedung Direktorat TIK sebagai akibat banyaknya beban-beban listrik nonlinier. Apabila THD tersebut ternyata tidak memenuhi standar yang sudah ditetapkan, maka hasil analisis diharapkan dapat memberikan rekomendasi tentang bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.

II. Kajian Pustaka

Kualitas daya listrik sudah hangat dibicarakan di Amerika sejak awal tahun 90-an dan hasil dari riset selama hampir 5 (lima) tahun (1990 s.d. 1995) oleh *US National Power Laboratory*

(*Division of Best Power Technology, Wisconsin*)

menunjukkan bahwa pengganggu atau perusak perangkat akibat masalah tegangan tercatat hampir 50 gangguan per bulan. Dari hasil survey pada beberapa gedung komputer di Amerika pada tahun 1990, ditemukan bahwa sekitar 23%-nya memiliki permasalahan besarnya arus pada kabel netral lebih besar daripada arus kabel fasa, bahkan beberapa berada di atas kemampuan kabel netralnya sendiri. Pada tahun 1990, Amerika diperkirakan mengalami kerugian di berbagai sektor sebanyak 26 milyar dollar gara-gara masalah kualitas daya dan terhentinya operasi *New York Airport* yang menghebohkan bulan September 1991 akibat kualitas daya.

Secara umum, di Indonesia masalah kualitas daya belum sampai menjadi perhatian secara nasional dan detail, beberapa hal memang sudah cukup diperhatikan dari pengguna namun masih dalam kaitan tegangan rendah atau tidak stabil atau pemadaman listrik. Padahal kualitas daya listrik bukan hanya masalah tegangan saja atau terputusnya catuan tetapi menyangkut karakteristik parameter kelistrikannya seperti arus dan frekuensi dan kaitannya dengan harmonisa, arus bocor, tegangan transien, sag/dips, surge, swell, ripple, noise, dan lain sebagainya yang dapat merusak peralatan dan mengurangi umur perangkat/device.

Sebelum era elektronika modern, sumber daya listrik dimaksudkan untuk memberikan

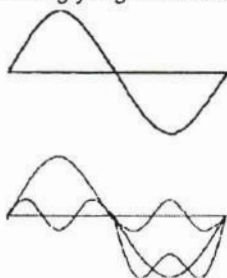
energi listrik pada beban lampu pijar, pemanas, penyearah dengan dioda, dan sebagainya. Beban tersebut tidak mempengaruhi karakteristik pada tegangan, arus, frekuensi, dan bentuk gelombang, artinya bentuk tidak berubah (tetap) maka beban demikian disebut *beban linier*. Seiring dengan perkembangan teknologi elektronika, teknologi sistem konversi dan kontrol, beban-beban sumber daya listrik ternyata ada yang mempengaruhi karakteristik pada tegangan, arus, frekuensi dan bentuk gelombang, artinya bentuk berubah atau cacat; beban seperti ini disebut beban non linier.

Harmonisa merupakan suatu fenomena yang terjadi akibat dioperasikannya beban listrik nonlinier, beban listrik nonlinier adalah beban listrik yang memiliki sifat menyimpang dari hukum ohm. Dimana tegangan, arus, dan hambatan/impedansi tidak sebanding, artinya respon tegangan yang diberikan pada beban tidak sebanding dengan arus beban yang muncul, seperti unit komputer, printer, scanner, disebut juga sebagai sumber harmonisa. Beban linier merupakan kebalikan dari beban non-linier, dimana respon tegangan yang diberikan pada beban sebanding dengan arus yang dihasilkan (mendekati).

Harmonisa merupakan fenomena dimana bentuk gelombang pada frekuensi-frekuensi tinggi merupakan kelipatan dari frekuensi dasarnya seperti (100Hz, 150Hz, 200Hz, dan seterusnya) yang dapat

mengganggu suplai daya listrik pada frekuensi dasarnya (50Hz) sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan yang idealnya adalah sinusoidal murni akan menjadi cacat akibat distorsi harmonisa yang terjadi.

