

# AUDIT ENERGI LISTRIK PADA GEDUNG E2 KAMPUS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**REZA PERMANA**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Email: [rezapm004@gmail.com](mailto:rezapm004@gmail.com)

## Abstrak

Beban-beban non-linier merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kualitas daya listrik pada konsumen. Beban ini merupakan sumber harmonik yang dapat menurunkan kualitas daya listrik. Beban non-linier pada umumnya merupakan komponen semikonduktor, yang dimana beban ini membutuhkan arus yang tidak tetap pada periode waktunya. Gedung E2 UMY memiliki banyak peralatan hemat energi yang digunakan seperti lampu LED, Air Conditioner (AC) yang menggunakan teknologi VRF, komputer serta komponen elektronika lainnya yang termasuk kedalam jenis beban non-linier. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran di Sub Distribution Panel gedung E2 dan diketahui bahwa terdapat arus netral maksimal sebesar 112,22 A akibat unbalance, nilai Total Harmonic Distortion tegangan pada fasa R rata-ratanya 5,11%, fasa S rata-ratanya 5,11% dan fasa T rata-ratanya 5,01%, dan nilai Total Harmonic Distortion arus minimum pada fasa R sebesar 7,03%, fasa S sebesar 6,25%, dan fasa T sebesar 6,75%. Nilai THD tegangan maupun arus tidak sesuai dengan standar IEEE 192-2014. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, untuk mereduksi harmonik dilakukan perencanaan pemasangan Filter pasif single tuned pada gedung E2.

**Kata kunci: Harmonisa, Total harmonic Distortion, Beban non linier.**

## 1. PENDAHULUAN

Pada zaman yang semakin modern ini teknologi semakin berkembang pesat dan pertumbuhan jumlah penduduk yang kian bertambah, berakibat meningkatnya konsumsi energi listrik. Permasalahan akan timbul apabila meningkatnya konsumsi energi listrik tersebut tidak berimbang dengan ketersediaan energi yang ada. Peningkatan konsumsi energi listrik juga memungkinkan terjadinya pemborosan, yang berpengaruh pada pembengkakan pembayaran listrik. Masalah tersebut dapat diminimalisir dengan melakukan penghematan dan efisiensi energi listrik.

Ditengah peningkatan konsumsi listrik, saat ini muncul permasalahan dalam proses penyediaan energi listrik karena semakin menipisnya persediaan minyak bumi. Dikarenakan hal itu maka munculah isu untuk melakukan penghematan penggunaan listrik. Banyak sekali peralatan-peralatan yang dapat

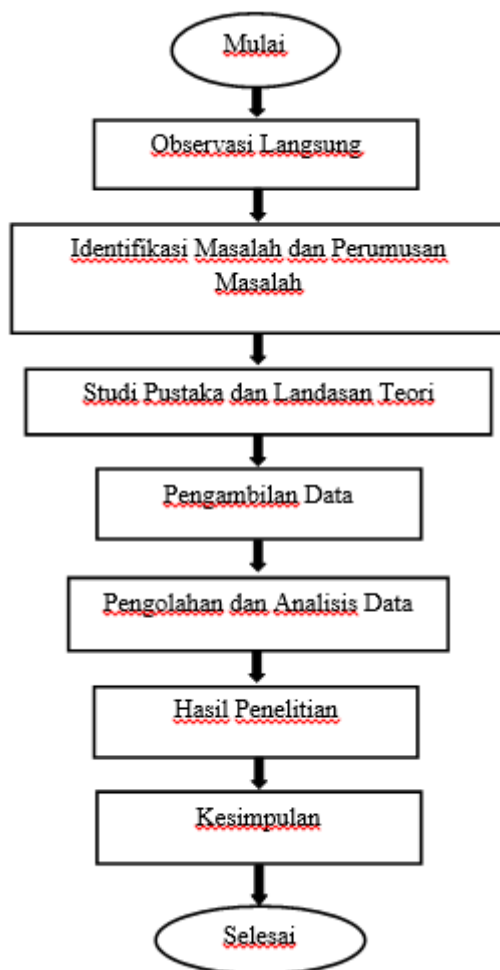
menggunakan energi listrik dengan efisiensi yang tinggi, seperti lampu yang memiliki efisiensi tinggi, contohnya lampu LED, selain itu pendingin ruangan (AC) yang hemat energi dengan menggunakan teknologi inverter, kulkas inverter, dan lain sebagainya. Peralatan listrik tersebut termasuk jenis beban listrik nonlinear, sementara beban non-linear merupakan faktor yang dapat menimbulkan gangguan harmonik pada sistem distribusi listrik. tentunya gangguan tersebut sangat merugikan bagi pengguna energi listrik maupun penyedia energi listrik karena dapat menimbulkan rugi-rugi daya, kerusakan peralatan listrik, pemanasan transformator, rugi ekonomi, dan lain-lain.

Gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta merupakan gedung yang digunakan khusus untuk proses perkuliahan dan praktikum bagi mahasiswa. Gedung ini didesain sebagai

gedung yang hemat energi. Salah satu penghematan energi yang dilakukan adalah penggunaan lampu LED sebagai penerangnya dan AC berteknologi inverter untuk pendinginan didalam ruangan. Lampu LED dan AC berteknologi inverter merupakan jenis beban non-linear yang dapat menimbulkan harmonik. Selain itu juga didalam gedung ini ada beberapa perangkat yang menggunakan konverter daya contohnya komputer yang digunakan untuk praktikum.

Audit energi dilakukan bertujuan untuk mengetahui dan mengukur nilai harmonik yang terdapat pada sistem kelistrikan Gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan dampak yang ditimbulkan di gedung tersebut.

## 2. METODOLOGI



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada tanggal 26 November 2019 hingga 2 Desember 2019 bertempat di ruang SDP (*Sub Distribution Panel*) Gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan alamat Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183.

Penelitian menggunakan alat *Power Quality and Analyze* METREL MI 2892 *Power Master* dan untuk memindahkan data dari alat ke laptop dibutuhkan *software* Metrel DataView yang sudah ter-install. Waktu pengukuran berlangsung selama 24 jam, dengan interval 30 menit sekali alat akan merekam data.

Parameter penelitian sebagai berikut:

- Tegangan rms (V)
- Arus rms (A)
- Frekuensi (Hz)
- Daya Aktif (kW)
- Daya Reaktif (kVAr)
- Daya Semu (kVA)
- Faktor Daya
- *Total Harmonic Distortion Voltage* (%)
- *Total Harmonic Distortion Current* (%)

Standar Harmonisa arus dan tegangan mengacu kepada standar yang dikeluarkan oleh IEEE 519-1992.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan nilai pengukuran tegangan (V) selama seminggu dimana masih dalam batas toleransi standar yang berlaku yaitu minimum -10% dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan Antara 198V – 231V.

Tabel 1 Nilai Tegangan Selama Seminggu

	VR (V)	VS (V)	VT (V)
Minimum	218,02	219,49	215,42
Maksimum	224,07	224,98	221,60
Rata-rata	219,92	222,01	218,02

Tabel 2 menunjukkan nilai pengukuran arus (I) selama seminggu. Dimana terjadi arus netral yang sangat besar. Arus netral

terjadi karena beban yang terhubung pada tiap fase tidak seimbang.

Tabel 2 Nilai Arus Selama Seminggu

	IR (A)	IS (A)	IT (A)	IN (A)
Minimum	15,23	26,68	29,30	11,47
Maksimum	140,23	147,97	62,73	112,22
Rata-rata	48,38	77,36	41,34	40,34

Tabel 3 menunjukkan nilai pengukuran frekuensi (f) selama seminggu dimana masih dalam batas toleransi standar yang berlaku yaitu minimum -1% dan maksimum +% dari 50 Hz yang berarti batas nilai tegangan Antara 49,5 Hz – 50,5 Hz.

Tabel 3 Nilai Frekuensi Selama Seminggu

	f (Hz)
Minimum	50
Maksimum	50,21
Rata-rata	50,10

Tabel 4 menunjukkan nilai pengukuran daya aktif (P) selama seminggu. Nilai daya aktif dipengaruhi oleh perkalian antara nilai daya semu dengan faktor daya dari beban. Jika nilai daya aktif sama dengan nilai daya semu maka suatu sistem kelistrikan tersebut baik, tetapi dalam praktiknya daya aktif selalu lebih rendah dari daya semu karena nilai faktor daya kurang dari satu.

