

NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

2019

**ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK DI GEDUNG UNIRES PUTRA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Analisis of the quality of electric in Unires Putra building
Muhammadiyah University Yogyakarta

Harto Wibowo

ABSTRACT

Electricity quality problems are getting more attention lately, where in this modern era the use of electronic goods is increasing. One aspect of the decline in the quality of electric power is energy efficiency, thus the quality of electric power is one of the parameters of energy savings. Analyzing the quality of electric power is one strategy to prevent failures in the electrical system. By knowing the quality of electrical power such as changes in current, voltage changes, and changes in the frequency of a building, it can make it easy to make improvements or prevent the electrical system of the building. Hereby the author conducts research with the title "Analysis of Electric Power Quality of the Unires Putra Building of the Muhammadiyah University of Yogyakarta" using the Power Analyzer Metrel 2892-B and discussion to the supervisor of research related to the quality of electrical power. The results of these studies get the highest THD measurement results for R phase 706.418 watts, THD for S phase 569.076 watts, THD phase T 737.287 watts. Power Losses is 2,226.345 watts which is 0.9% of the total building power consumption.

Key words: Power Quality, harmonic, Effeciently

PENDAHULUAN

Di zaman yang modern ini perkembangan ilmu pengetahuan dan ilmu teknologi berkembang sangat pesat khususnya di bidang elektronik. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan

ilmu teknologi pada bidang elektronik menyebabkan munculnya berbagai macam alat elektronik guna memudahkan kerja manusia. Penggunaan energi listrik yang tidak sesuai dengan standart IEEE 192.1992 yang telah ditentukan dapat

merusak peralatan-peralatan listrik dan mengakibatkan kerugian-kerugian daya. Dengan menganalisis kualitas daya listrik dapat mengetahui efisiensi kelistrikan pada objek yang diteliti. Berdasarkan penelitian energi listrik yang telah dilakukan sebelumnya, mendapatkan kesimpulan bahwa harmonik dapat menyebabkan *Power Losses* atau rugi-rugi daya pada beban *non-linier*, oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian di Unires Putera Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian analisis ini dilakukan pada panel *Sub Distribution Panel* (SDP) di Unires Putera Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat Metrel 2892-B dan berdasarkan standart IEEE 192.1992 tentang batasan kualitas daya listrik.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengukuran *Total Harmonic Distortion* (THD) dan *Power Losses* di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Menganalisis hasil pengukuran *Total Harmonic Distortion* (THD) *Power Losses* sesuai dengan standar IEEE 192.1992 di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Mengetahui harmonik di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Landasan Teori

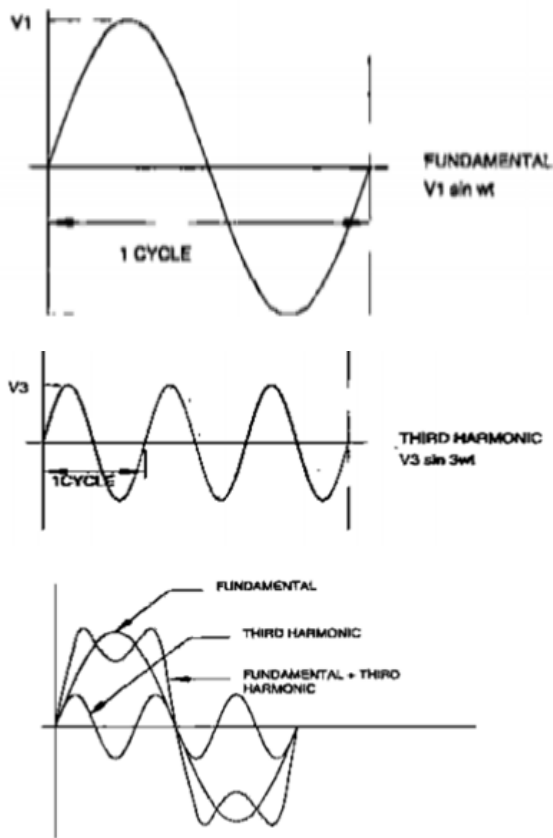
1. Kualitas Daya Listrik

Kualitas daya listrik merupakan suatu gambaran mengenai kondisi mutu dari daya listrik akibat dari gangguan-gangguan

yang terjadi di bidang kelistrikan, kualitas listrik sendiri memiliki arti daya listrik yang berbentuk perubahan terhadap arus, tegangan dan frekuensi dimana perubahan tersebut menyebabkan kesalahan dalam operasi pada peralatan-peralatan kelistrikan.

