

**PENGARUH HARMONISA TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK DI GEDUNG
E6 UNIVERSITAS MUHAMMADYAH YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
untuk memenuhi sebagai persyaratan guna memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro



Oleh :

PANDU PERMADI

Nim : 20130120069

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN I

SKRIPSI

**PENGARUH HARMONISA TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK DI
GEDUNG E6 UNIVERSITAS MUHAMMADYAH YOGYAKARTA**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Strata-1 Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

PANDU PERMADI

NIM : 20130120069

Telah diperiksa dan disetujui :

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'RS', is written over the name of the first supervisor.

Dr. Ramadoni Syahputra, ST., M.T.

NIK. 1974101020101010123055

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'MYM', is written over the name of the second supervisor.

Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng.

NIK. 19880508201504123073

HALAMAN PENGESAHAN II

SKRIPSI

**PENGARUH HARMONISA TERHADAP KUALITAS DAYA LISTRIK DI
GEDUNG E6 UNIVERSITAS MUHAMMADYAH YOGYAKARTA**

Skripsi Ini Telah Dipertahankan dan Disahkan Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal
21 Desember 2019

Dosen Penguji :

Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc.

NIK. 19840507201810123106

(.....)



Dosen Pembimbing I

Dr. Ramadoni Svahputra, S.T., M.T.

NIK. 1974101020101010123055

(.....)



Dosen Pembimbing II

Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng.

NIK. 19880508201504123073

(.....)



Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Ramadoni Svahputra, S.T., M.T.

NIK. 1974101020101010123055

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PANDU PERMADI
NIM : 20130120069
Jurusan : (S1) Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa:

Semua yang ditulis dalam skripsi dengan judul **“Pengaruh Harmonisa Terhadap Kualitas Daya Listrik Di Gedung E6 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”** merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak menjiplak hasil karya tulis orang lain, kecuali dalam tinjauan pustaka terdapat penelitian sejenis tujuan, manfaat serta tempat yang berbeda. Semua cuplikan atau kutipan dari buku berbagai sumber sebagai referensi telah tercantum di dalam daftar pustaka. Jika kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi.

Yogyakarta, 25 Desember 2019



Pandu Permadi

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengefisiensi energy listrik pada gedung Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan cara mengaudit seluruh besaran – besaran listrik seperti tegangan, arus, frekuensi, harmonisa, ketidakseimbangan beban dan power loses dengan menggunakan alat ukur Metrel 2892 sedangkan untuk waktu pengukurannya yaitu berinterval 15 menit selama 24 jam pada saat jam kerja di panel MVDP Gedung E6 UMY. Penelitian ini menggunakan batasan standart SPLN D5.004-1:2012, hasil penelitian audit energy listrik Gedung E 6 ini mendapatkan hasil bahwa harmonisa tegangan masing – masing fasa sebesar R 2,08 %, S 2,72 %, T 2,62% dalam ambang standart SPLN D5.004-1:2012. Sedangkan untuk harmonisa arus mempunyai ketidakseimbangan sebesar R 12,31 %, S 12,40 %, dan T 13,33 % masih dalam ambang batasan SPLN D5.004-1:2012. Besarnya harmonisa tersebut mempengaruhi harmonisa orde ke -3 dan ke -5 yang mempunyai total power loses sebesar 24,41 Watt/menit.

ABSTRAK

This study aims to efficiently electrical energy in the Muhammadiyah University of Yogyakarta building by auditing all electrical quantities such as voltage, current, frequency, harmonics, load imbalance and power losses by using the Metrel 2892 gauge while the measurement time is 15 minutes for 24 hours during office hours in the MVDP panel of UMY E6 Building. This study uses the standard limits SPLN D5.004-1: 2012, the results of electrical energy audit research Building E 6 get the results that the voltage harmonics of each phase of R 2.08%, S 2.72%, T 2.62% within the standard threshold SPLN D5.004-1: 2012. While the current harmonics have an imbalance of R 12.31%, S 12.40%, and T 13.33% are still within the threshold of SPLN D5.004-1: 2012. The amount of the harmonics affects the 3rd and 5th order harmonics which have a total power losses of 24.41 Watt / minute.

Keywords: Electric Energy Audit, Harmonics Limitation.

