

ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK DI GEDUNG E7 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

SUGIMAN¹, RAMADONI SYAHPUTRA, ANNA NUR NAZILAH CHAMIM³,

KUNNU PURWANTO⁴

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, INDONESIA

¹email : bapaksugiman97@gmail.com

INTISARI

Menganalisis kualitas daya listrik adalah salah satu analisis yang tentu saja telah dilakukan oleh sebagian besar siswa, terutama siswa di bidang teknik elektro. Kualitas daya listrik itu sendiri adalah perubahan dalam bentuk tegangan, arus dan frekuensi pada suatu bangunan yang dapat menyebabkan kegagalan peralatan baik yang dimiliki oleh konsumen maupun PLN. Pengukuran pada gedung E7 UMY adalah untuk mengetahui kualitas daya listrik dengan pengukuran arus, tegangan, harmonisa dan faktor daya yang kemudian melakukan analisis pengamatan yang telah diukur. Pada penelitian ini dilakukan pada gedung E7 UMY untuk mengetahui nilai keseimbangan beban yang terpasang apakah sesuai dengan Badan Standar Nasional Indonesia dan Standar Internasional. Pengukuran daya listrik di gedung E7 UMY menggunakan power metrel 2892. Hasil pengamatan dan pengukuran yang telah dilakukan pada panel SDP E7 UMY frekuensi terukur rata-rata sebesar 50,01 Hz. Nilai tegangan yang terukur masih dalam toleransi. Nilai harmonisa tegangan yang terukur pada fasa RST yaitu 1,963 persen, 1,602 persen dan 1,63 persen masih dalam toleransi 3 persen sampai 5 persen. Nilai ketidak

seimbangan tegangan rata-rata 0,77 persen tidak melebihi batas toleransi 5 persen max. Nilai arus fasa RST diperoleh rata-rata sebesar 29,05 A, 18,89 A, 49,11 A. Nilai ketidak seimbangan beban arus pada fasa RST pada panel SDP di gedung E7 UMY didapatkan hasil rata-rata 38,01 persen, melebihi batas toleransi sebesar 20 persen max. Hasil pengukuran nilai cosphi sebesar 0,996. Total power losses yang terjadi di gedung E7 UMY yaitu sebesar 0,1427 persen dalam total keseluruhan daya aktif yang digunakan selama dalam pengukuran.

Kata kunci: Kualitas Daya Listrik, Harmonisa, Cosphi

1. PENDAHULUAN

Menganalisis kualitas daya listrik adalah salah satu analisa yang tentunya sudah banyak dilakukan oleh sebagian besar mahasiswa khususnya mahasiswa dibidang teknik elektro. Kualitas daya listrik sendiri merupakan sebuah perubahan bentuk tegangan, arus dan frekuensi dalam suatu bangunan yang bisa menyebabkan kegagalan peralatan baik milik konsumen maupun milik PLN.

Salah satu penyebab rugi – rugi daya pada kualitas daya listrik yaitu beban - beban non linier yang merupakan sumber dari harmonik yang

dapat menurunkan kualitas daya listrik. Beban non linier sendiri yaitu beban dimana bentuk gelombangnya keluarnya tidak sebanding didalam setengah siklusnya sehingga gelombang keluaran tegangan dan arus tidak sama dengan gelombang masukannya.

Kualitas daya listrik juga sangat besar pengaruhnya terhadap berlangsungnya proses produksi maupun kegiatan – kegiatan yang ada didalam industri maka dari itu kerugian – kerugian daya pada kualitas daya listrik disuatu industri ataupun gedung harus diminimalisir, sama

halnya dengan industri Universitas juga harus meminimalisir turunnya kualitas daya listrik yang menyebabkan dampak kerugian biaya dan kerusakan alat dalam jangka pendek.

