

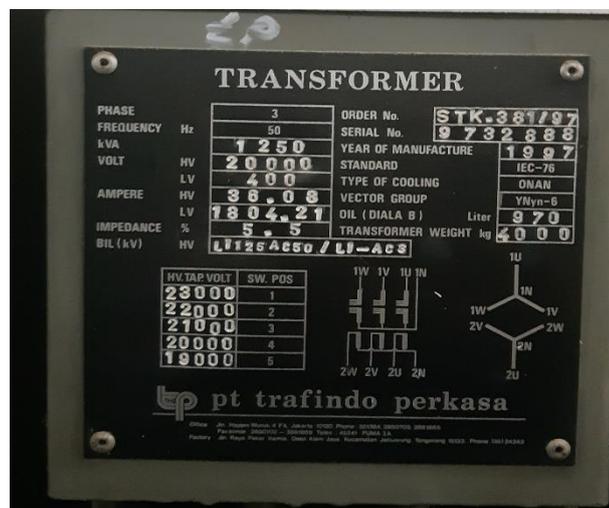
BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1. Deskripsi Umum Gedung E2

Gedung E2 merupakan gedung yang dibangun dilingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimana gedung tersebut terdiri dari 3 lantai yaitu lantai dasar, lantai 1, dan lantai 2. Lantai dasar digunakan sebagai tempat kuliah yang terdiri dari 6 kelas perkuliahan (E2 001 - E2 006) dan 1 ruang pengajaran. Kemudian lantai 1 terdapat Lab ekonomi, Lab computer Ilmu Pemerintahan, ruang refrensi Ilmu Pemerintahan, dan ruang Tata Usaha Ilmu Pemerintahan. Sedangkan di lantai 2 terdapat Lab Ekonomi Pembangunan, Lab Akutansi, Lab Manajemen, ruang Pusat Pengembangan, dan ruang BI Corner.

4.2. Data Transformator Gedung E2

Gedung E2 listriknya disuplai melalui transformator tenaga yang diproduksi PT. Trafindo pada tahun 1997. Transformator tersebut merupakan jenis transformator distribusi tiga fasa dengan spesifikasi tegangan primer sebesar 20kV, Frekuensi 50 Hz, arus nominal 36,08 ampere. Pada sisi sekunder output tegangan sebesar 400 volt dengan arus nominal sebesar 1804,21 Ampere dan impedansi sebesar 5,5%. Seperti yang tertera pada gambar 4.1 dan tabel 4.1.



Gambar 4.1 Name plate transformator penyuplai gedung E2

Tabel 4.1 Data name plate transformator

No	Data Name Plate Transformator	Nilai
1	Phase	3
2	Frekuensi	50 Hz
3	Kapasitas Daya	1250 Kva
4	Tegangan Sisi Primer (HV)	20 kV
5	Tegangan Sisi Sekunder (HL)	400 V
6	Arus Nominal (HV)	36,08 A
7	Arus Nominal (HL)	1804,21 A
8	Impedansi	5,5%

4.3. Menentukan Perbandingan THD Dengan Standar IEEE 519-1992

Untuk menentukan nilai *Total Harmonic Distortion* tegangan pada gedung Admisi masih dalam batas standar yang diizinkan atau tidak bisa dilihat pada tabel 2.1. untuk gedung E2 suplai tegangan kurang dari 69 kV, sehingga batas THD tegangan sebesar 5%. Untuk menentukan THD arus digunakanlah rasio arus distorsi atau perbandingan antara short cicruit current dengan arus beban ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$). Berdasarkan data dari name plate trafo, dapat dihitung nilai short circuit current seperti berikut:

$$I_{Sc} = \frac{S(kVA) \times 100}{\sqrt{3} \times kV \times \%z} = \frac{1250 \times 100}{\sqrt{3} \times 0,4 \times 5,5} = \frac{125000}{3,81} = 32808,4 A$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai dari arus beban sebagai berikut:

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{1250000}{\sqrt{3} \times 400} = 1804,21 A$$

Maka rasio arus distorsi adalah $\frac{I_{Sc}}{I_L} = \frac{32808,4}{1804,21} = 18,81$

Tabel 4.2 Batas Total Distortion Harmonic Arus

Rasio Arus Terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$)	THD Arus (%)
<20	5
20<50	8
50<100	12
100<1000	15
>1000	20

Berdasarkan perhitungan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) dan data tabel 4.2 maka batas standar THD arus yang diperbolehkan adalah sebesar 5,0 %.

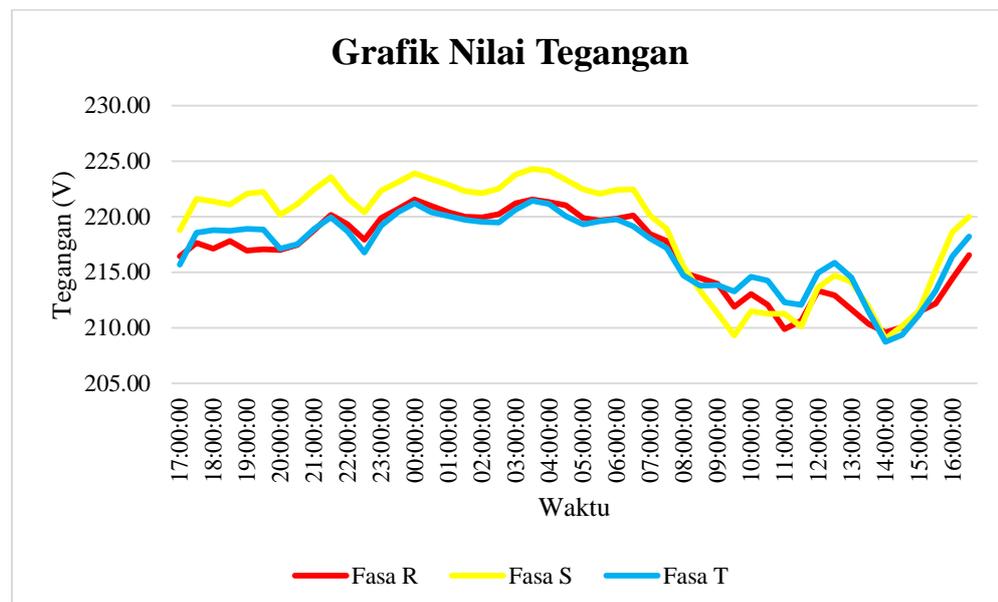
4.4. Hasil Pengukuran pada Gedung E2

4.4.1. Hasil Pengukuran Tanggal 26 November 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.1.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.1 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



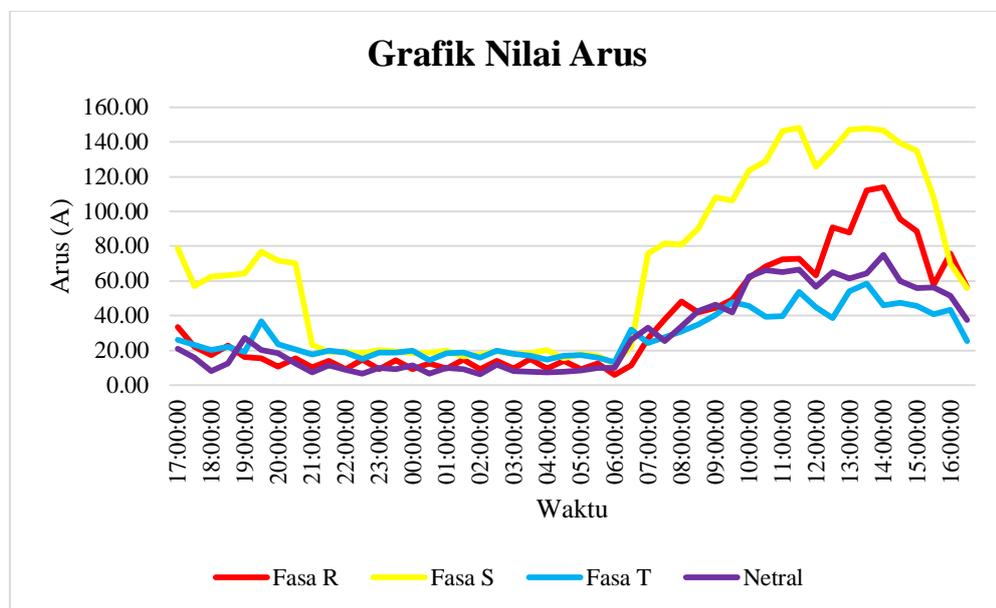
Grafik 4.1 Nilai Tegangan Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.1 dan tabel lampiran 2 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai

tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.1.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.2 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.2 Nilai Arus Tanggal 26 November 2019

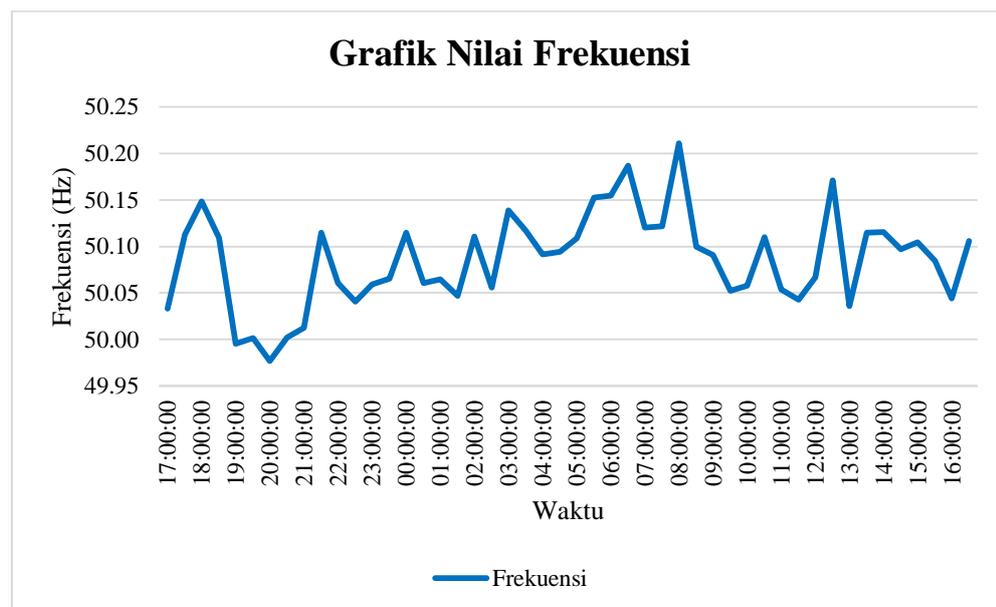
Berdasarkan grafik 4.2 dan tabel lampiran 2 dapat analisis bahwa nilai arus pada sore hari pukul 17:00 – 19:00 mengalami penurunan. Arus pada pukul 19:30 – 20:30 sedikit mengalami kenaikan, kemudian pada pukul 21:00 sampai pagi hari pukul 06:00 nilai arus cenderung stabil. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 5,81 A, nilai tertingginya sebesar 113,78 A, dan nilai arus rataratanya sebesar 36,35 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 12,11 A, nilai tertingginya 147,97 A dan nilai rata-rata

arusnya sebesar 66,98 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 13,06 A, arus tertinggi sebesar 58,52 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 28,75 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 6,22 A, nilai arus tertinggi 74,91 A dan rata-ratanya sebesar 29,07 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel lampiran 2 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 30,63 A, antara fasa S dan T sebesar 38,23 A, dan antara fasa T dan R sebesar 7,60 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.1.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.3 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.

