



QUALITY OF ELECTRIC POWER FOR ELECTRONIC DEVICES

KUALITAS DAYA LISTRIK TERHADAP PERANGKAT ELEKTRONIK

Anton Supriadi Wibowo¹ Rismen Sinambela²

^{1,2}Magister Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia

E-mail: dengan.anton@gmail.com¹, rismensinambela@gmail.com²

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Correspondent:

Anton Supriadi Wibiwo
dengan.anton@gmail.com

Key words:

Harmonics, THD (Total Harmonic Distortion), Power Quality.

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Page: 1171 - 1178

The quality of electrical power is currently crucial. As technology advances, the use of non-linear loads has increased, which can affect the quality of electrical power. Beyond the industrial sector, small and medium-sized enterprises (SMEs) are significant users of non-linear loads. This study analyzes the quality of electrical power and the calculation of harmonic values according to IEEE 519-1992 standards for electronic devices, namely Personal Computers (PCs) and printers, which have become essential devices in economic activities. The measurement results show the levels of voltage harmonics, current harmonics, THD_v, THD_i, and individual harmonics (%) for each order. Measurements of THD_v and THD_i on PCs were 2.6% and 56%, respectively, and on printers, THD_v and THD_i were 3.6% and 110%, respectively.

Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL**Koresponden**

Anton Supriadi Wibiwo
dengan.anton@gmail.com

Kata kunci:

harmonik, THD (Total Harmonic Distortion), kualitas daya listrik

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Hal: 1171 - 1178

ABSTRAK

Kualitas daya listrik saat ini sangat diperlukan, semakin berkembangnya teknologi penggunaan beban non linier juga semakin banyak sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas daya listrik. Selain dalam lingkup industri, Industri kecil dan menengah merupakan salah satu yang banyak menggunakan beban non linier. Dalam penelitian ini dilakukan analisis kualitas daya listrik dan analisis perhitungan nilai harmonik sesuai dengan standar IEEE 519-1992 terhadap perangkat elektronik yaitu Personal Komputer (PC) dan printer yang semakin hari menjadi perangkat utama dalam kegiatan ekonomi. Hasil pengukuran menunjukkan besar harmonik tegangan, arus, THDv, THDi, dan individual harmonic (%) dari setiap ordenya. Pengukuran THDv dan THDi pada mesin printer lebih besar yaitu 3,6% dan 109% dibandingkan dengan THDv dan THDi pada komputer yaitu sebesar 3,5% dan 56%.

Copyright © 2024 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat, hal ini terbukti melalui data Kementerian Sumber Daya Mineral (ESDM) yang menyatakan rasio elektrifikasi mencapai 99,78% di tahun 2023. Kurang 0,22 persen agar genap 100% untuk seluruh daerah di Indonesia mengkonsumsi energi listrik secara merata. Kualitas daya listrik merupakan hal penting untuk diperhatikan dalam dunia industri kecil dan menengah. Perkembangan teknologi yang saat ini meningkat juga diikuti bertambahnya penggunaan beban non linier yang mengakibatkan penurunan kualitas daya listrik sehingga berdampak terhadap biaya tagihan listrik meningkat dan usia peralatan elektronik menjadi lebih pendek.

Beban non linier adalah beban yang impedansinya berubah secara periodik. Akibat perubahan tersebut menyebabkan bentuk gelombang arus atau tegangan keluarannya berbeda dengan gelombang masukannya yang kita sebut dengan distorsi harmonik. Beban non linier dapat ditemukan pada peralatan elektronik, seperti *air conditioner*, komputer (PC), printer, lampu LED, motor induksi dan lainnya.

Distorsi harmonik yang tinggi dan faktor daya yang rendah menyebabkan bertambahnya beban pemakaian daya listrik sedangkan batasan THD (*Total Harmonic Distortion*) pada sistem kelistrikan menurut PT PLN dengan tegangan di bawah 66 kV adalah sebesar 3% untuk harmonik individu, dan 5% untuk distorsi harmonik total (THDv) sedangkan untuk standarisasi internasional IEEE 519-1992 regulasi distorsi harmonik pada sistem kelistrikan dengan tegangan dibawah 1 kV adalah sebesar 5% untuk harmonik individu, dan 8% untuk distorsi harmonik total (THDv).