Tabel 4 Nilai Daya Aktif Selama Seminggu

	PR (kW)	PS (kW)	PT (kW)
Minimum	2,63	4,31	4,36
Maksimum	20,23	20,94	9,87
Rata-rata	7,59	10,39	5,80

Table 5 menunjukkan pengukuran daya reaktif (Q) selama seminggu. Daya reaktif ini dibangkitkan oleh beban bersifat kapasitif terutama dari kapasitor bank dalam suatu sistem kelistrikan, dan dibutuhkan oleh beban bersifat induktif

untuk membangkitkan medan magnet di kumparan motor induksi.

Tabel 5 Nilai Daya Reaktif Selama Seminggu

	QR (kVAr)	QS (kVAr)	QT (kVAr)
Minimum	0,37	1,20	2,12
Maksimum	3,08	3,19	4,38
Rata-rata	1,64	2,10	3,28

Tabel 6 menunjukkan nilai daya semu dimana nilai daya semu (S) dipengaruhi oleh nilai arus dan tegangan, tetapi karena tegangan yang diberikan 220 volt maka nilai aruslah yang lebih berpengaruh terhadap naik turunnya nilai daya semu, jika arus semakin besar maka daya semu juga akan semakin besar.

Tabel 6 Nilai Daya Semu Selama Seminggu

	SR (kVA)	SS (kVA)	ST (kVA)
Minimum	2,71	4,44	5,07
Maksimum	20,41	20,99	10,19
Rata-rata	7,73	10,72	6,63

Table 7 menunjukkan pengukuran faktor daya (PF) selama seminggu dimana nilai faktor daya terendah masih belum memenuhi standar yang diizinkan PLN yaitu sebesar 0,85. Faktor daya yang kecil ini diakibatkan oleh penggunaan beban induktif di gedung E2 seperti motor listrik, pompa air dan lain sebagainya. Kerugian yang diakibatkan jika faktor daya kecil yaitu memperbesar kebutuhan suplai daya semu (kVA) dan memperbesar rugi-rugi kawat penghantar dan peralatan.

Tabel 7 Nilai Faktor Daya Selama Seminggu

	PFR (kVA)	PFS (kVA)	PFT (kVA)
Minimum	0,92	0,91	0,79
Maksimum	1,00	1,00	0,97
Rata-rata	0,96	0,96	0,86

Table 8 menunjukkan pengukuran THD tegangan selama seminggu dimana nilai THD tegangan tertinggi dan rata-rata pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-2014 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5%.

Tabel 8 Nilai THD Tegangan Selama Seminggu

	THD VR (%)	THD VS (%)	THD VT (%)
Minimum	4,48	4,46	4,36
Maksimum	6,88	6,81	7,60
Rata-rata	5,33	5,35	5,32

Tabel 9 menunjukkan pengukuran THD arus selama seminggu. Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-2014 dengan nilai rasio arus terdistorsi ( $\frac{I_{sc}}{I_L}$ ) sebesar <20 adalah 5 %, nilai THD arus pada setiap fasa tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan.

Tabel 9 Nilai THD Arus Selama Seminggu

	THD VR (%)	THD VS (%)	THD VT (%)
Minimum	11,59	6,91	7,44
Maksimum	54,10	26,04	21,48
Rata-rata	14,62	11,41	11,96

Mereduksi harmonisa pada arus dengan memasang filter pasif *single tuned* dimana filter ini bekerja pada hanya bekerja pada satu frekuensi yang akan diredam. Berdasarkan data pengukuran yang telah didapatkan, terdapat orde yang melebihi standar IEEE 519-2014, diambil orde ke 3 untuk perhitungan filter pasif single tuned dalam menentukan spesifikasi filter.