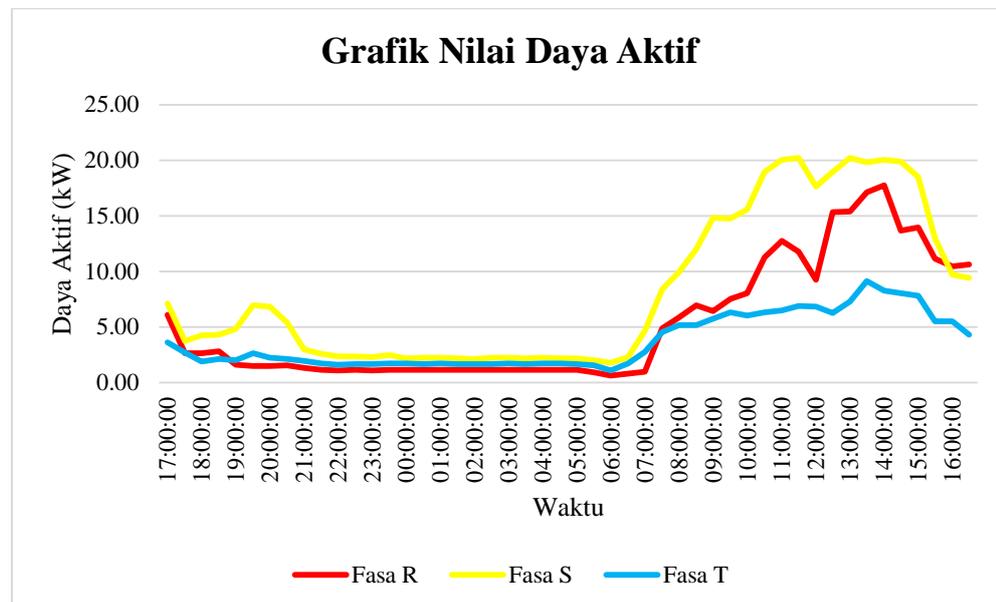


Grafik 4.3 Nilai Frekuensi Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.3 dan tabel lampiran 2 maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,98 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,21 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,09 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.1.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.4 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.4 Nilai Daya Aktif Tanggal 26 November 2019

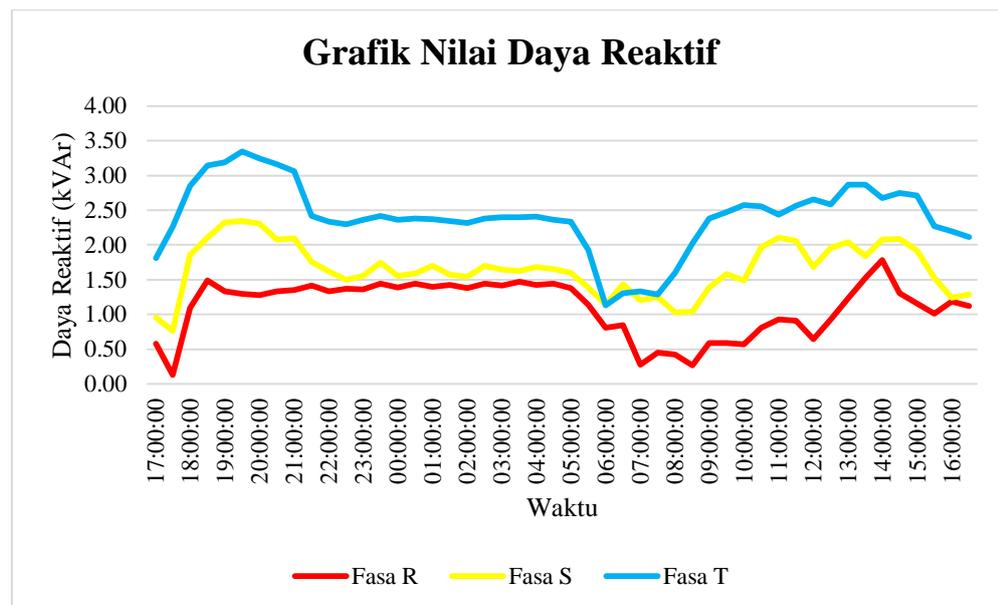
Berdasarkan grafik 4.4 dan tabel lampiran 2 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 0,63 kW, nilai tertingginya sebesar 13,95 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 5,28 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 1,76 kW, nilai tertingginya sebesar 20,20

kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 8,24 kW. Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar 1,10 kW, nilai tertingginya sebesar 9,15 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 3,69 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa S lebih besar daripada fasa R dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 2,96 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 4,55 kW dan antara fasa T dan R sebesar 1,59 kW. 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.

4.4.1.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.5 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.

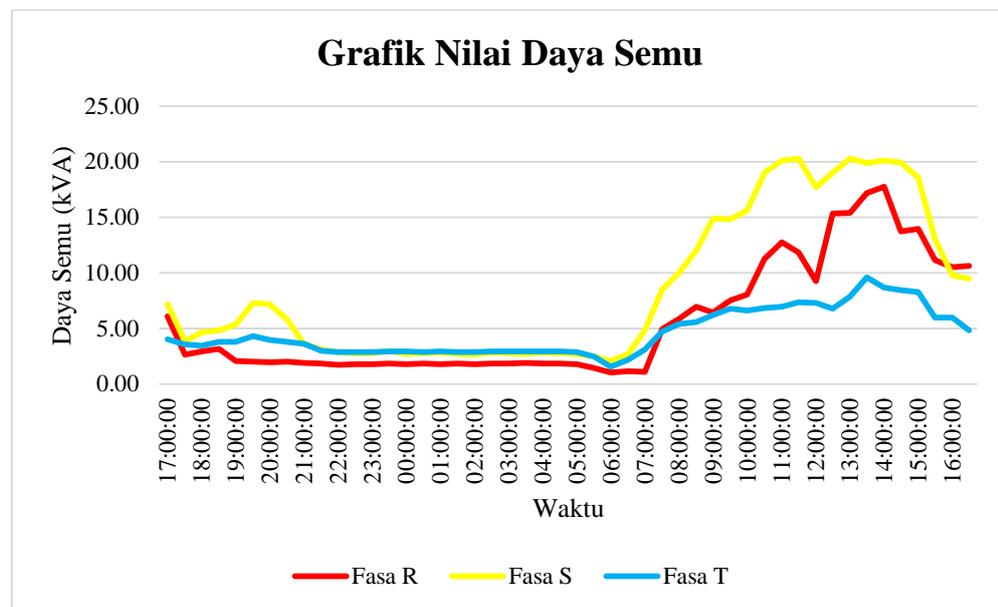


Grafik 4.5 Nilai Daya Reaktif Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.5 dan tabel lampiran 2 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa pada pukul 17.00 sampai 19.00 cenderung mengalami penurunan karena semakin berkurangnya beban yang memerlukan daya reaktif. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya reaktif setiap fasa meningkat. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,12 kVAr, nilai tertingginya sebesar 1,78 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,10 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,76 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,35 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 1,66 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 1,13 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,34 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 2,40 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,56 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 0,74 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 1,30 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.1.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.6 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



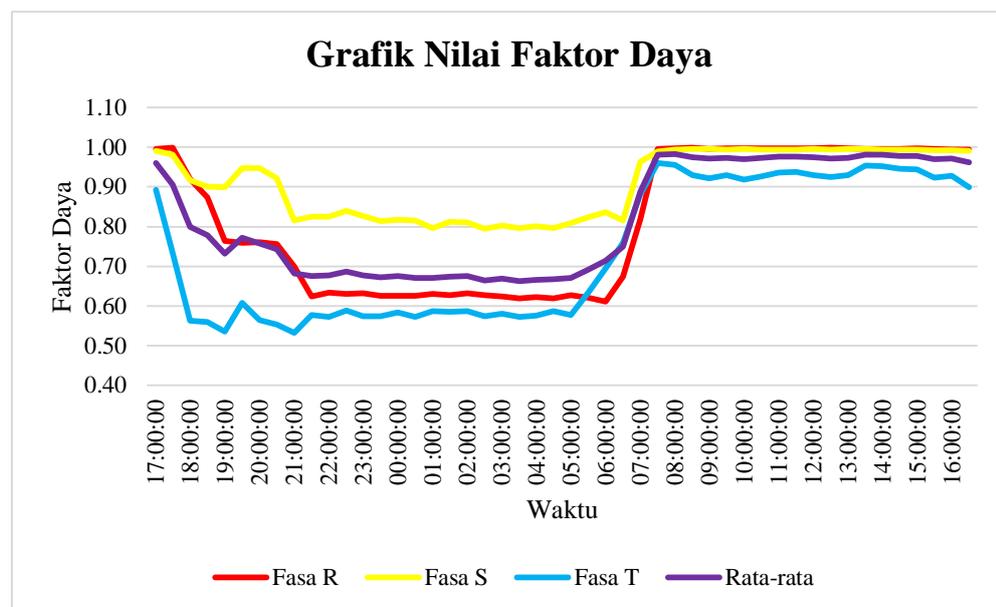
Grafik 4.6 Nilai Daya Semu Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.6 dan tabel lampiran 2 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada pukul 17.00 sampai 19.00 cenderung turun dan pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 1,03 kVA, nilai tertingginya sebesar 17,77 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,60 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 2,10 kVA, nilai tertingginya sebesar 20,27 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 8,53 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 1,58 kVA, nilai tertingginya sebesar 9,57 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 4,59 kVA. Daya semu pada fasa S lebih besar daripada daya semu fasa R dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 2,93 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 3,94 kVA dan selisih

daya semu antara fasa T dengan R sebesar 1,01 kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.1.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.7 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