2. Harmonik

Harmonik merupakan gelombang terdistorsi secara periodik yang terjadi pada gelombang tegangan, arus, atau daya yang terdiri dari gelombang-gelombang sinus yang frekuensinya merupakan kelipatan dari frekuensi dasarnya seperti (100Hz, 150Hz, 200Hz, dan seterusnya) sehingga bentuknya tidak sinusoidal. Tingkat harmonik 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 computer (*personal computer*). Selain itu juga dapat menyebabkan berkurangnya *life time* pada peralatan elektronik.



Gambar gelombang harmonisa terdistorsi

Gelombang harmonik ini akan menumpang pada gelombang fundamental sehingga akan membentuk gelombang yang terdistorsi. Hal ini disebabkan efek dari penjumlahan gelombang harmonisa dengan gelombang fundamental. Gelombang harmonisa ini dapat dijabarkan pada deret fourier berikut:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{h=1}^{\infty} \{ah \cos(h\omega t) + bh \sin(h\omega t)\}$$

Dengan:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$ah = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(h\omega t) dt$$

$$bh = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(h\omega t) dt$$

Dimana a_0 adalah komponen DC, sedangkan ah dan bh adalah komponen AC.

Peran harmonisa pada system tenaga listrik cukup besar, terutama pada alat-alat yang terdapat pada system tenaga. Harmonisa akan menimbulkan beberapa dampak seperti panas berlebihan pada generator dan transformator karena kecendrungan harmonisa mengalir ke tempat dengan impedansi yang lebih rendah.

Tabel standar distorsi tegangan harmonisa dalam % Nilai Fundamental Yang digunakan berdasarkan standart IEEE

Distorsi Tegangan Harmonik dalam % Nilai Fundamental			
Sistem Tegangan	< 69 kV	69-138 kV	> 138 kV
THD	5.0	2.5	1.5

3. Total Harmobik Distortion (THD)

Total Harmonic Distortion (THD) merupakan distorsi yang ditimbulkan oleh semua komponen harmonisa dan didefinisikan sebagai persamaan berikut:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} M_n^2}}{M_1}$$

Dimana:

THD = Total Harmonic Distortion

M_n = Nilai rms arus atau tegangan harmonisa ke-n

M_1 = Nilai *rms* arus atau tegangan pada frekuensi dasar

4. Total Demand Distortion (TDD)

Tingkat distorsi harmonisa bias dihitung dengan persamaan nilai THD namun ada beberapa hal yang membuat hitungan tersebut salah saat diinterpretasikan. Arus yang kecil memiliki nilai THD yang tinggi tetapi tidak menjadi satu alasan kegagalan operasi ataupun kerusakan pada alat kelistrikan. Untuk memperkecil kesalahan perhitungan THD dilakukannya analisis arus beban puncak frekuensi dasar sehingga didapatkannya persamaan TDD (*total demand distortion*) yang masuk dalam daftar IEE 519-1992, tentang “*Recommended Practices and Recuirements for Harmonic Control in Electrical Power System*”.

$$TDD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{h_{max}} I_n^2}{I_L}}$$

Dimana:

TDD = Total Demand Distorsi

I_n = Arus harmonisa orde ke-n

I_L = Arus beban puncak pada frekuensi dasar

Tegangan harmonik dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut:

$$rms = \sqrt{\sum_{h=1}^{h_{max}} M_h^2} = M_1 \sqrt{1 + THD^2}$$

dimana:

M_h = Nilai *rms* arus atau tegangan ke-h

5. Rugi-Rugi Daya (*Power Losses*) Akibat Ketidak Seimbangan Beban
Menghitung rugi-rugi daya (*power losses*) setiap fasa di panel SDV pusat dan MVDP dapat menggunakan persamaan berikut:

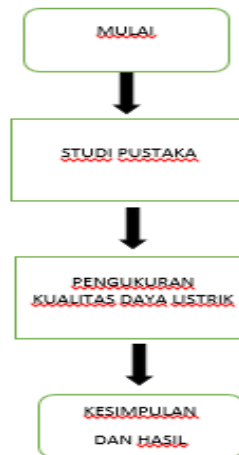
$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0.524 \times I k_R^2$$

