

**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

**2019**

**ANALISIS TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK DI GEDUNG UNIRES PUTRI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Analysis of The Quality of Electrical Power in The Women's Unires Building at The Muhammadiyah University of Yogyakarta

WARSITO

**ABSTRACT**

Electricity quality problems are getting more attention lately, where in modern times 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 building frequency, it can facilitate the improvement of the electrical system in the building.

With this the author conducts research with the title "Analysis of The Quality of Electrical Power in The Women's Unires Building at The Muhammadiyah University of Yogyakarta" using the Power Analyzer Metrel 2892-B. The results of this study indicate that the measurement of THD with the highest value for the R phase 286,240 watts, THD for the S phase 238,805 watts, THD phase T 281,742 watts, THD phase N 151,078 and the Power Shortage of 957,864 watts due to capacity measurement imbalances. Based on the results of the study of the quality of electric power in the Yogyakarta Uniersitas Muhammadiyah University Unires Building are some aspects that are not in accordance with IEEE 192.1992 standards.

Keywords: Efficiency, Electric power quality, Harmonics.

**PENDAHULUAN**

Dalam arti umum analisis kualitas daya listrik adalah langkah – langkah yang bertujuan untuk mengidentifikasi nilai perubahan bentuk arus, tegangan dan frekuensi dalam suatu bangunan. Kualitas daya listrik berkontribusi besar dalam peningkatan efisiensi dan penghematan

listrik pada bangunan tersebut, selain itu juga berfungsi untuk menimalisir kegagalan peralatan – peralatan listrik. pada objek yang diteliti. Beberapa penyebab turunnya suatu kualitas daya listrik dalam suatu bangunan yaitu cacat pada komponen sinusoidal dari gelombang periodik, ketidakseimbangan

beban antar fasa dan besarnya arus pada fasa netral. Meningkatnya arus pada fasa netral atau bisa disebut rugi-rugi daya yang hilang yang menyebabkan kerugian biaya listrik. Penelitian analisis ini dilakukan pada panel *Sub Distribution Panel* (SDP) di Unires Puteri 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 Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Menganalisis hasil pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Power Losses sesuai dengan standar IEEE 192.1992 di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Mengetahui harmonik di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

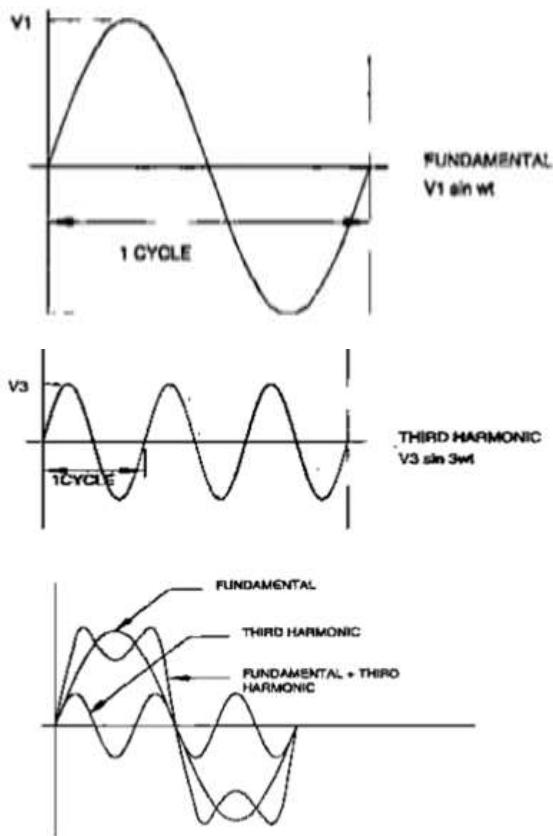
#### Landasan Teori

##### 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 kecenderungan 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 dfinisikan 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

$M1$  = 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:

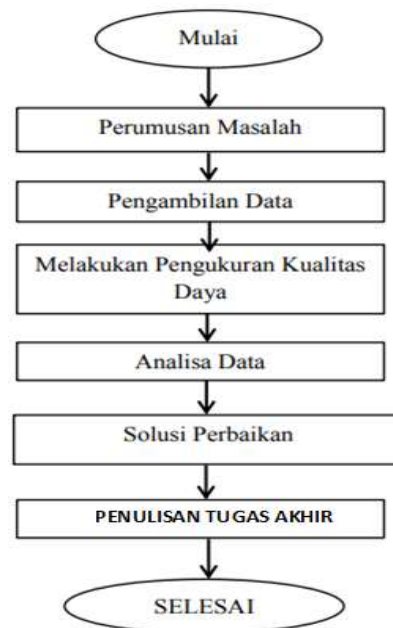
$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0.524 \times I k_R^2$$