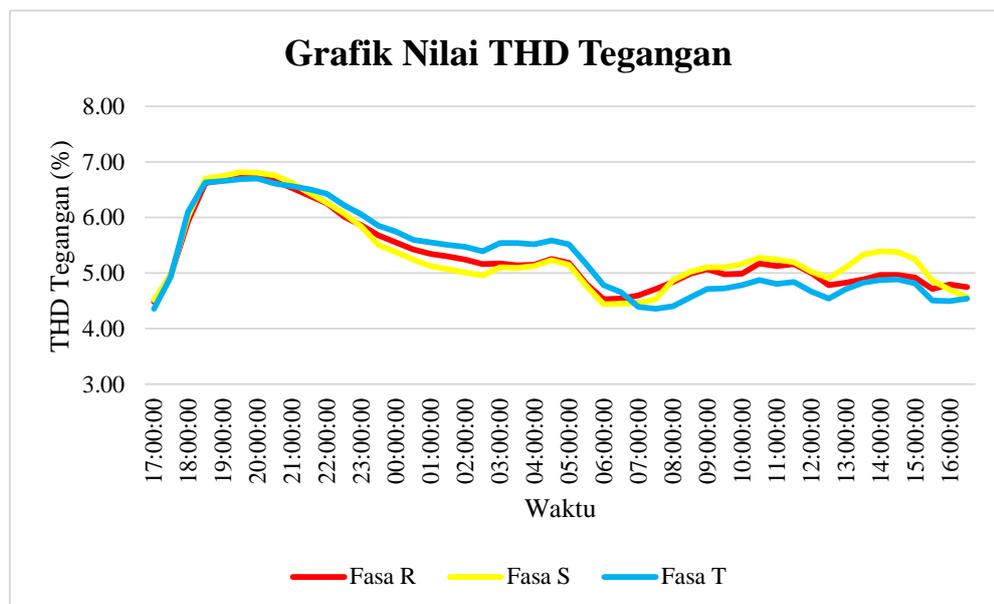
Grafik 4.7 Nilai Faktor Daya Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.7 dan tabel lampiran 2 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,61 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,82. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,79 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,91. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,53 kemudian tertinggi sebesar 0,96 dan rata-ratanya sebesar 0,74. Nilai faktor daya terendah pada setiap fasa 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.

4.4.1.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.8 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



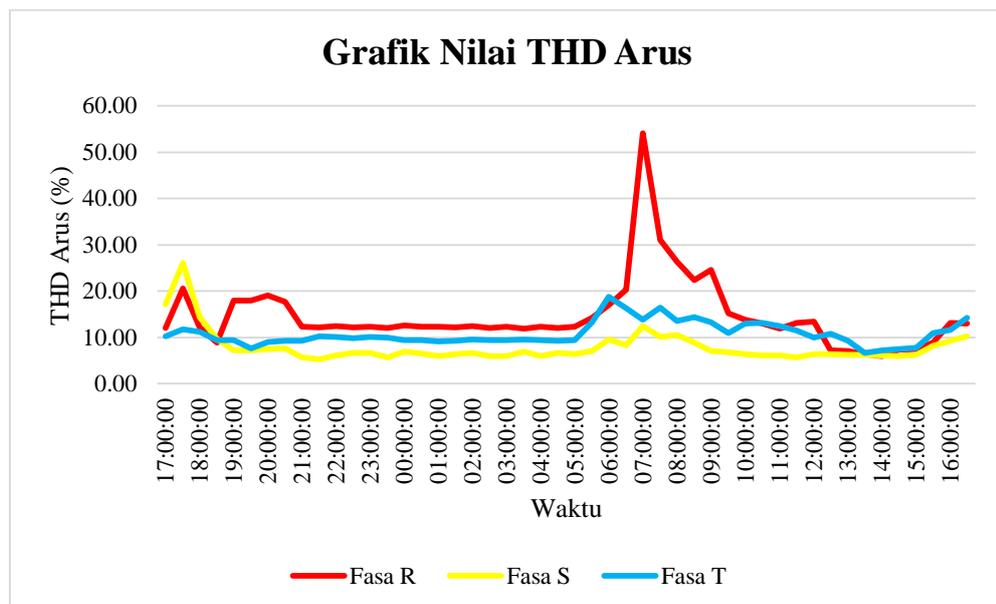
Grafik 4.8 Nilai THD Tegangan Tanggal 26 November 2019

Berdasarkan grafik 4.8 dan tabel lampiran 2 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 4,48 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,79 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,33 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 4,45 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,81 %, dan nilai rata-ratanya 5,35 %. Pada fasa T THD tegangan dengan nilai

terendah sebesar 4,36 %, nilai tertinggi sebesar 6,70 % dan nilai rata-rata sebesar 5,32 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa 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%. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa S dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,02%, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,03% dan selisih fasa T dan R sebesar 0,01%. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC (*Air Conditioner*) yang berbasis VRF (*Variable Refrigerant Flow*), dan beban-beban elektronika lainnya.

4.4.1.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 26 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.9 dan tabel lampiran 2 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.9 Nilai THD Arus Tanggal 26 November 2019

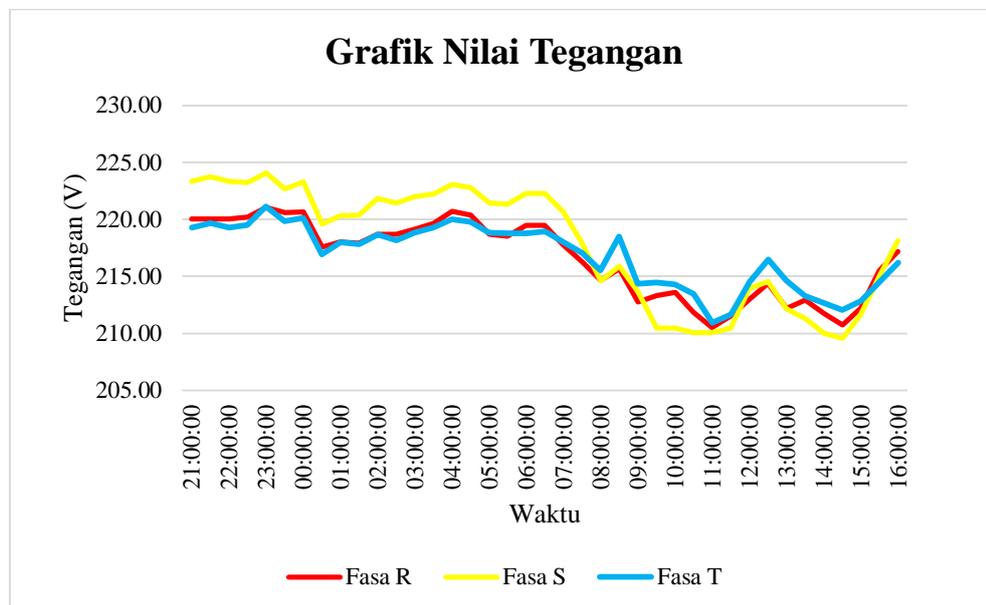
Berdasarkan grafik 4.9 dan tabel lampiran 2 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 5,91 % , nilai tertinggi sebesar 54,10 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 14,62 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 5,23 % , nilai THD arus tertingginya 26,04 % , dan nilai rata-ratanya 7,92 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 6,68 % , nilai tertinggi 18,84 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 10,79 % . 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 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa S. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban-beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.4.2. Hasil Pengukuran Tanggal 27 November 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.2.1. Profil Nilai Tegangan Pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.10 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.

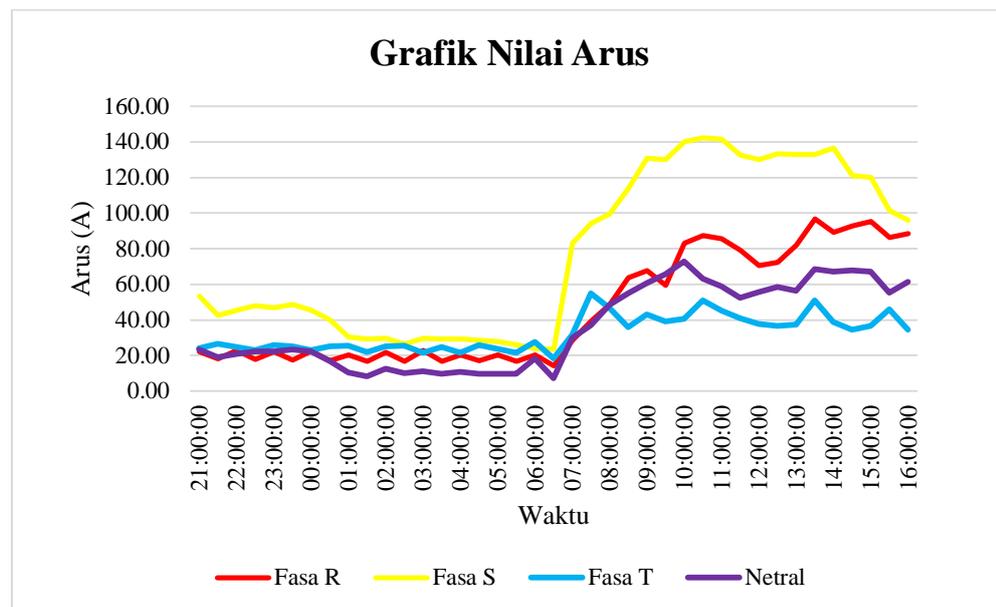


Grafik 4.10 Nilai Tegangan Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.10 dan tabel lampiran 3 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.2.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.11 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