Gelombang yang tidak terdistorsi



Gelombang yang terdistorsi harmonisa

Gambar 1 Bentuk gelombang arus/tegangan

Derajat kandungan total distorsi harmonik arus (%ITHD) maupun tegangan (%VTHD) adalah:

$$\%MTHD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{maks}} M_h^2}}{M_1} \times 100\%$$

dengan,

M_h = komponen harmonisa

M_1 = komponen pada frekuensi dasarnya

$h = 2, 3, 4, 5, \dots$

Penyebab utama terjadinya gangguan harmonisa pada sistem tenaga listrik adalah banyaknya pemakaian peralatan yang merupakan beban-beban nonlinier,

seperti komputer, printer, scanner, inverter, konverter, dan lain sebagainya. Harmonisa dibangkitkan oleh banyaknya pemakaian peralatan elektronika dalam sistem tenaga antara lain inverter dan konverter yang termasuk beban – beban nonlinier.

Tingkat harmonisa yang melewati standar dapat

menyebabkan terjadinya peningkatan panas pada peralatan. Bahkan pada kondisi terburuk dapat terjadi gangguan (*hanging up*) bahkan kerusakan permanen pada beberapa peralatan elektronika yang sensitif termasuk komputer (*Personal Computer*). Selain itu juga dapat menyebabkan berkurangnya umur peralatan.

Tabel 1
Standar distorsi harmonisa yang digunakan berdasarkan standar IEEE

Distorsi Tegangan Harmonik dalam % Nilai Fundamental			
Sistem Tegangan	< 69 kV	69 – 138 kV	> 138 kV
T H D	5,0	2,5	1,5

Distorsi Arus Harmonik Maksimum dalam % Nilai Fundamental	
I_{hs} / I_L	T H D
< 20*	5,0
20 – 50	8,0
50 – 100	12,0
100 – 1000	15,0
> 1000	20,0
*Seluruh perlengkapan pembangkitan daya dibatasi pada nilai arus distorsi ini, tanpa melihat nilai sebenarnya dari I_{hs} / I_L	
I_{hs} = arus hubung singkat maksimum; I_L = arus beban maksimum	

Pada kapasitor bank, harmonisa dapat menyebabkan peningkatan temperatur isolasi, bahkan pada tingkat harmonisa yang terlalu besar dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu timbulnya harmonisa akan mempengaruhi faktor daya. Unsur-unsur individual pada sistem tenaga arus diuji sensitifitasnya terhadap harmonisanya sebagai dasar untuk merekomendasikan pada tingkatan yang diizinkan. Efek – efek dari tegangan dan arus harmonisa di dalam sistem tenaga adalah :

- Penambahan tingkat harmonisa akibat dari resonansi hubungan seri dan parallel.
- Penurunan efisiensi pada daya generator, transmisi dan pemakaiannya.
- Interferensi dengan rangkaian-rangkaian telepon (komunikasi) dan pemancar karena arus harmonisa urutan nol.

Kesalahan-kesalahan pada meter-meter piringan putar pengukur energi.

Secara garis besar, efek harmonisa yang timbul pada sistem tenaga listrik tergantung pada

sumber harmonisa dalam sistem tenaga listrik dapat menimbulkan pengaruh yang tidak diinginkan. Seperti peralatan menjadi panas, life time peralatan menjadi berkurang, bahkan dapat menyebabkan peralatan menjadi rusak, inferensi sinyal (seperti noise pada salauran telepon).