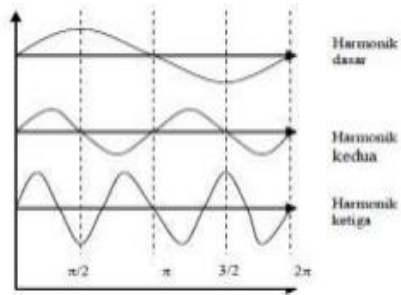
I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman banyaknya alat elektronik diberbagai gedung ataupun industry sehingga menyebabkan ketidak efesiensinya besaran listrik pada gedung tersebut yang disebabkan oleh peralatan listrik yang menimbulkan gelombang harmonisa seperti putaran motor listrik, inverter, panjangnya instalasi kabel dan lainnya. Untuk itu perlunya mengaudit energy listrik pada suatu gedung dengan menggunakan standart yang sudah ditentukan yaitu seperti standart SPLN D5.004-1:2012.

II. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Harmonisa

Secara umum harmonisa bisa diartikan suatu gelombang berkala yang berkelipatan dari gelombang frekuensi fundamentalnya contol suatu gelombang mempunyai frekuensi sebesar 50 Hz dengan Harmonisa Orde ke-1 mempunyai gelombang sebesar 100 Hz, orde ke-2 mempunyai harmonisa 150 Hz dan seterusnya.



Untuk mengetahui besaran total harmonik yang terdistorsi atau dengan sebutan THD mempunyai persamaan matematik THD_v dan THD_i menurut standart SPLN D5.004-1:2012, sebagai berikut ini :

$$THD_{In} = \frac{\sqrt{\int_{h=2}^{63} V_h^2}}{V_1}, \dots \dots \dots (2.1)$$

$$THD_{Vn} = \frac{\sqrt{\int_{h=2}^{63} V_h^2}}{V_1}, \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

V_h = Harmonisa Tegangan ke-h

V₁ = Tegangan Fundamental (rms)

I_h = Harmonisa Arus ke-h

I₁ = Arus Fundamental (rms)

Dengan persamaan Transformer harmonik derating faktor yaitu $THDF = \frac{1,414}{CF} \times 100\%$, dengan persamaan Crest Faktornya $\frac{I_{Puncak}}{I_{rms}}$, adapun batasan harmonisa menurut standart SPLN D5.004-1:2012 yaitu diterangkan pada Tabel 2.1 untuk Arus dan Tabel 2.2 untuk Tegangan berikut ini :

Tabel 2.1 Tabel Batasan Harmonisa Arus

| $I_{sc} < I_L$ | $h < 11$ | $11 \leq h < 17$ | $17 \leq h < 28$ | $28 \leq h < 35$ | $35 \leq h$ | TDD |
|---|----------|------------------|------------------|------------------|-------------|------|
| $v \leq 66 \text{ kV}$ | | | | | | |
| <20 | 4.0 | 2.0 | 1.5 | 0.6 | 0.3 | 5.0 |
| 20<50 | 7.0 | 3.5 | 2.5 | 1.0 | 0.5 | 8.0 |
| 50<100 | 10.0 | 4.5 | 4.0 | 1.5 | 0.7 | 12.0 |
| 100<1000 | 12.0 | 5.5 | 5.0 | 2.0 | 1.0 | 15.0 |
| 1000 | 15.0 | 7.0 | 6.0 | 2.5 | 1.4 | 20.0 |
| $66 \text{ kV} < v \leq 150 \text{ Kv}$ | | | | | | |
| <20* | 2.0 | 1.0 | 0.75 | 0.3 | 0.15 | 2.5 |
| 20<50 | 3.5 | 1.75 | 1.25 | 0.5 | 0.25 | 4.0 |
| 500<100 | 5.0 | 2.25 | 2.0 | 0.75 | 0.35 | 6.0 |

| | | | | | | |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|
| 100<1000 | 6.0 | 2.75 | 2.5 | 1.0 | 0.5 | 7.5 |
| >1000 | 7.5 | 3.5 | 3.0 | 1.25 | 0.7 | 10.0 |
| v >150 kV | | | | | | |
| <50 | 2.0 | 1.0 | 0.75 | 0.3 | 0.15 | 2.5 |
| ≥50 | 3.5 | 1.75 | 1.25 | 0.45 | 0.22 | 3.75 |