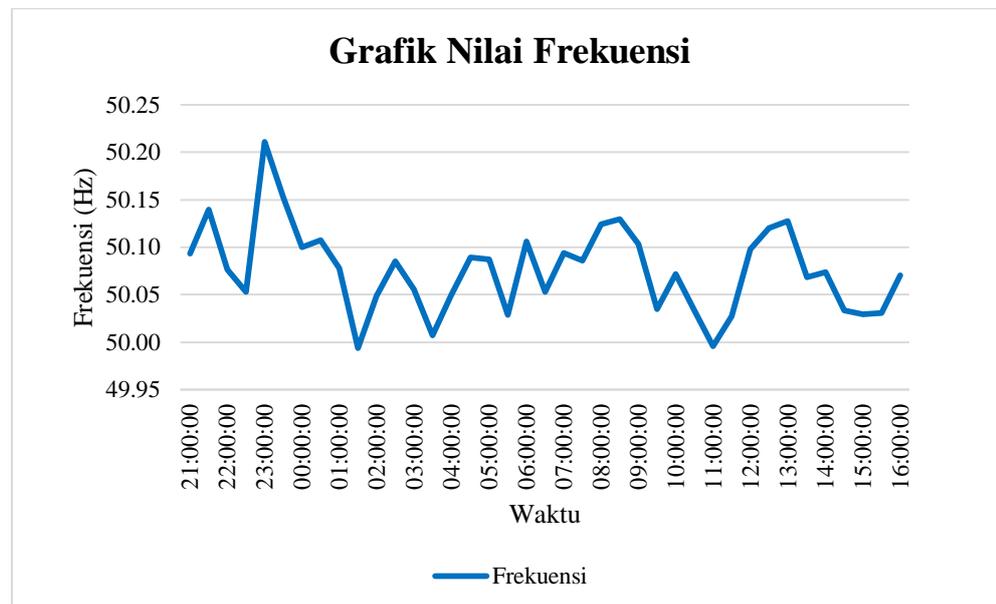
Grafik 4.11 Nilai Arus Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.11 dan tabel pada lampiran 3 dapat analisis bahwa nilai arus pada pukul 21:00 sampai pagi hari pukul 06:00 nilai arus cenderung stabil. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 14,05 A, nilai tertingginya sebesar 96,86 A, dan nilai arus rataratanya sebesar 46,14 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 23,56 A, nilai tertingginya 142,39 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 77,36 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 13,06 A, arus tertinggi sebesar 55,00 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 32,34 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 7,05 A, nilai arus tertinggi 68,70 A dan rata-ratanya sebesar 35,86 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel lampiran 3 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 31,22 A, antara fasa S dan T sebesar 45,02 A, dan antara fasa T dan R sebesar 13,80 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.2.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.12 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



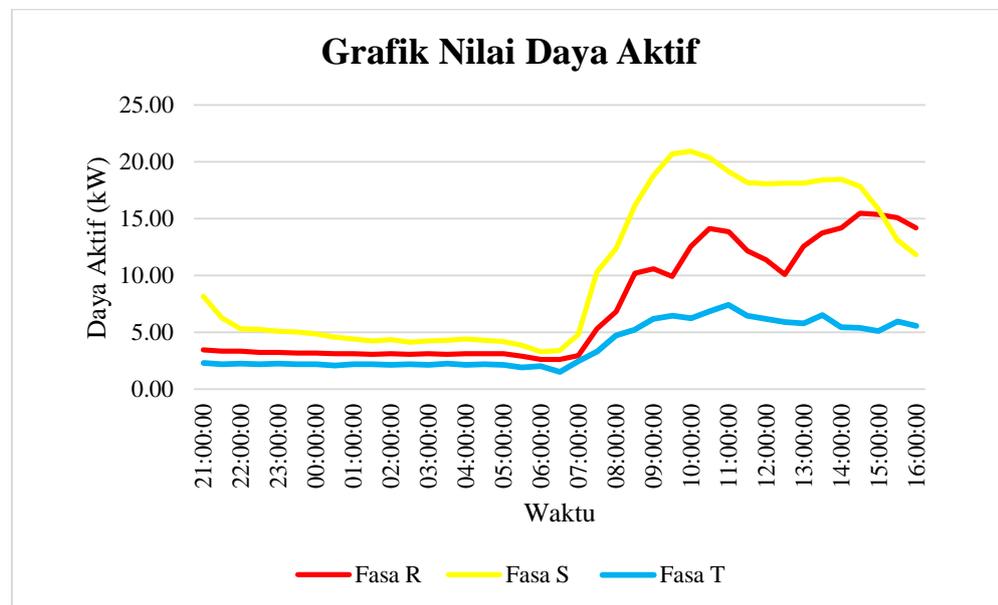
Grafik 4.12 Nilai Frekuensi Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.12 dan tabel diatas maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,99 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,21 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,15 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas standar

dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.2.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.13 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.13 Nilai Daya Aktif Tanggal 27 November 2019

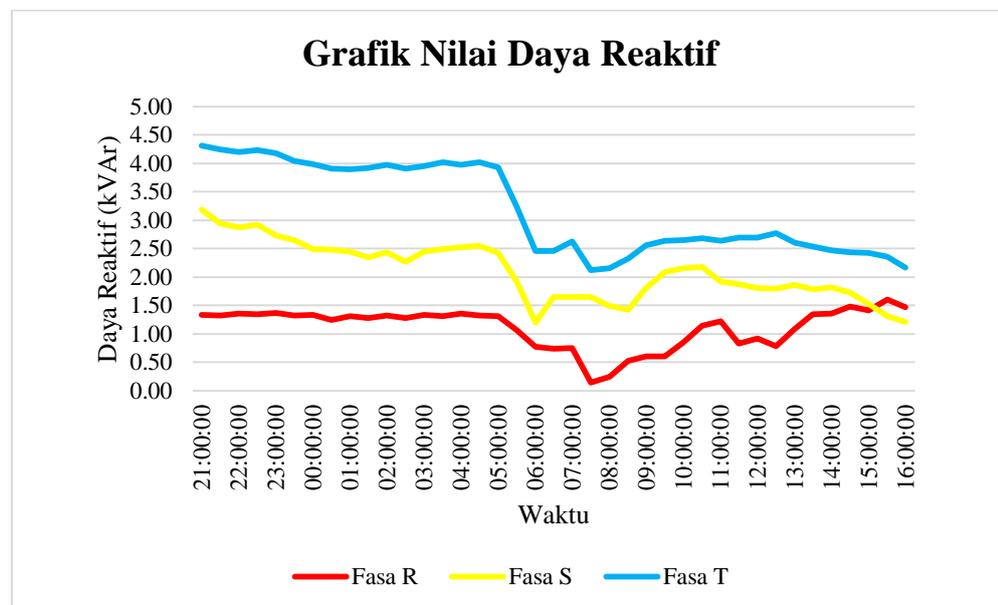
Berdasarkan grafik 4.13 dan tabel pada lampiran 3 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya aktif setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja dan mulai banyak peralatan kantor yang digunakan sehingga beban listrik meningkat. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 2,63 kW, nilai tertingginya sebesar 15,50 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 7,25 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 3,30 kW, nilai tertingginya sebesar 20,94 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 10,39 kW. Kemudian pada fasa T

daya aktif terendah yaitu sebesar 1,51 kW, nilai tertinggi sebesar 6,83 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 3,84 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa S lebih besar daripada fasa R dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 2,64 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 6,55 kW dan antara fasa T dan R sebesar 3,41 kW. 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.

4.4.2.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.14 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



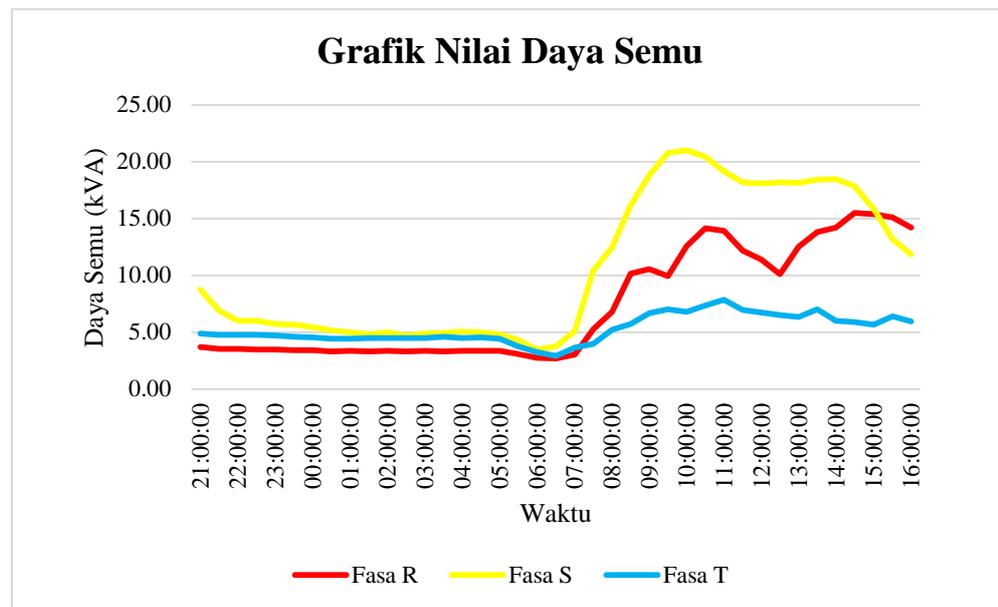
Grafik 4.14 Nilai Daya Reaktif Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.14 dan tabel pada lampiran 3 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa pada malam hari terbilang

stabil. Kemudian pukul 06:00 – 08:00 pagi daya reaktif naik turun seperti yang terlihat pada tabel 4.14 dan kembali stabil pukul 09:00 sampai sore. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,14 kVAr, nilai tertingginya sebesar 1,61 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,11 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 1,20 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,19 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 2,10 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 2,12 kVAr, nilai tertingginya sebesar 4,31 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 2,10 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,99 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,09 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 2,08 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.2.6. Profil Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata-rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.15 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