Beban non linier pada industri atau kantor yang menggunakan peralatan elektronik seperti komputer dan printer merupakan jenis beban yang menghasilkan harmonik dan dapat mengganggu sistem distribusi listrik. Harmonik yang merambat ke jaringan instalasi, membuat kabel lebih mudah panas, dan dapat menyebabkan kerusakan perangkat elektronik tersebut bahkan kebakaran.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rugi-rugi daya hasil pengukuran dan perhitungan akibat pengaruh harmonik pada peralatan dengan beban non linier terhadap perangkat komputer dan mesin printer.

METODE PENELITIAN

Dalam sebuah penelitian ada beberapa metode yang akan dilaksanakan untuk mendukung jalannya penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Sumber Data

Data-data yang didapatkan dalam penelitian ini dilakukan secara observasi, dimana data bersumber dari pengukuran peralatan listrik pada perangkat komputer dan mesin printer

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih yaitu:

1. Penelitian dilakukan di kantor studio *design*.
2. Penelitian dilakukan untuk menganalisis rugi-rugi daya akibat pengaruh harmonik yang disebabkan oleh beban non linier pada komputer dan printer.
3. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* (Clamp On Power HiTester Hioki seri 3286-20).

Metode

Metode dalam penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data mengenai rugi-rugi daya akibat pengaruh harmonik terhadap beban non linier yang ada pada komputer dan printer.
2. Pengukuran rugi-rugi daya akibat pengaruh harmonik dilakukan dengan alat yang sesuai titik ukur.

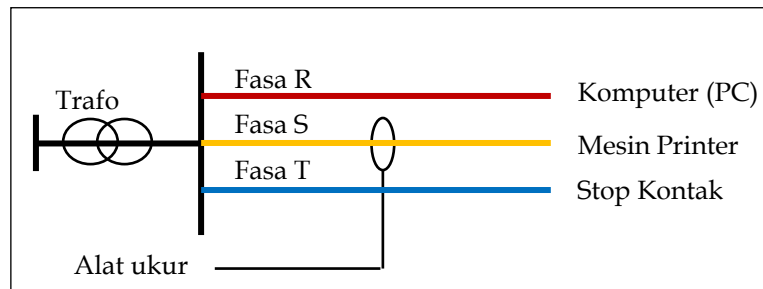
Pengukuran

Pengukuran harmonik pada peralatan elektronik dilakukan dengan:

1. Menyambungkan steker beban pada terminal listrik.
2. Menghubungkan kabel merah pada sambungan fasa dan kabel kuning dan hitam pada sambungan fasa.
3. Hasil pengukuran yang dihasilkan mencakup nilai kualitas daya listrik hasil dari beban non linier pada komputer dan printer.

Pengukuran penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Pengukuran arus, tegangan, frekuensi, daya nyata, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, IHD, VHD, THDi dan THDv pada komputer.
2. Pengukuran arus, tegangan, frekuensi, daya nyata, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, IHD, VHD, THDi dan THDv pada printer.



Gambar 1. Skema pengukuran kualitas daya listrik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran

Hasil penelitian kualitas daya listrik pada perangkat elektronik dengan kapasitas daya dilakukan dengan menggunakan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer (Clamp on Power Hi Tester)* Hioki seri 3286-20. Dilakukan pengukuran dengan cara menempatkan kawat fasa atau netral ditengah-tengah tang alat ukur dan untuk pengukuran data yang mencangkup kualitas daya listrik dilakukan dengan menjepitkan kabel berwarna hitam dan kuning ke saluran netral dan kabel merah ke saluran fasa. Hasil pengukuran pada beban non linier komputer yaitu:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Komputer

Pengukuran	Nilai
Arus	1.17 A
Tegangan	235.2 V
Frekuensi	50 HZ
Daya Aktif	23 Watt
Daya Reaktif	23 VAR
Daya Nyata	321 VA
THDi	49,7%
THDv	3,4%
Faktor Daya	0.71

Hasil pengukuran pada beban non linier printer yaitu:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Printer

Pengukuran	Nilai
Arus	0,09 A
Tegangan	220,2 V
Frekuensi	50 HZ
Daya Aktif	8 Watt
Daya Reaktif	18 VAR
Daya Nyata	15 VA
THDi	75%
THDv	3,4%
Faktor Daya	0.521