Tabel 2.2 Batasan Harmonisa Tegangan

| Bus Voltage at PCC | Individual Voltage Distortion (%) | Total Voltage Distortion THD (%) |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 69 kV and below | 3.0 | 5.0 |
| >69 kV ≤161 kV | 1.5 | 3.5 |
| >161 kV | 1.0 | 1.5 |

Dengan persamaan Isc 3 phase 4 wire yaitu :

$$I_{sc} = \frac{Kva_{tf}}{z_{pu} \times \sqrt{3} \times kv_{\ominus-\ominus}} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.2 Ketidakseimbangan Beban

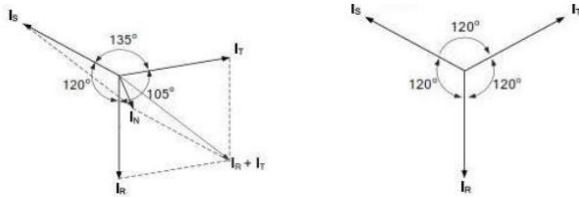
Ketidakseimbangan beban secara umum yaitu adanya perbedaan beban antara satu fasa dengan yang lainnya ataupun semua fasa mengalami terjadinya perbedaan beban. Adapun tiap – tiap vektor antar fasa dikatakan seimbang jika memenuhi syarat sebagai berikut ini :

1. Ketiga fasa mempunyai nilai besaran yang sama dan sama dengan 0
2. Mempunyai sudut masing-masing antar fasa yaitu 120^0

Adapun sistim kelistrikan dikatakan tidak seimbang dikarenakan hal – hal sebagai berikut ini :

1. Ketiga fasa sistem kelistrikan mempunyai nilai vektor arus besaran yang sama tetapi dengan sudut yang tidak membentuk 120^0
2. Ketiga fasa sistem kelistrikan mempunyai sudut yang membentuk 120^0 tetapi pada besaran vektor arus memiliki nilai besaran yang berbeda

3. Antara sudut 120° dan besaran vektor arus tidak ada yang sama antar ketiga fasa.



Gambar 2.1 Sudut Ketidakseimbangan Beban

Adapun persamaan matematis untuk Ketidakseimbangan beban sebagai berikut ini:

$$KT = \frac{V^-}{V^+} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.4)$$

$$KI = \frac{I^-}{I^+} \times 100 \% \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

KT = Ketidakseimbangan Tegangan (%)

KI = Ketidakseimbangan Arus (%)

V^- = Tegangan Urutan Negatif (V)

V^+ = Tegangan Urutan Positif (V)

I^- = Arus Urutan Positif (A)

I^+ = Arus Urutan Positif (A)

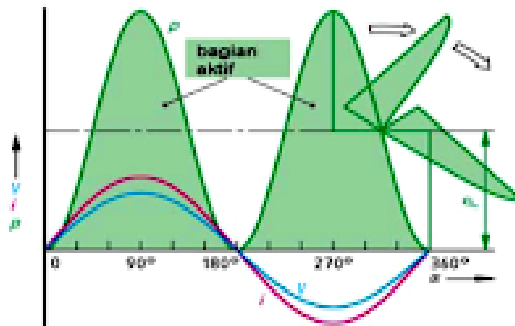
Untuk mencegah adanya ketidakseimbangan beban pada sistem kelistrikan yaitu diambil tahap – tahap sebagai berikut ini :

1. Mengganti sambungan pelanggan dengan level hubung singkat lebih tinggi (Isc)
2. Memasang Voltage compensator
3. Menyeimbangkan beban pada peralatan listrik konsumen di panel – panel atau MCB

2.3 Daya Listrik

Jika suatu energi potensial tegangan dipertemukan dengan suatu bahan yang dialiri oleh arus kemudian energi yang diberikan pada elektron dengan persatuan waktu didefinisikan sebagai daya listrik. Daya dibedakan menjadi 3 bagian yaitu :

1. Daya Aktif.



Gambar 2.2 Daya Aktif yang Bersifat Resistansi

Yaitu daya yang sebenarnya atau daya yang timbul disebabkan oleh mengalirnya arus listrik pada suatu beban listrik. Daya listrik mempunyai satuan yaitu watt dengan persamaannya :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \mu \dots \dots \dots (2.6)$$

$$P = \frac{1}{2} P_m = \frac{1}{2} V_m \cdot I_m = \frac{1}{2} \sqrt{2} V \cdot \sqrt{2} I \dots \dots \dots (2.7)$$

$$P = V \cdot I \cos \Omega \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