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

METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan peneltian dimaulai pada tanggal 3 maret 2019 dengan diskusi topik pada dosen pembimbing, hingga dilakukannya pengambilan data pada jam 10.00 WIB sampai jam 10.00 WIB tanggal 7-9 mei 2019 dalam kurun waktu 48jam dengan jeda waktu 30menit. Tempat penelitian berlangsung di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

1. *Flowchart* Penelitian kualitas daya listrik



Flowchart sistematika pengambilan data dan pengukuran kualitas daya listrik

2. Alat Pengukuran

Adapun alat penunjang pengambilan data pengukuran kualitas daya listrik adalah sebagai berikut:

1). Power Analyzer Metrel 2892-B

METREL adalah salah satu produsen dan pemasok terkemuka dunia dari Kekayaan listrik berkualitas tinggi dan kualitas hidup dalam segala hal membutuhkan perawatan, pemahaman, dan solusi inovatif.

2). Kabel Kuat Arus dan Kabel Tegangan

3). Sarung Tangan Karet (*Safety*)

4). Sepatu (*Safety*)

5). Tang Listrik

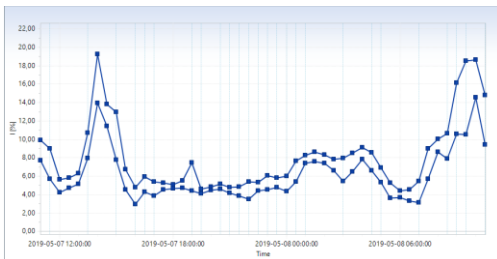
6). Obeng

HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengukuran kualitas daya listrik gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

1. Harmonik Arus

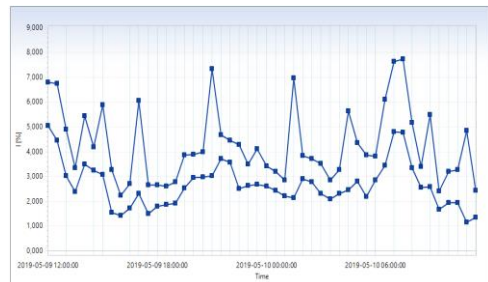
1). Harmonik Arus Fasa R Tanggal 07-08 Mei 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa R 07-08 Mei 2019

Dilihat dari grafik nilai harmonik arus fasa R pada tanggal 07-08 Mei 2019 pada gambar, nilai harmonisa arus fasa R tertinggi 19.29% dipukul 14.00 WIB. Nilai harmonik arus fasa R tanggal 07-08 Mei 2019 terendah berkisar antara 4.80% pada pukul 16.00 WIB.

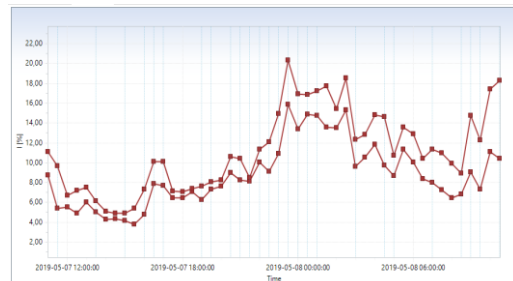
2). Harmonik Arus Fasa R tanggal 08-09 Mei 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa R 08-09 Mei 2019

Pada grafik nilai harmonik arus fasa R tanggal 08-09 Mei 2019 yang terlihat di gambar, nilai harmonik arus fasa R tertinggi pada rentang 7.747 % pada pukul 7.30 WIB. Sedangkan nilai harmonisa arus fasa R tanggal 08-09 Mei 2019 yang terendah pada berkisar antara 1.146% di puku 11.00 WIB.

3). Harmonik Arus Fasa S tanggal 07-08 Mei 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa S 07-08 Mei 2019

Berdasarkan gambar grafik nilai harmonik arus fasa S pada tanggal 07-08 mei 2019 dapat dikatakan nilai tertinggi yaitu 20.36% pada pukul 23.30 WIB, sedangkan nilai terendah 4.91% pada pukul 12.30 WIB.