Gangguan harmonisa yang cukup besar dapat mengakibatkan kualitas listrik menjadi buruk. Dalam usaha untuk meredam gangguan harmonisa yang dapat menyebarkan arus harmonisa kebagian yang lain dari satu sistem listrik yaitu dengan memasang filter harmonisa, yang diharapkan mampu menekan distorsi tegangan atau arus yang disebabkan oleh penggunaan beban-beban non-linier seperti inverter dan konverter yang merupakan peralatan semikonduktor. Selain itu, penggunaan filter harmonisa pada frekuensi dasarnya (50 Hz) dapat

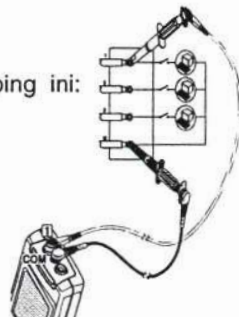
mengkompensasi daya reaktif dan memperbaiki faktor daya mencapai rata-rata 0,80 – 0,94.

III. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kandungan harmonisa arus dan tegangan listrik dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer Fluke 43B*. Alat ukur ini dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya, faktor daya, harmonisa (THD) dan lain-lain. Tampilan hasil pengukuran dari alat ukur *Power Quality Analyzer Fluke 43B* dapat berbentuk gelombang, spektrum yang terjadi pada tiap-tiap orde harmonisa dan dapat berbentuk teks.

Cara pengukuran Harmonisa Tegangan menggunakan *Power Quality Analyzer Fluke 43B* adalah sebagai berikut:

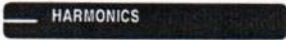
- 1)  Buka Menu Utama .
- 2)   →
- 3)  pilih VOLTS.
- 4) Buatlah hubungan seperti gambar di samping ini:



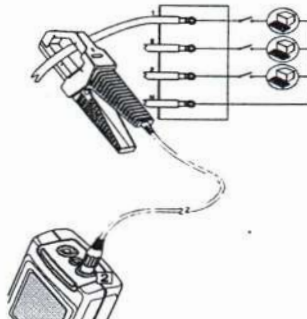
5) Contoh *Screen* hasil pengukuran:



Cara pengukuran Harmonisa Arus menggunakan *Power Quality Analyzer Fluke 43B* adalah sebagai berikut:

- 1)  Buka Menu Utama .
- 2)    →
- 3)  pilih **AMPS**.

Buatlah hubungan seperti di bawah ini:



5) Contoh *Screen* hasil pengukuran:



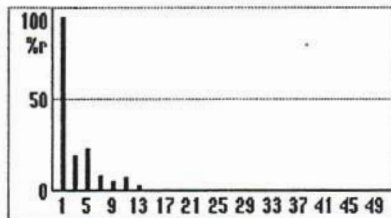
IV. Hasil dan Analisis

1. Rekapitulasi Data Hasil Pengu-

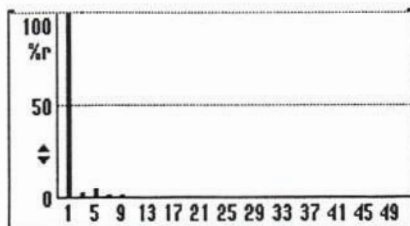
ukuran Hari Pertama (10 September 2008)

Tabel 2 Rekapitulasi Data Fasa R

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 10.30	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	218,6	216,3	218,4	216,1	216,8
Arus rms (A)	44,1	46,4	53,6	45,7	44,6
Arus Netral (A)	30,34	38,63	50,5	37,53	42,1
THD _V (%)	6,6	7,3	7,9	7,4	7,1
THD _I (%)	31,8	35,1	38,6	36	34,6
Frekuensi (Hz)	50	49,8	50,5	49,9	50
P (kW)	7,8	8,2	9,7	8,3	8,0
S (kVA)	9,4	9,9	11,7	10	9,6
Q (kVAR)	5,2	5,5	6,5	5,6	5,4
PF	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83

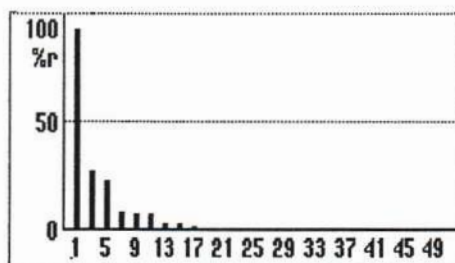


Gambar 2 Harmonisa Arus Fasa R (pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)