P = Daya aktif (kilo watt / kW)

P_m = Daya Maksimum (w)

V_m = Tegangan Maksimum (V)

I_m = Arus Maksimum (A)

V = Tegangan (volt / V)

I = Arus (Ampere / A)

$\cos \mu$ = Faktor daya

2. Daya Reaktif.

Yaitu daya yang dibutuhkan untuk membangkitkan medan magnet dengan satuan (Var) dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$S = V \cdot I \sin \Omega \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (Var)

$\sin \Omega$ = Faktor Reaktif

3. Daya Semu.

Yaitu daya yang dihasil kan dari perkalian V_{rms} dan I_{rms} atau tegangan puncak dengan arus puncak

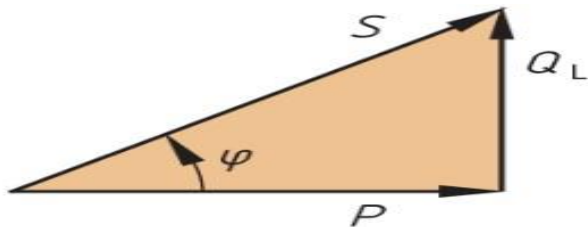
dimana, daya nyata ini diberikan langsung oleh PT.PLN (persero) dengan satuan daya V_a , dengan persamaanya :

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

$$S = \text{Daya Semu (} V_a \text{)}$$

Adanya hubungan dari ke-3 (tiga) daya tersebut maka dihasilkan segitiga yang saling berhubungan antar titik yang satu sama titik yang lainnya, adapun gambar segitiga daya tersebut dijelaskan pada Gambar 2.3 dibawah ini :



Gambar 2.3 Segitiga Daya.

Daya aktif (P) pada gambar 2.3 digambarkan dengan garis horisontal dimana daya Reaktif berbeda sudut 90^0 dengan daya aktifnya, sedangkan daya semu dihasilkan dari penjumlahan vektor antara daya aktif dengan daya reaktif sehingga membentuk persamaan sistematis seperti dibawah ini :

$$P^2 = S^2 - Q^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Dari segitiga daya tersebut adanya faktor daya $\cos \mu$ secara umum didefinisikan perbandingan antara daya aktif dan daya semu dengan nilai besaran sebesar $0 - 1$. Pihak PT.PLN (persero) sudah menentukan besaran nilai factor daya dengan standart SPLN D5.004-1:2012 atau IEEE 515.1992, jika pihak konsumen seperti rumah sakit ataupun rumah sakit melebihi standart yang berlaku maka akan dikenakan biaya tambahan faktor daya, adapun batasanya faktor daya tersebut seperti pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2.3 Batasan Fakordaya SPLN D5.004-1:2012.

| Maksimum Faktor Daya | |
|----------------------|------------------|
| THDi (%) | Faktor Daya (pf) |
| 20 | 0.85 |
| 50 | 0.89 |
| 100 | 0.71 |

Tabel 2.4 Standart SPLN D%.004-1:2012

| Parameter | Maksimum / Minimum |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Regulasi keadaan | +5%, -10% |
| Gangguan tegangan drop | -25% |
| Tegangan sementara | -100% dengan lama 4ms s/d 20ms |
| Tegangan lebih transien | +150% 0.2ms |
| Distorsi tegangan harmonik | 3-5% (beban linier) |
| Noise | - |
| Variasi Gelombang frekuensi | 50Hz \pm 1Hz |
| Perubahan Gelombang | 1Hz |

| | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| frekuensi | |
| Ketidakseimbangan Arus | 20% (pada perbandingan tiap fasa) |
| Ketidakseimbangan tegangan | 2% |
| Kapasitas beban | 95% (beban terpasang) |

Adapun persamaan untuk rugi – rugi daya yang terjadi disebabkan oleh ketidakseimbangan beban yaitu :

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0.524 \times I k_R^2 \dots\dots\dots (2.16)$$

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

Keterangan :

ΔP_R = Daya loses pada fasa R

III. METODE PENELITIAN

3.1 Teknik Pengambilan Data.

Adapun langkah-langkah pengukuran dalam penelitian ini, yaitu :