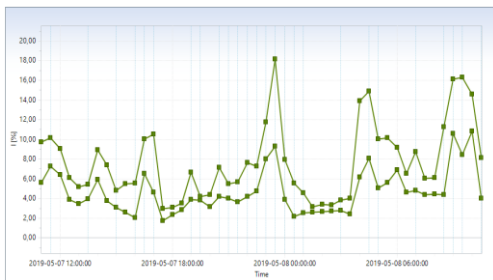
4). Harmonik Arus Fasa S tanggal 08-09 Mei 2019.



Gambar 4.32 Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa S 08-09 Mei 2019

Pada grafik nilai harmonisa arus fasa S tanggal 08-09 mei 2019 yang terlihat di gambar, nilai harmonik arus fasa S tertinggi pada rentang 12.20% pada pukul 22.00 WIB. Sedangkan nilai harmonisa arus fasa S tanggal 08-09 mei 2019 yang terendah pada berkisar antara 1.795% di puku 03.00 WIB.

5). Harmonik Arus Fasa T tanggal 07-08 Mei 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa T 07-08 Mei 2019

Berdasarkan gambar grafik nilai harmonik arus fasa T pada tanggal 07-08 mei 2019

dapat dikatakan nilai tertinggi yaitu 18.17% pada pukul 23.30 WIB. Sedangkan nilai terendah nilai harmonisa arus fasa T berkisar antara 1.719% pada pukul 17.30 WIB.

6). Harmonik Arus fasa T tanggal 08-09 Mei 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa T 08-09 Mei 2019

Pada grafik nilai harmonik arus fasa T tanggal 08-09 mei 2019 yang terlihat di gambar, nilai harmonik arus fasa T tertinggi 14.79% dan nilai terendah 1.719% pada pukul 17.30 WIB.

2. Perhitungan Harmonik Arus Fasa R

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0.4192 \times 40.90^2) + (0.4192 \times 2.48^2) + \\ & (0.4192 \times 1.55^2) + (0.4192 \times 0.64^2) \\ & + \\ & (0.4192 \times 0.57^2) + (0.4192 \times 0.51^2) \\ & + (0.4192 \times 0.60^2) + (0.4192 \times 0.36^2) \\ & + \\ & (0.4192 \times 0.40^2) + (0.4192 \times 0.18^2) \\ & + (0.4192 \times 0.21^2) + (0.4192 \times 0.24^2) \\ & + \\ & (0.4192 \times 0.17^2) + (0.4192 \times 0.18^2) \\ & + (0.4192 \times 0.078^2) + (0.4192 \times \\ & 0.066^2) + \\ & (0.4192 \times 0.046^2) + (0.4192 \times \\ & 0.037^2) + (0.4192 \times 0.026^2) + \\ & (0.4192 \times 0.012^2) + \end{aligned}$$

$$(0.4192 \times 0.029^2) + (0.4192 \times 0.023^2) + (0.4192 \times 0.014^2) + (0.4192 \times 0.017^2) + (0.4192 \times 0.016^2) = 706.418 \text{ Watt}$$

3. Perhitungan Harmonik Arus Fasa S

$$\begin{aligned} \Delta P_S &= 0.4192 \times I k_R^2 \\ &= (0.4192 \times 36.55^2) + (0.4192 \times 3.27^2) + (0.4192 \times 2.43^2) + (0.4192 \times 1.08^2) + (0.4192 \times 1.03^2) + (0.4192 \times 0.59^2) + (0.4192 \times 0.43^2) + (0.4192 \times 0.26^2) + (0.4192 \times 0.31^2) + (0.4192 \times 0.29^2) + (0.4192 \times 0.23^2) + (0.4192 \times 0.25^2) + (0.4192 \times 0.18^2) + (0.4192 \times 0.21^2) + (0.4192 \times 0.16^2) + (0.4192 \times 0.23^2) + (0.4192 \times 0.24^2) + (0.4192 \times 0.046^2) + (0.4192 \times 0.046^2) + (0.4192 \times 0.039^2) + (0.4192 \times 0.036) + (0.4192 \times 0.025^2) + (0.4192 \times 0.021^2) + (0.4192 \times 0.019^2) + (0.4192 \times 0.019^2) \\ &= 569.076 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4. Perhitungan Harmonik Arus Fasa T