Diketahui :

Tegangan sistem = 380 Volt

Arus maksimal orde 3 = 6,48 Amper

a. Nilai resistor:

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{380 V}{6,48 A}$$

$$R = 58,64 \Omega$$

b. Rating daya:

$$P = V \times I$$

$$P = 380 \times 6,48$$

$$P = 2462,4 \text{ Watt}$$

c. Nilai Q faktor:

Nilai Q faktor 30-100, diambil nilai 30.

$$X_l = X_c = X_n$$

$$Q = \frac{R}{X_n}$$

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 58,64$$

$$X_n = 1759,2 \Omega$$

d. Nilai Induktor:

Diketahui frekuensi orde ke 3 sebesar 150 Hz. Frekuensi diturunkan menjadi 145 Hz untuk memaksimalkan kualitas filter.

$$X_l = \omega \times L$$

$$L = \frac{X_l}{\omega}$$

$$L = \frac{1759,2}{2 \times 3,14 \times 145}$$

$$L = 1,931 \text{ H}$$

e. Nilai kapasitor:

Diketahui frekuensi orde ke 3 sebesar 150 Hz. Frekuensi diturunkan menjadi 145 Hz untuk memaksimalkan kualitas filter.

$$X_c = \frac{1}{\omega \times C}$$

$$C = \frac{1}{\omega \times X_c}$$

$$C = \frac{1}{(2 \times 3,14 \times 145) \times 1759,2}$$

$$C = 6,242 \times 10^{-7} \text{ F}$$

#### 4. KESIMPULAN

Kualitas daya listrik pada gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta tidak memenuhi standar, kesimpulan ini

diambil berdasarkan simpulan-simpulan dibawah ini:

- a. Berdasarkan pengukuran didapatkan hasil bahwa nilai arus pada fasa R, S dan T tidak seimbang sehingga menghasilkan arus netral maksimal sebesar 112,22 A.
- b. Nilai *Total Harmonic Distortion* tegangan minimum pada gedung E2 dibawah 5% tetapi untuk nilai THD tegangan pada fasa R rata-ratanya 5,11%, fasa S rata-ratanya 5,11% dan fasa T rata-ratanya 5,01%. Sehingga nilai THD Tegangan pada gedung E2 tidak sesuai standar IEEE 192-2014.
- c. Nilai *Total Harmonic Distortion* arus minimum pada gedung E2 tidak memenuhi batas standar minimal IEEE 519-2014 sebesar 5%. Pada fasa R sebesar 7,03%, fasa S sebesar 6,25%, dan fasa T sebesar 6,75%.
- d. Berdasarkan data yang ada, didapat spesifikasi filter yang dapat digunakan untuk meredam harmonisa di orde ke- 3 dengan nilai sebagai berikut:
  - a. Nilai Arus : 6,48 A
  - b. Nilai R sebesar : 58,64  $\Omega$
  - c. Nilai rating daya (P) : 2462,4Watt
  - d. Nilai  $X_C = X_L = X_n$  : 1759,2  $\Omega$
  - e. Nilai L sebesar : 1,931 H
  - f. Nilai C sebesar :  $6242 \times 10^{-7}$  F

## DAFTAR PUSTAKA

- Antono, D., Wasono, A., Joko, L., & Atmanto, D. (1992). *Harmonisa Arus Dan Tegangan Pada Jaringan Listrik Akibat Pembebanan Air Condition ( Ac ) Inverter Tiga Fasa*. 513–525.
- Dhavitra, R., Firdaus, F., & Feranita, F. (2015). Analisis Dampak Total Harmonic Distortion Terhadap Losses Dan Derating Pada Transformator Distribusi Di Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2(1), 1–16.
- Dugan, Roger C. 2004. *Electrical Power Systems Quality*. New York: McGrawHill.
- Fuchs, F Ewald, dan A.S Mohammad Massoum. 2008. *Power Quality in Power Systems and Electrical Machines*. USA: Academic Press.
- Jamaah, A. (n.d.). Pengaruh Harmonik Terhadap Peningkatan Panas Pada Transformator 400 kVA di Politeknik Negeri Semarang. 186–191.
- Mulyana, E. (2008). Pengukuran harmonisa tegangan dan arus listrik di gedung direktorat tik universitas pendidikan indonesia.
- Nolki H, Maickel T, Lily.S. (2015). Analisa Rugi-rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(1), 64–71.

- Putra, Y. A., & Ervianto, E. (2016). Studi Pengaruh Beban Non Linear Terhadap Keberadaan Arus Netral Di Gedung Pusat Komputer Universitas Riau. *Jom FTEKNIK*, 3(2), 1–8.
- Rahmawati, A, Fajarwati, & Fauziyah. (2017). Statistika Teori dan Praktek. Yogyakarta
- Sugiarto, H. (2012). Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik Negeri Pontianak. *Vokasi*, 8(2), 80–89.