Analisis perhitungan distorsi harmonik pada komputer disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Distorsi Harmonik Pada Komputer

Orde Harmonik	IHD	VHD
1	0,12	234,2
2	0	0,7
3	0,05	3,8
4	0	0,3
5	0,03	6,4
6	0	0,1
7	0,03	1,7
8	0	0,1
9	0,01	1,9
10	0	1,9
11	0,01	0,6
12	0	0,1
13	0	0,2
14	0	0,7
15	0	0,7
16	0	0
17	0	0,1
18	0	0
19	0	0,3
20	0	0
%THD	56 %	3,6%

- Perhitungan nilai THD_v :

$$THD_v = \frac{\sqrt{v_2^2 + v_3^2 + v_4^2 \dots + v_{20}^2}}{v_1}$$

$$THD_v = \frac{\sqrt{0,7^2 + 3,8^2 + 0,3^2 + \dots + 0^2}}{234,2}$$

$$THD_v = 0,03511 \times 100\%$$

$$THD_v = 3,51 \%$$

- Perhitungan nilai THD_i :

$$THD_i = \frac{\sqrt{i_2^2 + i_3^2 + i_4^2 \dots + i_n^2}}{i_1}$$

$$THD_i = \frac{\sqrt{0^2 + 0,05^2 + 0^2 \dots + 0^2}}{0,12^2}$$

$$THD_i = 0,55902 \times 100\%$$

$$THD_i = 55,902\%$$

Hasil perhitungan tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran secara langsung, dengan faktor kesalahan perhitungan sebagai berikut:

$$THD_v: N = \frac{3,51}{3,6} \times 100 = 97,5\%$$

$$THD_i: N = \frac{55,902}{56} \times 100 = 99,852\%$$

Analisis perhitungan distorsi harmonik pada printer disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Ditorsi Harmonik Pada Printer

Orde Harmonik	IHD	VHD
1	0,07	219,3
2	0	0,4
3	0,04	5,7
4	0	0,2
5	0,03	4,4
6	0	0
7	0,03	1,6
8	0	0,2
9	0,04	2,2
10	0	0
11	0,01	0,8
12	0	0
13	0,01	0,6
14	0	0,1
15	0,01	0,6
16	0	0
17	0,02	0,3
18	0	0
19	0,01	0,8
20	0	0
%THD	110 %	3,6 %

- Perhitungan nilai THD_v :

$$\text{THD}_v = \frac{\sqrt{v_2^2 + v_3^2 + v_4^2 + \dots + v_{20}^2}}{v_1}$$

$$\text{THD}_v = \frac{\sqrt{0,4^2 + 5,7^2 + 0,2^2 + \dots + 0^2}}{219,3}$$

$$\text{THD}_v = 0,03579 \times 100\%$$

$$\text{THD}_v = 3,58 \%$$

- Perhitungan nilai THD_i:

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{i_2^2 + i_3^2 + i_4^2 + \dots + i_n^2}}{i_1}$$

$$\text{THD}_i = \frac{\sqrt{0^2 + 0,04^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{0,07^2}$$

$$\text{THD}_i = 1,08797 \times 100\%$$

$$\text{THD}_i = 108,8\%$$

Hasil perhitungan tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran secara langsung, dengan faktor kesalahan perhitungan sebagai berikut:

THD_v:

$$N = \frac{3,58}{3,6} \times 100 = 99,4\%$$

THD_i:

$$N = \frac{108,8}{110} \times 100 = 98,18\%$$

Standar

Standar untuk nilai harmonisa yang dikeluarkan oleh IEEE nomor 519 tahun 1992, untuk tegangan di bawah 69 kV, THD individu adalah 3% dan THD total adalah 5%. Untuk arus hubung singkat (Isc)/ arus beban (IL) <50, nilai THD individu di bawah urutan harmonisa 11 adalah 2%, nilai harmonisa antara urutan harmonisa 11 hingga 17 adalah 1%, dan THD yang diizinkan adalah 2,5 %.

