

ANALISIS KUALITAS DAYA LISTRIK AKIBAT PENGARUH HARMONIK PADA LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS TIDAR

Kifa Ulya' Zharifah¹, Sapto Nisworo², Deria Pravitasari³
Teknik Elektro, Universitas Tidar

Jl.Kapten Suparman No.39 Magelang 56116

[1kifaulyazharifah@gmail.com](mailto:kifaulyazharifah@gmail.com), [2saptonisworo@untidar.ac.id](mailto:saptonisworo@untidar.ac.id), [3deria.pravitasari@untidar.ac.id](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id)

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. Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar merupakan salah satu yang banyak menggunakan beban non linier. Dalam penelitian ini dilakukan analisis THD hasil pengukuran dan simulasi sesuai dengan standar IEEE 519-1992, analisis kualitas daya listrik akibat pengaruh harmonik dan analisis perbandingan pengukuran dan perhitungan nilai harmonik. Hasil pengukuran pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar menunjukkan besar kandungan harmonik tegangan, arus, THD_v, THD_i, dan individual harmonic (%) dari setiap ordenya. Pengukuran THD_v dan THD_i pada komputer dan CPU sebesar 2,6% dan 56%, THD_v dan THD_i pada mesin bor sebesar 3,81% dan 81%, THD_v dan THD_i pada printer sebesar 3,6% dan 110%.

Kata kunci: Harmonik, THD (*Total Harmonic Distortion*), kualitas daya listrik

ABSTRACT

The quality of electric power is currently very much needed, the more technological developments in the use of non-linear loads are also increasing so that it can affect the quality of electric power. The Electrical Engineering Laboratory of Tidar University is one that uses a lot of non-linear loads. In this study, THD analysis of measurement and simulation results was carried out according to IEEE 519-1992 standards, analysis of the quality of electric power due to the influence of harmonics and comparative analysis of measurement and calculation of harmonic values. The results of measurements at the Electrical Engineering Laboratory of Tidar University show the harmonic content of the voltage, current, THD_v, THD_i, and individual harmonics (%) of each order. THD_v and THD_i measurements on computers and CPUs were 2.6% and 56%, THD_v and THD_i on drilling machines were 3.81% and 81%, THD_v and THD_i on printers were 3.6% and 110%.

Keyword: Harmonics, THD (*Total Harmonic Distortion*), power quality

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik meningkat seiring dengan perkembangan teknologi. Hal ini terbukti dengan kenaikan jumlah pelanggan energi listrik yang mengalami kenaikan sekitar 5,27%. Daya yang tersambung pada pelanggan di tahun 2019 mencapai 138.076,53 MVA dari tahun 2018 sebesar 130.280,55 MVA [1]. Energi listrik yang berkualitas baik diperoleh dengan cara pemeliharaan rutin pada peralatan elektronik agar menjaga kondisi peralatan tetap baik,

andal dan mencegah gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem [8]. Perkembangan teknologi yang saat ini meningkat juga diikuti bertambahnya penggunaan beban non linier [2].

Beban non linier adalah beban yang impedansinya berubah secara periodik. Akibat perubahan tersebut menyebabkan bentuk gelombang arus atau tegangan keluarannya berbeda dengan gelombang masukannya (distorsi gelombang) [3]. Beban non linier dapat ditemukan pada peralatan elektronik, yaitu *air conditioner*, komputer,

motor induksi dan lainnya. Distorsi gelombang (gelombang non sinusoidal) disebabkan karena proses antara gelombang sinus dengan gelombang lain yang mempunyai frekuensi kelipatan integer dari komponen fundamentalnya. Proses ini disebut harmonik [4]. 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) [9]. Standarisasi internasional IEEE 519-1992 mengelompokkan harmonik pada tegangan rendah yaitu regulasi distorsi harmonik pada sistem kelistrikan dengan tegangan dibawah 1 kV adalah sebesar 5% untuk harmonik individu, dan 8% untuk distorsi harmonik total (THDv) [5].

Beban non linier pada peralatan elektronik di laboratorium merupakan jenis beban yang menghasilkan harmonik dan dapat mengganggu sistem distribusi listrik[6]. Harmonik yang merambat ke jaringan instalasi, membuat kabel lebih mudah panas, kemampuan mesin/motor listrik menurun, dan dapat menyebabkan kebakaran [7]. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rugi-rugi daya hasil pengukuran dan perhitungan akibat pengaruh harmonik pada peralatan dengan beban non linier pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar.

METODE

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

A. Sumber Data

Data-data yang didapatkan dalam penelitian ini dilakukan secara observasi, dimana data bersumber dari pengukuran peralatan listrik pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar.

B. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih yaitu:

- 1) Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar
- 2) Penelitian dilakukan untuk menganalisis rugi-rugi daya akibat pengaruh harmonik yang disebabkan oleh beban non linier

pada komputer, CPU, mesin bor dan printer.

- 3) Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* (Clamp On Power HiTester Hioki seri 3286-20).

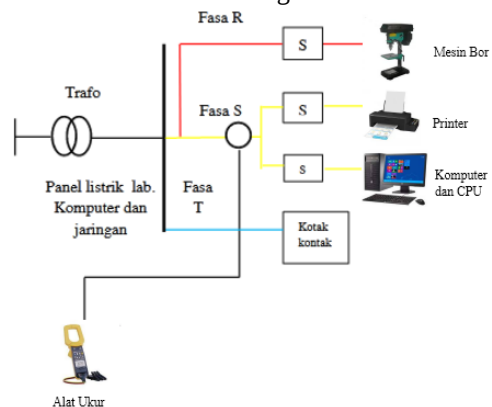
C. Metode

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, CPU, mesin bor dan printer.
- 2) Pengukuran rugi-rugi daya akibat pengaruh harmonik dilakukan dengan alat yang sesuai titik ukur.