1. Tahap pertama menghidupkan alat ukur utama yaitu *Melter model 2892* dan menyambungkan MN93 pada tiap-tiap fasa R, S, dan T (harus sesuai warna masing-masing).
2. Menjunper dan mengrounding pada tiap-tiap fasa R, S, dan T.
3. Mengkoneksi fasa R, S, dan T pada alat ukur *Melter model 2892* (jika data belum terbaca, maka lakukan pengecekan pada langkah nomer 1 dan 2 atau bisa diulangi).
4. Setting hari pada alat *Melter Model 2892* kemudian tekan tombol start
5. Mentransfer data pada alat ukur *Melter model 2892* ke Personal Computer (PC) dengan via

konektor USB Serial DB9 dan penginstalan software *Melster Power View*.

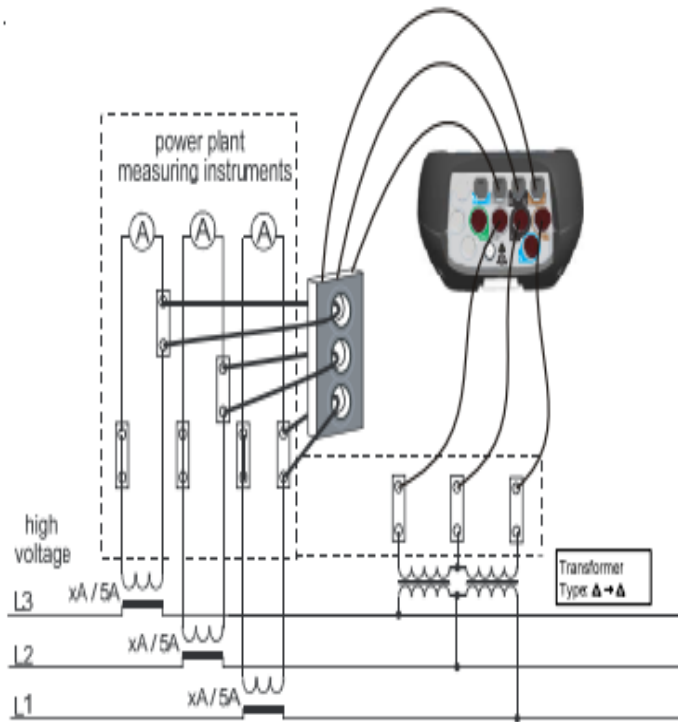
6. Pada aplikasi *Melster Power View* pilih menu *instrument > download all*.

Tugas akhir ini meneliti kualitas daya listrik yang berupa :

- a. Tegangan (V), THD_v, dan V_{unb}.
- b. Arus (A), THD_i dan A_{unb}.
- c. Frekuensi (Hz).
- d. Faktor daya (cos), Daya Aktif, Daya Reaktif dan Daya Semu.

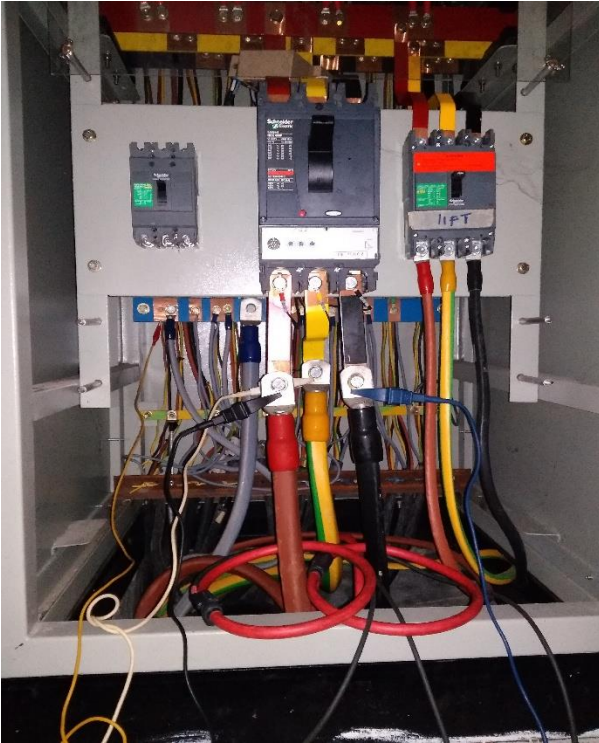
3.2 Diagram pemasangan alat, keterangan alat dan panel SDP.