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

#### METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan peneltian dimaulai pada tanggal 28 Juni 2019 dengan diskusi topik pada dosen pembimbing, hingga dilakukannya pengambilan data pada jam 15.00 WIB sampai jam 15.00 WIB tanggal 29 Juni 2019 dalam kurun waktu 24jam dengan jeda waktu 15menit. Tempat penelitian berlangsung di Gedung Unires Putri 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

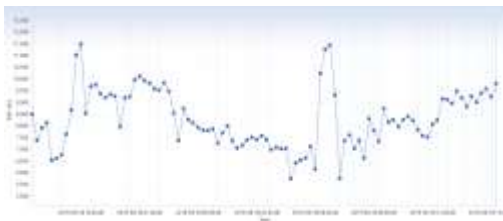
### 6). Obeng

## HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

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

### 1. Harmonik Arus

#### 1). Harmonik Arus Fasa R Tanggal 28-29 Juni 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa R 28-29 Juni 2019

Dilihat dari grafik nilai harmonik arus fasa R pada tanggal 28-29 Juni 2019 pada gambar, nilai harmonisa arus fasa R tertinggi 11,434% dipukul 18.00 WIB. Nilai harmonik arus fasa R tanggal 28-29 Juni 2019 terendah berkisar antara 6,38% pada pukul 14.45 WIB.

#### 2). Harmonik Arus Fasa S tanggal 28-29 Juni 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonisa Arus Fasa S 28-29 Juni 2019

Berdasarkan gambar grafik nilai harmonik arus fasa S pada tanggal 28-29 Juni 2019 dapat dikatakan nilai tertinggi yaitu 26,29% pada pukul 06:15 WIB, sedangkan nilai terendah 8,29% pada pukul 07.15 WIB.

#### 3). Harmonik Arus Fasa T tanggal 28-29 Juni 2019.

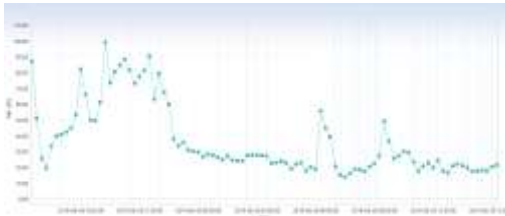


Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa T 28-29 Juni 2019

Berdasarkan gambar grafik nilai harmonik arus fasa T pada tanggal 28-29 Juni 2019 dapat dikatakan nilai tertinggi yaitu 54,13% pada pukul 11.30 WIB. Sedangkan nilai terendah nilai harmonisa arus fasa T

berkisar antara 10.12% pada pukul 09.15WIB.

4). Harmonik Arus fasa N tanggal 28-29 Juni 2019.



Gambar Grafik Nilai Harmonik Arus Fasa N 28-29 Juni 2019

Pada grafik nilai harmonik arus fasa N tanggal 28-29 Juni 2019 yang terlihat di gambar, nilai harmonik arus fasa N tertinggi 99.48% Pada pukul 19:15 WIB dan nilai terendah 19.17% pada pukul 16.15 WIB.

## 2. Perhitungan Harmonik Arus Fasa R

Dengan asumsi kabel panjang 450 meter berarti  $0,524 \times 450 : 1000 = 0,2358$

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0,2358 \times I k_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0.2358 \times 34.71^2) + (0.2358 \times 1.927^2) + (0.2358 \times 2.157^2) + (0.2358 \times 0.873^2) \\ & (0.2358 \times 0.492^2) + (0.2358 \times 0.396^2) + (0.2358 \times 0.398^2) + (0.2358 \times 0.594^2) \\ & (0.2358 \times 0.701^2) + (0.2358 \times 0.834^2) + (0.2358 \times 0.874^2) + (0.2358 \times 0.687^2) \\ & (0.2358 \times 0.548^2) + (0.2358 \times 0.394^2) + (0.2358 \times 0.387^2) + (0.2358 \times 0.251^2) \\ & (0.2358 \times 0.168^2) + (0.2358 \times 0.118^2) + (0.2358 \times 0.020^2) + (0.2358 \times 0.017^2) \\ & (0.2358 \times 0.106^2) + (0.2358 \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 0.018^2) + (0.2358 \times 0.014^2) + (0.2358 \times 0.013^2) + (0.2358 \times 0.025^2) = 286,240 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

