

## AUDIT HARMONISA DAN FAKTOR DAYA LISTRIK PADA KONSUMEN LISTRIK RUMAH TINGGAL

Yazid Ikhwani<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Agung Trihasto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Tidar<sup>1,2,3</sup>

yazidikhwani@gmail.com<sup>1</sup>, saptomisworo@untidar.ac.id<sup>2</sup>, agungtrihasto@untidar.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Berkembangnya teknologi dalam bidang elektronika telah mengakibatkan semakin banyaknya penggunaan peralatan berbasis komponen elektronik. Peralatan-peralatan elektronik menggunakan komponen non linier yang mengakibatkan harmonisa, yaitu rusaknya bentuk gelombang tegangan dan arus pada sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas daya pada beban rumah tinggal akibat beban non linier peralatan elektronik. Dilakukan pengukuran secara acak di beberapa rumah tinggal dengan menggunakan beban rumah tinggal sehari-hari. Hasil yang diperoleh dari faktor daya pada beban konsumen rumah tangga daya 450VA dan 900VA berkisar antara 0.59 sampai 0.92. Sebagian besar masih belum memenuhi standar 0.85 SPLN 70-1:1985. Ini menunjukkan bahwa peralatan rumah tangga yang dioperasikan memiliki faktor daya yang rendah. Kemudian untuk persentase THD pada peralatan rumah tinggal berkisar antara 18.3% sampai 53.7%. Nilainya mencapai 4 hingga 10 kali lipat dari standar IEEE 519-1992. Ini menunjukkan bahwa peralatan rumah tangga yang dioperasikan menghasilkan harmonisa. Dengan demikian, faktor daya dan arus harmonisa pada rumah tinggal layak untuk menjadi perhatian.

**Kata kunci:** kualitas daya listrik, harmonisa, faktor daya, rumah tinggal

### ABSTRACT

*The development of technology in the field of electronics has resulted in the increasing use of electronic component-based equipment. Electronic equipment uses non-linear components that result in harmonics, namely the damage to voltage and current waveforms in the electric power system. This study aims to determine the power quality of residential loads due to non-linear loads of electronic equipment. Random measurements were taken in several houses using daily housing loads. The results obtained from the power factor for household consumer loads of power 450VA and 900VA ranged from 0.59 to 0.92. Most of them still do not meet the standards of 0.85 SPLN 70-1: 1985. This indicates that the household appliances being operated have a low power factor. Then the percentage of THD on residential appliances ranges from 18.3% to 53.7%. The value is 4 to 10 times that of the IEEE 519-1992 standard. This shows that the household appliances that are being operated produce harmonics. Thus, the power factor and harmonic currents in the residence deserve attention.*

*Key words: quality of electric power, harmonics, power factor, house*

### PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi dalam bidang elektronika telah mengakibatkan semakin banyaknya penggunaan peralatan berbasis komponen elektronik [1]. Peralatan-peralatan elektronik menggunakan komponen non linier yang mengakibatkan harmonisa, yaitu rusaknya bentuk gelombang tegangan dan arus pada sistem tenaga listrik [2]. Saat ini kualitas daya menjadi topik menarik karena adanya

kenaikan biaya produksi energi, pengeluaran konsumen, serta perubahan karakteristik beban listrik. Meningkatnya penggunaan konverter daya elektronik dalam jaringan kelistrikan konsumen rumah tangga, mengakibatkan bentuk cacat gelombang arus dan tegangan sistem tenaga listrik [3]. Pada umumnya beban daya listrik pada peralatan rumah tangga antara lain, lampu fluorescent, lampu CFL, lampu LED, lemari es, setrika, perlengkapan audio, mesin cuci dan televisi. Penggunaan peralatan-peralatan elektronik