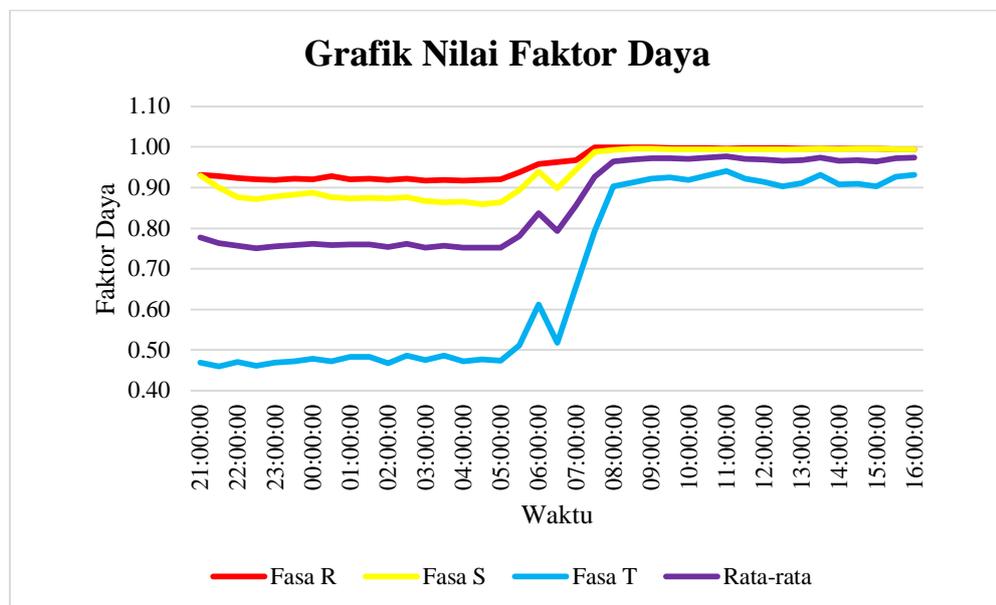
Grafik 4.15 Nilai Daya Semu Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.15 dan tabel pada lampiran 3 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 2,71 kVA, nilai tertinggi sebesar 15,53 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 7,37 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 3,50 kVA, nilai tertinggi sebesar 20,99 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 10,72 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 2,89 kVA, nilai tertinggi sebesar 7,87 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 5,27 kVA. Daya semu pada fasa S lebih besar daripada daya semu fasa R dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 3,35 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 5,45 kVA dan selisih daya semu antara fasa T dengan R sebesar 2,10

kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.2.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.16 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



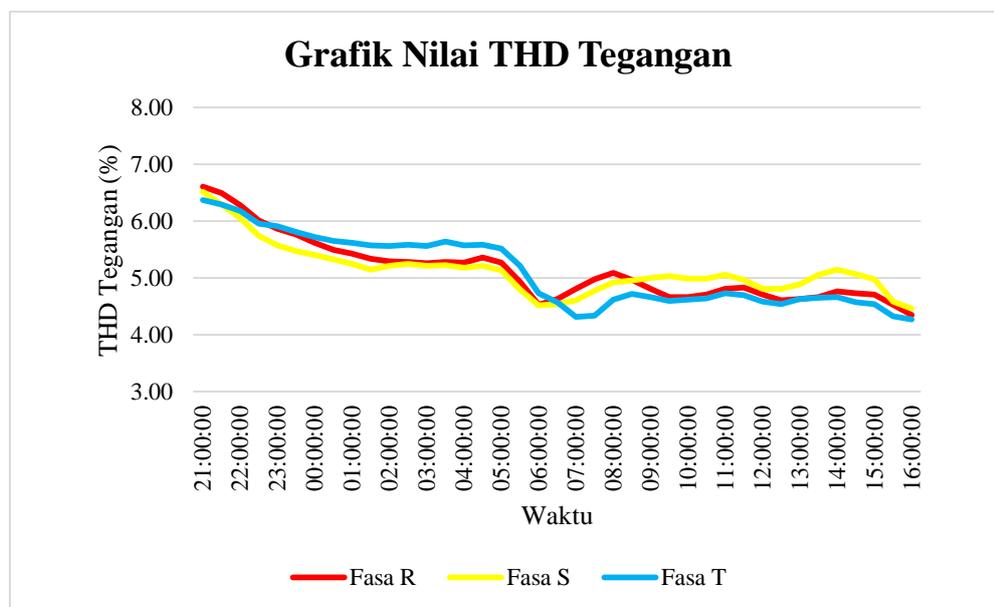
Grafik 4.16 Nilai Faktor Daya Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.16 dan tabel pada lampiran 3 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,92 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,96. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,86 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,94. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,75 kemudian tertinggi sebesar 0,98 dan rata-ratanya sebesar 0,86. Nilai faktor daya terendah pada fasa T 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.

4.4.2.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.17 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



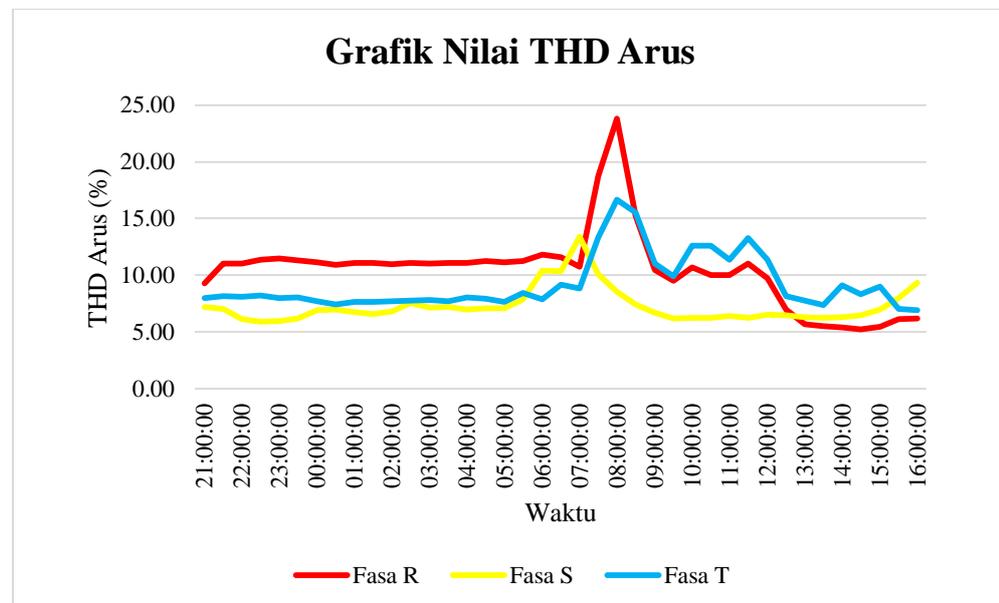
Grafik 4.17 Nilai THD Tegangan Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.17 dan tabel lampiran 3 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 4,34 %, nilai tertinggi sebesar 6,60 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,13 %. Pada fasa S untuk nilai terendah sebesar 4,46 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,52 %, dan nilai rata-ratanya 5,13 %. Pada fasa T nilai terendah sebesar 4,27 %, nilai tertinggi sebesar 6,38 % dan nilai rata-rata sebesar 5,11 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa

nilai THD tegangan tertinggi dan rata-rata pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5%. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa R dan S dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0 %, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,02% dan selisih fasa T dan R sebesar 0,02%. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC yang berbasis VRF (*Variable Refrigerant Flow*), dan beban-beban elektronika lainnya.

4.4.2.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 27 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.18 dan tabel lampiran 3 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.18 Grafik Nilai THD Arus Tanggal 27 November 2019

Berdasarkan grafik 4.18 dan tabel lampiran 3 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda.

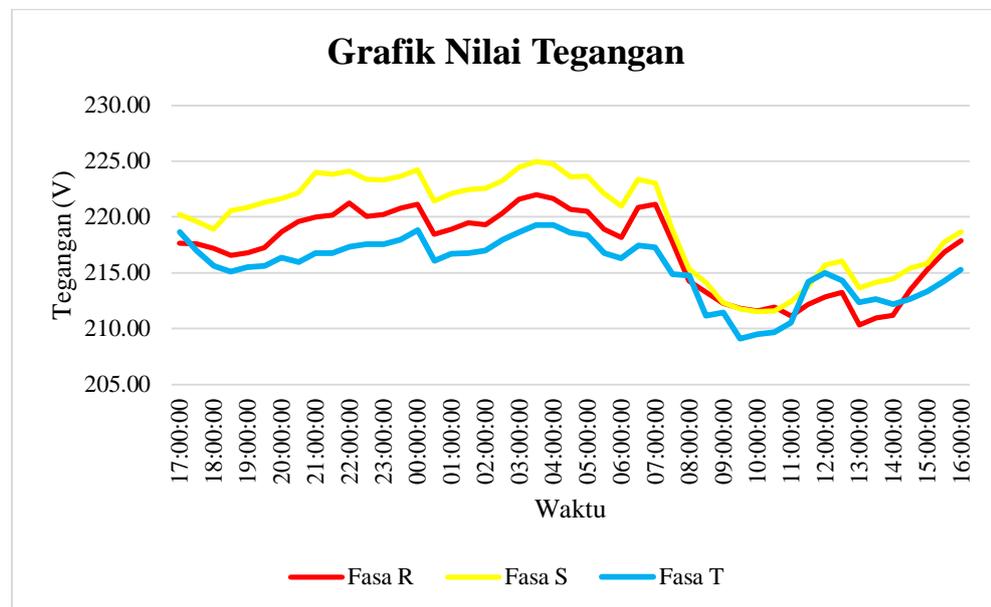
Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 5,28 % , nilai tertinggi sebesar 23,78 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 10,49 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 5,90 % , nilai THD arus tertingginya 13,40 % , dan nilai rata-ratanya 7,31 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 6,92 % , nilai tertinggi 16,63 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 9,22 % . Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi $\left(\frac{I_{Sc}}{I_L}\right)$ sebesar <20 adalah 5 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa S. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban-beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.4.3. Hasil Pengukuran Tanggal 28 November 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.3.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.19 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.