1. Diagram pemasangan alat.



Gambar 3.1 Diagram Pemasangan Alat.

2. Panel SDP.



Gambar 3.6 Panel SDP Gedung E6 UMY.

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pengukuran Besaran Listrik

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan.

| Waktu | Tegangan (V) | | |
|---------------------|--------------|--------|--------|
| | R | S | T |
| Pagi 06.00 – 12.00 | 405,74 | 409,99 | 404,61 |
| Siang 12.00 - 17.00 | 392,68 | 399,18 | 390,59 |
| Sore 17.00 – 00.00 | 411,13 | 415,95 | 409,77 |
| Malam 12.00 -06.00 | 415,80 | 420,54 | 414,64 |
| Maksimum Individu | 416,21 | 421,02 | 415,53 |
| Minimum Individu | 376,41 | 385,86 | 374,88 |

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Arus.

| Waktu | Arus (A) | | |
|---------------------|----------|-------|-------|
| | R | S | T |
| Pagi 06.00 – 12.00 | 72,98 | 67,26 | 69,25 |
| Siang 12.00 - 17.00 | 78,22 | 70,30 | 76,51 |
| Sore 17.00 – 00.00 | 38,55 | 36,68 | 44,90 |
| Malam 12.00 -06.00 | 9,50 | 11,70 | 14,08 |
| Maksimum Individu | 99,94 | 92,45 | 97,16 |
| Minimum Individu | 10,77 | 12,39 | 8,97 |

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Frekuensi.

| Waktu | Frekuensi (Hz) |
|---------------------|----------------|
| Pagi 06.00 – 12.00 | 50,030 |
| Siang 12.00 - 17.00 | 50,052 |
| Sore 17.00 – 00.00 | 49,873 |
| Malam 12.00 -06.00 | 49,908 |
| Maksimum Individu | 50,293 |
| Minimum Individu | 49,837 |

Tabel 4.4 Daya Aktif, Reaktif dan Semu.

| Waktu | Daya Aktif (kWatt) | Daya Reaktif (kVar) | Daya Semu (kVa) | Faktor Daya |
|------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------|
| Pagi 06.00 – 12.00 | 44,33 | 9,62 | 44,21 | 0,911 |
| Siang 12.00 - 17.00 | 45,54 | 12,18 | 47,83 | 0,951 |
| Sore 17.00 – 00.00 | 19,46 | 5,77 | 22,92 | 0,884 |
| Malam 12.00 -06.00 | 7,57 | 2,07 | 6,36 | 0,953 |
| Total Maks | 57,42 | 17,38 | 58,09 | 1 |

Tabel 4.5 THD_V Maksimum.

| Waktu | THD _V Tegangan (%) | | |
|---------------|-------------------------------|------|------|
| | R | S | T |
| 03.00 – 03.30 | 2,08 | 2,72 | 2,65 |

Tabel 4.6 THD_I Maksimum.

| Waktu | THD _I Tegangan (%) | | |
|---------------|-------------------------------|-------|-------|
| | R | S | T |
| 03.00 – 03.30 | 12.31 | 12.40 | 13.33 |

4.2 Menghitung Tegangan Drop.

Untuk mengetahui kompensasi Daya Reaktif dan Tegangan Drop maka diperlukan jumlah total Daya aktif, besaran Frekuensi fundamental, tegangan fundamental dan arus fundamental. Berikut ini tabel 4.7 menjelaskan besaran nilai yang diperlukan untuk menghitung nilai kompensasi daya reaktif dan tegangan dropnya.

Tabel 4.7 Nilai Total dan Rata-rata besaran Listrik Fundamental.

| Besaran Listrik | Nilai Total atau Maksimal | | | |
|----------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | R | S | T | Rata - rata |
| Frekuensi | 50,293 Hz | | | 50,293 Hz |
| Arus Fundamental | 99,94 A | 92,45 A | 97,16 A | 96,51 A |
| Tegangan Fundamental | 416,21 V | 421,02 V | 415,53 V | 417,5 V |
| Daya Reaktif | 17,38 kVar | | | |
| Daya Semu | 58,09 kVa | | | |
| Daya Aktif | 57,42 kWatt | | | |