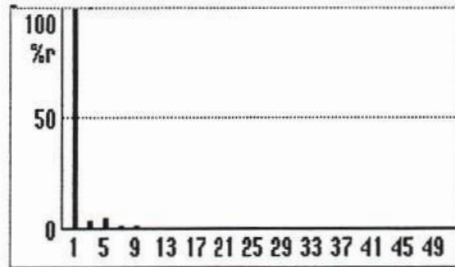


Gambar 3 Harmonisa Tegangan Fasa R
(pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)
Tabel 3 Rekapitulasi Data Fasa S

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 10.30	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	220,4	217,3	220,5	216,7	217,4
Arus rms (A)	36,97	47,0	51	43,1	50,2
THD _V (%)	6,6	7,7	8,3	7,7	8,1
THD _I (%)	38,3	43,3	44,9	42,4	44,5
Frekuensi (Hz)	50,1	49,9	50	49,6	50,2
P (kW)	6,59	8,4	9,3	7,8	9,1
S (kVA)	7,87	10,1	11,3	9,4	11
Q (kVAR)	4,3	5,6	6,4	5,2	6,1
PF	0,84	0,83	0,82	0,88	0,83



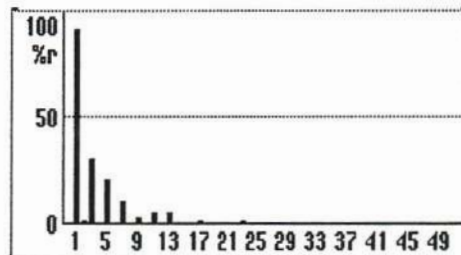
Gambar 4 Harmonisa Arus Fasa S
(pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)



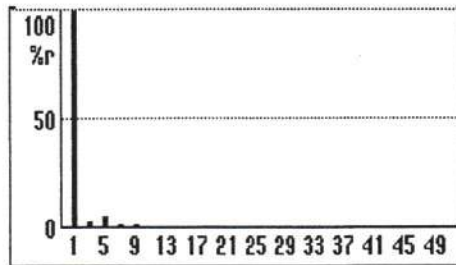
Gambar 5 Harmonisa Tegangan Fasa S
(pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)

Tabel 4 Rekapitulasi Data Fasa T

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 10.30	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	224,8	222,7	225,2	221,1	222,2
Arus rms (A)	28,96	32,4	40,8	37,6	36,2
THD _v (%)	5,9	6,5	6,5	6,6	6,5
THD _i (%)	39,4	43,1	45,2	42,1	40,5
Frekuensi (Hz)	50	49,9	50	49,7	50
P (kW)	5,81	6,72	8	7,4	7,1
S (kVA)	6,47	7,6	9,2	8,4	8,1
Q (kVAR)	2,85	3,54	4,6	4,0	3,8
PF	0,9	0,87	0,87	0,88	0,88



Gambar 6 Harmonisa Arus Fasa T
(pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)



Gambar 7 Harmonisa Tegangan Fasa T
(pengukuran hari-1 pukul 10.30 WIB)