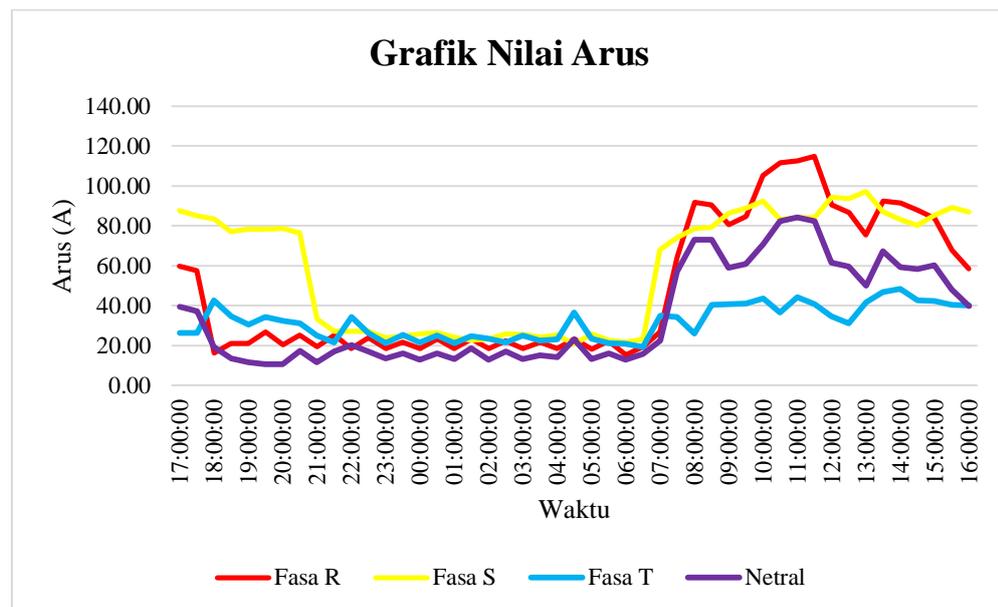


Grafik 4.19 Nilai Tegangan Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.19 dan tabel lampiran 4 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.3.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.20 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.20 Nilai Arus Tanggal 28 November 2019

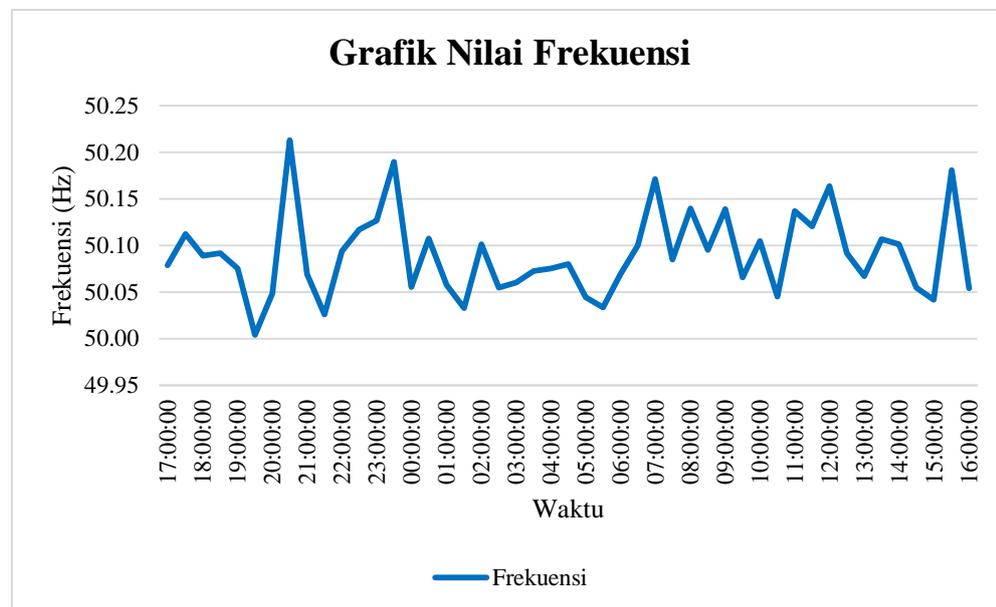
Berdasarkan grafik 4.20 dan tabel lampiran 4 dapat analisis bahwa nilai arus pada sore hari pukul 17:00 – 19:00 mengalami penurunan. Kemudian pada pukul 21:00 sampai pagi hari pukul 06:00 nilai arus cenderung stabil. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 15,23 A, nilai tertinggi sebesar 114,77 A, dan nilai arus rata-ratanya sebesar 48,38 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 20,81 A, nilai tertinggi sebesar 97,14 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 58,73 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 19,33 A, arus tertinggi sebesar 48,51 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 31,76 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah

sebesar 10,67 A , nilai arus tertinggi 84,38 A dan rata-ratanya sebesar 31,76 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel pada lampiran 4 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 10,35 A, antara fasa S dan T sebesar 26,97 A, dan antara fasa T dan R sebesar 16,62 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.3.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.21 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



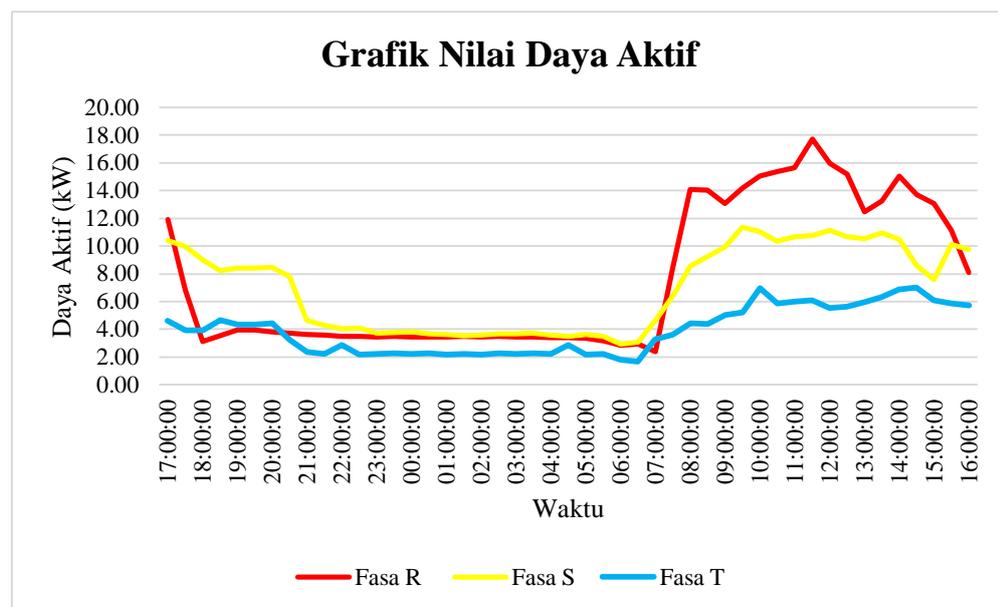
Grafik 4.21 Nilai Frekuensi Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.21 dan tabel lampiran 4 dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 50,00 Hz, dan frekuensi dengan nilai

tertinggi sebesar 50,18 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,09 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.3.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.22 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.22 Nilai Daya Aktif Tanggal 28 November 2019

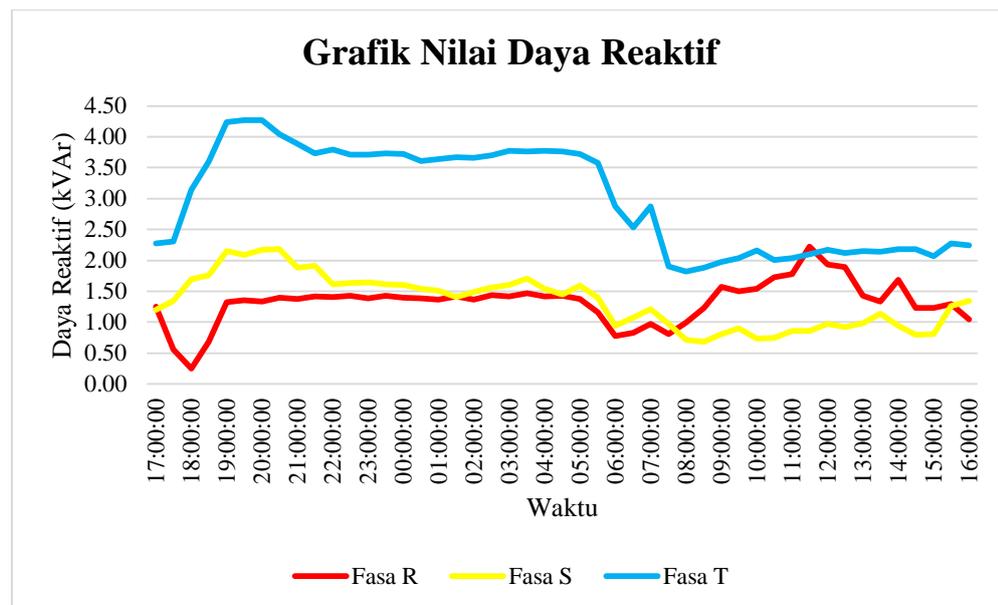
Berdasarkan grafik 4.22 dan tabel lampiran 4 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya aktif setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja dan mulai banyak peralatan kantor yang digunakan sehingga beban listrik meningkat. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 2,38 kW, nilai tertinggi sebesar 17,70 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 7,59 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 2,93 kW, nilai tertinggi sebesar 11,36 kW dan nilai daya

aktif rata-rata sebesar 6,97kW. Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar 1,68 kW, nilai tertingginya sebesar 6,99 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 3,92 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa R lebih besar daripada fasa S dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,62 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 3,05 kW dan antara fasa T dan R sebesar 3,67 kW. 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.

4.4.3.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.23 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.