## 3. Perhitungan Harmonik Arus Fasa S

$$\Delta P_S = \sum_{k=1}^{25} 0,2358 \times I k_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_S = & (0.2358 \times 31.67^2) + (0.2358 \times 2.199^2) + (0.2358 \times 2.013^2) + (0.2358 \times 0.932^2) \\ & (0.2358 \times 0.575^2) + (0.2358 \times 0.589^2) + (0.2358 \times 0.435^2) + (0.2358 \times 0.464^2) \\ & (0.2358 \times 0.726^2) + (0.2358 \times 0.798^2) + (0.2358 \times 0.721^2) + (0.2358 \times 0.600^2) \\ & (0.2358 \times 0.400^2) + (0.2358 \times 0.365^2) + (0.2358 \times 0.256^2) + (0.2358 \times 0.219^2) \\ & (0.2358 \times 0.232^2) + (0.2358 \times 0.311^2) + (0.2358 \times 0.327^2) + (0.2358 \times 0.221^2) \\ & (0.2358 \times 0.293^2) + (0.2358 \times 0.091^2) + (0.2358 \times 0.069^2) + (0.2358 \times 0.04^2) \\ & (0.2358 \times 0.02^2) = 238,805 \text{ Watt} \end{aligned}$$

## 4. Perhitungan Harmonik Arus Fasa T

$$\Delta P_T = \sum_{k=1}^{25} 0,2358 \times I k_R^2$$

$$\begin{aligned} \Delta P_T = & (0.2358 \times 34.31^2) + (0.2358 \times 3.056^2) + (0.2358 \times 2.463^2) + (0.2358 \times 1,502^2) \\ & (0.2358 \times 0.846^2) + (0.2358 \times 0.496^2) + (0.2358 \times 0.7^2) + (0.2358 \times 0.492^2) \\ & (0.2358 \times 0.582^2) + (0.2358 \times 0.200^2) + (0.2358 \times 0.214^2) + (0.2358 \times 0.236^2) \\ & (0.2358 \times 0.567^2) + (0.2358 \times 0.224^2) + (0.2358 \times 0.119^2) + (0.2358 \times \end{aligned}$$

$$0.249^2) + (0.2358 \times 0.392^2) + (0.2358 \times 0.038^2) + (0.2358 \times 0.045^2) + (0.2358 \times 0.203^2) + (0.2358 \times 0.099^2) + (0.2358 \times 0.293^2) + (0.2358 \times 0.011^2) + (0.2358 \times 0.053^2) + (0.2358 \times 0.007^2) = 281,742 \text{ Watt}$$

#### 5. Perhitungan Harmonik Arus Fasa N

$$\Delta P_N = \sum_{k=1}^{25} 0,2358 \times I k_R^2$$

$$\Delta P_N = (0.2358 \times 24.55^2) + (0.2358 \times 5.764^2) + (0.2358 \times 2.065^2) + (0.2358 \times 0.717^2) + (0.2358 \times 1.509^2) + (0.2358 \times 0.674^2) + (0.2358 \times 0.587^2) + (0.2358 \times 1.422^2) + (0.2358 \times 0.286^2) + (0.2358 \times 0.508^2) + (0.2358 \times 2.451^2) + (0.2358 \times 0.400^2) + (0.2358 \times 0.465^2) + (0.2358 \times 1.125^2) + (0.2358 \times 0.358^2) + (0.2358 \times 0.355^2) + (0.2358 \times 0.324^2) + (0.2358 \times 0.269^2) + (0.2358 \times 0.202^2) + (0.2358 \times 0.470^2) + (0.2358 \times 0.489^2) + (0.2358 \times 0.232^2) + (0.2358 \times 0.045^2) + (0.2358 \times 0.032^2) + (0.2358 \times 0.021^2) = 151,078 \text{ Watt}$$

#### 5. Power Losses

$$\begin{aligned} \Delta I_N &= \frac{\Delta P_n}{220} \\ &= \frac{957.864}{220} \\ &= 4.35 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi total power losses pada Gedung Unires Putri sebesar 957,864 dalam jangka waktu Watt/hour dengan dialiri arus listrik kurang lebih sebesar 4,35 Amphere dalam setiap jam.