Dari kesimpulan diatas maka penulis bermaksud untuk menganalisis kualitas daya listrik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta guna menempuh persyaratan gelar Strata – 1 dan untuk mengetahui profile kualitas daya listrik Gedung E7 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

2. Besaran – besaran Listrik yang Mempengaruhi Kualitas Daya Listrik

2.1 Frekuensi

Menurut Hienrich Rudolf Hertz penemu frekuensi yaitu banyaknya jumlah getaran dalam setiap detik, frekuensi yang berlaku diindonesia sebesar 50 Hz. Dengan rumus sebagai berikut ini :

$$f = \frac{1}{T} \quad ; \quad f = \frac{n}{t}$$

2.2 Arus Listrik

Arus listrik terjadi akibat adanya jumlah muatan listrik atau pergerakan elektron – elektron yang mengalir dari suatu titik ke titik yang lainnya dalam satuan waktu. Arus listrik terbagi menjadi dua yaitu

- a. Hambatan listrik yaitu perbandingan antara tegangan listrik dengan suatu komponen elektromagnetik dengan arus listrik yang melaluinya.

$$R = \frac{V}{I}$$

Kuat Arus Listrik yaitu aliran muatan listrik dari potensial tinggi ke potensial rendah dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{q}{t} \text{ atau } q = I \times t$$

2.3 Tegangan Listrik

Tegangan listrik bisa diartikan sebagai perbedaan potensial listrik antara dua titik pada suatu rangkaian

listrik dan dinyatakan dalam satuan volt. Tegangan listrik terbagi menjadi dua yaitu tegangan AC dan tegangan DC dengan gambar sebagai berikut :

- a. Tegangan AC yaitu tegangan yang jenis arusnya mengalir secara bolak – balik atau tidak searah dan selalu berubah – ubah.
- b. Tegangan DC yaitu tegangan yang jenis arusnya mengalir secara searah dan beraturan.

Tegangan listrik mempunyai rumus sebagai berikut ini yaitu :

$$V = I \times R$$

Keterangan :

R : Hambatan (ohm)

V : Tegangan (volt)

I : Arus (ampere)

2.4 Daya Listrik

Daya listrik bisa didefinisikan jumlah energi yang diserap dalam suatu rangkaian listrik dengan rumus sebagai berikut ini :

$$P = V \times I ; \quad P = I^2 R ; \quad P = \frac{V^2}{R}$$

Daya listrik terbagi menjadi tiga bagian yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya semu, berikut penjelasannya :

- a. Daya Aktif atau daya nyata yaitu daya yang dibutuhkan oleh beban resistif (alat yang menggunakan daya listrik berupa komponen ohm) seperti lampu, heater, rice cooker, solder listrik dan lainnya dengan rumus

$$P = V \times I$$

- b. Daya reaktif yaitu daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet dikumparan beban induktif (suatu alat yang membutuhkan daya listrik berupa kumparan

yang beroperasi secara prinsip kerja induksi) seperti motor listrik, transformator, mesin las listrik, dan semua alat yang bekerja berdasarkan induksi. Dengan rumus

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

Keterangan :

Nilai $\cos \phi < 1$

Sedangkan daya reaktif untuk arus bolak – balik 3 phase (AC 3 current)

$$P = V \times I \times \cos \phi \times \sqrt{3}$$

c. Daya semu yaitu hasil perkalian V_{rms} efektif (tegangan root mean square) dengan I_{rms} efektif (arus root mean square) dengan tegangan RMS adalah nilai tegangan listrik AC yang akan menghasilkan daya listrik yang sama dengan listrik DC ekuivalennya pada beban resistifnya.

$$P = V_{rms} \times I_{rms} \cos \phi ;$$

$$V = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} ; A = \frac{A_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

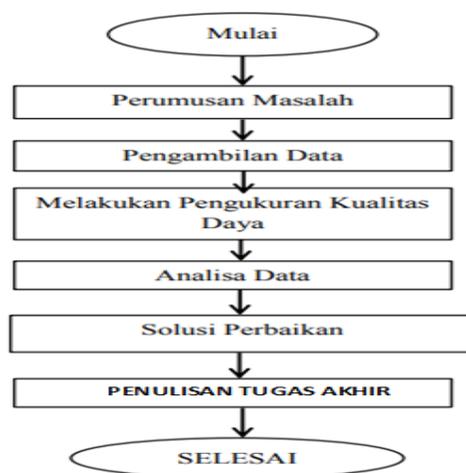
2.5 Harmonisa

Harmonisa didefinisikan sebagai gelombang yang terditorsi secara periodik yaitu pada gelombang arus, tegangan dan daya yang terdiri dari gelombang – gelombang sinus dengan frekuensinya merupakan kelipatan bulat dari frekuensi sumbernya sehingga bentuk gelombangnya tidak sinusoidal. Dengan rumus sebagai berikut ini :

$$THD_v = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_1}$$

$$THD_i = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots + I_n^2}}{I_1}$$