pada rumah tangga berakibat penurunan kualitas daya listrik [4]. Penggunaan lampu CFL dapat menyebabkan peningkatan distorsi harmonik total tegangan sekitar 10% per tahun selama beberapa tahun ke depan [5]. Lampu ini berkontribusi pada peningkatan harmonik pada sistem distribusi. Dalam beberapa kasus, distorsi tambahan dapat memicu tingkat harmonik yang sudah tinggi berada di atas batas yang disarankan. Efek lain yang diperparah dengan adanya kompensasi daya reaktif berupa kapasitor bank untuk koreksi faktor daya [6]. Sebagian besar komponen elektronik berbasis peralatan rumah tangga telah menghasilkan arus komponen harmonik yang diinjeksikan ke dalam jaringan. Arus harmonik mengalir ke jaringan dan mendistorsi bentuk gelombang tegangan dan arus, menjauh dari sinyal sinusoidal yang tepat. Batasan cacat harmonik secara internasional mengacu pada standar komisi elektronik internasional IEC 6100-3-2 dan IEE 519-1992 [7]. Penurunan faktor daya timbul dari banyaknya beban induktif yang digunakan. Bertambahnya beban yang bersifat induktif membutuhkan daya reaktif yang sangat besar sehingga PLN mensuplai daya menjadi lebih besar. Berdasarkan SPLN 70-1:1985, bahwa nilai faktor daya lebih besar sama dengan 85% atau 0,85 [8]. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi kualitas daya pada sistem tenaga listrik, namun masih belum banyak membahas kualitas daya pada beban rumah tangga. Penelitian ini memaparkan harmonisa dan faktor daya pada beban rumah tangga karena banyaknya penggunaan peralatan elektronik, sehingga hal ini layak diteliti lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur factor daya dan harmonisa pada beban rumah tangga. Kemudian membandingkan factor daya dan harmonisa pada masing-masing rumah tangga dengan variasi daya 450 VA dan 900 VA. Sehingga, dapat ditemukan hasil penyebab dari buruknya kualitas daya listrik dan meningkatkan kinerja peralatan dari kerusakan dan efisiensi biaya tagihan listrik.

## METODE

Metode penelitian meliputi lokasi penelitian, alat penelitian yang digunakan, metode pengumpulan data dan analisis hasil pengukuran.

### A. Lokasi Penelitian

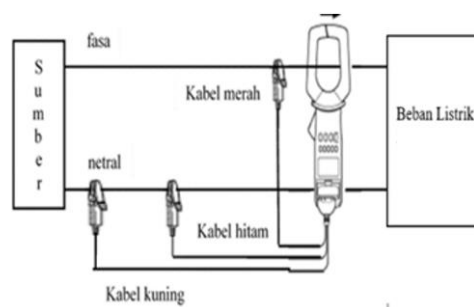
Lokasi penelitian kualitas daya yang dilakukan terhadap konsumen energi listrik berasal dari PT. PLN (Persero) rayon Magelang dengan kapasitas daya terpasang 450 VA dan 900 VA dipilih secara acak.

### B. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan sebagai berikut:

- 1) Penelitian dilakukan pada beban rumah tinggal dengan kapasitas daya terpasang 450VA dan 900VA yang masing-masing berjumlah 5 konsumen rumah tinggal.
- 2) Pengumpulan data terkait dengan beban daya listrik peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
- 3) Semua peralatan dioperasikan seperti biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
- 4) Pengukuran kualitas daya dilakukan dengan alat yang sesuai, dengan titik ukur setelah kWh meter.

Pada penelitian ini pengukuran kualitas daya listrik dilakukan dengan cara melepaskan box sekering pada instalasi rumah tinggal untuk diukur dan menyesuaikan sambungan untuk instalasi alat ukur. Selanjutnya dilakukan pembebanan instalasi sesuai dengan pembebanan harian biasa. Hasil dari pengukuran ini adalah daya yang digunakan, arus, tegangan, faktor daya dan harmonisa arus dan tegangan.



Gambar 1 Skema pengukuran kualitas daya listrik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil pengukuran

Hasil penelitian kualitas daya listrik pada konsumen rumah tinggal dengan kapasitas daya terpasang 450VA dan 900VA diperoleh.