$$\begin{aligned} \Delta P_T &= (0.4192 \times 41.80^2) + (0.4192 \times 2.36^2) + (0.4192 \times 1.59^2) + (0.4192 \times 0.64^2) + (0.4192 \times 0.63^2) + (0.4192 \times 0.37^2) + (0.4192 \times 0.36^2) + (0.4192 \times 0.35^2) + (0.4192 \times 0.20^2) + (0.4192 \times 0.15^2) + (0.4192 \times 0.17^2) + (0.4192 \times 0.18^2) + (0.4192 \times 0.080^2) + (0.4192 \times 0.069^2) + (0.4192 \times 0.062^2) + (0.4192 \times 0.063^2) + (0.4192 \times 0.032^2) + (0.4192 \times 0.048^2) + (0.4192 \times 0.047^2) + (0.4192 \times 0.035^2) + (0.4192 \times 0.028) + (0.4192 \times 0.027^2) + (0.4192 \times 0.021^2) + (0.4192 \times 0.019^2) + (0.4192 \times 0.020^2) \\ &= 737.287 \text{ Watt} \end{aligned}$$

5. Power Losses Fasa Netral

$$\begin{aligned} \Delta P_N &= (0.4192 \times 21.53^2) + (0.4192 \times 5.872^2) + (0.4192 \times 1.969^2) + (0.4192 \times 1.229^2) + (0.4192 \times 1.668^2) + (0.4192 \times 0.565^2) + (0.4192 \times 0.431^2) + (0.4192 \times 0.734^2) + (0.4192 \times 0.224^2) + (0.4192 \times 0.223^2) + (0.4192 \times 0.308^2) + (0.4192 \times 0.156^2) + (0.4192 \times 0.150^2) + (0.4192 \times 0.242^2) + (0.4192 \times 0.114^2) + (0.4192 \times 0.089^2) + (0.4192 \times 0.100^2) + (0.4192 \times 0.084^2) + (0.4192 \times 0.068^2) + (0.4192 \times 0.082^2) + (0.4192 \times 0.082^2) + (0.4192 \times 0.055^2) + (0.4192 \times 0.056^2) + (0.4192 \times 0.067^2) + (0.4192 \times 0.036^2) \\ &= 213.564 \text{ Watt} \end{aligned}$$

6. Perhitungan Total Perhitungan Power Losses

$$\Delta P \text{ Losses in Percent} = \frac{\Delta P \text{ losses}}{\Delta P \text{ Combine Active Consumed}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \Delta P \text{ losses} &= \Delta P_R + \Delta P_S + \Delta P_T + \Delta P_N \\ &= 706.418 + 569.076 + 737.287 + 213.564 \\ &= 2,226.345 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi} &= \frac{2,226.345}{232,345} \times 100\% \\ &= 0.00958 \times 100\% \\ &= 0.958\% \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah sebagai berikut:

1. Nilai Harmonik tertinggi fasa R 19.29% dan nilai harmonik terendah fasa R 1.146%.

2. Nilai Harmonik tertinggi fasa S 20.36% dan nilai harmonik terendah 1.795%.
3. Nilai Harmonik tertinggi fasa T 18.17% dan nilai terendah 1.719%.
4. Power Losses Gedung Unires Putra didapatkan hasil sebesar 2,226.345 watt dengan persentase 0.958% total pemakaian daya listrik Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

SARAN

1. Menaikan tegangan transmisi.
2. Memperbesar faktor daya.
3. Menambah filter aktif.
4. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menghitung filter aktif dan biaya pemakaian listrik di Gedung Unires Putra Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Martzloff, François, 1990. Monitoring Power Quality, Gaithersburg.*
- De La Rosa, C Fransisco. Hand Book *Harmonics and Power Systems.*
- Hadi Sugiarto, *Kajian harmonisa Arus dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negri Pontianak.*
- Iglesias et al, 2002. Power Quality In European Electricity Supply Networks”, 1st Edition, Euroelectric, Brussels.*
- Kai, M. Chan, 1996. Power Quality Reference Guide, Ontario. Sentosa, Julius.*
- Muhammad A.S Masoum dan Ewald F.Fuchs. 2008. *Power Quality in Power System and Electrical Machines.*

Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi dalam Jurnal Teknik Elektro Vol. 6 No. 1, Maret 2006.

Rizkani dan ciptomulyono (2012) *Audit Energi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya.*

Penulis:

Harto Wibowo

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan Bantul Yogyakarta 55185.

Email:

Hartowibwo@gmail.com