Analisis

Analisis perhitungan faktor daya listrik yang digunakan pada komputer dan printer yaitu pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Faktor Daya

Beban	Daya Aktif (P)	Daya Nyata (s)	Power Faktor	THD _v
Komputer	23 Watt	321 VA	0.71	3,5%
Printer	8 Watt	15 VA	0.521	3,6%

Dari Tabel 5 diperoleh nilai rata-rata *power factor* dengan kapasitas daya 23 watt dan 8 watt adalah 0,71 dan 0,52 dimana hasil keduanya masih belum memenuhi standar 0.85. Sedangkan untuk nilai rata-rata % THD_v adalah 3,5% dan 3,6%. Hasil keduanya masih belum memenuhi standar yaitu 5%.

Nilai faktor daya yang rendah dan tingginya nilai persentase THD_i dan THD_v disebabkan karena penggunaan peralatan-peralatan elektronik menggunakan komponen non linier yang dapat meningkatkan nilai harmonisa. Untuk dapat meningkatkan nilai faktor daya dapat digunakan peralatan listrik yang memiliki faktor daya tinggi yaitu dilakukan dengan perancangan kapasitor atau filter untuk meningkatkan faktor daya dan mereduksi adanya harmonisa arus dan tegangan.

SIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dari perhitungan dan pengukuran kualitas daya listrik pada komputer dan printer di kantor studio design tersebut merupakan beban non linier yang menghasilkan harmonik. Pada beberapa beban yang telah diukur memiliki faktor daya rendah dan harmonik diatas batas standar 5%. Arus di beberapa peralatan elektronik bernilai rendah, sehingga kandungan THD mempengaruhi rugi daya.

Faktor daya yang rendah dan harmonik yang tidak sesuai standar mengakibatkan berkurangnya kinerja atau rusaknya peralatan elektronik yang dioperasikan. Selain itu juga akan mengakibatkan peningkatan biaya tagihan listrik PLN setiap bulannya. Maka dari itu perlu perancangan filter untuk memitigasi harmonik agar dapat meningkatnya kualitas daya listrik dan mereduksi harmonik.

DAFTAR PUSTAKA

- Carmanto, Anto. 2019. Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 KV di Industri Berbasis Simulasi Etap 12.6. 0, EPIC. *Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*, 2.2: 172-183.
- Diogo Salles, Chen Jiang, Wilsun Xu, Walimir Freitas dan Hooman Erfanian Mazin. 2012. *Assessing the collective Harmonic Impact of Modern Residential Loads – Part I: Methodology*. *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 27, No. 4.
- I. Mujawar, K. S. Dubas, S. V. Ittam, S. N. Navgire and I. I. Mujawar. 2015. *Power Quality Audit of NKOCE-a Case Study*. 2015 International Conference on Energy Systems and Applications, Pune, India, hal.97102.
- IEEE Standards Association. 519- 2014. *IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*. New York: IEEE Press; 2014.
- Islami, Jamhir. 2017. Analisis Pengaruh Peralatan Laboratorium Terhadap Kualitas Daya Pada Laboratorium Elektroteknika Dasar. *Jurnal ELKHA* Vol. 9, No 1, 23–27.
- Jose Baptista dan Antonio M. Moura, 2011. *A Computer Tool for Harmonic Distortion Prediction in Low Voltage Power System*. IEEE, 978-1-4673-0378-1/11
- Kumala, H. dan Setiarini, A. 2016. Kajian Harmonik Arus pada Gedung M. Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun, 1(1), pp. 13–18.
- Nessemon, K. D. and Popov, I. V. 2018. *The Analysis of Harmonics on LED Lamps*. doi: 10.1088/1757- 899X/384/1/012061.
- PT PLN (Persero)-Statistik Produksi Energi. 2019. Energi yang Diproduksi Pembangkit (GWh) per Provinsi. Statistik PLN 2019.
- Putra, R. R. 2018. *Thermovisi Dalam Melihat Hot Point Pada Gardu Induk 150*. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 15.
- Sandy Bhawana Mulia. 2017. Simulasi Gangguan Harmonik Pada Sistem Kelistrikan Pabrik Peleburan Baja, *ELEKTRA*, Vol.2, No.2, Juli 2017, Hal. 74 – 82 ISSN: 2503-022174
- Standar PT. PLN (Persero). 2012. SPLN D5.004-1: 2012 Tentang Power Quality. 563, 6, 6-7, 14, 16, 17.
- Testa, R. Langella. 2007. *Harmonic Pollution in Italian Distribution Networks in Coincidence with Important Sport Events*. IEEE, 1-4244-1298-6/07;