Menghitung nilai $\cos \Omega$

$$= \frac{\text{Daya Nyata}}{\text{Daya Semu}} = \frac{57,42}{58,09} = 0,988$$

Menghitung Drop Tegangan (V_r)

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot P \cdot L \cdot I \cdot \cos \Omega}{\text{Luas Penampang}}$$

,dengan asumsi panjang kabel (L) sekitar 300 meter dan Tahanan kabel Tembaga $1,72^{-9}(4 \times 35 \text{ mm}^2/\text{km})$

Jadi P (Tahanan Kabel)

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 1,72^{-9} \cdot 300 \cdot 96,51 \cdot 0,988}{4 \times 35 \text{ m}^2 : 1000.000}$$
$$= 6,087 \text{ Volt}$$

Jadi tegangan drop di Gedung E6 UMY sebesar 6,087 masih didalam ambang SPLN D5.004-1:2012 dengan tegangan drop sekitar -25%.

4.3 Menghitung Derating Kapasitas Trafo Sesuai SPLN D5.004-1:2012.

Dengan persamaan Transformer harmonik derating faktor yaitu $THDF = \frac{1,414}{CF} \times 100\%$, dengan persamaan Crest Faktornya $\frac{I_{Puncak}}{I_{rms}}$, diketahui I_{rms} (arus rms rata-rata) sebesar 96,51 A dan I_{Puncak} terjadi pada fasa R dengan nilai sebesar 99,94, maka perhitungan derating kapasitas trafo sebesar :

$$THDF = \frac{1,414}{CF} \times 100\% = \frac{1,414}{0,965} \times 100\% = 1,465\%$$

4.4 Menghitung Ketidakseimbangan Beban Sesuai SPLN D5.004-1:2012.

Dengan persamaan $KT = \frac{V^-}{V^+} \times 100\%$, adapun pengambilan data asumi tegangan negative dan

tegangan positif dari besarnya tegangan fundamental pada jam tertentu dijelaskan pada Tabel 4.8 berikut ini :

Dengan asumsi tegangan pada jam, 16.20 mendapatkan tegangan negatif terbesar maka:

$$KT = \frac{6,129^-}{385,04^+} \times 100 \% = 1,592\%$$

Tabel 4.8 Ketidakseimbangan Tegangan.

| Waktu | Ketidakseimbangan Tegangan [%] | U+(AvgOn) [V] | U-(AvgOn) [V] |
|-------|--------------------------------|---------------|---------------|
| 16:20 | 1,592 | 385,04 | 6,129 |
| 16:30 | 1,543 | 385,84 | 5,955 |
| 16:40 | 1,507 | 386,66 | 5,827 |
| 16:50 | 1,436 | 388,45 | 5,579 |
| 17:00 | 1,382 | 390,60 | 5,397 |
| 17:10 | 1,348 | 393,96 | 5,310 |
| 17:20 | 1,364 | 394,38 | 5,379 |

Ketidakseimbangan Tegangan pada Gedung E6 UMY masih didalam batas ambang menurut standart SPLN D5.004-1:2012 dengan batasan 2% maksimum. Sedangkan untuk ketidakseimbangan arus di Gedung E6 UMY mempunyai persamaan $KI = \frac{I^-}{I^+} \times 100 \%$,

dengan asumsi pada jam 14:50 nilai terbesar arus negatif dan positif,

$$KI = \frac{10,02^-}{59,20^+} \times 100 \% = 16,93$$

Tabel 4.9 Ketidakseimbangan Arus.

| Waktu | Ketidakseimbangan Arus [%] | I+(AvgOn) [A] | I-(AvgOn) [A] |
|-------|----------------------------|---------------|---------------|
| 14:50 | 16,93 | 59,20 | 10,02 |
| 15:00 | 20,25 | 57,32 | 11,63 |
| 15:10 | 13,50 | 54,30 | 7,36 |
| 15:20 | 14,87 | 53,56 | 7,83 |
| 15:30 | 14,26 | 51,85 | 7,40 |
| 15:40 | 14,45 | 54,03 | 7,81 |

Dari hasil Tabel 4.9 menurut standart SPLN D5.004-1:2012 maka ketidakseimbangan arus pada Gedung E6 masih dalam ambang batas sebesar 20% untuk ketidakseimbangan arus.