2. Rekapitulasi Data Hasil Pengukuran Per Fasa (11 September 2008)

Tabel 5 Rekapitulasi Data Fasa R

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 08.30	Jam 09.00	Jam 09.30	Jam 10.00	Jam 10.30
Tegangan rms (V)	213,6	218,9	218,6	217,1	215,7
Arus rms (A)	33,38	35,44	35,26	35,54	43,0
Arus Netral (A)	14,41	17,13	16,93	20,74	29,57
THD _v (%)	4,9	5,4	5,1	5,8	6,4
THD _i (%)	23,0	24,2	23,7	26,1	32,4
Frekuensi (Hz)	49,7	50	49,8	49,9	49,8
P (kW)	5,93	6,38	6,31	6,62	7,7
S (kVA)	7,16	7,76	7,69	7,96	9,3
Q (kVAR)	4,01	4,41	4,42	4,4	5,1
PF	0,83	0,82	0,82	0,83	0,84
DPF	-	-	-	-	0,9
Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 13.30	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	215,5	219,3	217,3	215,9	215,3
Arus rms (A)	43,6	46,4	49,2	45,9	46,9
Arus Netral (A)	30,8	35,39	38,09	39,94	35,98
THD _v (%)	6,9	7,0	7,2	7,3	7,3
THD _i (%)	34,2	34,0	35,6	34,2	34,5
Frekuensi (Hz)	50,4	50,2	49,9	50,2	49,7
P (kW)	7,9	8,5	8,9	8,3	8,5
S (kVA)	9,4	10,2	10,6	9,9	10,1
Q (kVAR)	5,1	5,7	5,8	5,4	5,5
PF	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84
DPF	0,91	0,9	0,91	0,91	0,91

Tabel 6 Rekapitulasi Data Fasa S

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 08.30	Jam 09.00	Jam 09.30	Jam 10.00	Jam 10.30
Tegangan rms (V)	216,4	221,1	220,8	219,0	217,3
Arus rms (A)	25,83	28,63	23,82	31,14	35,89
THD _v (%)	5,0	5,2	5,6	6,0	7,1
THD _i (%)	28,7	30,6	31,3	34,8	40,7
Frekuensi (Hz)	49,9	50,1	49,9	49,9	49,7
P (kW)	4,8	5,41	5,42	5,78	6,65
S (kVA)	5,57	6,31	6,34	6,76	7,88
Q (kVAR)	2,84	3,28	3,27	3,49	4,22
PF	0,86	0,86	0,86	0,86	0,84
DPF	-	-	-	-	0,94

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 13.30	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	217,7	223,1	219,4	218,1	218,5
Arus rms (A)	36,15	38,3	40,5	38,5	38,5
THD _v (%)	6,9	7,2	7,5	7,4	7,3
THD _i (%)	40,7	41,9	42,7	41,5	41,9
Frekuensi (Hz)	50	50,3	50,1	50,1	50,2
P (kW)	6,62	7,1	7,4	7,0	7,1
S (kVA)	7,89	8,5	8,8	8,4	8,5
Q (kVAR)	4,27	4,8	4,9	4,6	4,6
PF	0,84	0,83	0,83	0,84	0,84
DPF	0,94	0,93	0,94	0,94	0,94

Tabel 7 Rekapitulasi Data Fasa T

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 08.30	Jam 09.00	Jam 09.30	Jam 10.00	Jam 10.30
Tegangan rms (V)	219,4	224,5	223,1	221,8	220,8
Arus rms (A)	23,17	24,86	23,79	26,86	32,90
THD _v (%)	4,7	4,8	4,9	5,5	6,2
THD _i (%)	26,7	24,5	27,2	32,0	37,8
Frekuensi (Hz)	50,1	50,1	49,7	50	50,1
P (kW)	4,8	5,19	4,95	5,49	6,52
S (kVA)	5,1	5,57	5,31	5,96	7,24
Q (kVAR)	1,71	2,01	1,9	2,32	3,17
PF	0,94	0,93	0,93	0,92	0,9
DPF	-	-	-	-	0,99

Parameter	Waktu Pengukuran				
	Jam 11.00	Jam 12.00	Jam 13.00	Jam 13.30	Jam 14.00
Tegangan rms (V)	221,0	225,7	221,8	221,2	221,2
Arus rms (A)	34,7	34,72	37,6	35,5	38,3
THD _v (%)	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6