2.6 Flowchart



3. Standar Harmonisa dan IEEE

Untuk Harmonisa arus dan tegangan

Dalam standar international adapun batas – batas harmonisa untuk arus dan tegangan untuk menjaga batasan – batasan yang dianggap aman

Tabel 3.1 Batas Distorsi Arus IEE-519
(Sangkar, 2002)

$I_r < I_f$	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
$v \leq 69 \text{ kV}$						
<20	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0
$69 \text{ kV} < v \leq 161 \text{ kV}$						
<20*	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
20<50	3.5	1.75	1.25	0.5	0.25	4.0
50<100	5.0	2.25	2.0	0.75	0.35	6.0
100<1000	6.0	2.75	2.5	1.0	0.5	7.5
>1000	7.5	3.5	3.0	1.25	0.7	10.0
$v > 161 \text{ kV}$						
<50	2.0	1.0	0.75	0.3	0.15	2.5
≥ 50	3.5	1.75	1.25	0.45	0.22	3.75

Note: I_{sc} = maximum short-circuit current at PCC; I_f = maximum fundamental frequency demand load current at PCC (average current of the maximum demand for the preceding 12 months); h = individual harmonic order; THD = total harmonic distortion, based on the maximum demand load current. The table applies to odd harmonics; even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits shown above.

Tabel 3.2 Batas Distorsi Tegangan
IEEE-159 (Kennedy, 2000),
(Sangkar, 2002)

Bus Voltage at PCC	Individual Voltage Distortion (%)	Total Voltage Distortion THD (%)
69 kV and below	3.0	5.0
69.001 kV through 161 kV	1.5	2.5
161.001 kV and above	1.0	1.5

Note: PCC = point of common coupling; THD = total harmonic distortion.

Tabel 3.3 batasan nilai faktor daya beban non-linier (Azim, Abdul., 2008)

Maksimum true power factor of a non-linear load	
Current THD (%)	Maksimum true pf
20	0.98
50	0.89
100	0.71

Tabel 3.4 Standar IEEE
Ketidakseimbangan Beban

No	Parameter	Maksimum
1	Regulasi tegangan keadaan mantab	+5,-10 s/d 10%,-15% (ANSI C84.1-1970) adalah +6,-13%
2	Gangguan Tegangan Drop	-25% s/d -30% tidak lebih dari 0,5 s
	Tegangan sementara tegangan lebih transient	-100% dengan lama 4 s/d 20ms +150 s/d 200% tidak lebih dari 0,2ms
3	Distorsi Tegangan Harmonik	3-5% (beban linier)
4	Noise	Tidak ada standar
5	Variasi Frekuensi	50Hz \pm 0,5 Hz sampai 1 Hz
6	Perubahan Frekuensi	Sekitar 1 Hz
7	Ketidakeimbangan Beban	5 s/d 20% mak. Pada setiap fasa
8	Ketidakeimbangan Tegangan 3	2,5% s/d 5%
9	Faktor daya	0,18 sampai dengan 0,9
10	Kapasitas Beban	0,75 s/d 0,85 (beban terpasang)

4. Power Loses Akibat Ketidak Seimbangan Beban (rugi – rugi daya)

Untuk menghitung power losses pada setiap fasa maka dibawah ini diberikan contoh pada Fasa R dipanel SDP pusat atau MVDP menggunakan rumus :

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0.524 \times I k_R^2$$

Untuk menghitung power losses pada setiap fasa maka dibawah ini diberikan contoh pada Fasa R dipanel SDP pusat atau MVDP :

$$I_{N1} = \sqrt{\frac{IR1^2 + IS1^2 + IT1^2 - (IR1 \times IS1) - (IS1 \times IT1) - (IR1 \times IT1)}{-(IR1 \times IT1)}}$$

5. Pembahasan

5.1 Menghitung Power Loses Tiap Fasa RST Panel SDP E7 Pada Gedung Bahasa di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Pada perhitungan power losses tiap fasa RST maka akan diberikan contoh perhitungan sample pada fasa RST :