Penelitian 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 sampel penelitian pada konsumen rumah tinggal dengan kapasitas daya terpasang 450 VA dengan beban berupa TV, receiver, radio, kulkas, rice cooker dan 8 unit lampu. ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pengukuran pada konsumen listrik rumah tinggal 450 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	0.75 A
Tegangan	209 V
Daya aktif	142 Watt
Daya reaktif	194 VAR
Daya nyata	157 VA
THD <sub>I</sub>	47.9 %
THD <sub>V</sub>	4.8 %
Faktor daya	0.875

Analisis perhitungan ditorsi harmonik pada konsumen dengan kapasitas daya terpasang 450 VA disajikan Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Ditorsi harmonik pada konsumen dengan kapasitas daya terpasang 450 VA

Orde harmonik	IHD	VHD
1	0.94	207.7
2	0.00	0.6
3	0.40	9.0
4	0.00	0.3
5	0.19	3.5
6	0.00	0.0
7	0.03	1.2
8	0.00	0.1
9	0.04	1.7
10	0.00	0.0
11	0.04	0.2
12	0.00	0.0
13	0.04	0.4
14	0.00	0.0
15	0.03	0.2
16	0.00	0.0
17	0.00	0.2
18	0.01	0.0
19	0.00	0.0
20	0.00	0.0
ITHD	47.9 %	4.8%

Perhitungan nilai THD<sub>V</sub>:

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

$$THD_V = \frac{\sqrt{0.6^2 + 9.0^2 + 0.3^2 + \dots + 0.0^2}}{207.7}$$

$$THD_V = 0.048 \times 100\%$$

$$THD_V = 4.8 \%$$

Perhitungan nilai THD<sub>I</sub>:

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

$$THD_I = \frac{\sqrt{0^2 + 0.4^2 + 0^2 + \dots + 0^2}}{0.94^2}$$

$$THD_I = 0.479 \times 100\%$$

$$THD_I = 47.9\%$$

Hasil sampel penelitian konsumen rumah tangga dengan kapasitas daya terpasang 900 VA dengan beban berupa TV, receiver, radio, kulkas, rice cooker dan 8 buah lampu. ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Pengukuran pada konsumen listrik rumah tinggal 900 VA

Pengukuran	Nilai
Arus	2.34 A
Tegangan	219.7 V
Daya aktif	266 Watt
Daya reaktif	476 VAR
Daya nyata	514 VA
THD <sub>I</sub>	19.7 %
THD <sub>V</sub>	9.2%
Faktor daya	0.72

Analisis perhitungan ditorsi harmonik pada konsumen dengan kapasitas daya terpasang 900 VA disajikan Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Ditorsi harmonik pada konsumen dengan kapasitas daya terpasang 900 VA

Orde harmonik	IHD	VHD
1	2.19	218.9
2	0.01	0.9
3	0.56	18.3
4	0.00	0.6
5	0.15	6.4
6	0.00	0.15
7	0.10	3.1
8	0.00	0.15
9	0.04	3.4
10	0.00	0.25
11	0.03	2.4
12	0.00	0.3
13	0.04	0.9
14	0.00	0.8
15	0.03	1.25
16	0.00	0.1
17	0.01	0.85
18	0.00	0.1
19	0.02	0.85
20	0.00	0.15
ITHD	19.7 %	9.2%

Perhitungan nilai THD<sub>v</sub>:

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

$$THD_v = \frac{\sqrt{0.9^2 + 18.3^2 + 0.6^2 + \dots + 0.15^2}}{218.9}$$

$$THD_v = 0.092 \times 100\%$$

$$THD_v = 9.2 \%$$

Perhitungan nilai THD<sub>i</sub>:

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

$$THD_i = \frac{\sqrt{0.1^2 + 0.56^2 + 0.2^2 + \dots + 0^2}}{0.79^2}$$

$$THD_i = 0.197 \times 100\%$$

$$THD_i = 19.7\%$$

#### B. Standar

Standar untuk nilai cacat harmonisa 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 %.

#### C. Analisis

Analisis perhitungan faktor daya listrik yang digunakan pada konsumen 450 VA dan 900 VA pada Tabel 5:

Tabel 5 rekapitulasi faktor daya dan harmonisa

Kapasitas Daya terpasang	Faktor Daya	THDi	THDv
450 VA	0.835	40.74%	5.4%
900 VA	0.712	39.16%	7.72%

Dari Tabel 1 diperoleh nilai rata-rata faktor daya dengan kapasitas daya 450 VA dan 900 VA adalah 0.835 dan 0.712. Hasil keduanya masih belum memenuhi standar 0.85 dengan selisih 14.7%. Untuk nilai rata-rata% THDi dengan kapasitas daya 450 VA dan 900 VA adalah 40.74% dan 39.16%. Hasil keduanya masih belum memenuhi standar, dengan selisih 1.58%. Untuk nilai rata-rata% THDv dengan kapasitas daya 450 VA dan 900 VA adalah 5.4% dan 7.72%. Hasil keduanya masih belum memenuhi standar, dengan selisih 2.32%.