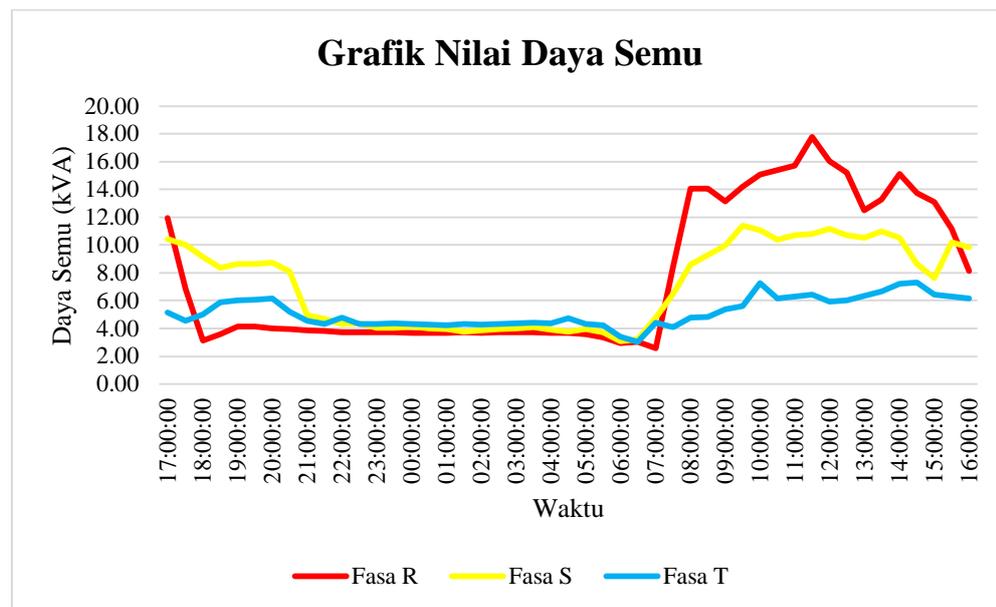


Grafik 4.23 Nilai Daya Reaktif Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.23 dan tabel lampiran 4 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa pada pukul 17.00 sampai 18.00 cenderung mengalami penurunan karena semakin berkurangnya beban yang memerlukan daya reaktif. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya reaktif setiap fasa meningkat. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,25 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,22 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,32 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,68 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,18 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 1,34 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 1,82 kVAr, nilai tertingginya sebesar 4,27 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 3,00 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,02 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,66 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 1,68 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.3.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.24 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



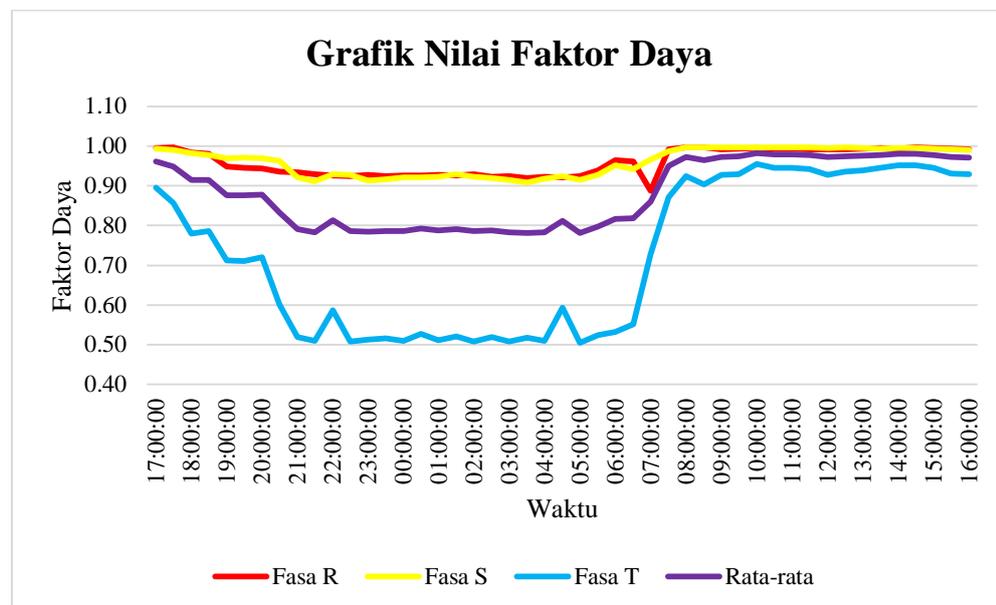
Grafik 4.24 Nilai Daya Semu Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.24 dan tabel Impiran 4 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada pukul 17.00 sampai 19.00 cenderung turun dan pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 2,60 kVA, nilai tertingginya sebesar 17,78 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 7,73 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 3,07 kVA, nilai tertingginya sebesar 11,39 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 7,14 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 3,04 kVA, nilai tertingginya sebesar 7,33 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 5,17 kVA. Daya semu pada fasa R lebih besar daripada daya semu fasa S dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 0,90 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 1,97 kVA dan selisih daya semu antara

fasa T dengan R sebesar 2,56 kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.3.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.25 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



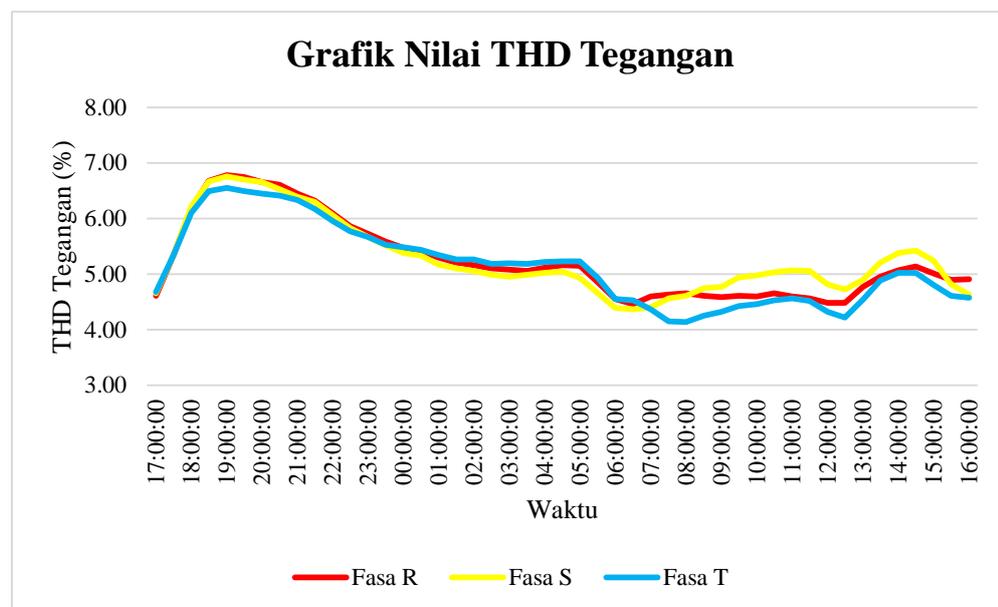
Grafik 4.25 Nilai Faktor Daya Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.25 dan tabel pada lampiran 4 dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,92 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,96. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,91 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,96. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,51 kemudian tertinggi sebesar 0,95 dan rata-ratanya sebesar 0,72. Nilai faktor daya terendah pada setiap fasa 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.

4.4.3.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.26 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



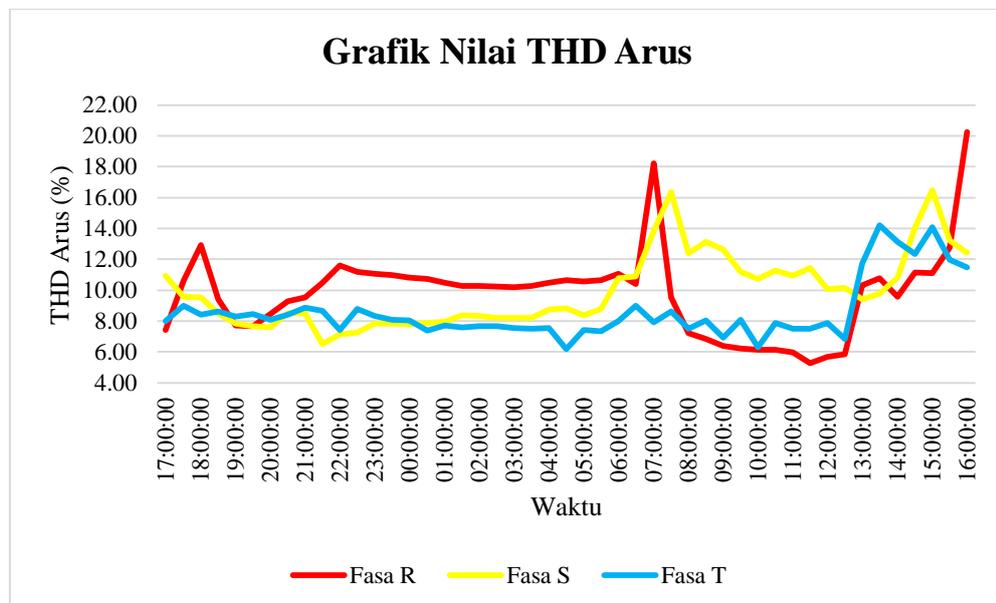
Grafik 4.26 Nilai THD Tegangan Tanggal 28 November 2019

Berdasarkan grafik 4.26 dan tabel lampiran 4 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 4,47 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,79 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,25 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 4,37 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,76 %, dan nilai rata-ratanya 5,28 %. Pada fasa T THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 4,14 %, nilai tertinggi sebesar 6,55 % dan nilai rata-rata

sebesar 5,14 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai THD tegangan tertinggi dan rata-rata pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5 %. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa S dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,03%, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,14% dan selisih fasa T dan R sebesar 0,11%. Harmonisa tegangan terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC yang berbasis VRF dan beban elektronika lainnya.

4.4.3.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 28 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.27 dan tabel lampiran 4 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.27 Nilai THD Arus Tanggal 28 November 2019

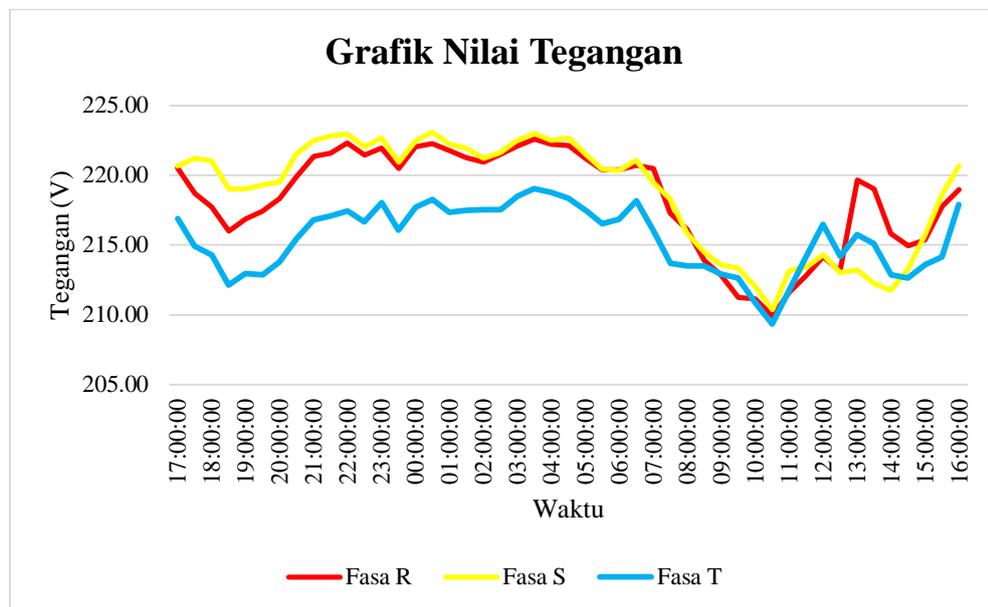
Berdasarkan grafik 4.27 dan tabel pada lampiran 4 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 5,26 % , nilai tertinggi sebesar 20,24 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 9,80 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 6,49 % , nilai THD arus tertingginya 16,47 % , dan nilai rata-ratanya 9,93 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 6,19 % , nilai tertinggi 14,22 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 8,60 % . Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) sebesar <20 adalah 5 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa S memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa T. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.4.4. Hasil Pengukuran Tanggal 29 November 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.4.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.28 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.