Tabel 5.0 Nilai Hambatan Kabel

Cable size	Conductor type	Nominal thickness of PVC insulation (mm)	Nominal thickness of PVC sheath (mm)	Approx. cable overall diameter (mm)	Max. D.C resistance @ 20°C (Ω/km)
4x1.5mm ²	RE or RM	0.8	1.8	11.0	12.1
4x2.5mm ²	RE or RM	0.8	1.8	11.9	7.41
4x4mm ²	RE or RM	1.0	1.8	14.0	4.61
4x6mm ²	RE or RM	1.0	1.8	15.3	3.08
4x10mm ²	RM	1.0	1.8	18.4	1.83
4x16mm ²	RM	1.0	1.8	20.9	1.15
4x25mm ²	SM	1.2	1.8	21.9	0.727
4x35mm ²	SM	1.2	1.8	24.1	0.524
4x50mm ²	SM	1.4	1.9	27.6	0.387
4x70mm ²	SM	1.4	2.1	31.4	0.268
4x95mm ²	SM	1.6	2.2	36.1	0.193
4x120mm ²	SM	1.6	2.3	39.3	0.153
4x150mm ²	SM	1.8	2.5	43.5	0.124
4x185mm ²	SM	2.0	2.7	48.4	0.0991
4x240mm ²	SM	2.2	2.9	54.6	0.0754
4x300mm ²	SM	2.4	3.1	60.4	0.0601

Dengan asumsi kabel panjang 200 meter berarti 0,524 x 200 : 1000 = 0,1048

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0,1048 \times I k_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0,1048 \times 40.92375^2) + \\ & (0,1048 \times 8.410833^2) + (0,1048 \times 4.858854^2) + (0,1048 \times 2.788667^2) \\ & + (0,1048 \times 2.249802^2) + (0,1048 \times 1.309458^2) + (0,1048 \times 0.709656^2) \\ & + (0,1048 \times 0.511813^2) + (0,1048 \times 0.413125^2) + (0,1048 \times 0.678885^2) \\ & + (0,1048 \times 0.587594^2) + (0,1048 \times 0.472896^2) + (0,1048 \times 0.343375^2) \\ & + (0,1048 \times 0.250271^2) + (0,1048 \times 0.370938^2) + (0,1048 \times 0.279479^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &) + (0,1048 \times 0.219635^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.277031^2) + (0,1048 \times 0.257729^2) \\
 & + (0,1048 \times 0.160948^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.29801^2) + (0,1048 \times 0.15051^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.168854^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.42703^2) + (0,1048 \times 0.377091^2) = \\
 & 187,91 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta P_S = & (0,1048 \times 28.2676^2) + (0,1048 \\
 & \times 3.432938^2) + (0,1048 \times 3.42875^2) \\
 & + (0,1048 \times 1.547135^2) + (0,1048 \times \\
 & 1.330073^2) + (0,1048 \times 0.754177^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.537594^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.379156^2) + (0,1048 \times 0.437073^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.505333^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.38074^2) + (0,1048 \times 0.377583^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.354052^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.256063^2) + (0,1048 \times 0.209042^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.247365^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.157625^2) + (0,1048 \times 0.256063^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.157625^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.167823^2) + (0,1048 \times 0.21849^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.112844^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.17376^2) + (0,1048 \times 0.139646^2) \\
 & + (0,1048 \times 0.092219^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.120865^2) + (0,1048 \times 0.117125^2) \\
 & = 86,673 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta P_T = & (0,1048 \times 65.92229^2) + (0,1048 \\
 & \times 6.860292^2) + (0,1048 \times 5.574167^2) \\
 & + (0,1048 \times 2.166031^2) + (0,1048 \times \\
 & 1.161844^2) + (0,1048 \times 0.903875^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.61025^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.537906^2) + (0,1048 \times 0.705135^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.477479^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.384615^2) + (0,1048 \times 0.391385^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.224917^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.267927^2) + (0,1048 \times 0.325958^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.138875^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.226719^2) + (0,1048 \times 0.200854^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.103781^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.171896^2) + (0,1048 \times 0.186958^2) + \\
 & (0,1048 \times 0.076656^2) + (0,1048 \times \\
 & 0.151365^2) + (0,1048 \times 0.126125^2) = \\
 & 465,483 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Besar Power Loses Tiap Fasa