THD _i (%)	39,5	37,0	37,8	39,9	39,8
Frekuensi (Hz)	50,5	50	49,9	50,1	50,3
P (kW)	6,87	7,01	7,5	6,99	7,5
S (kVA)	7,68	7,85	8,4	7,84	8,4
Q (kVAR)	3,45	3,54	3,8	3,56	3,8
PF	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
DPF	0,98	0,98	0,98	0,99	0,98

Berdasarkan hasil pengukuran di sisi suplai dapat dilihat bahwa beban pada Gedung Direktorat TIK dalam kondisi tidak seimbang. Hal ini ditandai dengan terjadinya perbedaan nilai arus tiap fasa dan perbedaan nilai daya tiap fasa serta frekuensi yang muncul tidak hanya frekuensi fundamentalnya saja (50 Hz), tetapi muncul juga nilai frekuensi harmonisa ganjil yang terlihat pada spektrum harmonisa arus dengan adanya orde harmonisa kesatu, ketiga, kelima, ketujuh dan seterusnya.

Kondisi di atas menunjukkan bahwa sistem listrik Gedung Direktorat TIK (Perpustakaan) mengalami gangguan harmonisa, yang ditandai dengan bentuk gelombang tegangan yang sinusoidal, sedangkan bentuk gelombang arus tidak sinusoidal (mengandung riak) dengan distorsi total harmonisa arus (THD_i) melebihi batas 15% dan distorsi total harmonisa tegangan (THD_v) melebihi batas 5% (Standar IEEE No. 519-1992). Selain itu arus netral yang terukur juga sangat besar, bahkan mendekati arus fasa.

Hasil pengukuran tegangan listrik memberikan kisaran tegangan antara 213,6 V – 225,7 V yang menunjukkan bahwa nilai tegangan masih sesuai dengan standar yang diizinkan (untuk

tegangan rms 220 V, batas naik turun tegangan adalah 198 – 231 V).

Hasil pengukuran arus listrik menunjukkan bahwa beban berada pada keadaan tidak seimbang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai arus per fasa yang memiliki perbedaan cukup besar. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa arus netral yang mengalir memiliki nilai sangat besar, bahkan hampir mendekati arus fasa. Arus netral yang besar akan menyebabkan rugi-rugi akibat arus netral menjadi besar, yang berarti telah terjadi pemborosan energi listrik.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa %THD_v di Gedung Direktorat TIK UPI berada pada kisaran 4,7% (fasa T, pukul 08.30) – 8,1% (fasa S, pukul 14.00) dengan nilai rata-rata 6,64% (fasa R), 6,91% (fasa S) dan 6,01% (fasa T). Bila mengacu kepada standar IEEE bahwa %THD_v paling besar adalah 5%, maka %THD_v di Gedung Direktorat TIK UPI saat ini tidak memenuhi standar.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa %THD_i di Gedung Direktorat TIK UPI berada pada kisaran 23,0% (fasa R, pukul 08.30) – 45,2% (fasa T, pukul 12.00) dengan nilai rata-rata 31,87% (fasa R), 39,21% (fasa S) dan 36,83% (fasa T). Bila mengacu

kepada standar %THDi 15%, maka %THDi di Gedung Direktorat TIK UPI saat ini tidak memenuhi standar yang diizinkan, dengan penyimpangan yang sangat signifikan.

V. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan analisis data, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengukuran di sisi suplai, diketahui bahwa beban listrik di Gedung Direktorat TIK berada pada kondisi tidak seimbang. Hal ini terlihat dari berbedanya nilai arus yang mengalir pada masing-masing fasa.
2. Fluktuasi nilai tegangan yang berada di Gedung Direktorat TIK berada di kisaran 213,6 V s.d. 225,2 V. Nilai tegangan ini masih sesuai dengan standar yang telah ditentukan (198 V – 231 V).