Nilai faktor daya yang rendah dan tingginya nilai persentase THDi dan THDv disebabkan karena penggunaan Peralatan-peralatan elektronik menggunakan komponen non linier. Penggunaan lampu CFL pada system penerangan dapat meningkatkan nilai harmonisa. Untuk dapat meningkatkan nilai faktor daya dapat digunakan peralatan listrik yang memiliki faktor daya tinggi. Dapat dilakukan perancangan kapasitor atau filter untuk meningkatkan faktor daya dan mereduksi adanya harmonisa arus dan tegangan.

#### KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari faktor daya pada beban konsumen rumah tinggal daya 450VA dan 900VA berkisar antara 0.59 sampai 0.92. Sebagian besar masih belum memenuhi standar 0.85 SPLN 70-1:1985. Ini menunjukkan bahwa peralatan rumah tangga yang dioperasikan memiliki factor daya yang rendah. Kemudian untuk persentase beban distorsi harmonisa total pada peralatan rumah tinggal berkisar antara 18.3% sampai 53.7%. Nilainya mencapai 4 hingga 10 kali lipat dari standar IEEE 519-1992. Ini menunjukkan bahwa peralatan rumah tangga yang dioperasikan menghasilkan harmonisa.

Tidak terdapat perbedaan yang besar dari faktor daya dan harmonisa pada beban konsumen rumah tinggal daya 450VA dan

900VA. Terdapat selisih 14.7% untuk faktor daya, selisih 1.58% untuk THDi dan selisih 2.32% untuk THDv.

India, hal. 97102,  
doi:10.1109/ICESA.2015.7503320.

Besarnya nilai factor daya dan nilai% THD dapat disimpulkan karena jenis beban yang digunakan pada peralatan rumah tangga. Dengan mengacu pada SPLN 70-1:1985 untuk factor daya dan IEEE Nomor 519 tahun 1992 untuk harmonisa, maka faktor daya dan arus harmonisa pada rumah tinggal layak untuk menjadi perhatian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Testa, R. Langella, 2007, Harmonic Pollution in Italian Distribution Networks in Coincidence with Important Sport Events, *IEEE*, 1-4244-1298-6/07;
- [2] Diogo Salles, Chen Jiang, Wilsun Xu, Waldir 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
- [3] Jose Baptista dan Antonio M. Moura, 2011, A coputer tool for harmonis distortion prediction in low voltage power system, *IEEE*, 978-1-4673-0378-1/11
- [4] Scarpino, P. A and Grasso, F. 2017, "Analisis of complex hospital electrical systems," *2017 AEIT International Annual Conference*, Cagliari, Italy, hal. 1-4, doi: 10.23919/AEIT.2017.8240571.
- [5] Bhagavathy., P, R. Latha and S. Elango, 2018, A Case Study on the Impact of Power Quality Analysis in Textile Industry, *IEEE 13th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*, Rupnagar, India, hal. 453-456, doi: 10.1109/ICIINFS.2018.8721407
- [6] H. Sharma, W. G. Sunderman dan A Gaikwad, 2011, Harmonic Impact of Widespread Use of CFL Lamps on Distribution Systems, *IEEE 978-1-4577-1002-5/11*
- [7] Carmanto, Anto. 2019, Analisis Peningkatan Kinerja Kualitas Daya Listrik Tegangan 20 Kv Di Industri Berbasiskan Simulasi Etap 12.6. 0, *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control) 2.2*: 172-183.
- [8] I. Mujawar, K. S. Dubas, S. V. Ittam, S. N. Navgire and I. I. Mujawar, 2015, "Power quality audit of NKOCET-a case study," *2015 International Conference on Energy Systems and Applications*, Pune,