Panel	Fasa R	Fasa S	Fasa T
SDP	187,91	86,673	465,483
E7	Watt	Watt	Watt

5.2 Menghitung Power Loses Pada Arus Netral Harmonik Panel SDP

E7 Pada Gedung Bahasa di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Untuk perhitungan Power Loses pada arus netral harmonik maka akan diperlihatkan contoh dengan sample RST orde 2 sebagai berikut ini :

$$I_{N1} = \sqrt{\frac{IR1^2 + IS1^2 + IT1^2 - (IR1 \times IS1) - (IS1 \times IT1) - (IR1 \times IT1)}{2,246667^2 + 0,659563^2 + 2,348417^2 - (2,246667 \times 0,659563) - (0,659563 \times 2,348417) - (2,246667 \times 2,348417)}} = 34,77 \text{ A}$$

Tabel 5.3 Nilai Arus Harmonik Netral Tiap Panel

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 1	34,77	Ampere
Orde 3	4,46	Ampere
Orde 5	1,85	Ampere
Orde 7	1,04	Ampere
Orde 9	0,98	Ampere
Orde 11	0,87	Ampere
Orde 13	0,61	Ampere
Orde 15	0,31	Ampere
Orde 17	0,043	Ampere
Orde 19	0,006	Ampere

Orde 21	0.00135	Ampere
Orde 23	0.00232	Ampere
Orde 25	0.00135	Ampere
Orde 27	0.00144	Ampere
Orde 29	0.001264	Ampere
Orde 31	0.001245	Ampere
Orde 33	0.001124	Ampere
Orde 35	0.000943	Ampere
Orde 37	0.000697	Ampere
Orde 39	0.000589	Ampere
Orde 41	0.000569	Ampere
Orde 43	0.000438	Ampere
Orde 45	0.000176	Ampere
Orde 47	0.000079	Ampere
Orde 49	0.000049	Ampere

5.3 Menghitung Power Loses Netral Panel SDP E7 Pada Gedung Bahasa di UMY

Untuk menghitung power loses pada setiap fasa Netral maka dibawah ini adalah rumus pada Fasa N dipanel SDP pusat:

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^{25} 0,1048 \times I k_R^2$$

$$\Delta P_N = (0,1048 \times 34,77^2) + (0,1048 \times 4,46^2) + (0,1048 \times 1,85^2) + (0,1048 \times 1,04^2) + (0,1048 \times 0,98^2) + (0,1048 \times 0,87^2) + (0,1048 \times 0,61^2) + (0,1048 \times 0,31^2) + (0,1048 \times 0,043^2) + (0,1048 \times 0,006^2)$$

$$\begin{aligned}
& 1.04^2) + (0.1048 \times 0,98^2) + (0.1048 \times \\
& 0,87^2) + (0.1048 \times 0,61^2) + (0.1048 \times \\
& 0,31^2) + (0.1048 \times 0.043^2) + (0.1048 \\
& \times 0.006^2) + (0.1048 \times 0.00135^2) + \\
& (0.1048 \times 0.00144^2) + (0.1048 \times \\
& 0.001264^2) + (0.1048 \times 0.001245^2) + \\
& (0.1048 \times 0.001124^2) + (0.1048 \times \\
& 34,77^2) + (0.1048 \times 0.000943^2) + \\
& (0.1048 \times 0.000697^2) + (0.1048 \times \\
& 0.000589^2) + (0.1048 \times 0.000569^2) + \\
& (0.1048 \times 0.000438^2) + (0.1048 \times \\
& 0.000176^2) + (0.1048 \times 0.000079^2) + \\
& (0.1048 \times 0.000049^2) = 129,53 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Tabel 5.4 Nilai Besar Power Losses Pada Kawat Netral

Panel	Fasa Netral	Satuan
SDP	129,53	Watt

Tabel 5.5 Nilai Total Power Losses Akibat Unbalanced dan Harmonisa

Panel	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	TOTAL	Satuan
SDP	187,01	86,6	465,9	129,5	869,58	Watt

Jadi perhitungan persentasi Power Losses adalah sebagai berikut ini dengan menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}
\Delta P \text{ Losses in Percent} &= \frac{\Delta P \text{ losses}}{\Delta P \text{ Combine Active Consumed}} \times 100\% \\
&= \frac{869,589 \text{ watt}}{611,01 \text{ kwatt}} \times 100 \% = \mathbf{0,1427\%}
\end{aligned}$$

Jadi total power losses dalam persen yang terjadi pada Gedung E7 adalah diperkirakan kurang lebih 0,1427% dalam keseluruhan daya aktif yang digunakan.