#### KESIMPULAN

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

1. Pada hari kerja dengan pengukuran yang dilakukan 24 jam mempunyai kualitas THD arus dalam keadaan tidak baik menurut IEEE 192.1992 yaitu diambang 6,358% - 54,13% melebihi batas toleransi 15%, keadaan tersebut terjadi pada Fasa T sebesar 54,13% pada pukul 11.30 yang terjadi kurang lebih selama 2 jam lamanya.
2. Total *power loses* yang disebabkan oleh ketidakseimbangan beban sebesar 957,864 Watt di kawat netral dengan dialiri arus kurang lebih sebesar 4,35 A, besarnya power loses ini disebabkan adanya ketidakseimbangan arus pada pukul 13.45 sebesar 47,24%.
3. Kondisi ketidakseimbangan arus di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terjadi pada pukul 13.45 diambang tertinggi 47,24%

telah melewati batas toleransi IEEE 192.1992 sebesar 20%.

4. Untuk kualitas faktor daya Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dikatakan baik menurut standart IEEE 192.1992 yaitu sebesar 0,489 – 0,957 dengan ambang batasan toleransinya 0.9 s/d 0.18 sedangkan dengan berlakunya batasan PT.PLN (persero) jika nilai faktor daya terlalu rendah dari 0.85 maka akan dikenakan biaya tertentu. Nilai faktor daya terendah tersebut terjadi pada fasa R pukul 4.00.

#### SARAN

1. Dengan referensi dari penulisan tugas akhir ini, diharapkan teknisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atau kepada penelitian selanjutnya untuk mengecek beban – beban yang terpasang dan beroperasi di Gedung Unires Putri selama hari kerja pada pukul 11.30 – 13.45 terdapat THD arus sebesar 54,13% pada fasa T dan ketidakseimbangan arus sebesar 47,24% .
2. Untuk mengurangi power losses sebesar 957,864 Watt yang terjadi di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta diharapkan untuk mengurangi

kelebihan beban pada fasa RST terutama untuk Fasa T pada pukul 11.30 yang disebabkan oleh banyaknya beban yang mempengaruhi besarnya harmonisa dan ketidakseimbangan antara beban fasa R, fasa S dan fasa T.

#### DAFTAR PUSTAKA

- D. Martzloff, François, 1990. Monitoring Power Quality, Gaithersburg.*
- De La Rosa, C Fransisco. Hand Book Harmonics and Power Systems.*
- Dugan, Roger C., 2007. Electrical Power System Quality, Mc Graw-Hill.*
- 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.*
- Kennedy, W. Hand Book Power Quality Primer. McGraw-Hill : New York.*
- Muhammad A.S Masoum dan Ewald F.Fuchs. 2008. Power Quality in Power System and Electrical Machines.*



*Mukhlis, Evaluasi Penggunaan Energi Listrik pada Bangunan Gedung di Lingkungan Universitas Tadulako.*

*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.*

*Rusli, Muhammad. Pelatihan Anev-217 Harmonisa. Sumatra : PT PLN (Persero), 2009.*

*Saadat, Hadi. 1999. Power System Analysis. P.19. U,S: The McGraw-Hill Series Company.*

*Salpanio, R., Audit Energi Listrik di Gedung Kampus Universitas Dipenogoro Peleburan Semarang, Semarang.*

*Sangkanan, C. Hand Book Power Quality. CRC Press : New York Washington, D.C, 2002.*

*Standar Nasional Indonesia No.6197.2011 Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan. IN.*

*Standarisasi Badan Nasional Untuk Standar Pengukuran Pada Air Conditioner atau AC No. SNI. 6390: 2011.*

*<http://elektro.um.ac.id/wp-content/uploads/2016/04/Rangkaian-Listrik-II-Jobsheet-1-Karakteristik-Sinyal-AC.pdf>*

*<https://www.elektroindonesia.com/elektro/ener25.html>*

*<https://www.es.co.th/Schematic/PDF/MI-2892.PDF>*

*<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/64771/Chapter%20II.pdf?sequence=4&isAllowed=y>*

*<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/59298/Chapter%20II.pdf?sequence=3&isAllowed=y>*

*[http://riset.polnep.ac.id/bo/upload/penelitian/penerbitan\\_jurnal/03-Hadi.pdf](http://riset.polnep.ac.id/bo/upload/penelitian/penerbitan_jurnal/03-Hadi.pdf)*

*<http://www.ristinet.com/index.php?ch=8&lang=&n=354&page=2>*

*[https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_penelitian\\_1\\_dir/061a20cbcd4be4f6d2a947e3c9734216.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/061a20cbcd4be4f6d2a947e3c9734216.pdf)*

*<https://study.com/academy/lesson/complex-waves-as-superpositions-of-sinusoidal-waves.html>*

*<https://digilib.unila.ac.id>*

---

Penulis:

Warsito

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

Email:

ltows01@gmail.com