4.5 Menghitung Power Loses.

Tabel 4.9 Besarnya Harmonisa Orde Ke-3 dan Ke-5.

| Orde | Nilai Harmonisa Arus Orde (A) | | |
|-----------|-------------------------------|------|------|
| | R | S | T |
| Orde Ke-3 | 3,38 | 3,52 | 4,48 |
| Orde Ke-5 | 6,51 | 5,86 | 5,77 |

Diketahui bahwa panjang kabel antara panel LVMDP ke Trafo Gedung E6 UMY adalah 300 m jadi tahanannya sebesar $\frac{0,524 \times 300}{1000} = 0,157$

$$\Delta P_R = \sum_{k=1}^{25} 0,157 \times I k_R^2$$

$$\Delta P_R = (0,157 \times 3,38^2) + (0,157 \times 6,51^2) = 8,44 \text{ Watt}$$

$$\Delta P_S = (0,157 \times 3,52^2) + (0,157 \times 5,86^2) = 7,26 \text{ Watt}$$

$$\Delta P_T = (0,157 \times 4,48^2) + (0,157 \times 5,77^2) = 8,37 \text{ Watt}$$

Sedangkan untuk menghitung arus pada Fasa Netral yang terpasang pada beban, dengan persamaan sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} I_{N1} &= \sqrt{\frac{IR1^2 + IS1^2 + IT1^2 - (IR1 \times IS1) - (IS1 \times IT1) - (IR1 \times IT1)}{}} \\ &= \\ &= \sqrt{\frac{3,38^2 + 3,52^2 + 4,48^2 - (3,38 \times 3,52) - (3,38 \times 4,48) - (4,48 \times 3,52)}{}} \\ &= \sqrt{43,88 - 42,80} \\ &= 1,03 \text{ A (Order ke-3)} \end{aligned}$$

$$\sqrt{6,51^2 + 5,86^2 + 5,77^2 - (6,51 \times 5,86) - (6,51 \times 5,77) - (5,77 \times 5,86)}$$

$$= \sqrt{110,01 - 109,52}$$

$$= 0,7$$

$$I_{N1} = 1,03 + 0,7 = 2$$

$$\Delta P_N = (0,157 \times 1,3^2) + (0,157 \times 0,7^2) = 0,34$$

Tabel 4.10 Total Power Loses.

| Pane l | Fas a R | Fas a S | Fas a T | Netra l | TOTA L | Satuan |
|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|--------|
| SDP | 8,44 | 7,26 | 8.37 | 0,34 | 24,41 | Watt |

Jadi total power losses per 60 menit di Gedung E5 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah sekitar 24,41 Watt.

V. KESIMPULAN

1. Semua besaran kualitas listrik pada Gedung E6 UMY tidak mengalami gangguan menurut standart SPLN D5.004-1:2012
2. Daya aktif pada Gedung E6 UMY mempunyai nilai 57,42 kWatt total dari keseluruhan daya yang digunakan, untuk daya reaktif diperoleh pada jam 12.40 dengan nilai sebesar 17,38 kVar dan Daya Semu diperoleh pada jam 12.20.
3. Dengan tegangan maksimum dari jam 03.00 – 03.30 dengan rata-rata sebesar 416 – 420 mempunyai nilai harmonisa tegangan masing – masing fasa sebesar R 2,08 %, S 2,72 %, T 2,62% dalam ambang standart SPLN D5.004-1:2012. Sedangkan untuk harmonisa arus mempunyai ketidakseimbangan sebesar R 12,31 %, S 12,40 %, dan T 13,33 % masih dalam ambang standart yang berlaku.
4. Dari total frekuensi 50,293, arus 96,51, tegangan 417,5 mempunyai nilai $\cos \Omega$ 0,988 dengan tegangan drop sebesar 6,087 Volt, nilai ini masih

dibatasi dengan ambang SPLN D5.004:2012 dengan ambang $\cos \phi$ 0,8 -25% tegangan drop.

5. Gedung E6 UMY mempunyai derating harmonisa pada trafo sebesar 1,592% dengan ketidakseimbangan tegangan rata-rata maksimum 1,4 % dan ketidakseimbangan arus rata – rata maksimum 13,50 %, masih dalam standart SPLN D5.004-1:2012.
6. Hasil total power losses per 60 menit di Gedung E5 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah sekitar 24,41 Watt.