6. Kesimpulan

Dari kesimpulan pada penelitian analisis kualitas daya listrik pada Gedung E7 UMY mendapatkan kesimpulan dari penulis sebagai berikut ini :

1. Untuk nilai frekuensi diperoleh nilai sebesar 50.316 Hz pada jam 06.44 untuk nilai tertinggi, untuk nilai terendah 49.750 Hz pada jam 00.43 dan untuk nilai rata – rata 50,01532 dari hasil tersebut dikatakan bahwa Frekuensi pada Gedung E7 sangat Efisiensi karena range

- perubahan nilai frekuensi sangat sedikit tidak lebih dari 1 Hz.
2. Nilai tegangan sangat efisiensi karena nilai tertinggi fasa R 388,15 Volt pada jam (00.00), fasa S 390,14 Volt pada jam (00.00), dan fasa T 385,08 Volt pada jam (00.00), nilai terendah fasa R 377,24 Volt pada jam (18.00), fasa S 380,97 Volt pada jam (18.00), fasa T 377,73 Volt pada jam (18.00) dan nilai rata-rata 381,9765 Volt, 384,9328 Volt, 379,9369 Volt tidak melebihi acuan yang digunakan IEEE 192.1992 (+5% dan -15% dari 380 V (399 V – 323 V))
 3. Nilai harmonisa tegangan efisiensi dikarenakan nilai tertinggi Fasa RST 1,963% , 1,602% dan 1,631% dari beban liniernya melebihi batas toleransi 3% (individual orde Maximum) dan 5% (THDv% Maximum)
 4. Untuk nilai unbalanced tegangan sangat efisiensi dikarenakan nilai tertinggi ketidakseimbangan beban 0,785 pada jam 23.15 tidak melebihi batas toleransi 5% max
 5. Nilai arus sangat efisiensi dikarenakan nilai perbandingan arus antar fasa tidak melebihi 5% (low) - 20% (max) dari perbandingan arus antar fasa.
 6. Nilai harmonisa arus pada Gedung E7 UMY efisiensi dikarenakan nilai tertinggi harmonisa arus 15,57 pada jam 9.15 fasa R, 8,56 pada jam 9.30 fasa S dan 9,994 pada jam 9.30 fasa T melebihi batas toleransi 12%(50 – 100 ampere) max.
 7. Pada nilai unbalanced arus di Gedung E7 UMY sangat tidak efisiensi dikarenakan nilai tertinggi 64.55% pada jam 7.15 melebihi batas toleransi sebesar 20% max
 8. Total power losses yang terjadi di Gedung E7 UMY sangat lah kecil yaitu sebesar 0,641% dalam keseluruhan daya aktif yang digunakan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang sudah memberikan

ijin melakukan pengambilan data untuk dalam penelitian dan penulisan karya tulis ini

REFERENSI

1. De La Rosa, C Fransisco. Hand Book *Harmonics and Power Systems*.
2. Hadi Sugiarto, *Kajian harmonisa Arus dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negri Pontianak..*
3. Kennedy, W. Hand Book *Power Quality Primer*. McGraw-Hill : New York.
4. Muhammad A.S Masoum dan Ewald F.Fuchs. 2008. *Power Quality in Power System and Electrical Machines*.
5. Mukhlis, *Evaluasi Penggunaan Energi Listrik pada Bangunan Gedung di Lingkungan Universitas Tadulako*.
6. Rizkani dan ciptomulyono (2012) *Audit Energi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya*

7. Rusli, Muhammad. *Pelatihan Anev-217 Harmonisa. Sumatra*
: PT PLN (Persero), 2009.
8. Salpanio, R., *Audit Energi Listrik di Gedung Kampus Universitas Dipenogoro Peleburan Semarang*,
Semarang:..
9. Standar Nasional Indonesia No.6197.2011 *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan*. IN.
10. Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis. P.19*. U,S:
The McGraw-Hill Series
Company.
11. Sangkaran, C. Hand Book *Power Quality*. CRC Press :
New York Washington, D.C,
2002.
12. Standarisasi Badan Nasional Untuk Standar Pengukuran Pada Air Conditioner atau AC
No. SNI. 6390: 2011.