3. Arus netral yang mengalir pada jaringan tenaga listrik di Gedung Direktorat TIK berada pada nilai yang jauh di atas normal, bahkan pada jam-jam tertentu nilainya bisa mendekati arus fasa. Ini berarti rugi-rugi daya yang terjadi sangat besar.
4. Kandungan harmonisa tegangan (%THDV) di Gedung Direktorat TIK secara umum berada di atas standar yang diizinkan (5%), kecuali pada waktu-waktu tertentu pada saat sedikitnya penggunaan komputer/peralatan elektronik lainnya di gedung tersebut.
5. Kandungan harmonisa arus (%THDi) di Gedung Direktorat TIK berada di atas standar yang diizinkan (15%), bahkan pada waktu pemakaian beban yang besar nilainya bisa mencapai 44,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- [Arrilaga, J.(1997). "Power System harmonics", New York, Wiley & Son.
- Asaad A. Elmoudi , "Evaluation of Power System Harmonic Effects on Transformers", Doctoral Dissertation, Helsinki University of Technology Department of Electrical and Communications Engineering Power Systems and High Voltage Engineering, 2006.
- Dugan, Roger .(1996). "Electrical Power System Quality", New York, Marcell Deker.
- Harsono, T dan Pratilastiarso, J.(2003). "Harmonisa dan Pengaruhnya pada faktor Daya". Jurnal IES 2003
- Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yohanes Cipta Wijaya, "Pengaruh Harmonisa Pada Gardu Trafo Tiang Daya 100 kVA di PLN APJ Surabaya Selatan", Jurnal UK Petra Surabaya, 2006.
- Ned. Mohan, T.M Undeland and W.P. Robbins, "Power Electronics, Converter – Applications and Design", John Wiley and Son, Inc.
- P. N. Enjeti, et. all, "Analysis and design of a new active power filter to cancel neutral current harmonisas in theree-phase four-wire electric distribution sistem", IEEE Trans. Power delivery, 1996, pp. 736-744.

- Permadi, S.B. (2004). "Studi Harmonisa Tegangan dan Arus di Gedung A Universitas Kristen Petra Surabaya". Skripsi Sarjana pada FTI UK Petra Surabaya:tidak diterbitkan.
- Rice, David E., "Adjustable Speed Drive and Power Rectifier Harmonics - Their Effect on Power Systems Component", IEEE Trans. Ind. Appl. IA-22, 161-177 (1986).
- Stratford, Ray P., "Rectifier Harmonics in Power System", IEEE Trans. Ind. Appl. 29, 528-535 (1980).
- Syafrudin, Pekik A. Dahono, Sukisno, T.M Soelaiman, "Analisis Penggunaan autotrafo penggeser fasa sebagai minimisator harmonisa arus di sistem distribusi tenaga listrik", Proceedings Institut Teknologi Bandung, 1999.
- T M. Gruz, "A Survey of Neutral Current in Three-Phase Computer Power System", IEEE Trans. Ind. Appl, 1989, pp. 57-64.
- Tanoto, Y, Limantara, Y dan Lestanto, C.K.(2005). "Simulasi Active Filter dan Sistem Kerja Rangkaian Dalam Meredam Harmonisa pada Vacuum Casting Induction Furnace Dengan Daya 9 kW, 13.8 kVA, 200 V, 3 Fasa , 50/60 Hz". Jurnal UK Petra vol 5
- Turchan.(2002). Studi Efek harmonisa Terhadap Kualitas Daya Listrik Di PT Easterntex. Skripsi Sarjana pada FTI UK Petra Surabaya:tidak diterbitkan
- Winarko K.,(2002)."Studi Kualitas Daya Terhadap Komputer Di Gedung P Universitas Kristen Petra". Skripsi Sarjana pada FTI UK Petra Surabaya: tidak diterbitkan.

Bio Data

Drs. Eliah Mulyana, M.Si.

Gol/Pangkat/Jabatan : IVa/Pembina/Lektor Kepala

NIP. 131 975 871

Bidang Keahlian : Teknik Tenaga Listrik

Instansi : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro - FPTK

Universitas Pendidikan Indonesia