D. Pengukuran

Pengukuran harmonik pada peralatan elektronik dilakukan dengan:



Gambar 1. Skema pengukuran kualitas daya listrik

- 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, CPU, mesin bor 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 dan CPU.
- 2) Pengukuran arus, tegangan, frekuensi, daya nyata, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, IHD, VHD, THDi dan THDv pada mesin bor.
- 3) Pengukuran arus, tegangan, frekuensi, daya nyata, daya aktif, daya reaktif, faktor daya, IHD, VHD, THDi dan THDv pada printer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran pada beban non linier komputer dan CPU yaitu:

Tabel 1. Hasil pengukuran komputer dan CPU

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 mesin bor yaitu:

Tabel 2. Hasil pengukuran mesin bor

Pengukuran	Nilai
Arus	0,55 A
Tegangan	237,2 V
Frekuensi	50 HZ
Daya Aktif	60 Watt
Daya Reaktif	124 VAR
Daya Nyata	127 VA
THDi	62,70%
THDv	3,80%
Faktor Daya	0.449

Hasil pengukuran pada beban non linier printer yaitu:

Tabel 3. 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

B. Analisis

Analisis perhitungan faktor daya komputer yang ada Tabel 4:

Tabel 4. Perhitungan faktor daya

Beban	Daya Aktif (P)	Daya Nyata (s)	Power Faktor	Standar
Komputer dan CPU	23 Watt	321 VA	0.71	0.85
Mesin Bor	60 Watt	127 VA	0.449	0.85
Printer	8 Watt	15 VA	0.521	0.85

Analisis perhitungan distorsi harmonik pada komputer dan CPU disajikan pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Distorsi harmonik pada komputer dan CPU

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 ditorsi harmonik pada mesin bor disajikan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Ditorsi harmonik pada mesin bor

Orde Harmonik	IHD	VHD
1	0,39	237,1
2	0	0,9
3	0,27	3,2
4	0	0,3
5	0,14	7,9
6	0	0,1
7	0,04	2,1
8	0	0
9	0,02	2,2
10	0	0
11	0,02	0,8
12	0	0
13	0,02	0,4
14	0	0,1
15	0,01	0,8
16	0	0
17	0,01	0,3
18	0	0
19	0	0,3
20	0	0
%THD	81 %	3,81 %

Perhitungan nilai THD_v:

$$THD_v = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_{20}^2}}{V_1}$$

$$THD_v = \frac{\sqrt{0,9^2 + 3,2^2 + 0,3^2 + \dots + 0^2}}{237,1}$$

$$THD_v = 0,03876 \times 100\%$$

$$THD_v = 3,8 \%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0^2 + 0,27^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{0,12^2}$$

$$THD_i = 0,79239 \times 100\%$$

$$THD_i = 79,239\%$$

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

THD_v:

$$N = \frac{3,8}{3,81} \times 100 = 99,7\%$$

THD_i:

$$N = \frac{79,239}{81} \times 100 = 97,82\%$$

Analisis perhitungan ditorsi harmonik pada printer disajikan pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. 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:

$$THD_v = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_{20}^2}}{V_1}$$

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

$$THD_v = 0,03579 \times 100\%$$

$$THD_v = 3,58 \%$$

Perhitungan nilai THD_i:

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

$$THD_I = \frac{\sqrt{0^2 + 0,04^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{0,07^2}$$

$$THD_I = 1,08797 \times 100\%$$

$$THD_I = 108,8\%$$

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

$$THD_v:$$

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

$$THD_i:$$

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

SIMPULAN

Berdasarkan dapat disimpulkan bahwa hasil yang diperoleh dari perhitungan dan pengukuran kualitas daya listrik pada komputer, CPU, mesin bor dan printer di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Tidar 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. Hasil pengukuran didapatkan printer memiliki kandungan THDi paling besar diantara kedua alat yang lain, dan melewati batas standar yang ditentukan, yaitu sebesar 110%. Pada mesin bor memiliki kandungan THDv paling besar diantara kedua alat yang lain, dan melewati batas standar yang ditentukan, yaitu sebesar 3,81 %. 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

- [1] PT PLN (Persero) - Statistik Produksi Energi. (2019). Energi yang Diproduksi

Pembangkit (GWh) per Provinsi. Statistik PLN 2019.

- [2] Nessemon, K. D. and Popov, I. V, 2018, The Analysis of Harmonics on LED Lamps. doi: 10.1088/1757-899X/384/1/012061.
- [3] R NUGROHO, M. A. B., WINDARKO, N. A., & SUMANTRI, B. (2019). Perancangan Kendali Multilevel Inverter Satu Fasa Tiga Tingkat dengan PI+feedforward pada Beban Non Linier. ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 7(3), 493. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v7i3.493>.
- [4] 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
- [5] IEEE Standards Association. 519-2014. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. New York: IEEE Press; 2014.
- [6] Islami, Jamhir (2017). Analisis Pengaruh Peralatan Laboratorium Terhadap Kualitas Daya Pada Laboratorium Elektroteknika Dasar. Jurnal ELKHA Vol. 9, No 1, 23–27.
- [7] Kumala, H. and Setiawati, A., 2016, Kajian Harmonik Arus pada Gedung M . Nuh Lantai 3 Politeknik Negeri Madiun, 1(1), pp. 13–18.
- [8] Putra, R. R. (2018). Thermovisi Dalam Melihat Hot Point Pada Gardu Induk 150. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 15.
- [9] Standar PT. PLN (Persero). (2012). SPLN D5.004-1: 2012 Tentang Power Quality. 563, 6, 6–7, 14, 16, 17.