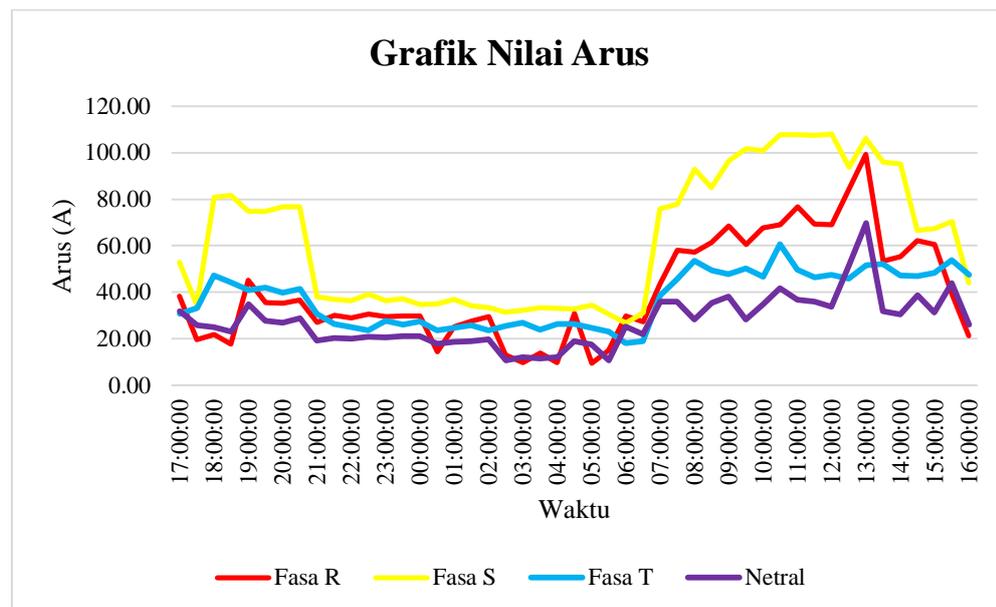


Grafik 4.28 Nilai Tegangan Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.28 dan tabel pada lampiran 5 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.4.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.29 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



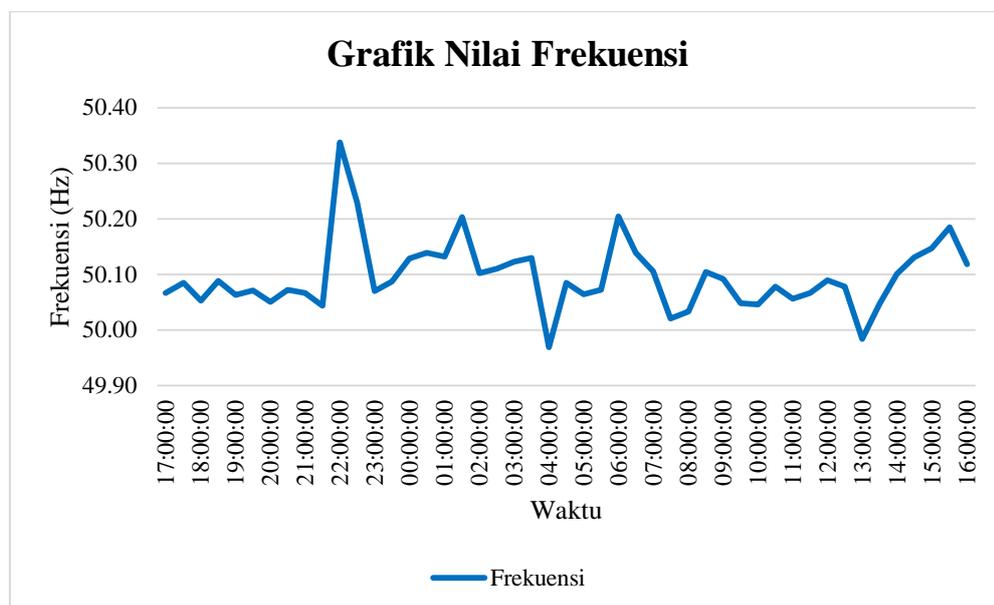
Grafik 4.29 Nilai Arus Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.29 dan tabel pada lampiran 5 dapat analisis bahwa nilai arus pada setiap fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 9,72 A, nilai tertingginya sebesar 99,13 A, dan nilai arus rataratanya sebesar 40,16 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 26,68 A, nilai tertingginya 108,10 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 62,53 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 18,12 A, arus tertinggi sebesar 60,66 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 37,20 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 10,67 A, nilai arus tertinggi 69,77 A dan rata-ratanya sebesar 27,50 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel pada lampiran 5 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 22,37 A, antara fasa S dan T sebesar 9,70 A, dan antara fasa T dan R sebesar 12,66 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.4.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.30 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



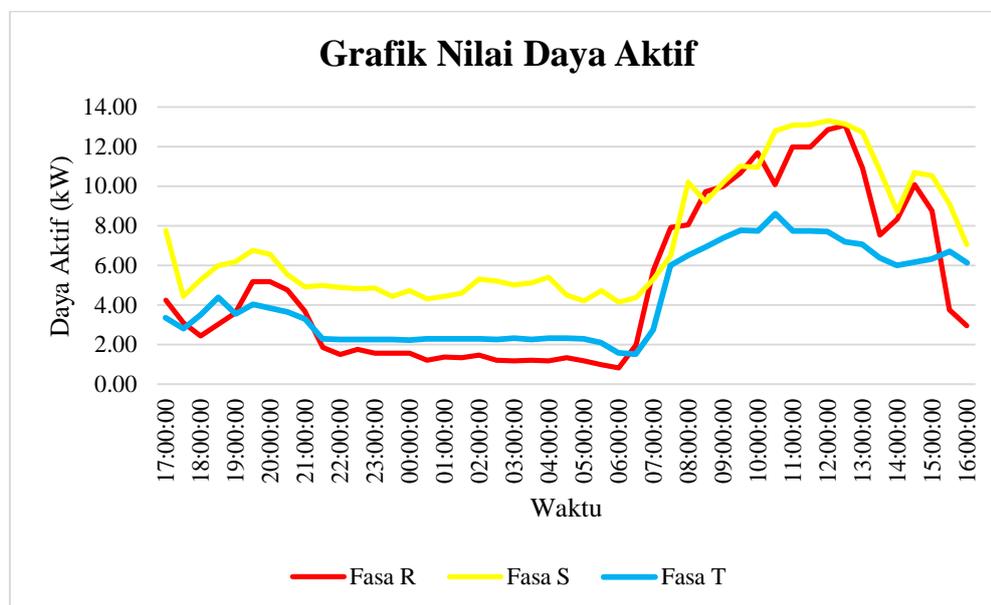
Grafik 4.30 Nilai Frekuensi Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.30 dan tabel pada lampiran 5 maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,97 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,19 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,10 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas

standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.4.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.31 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.31 Nilai Daya Aktif Tanggal 29 November 2019

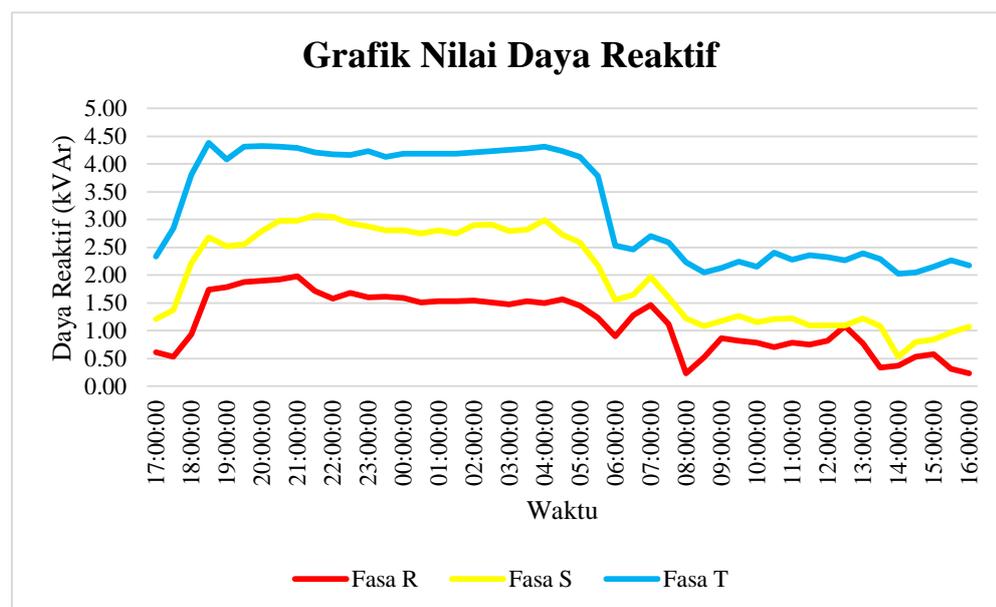
Berdasarkan grafik 4.31 dan tabel pada lampiran 5 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda.. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 0,83 kW, nilai tertingginya sebesar 13,08 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 5,07 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 4,31 kW, nilai tertingginya sebesar 13,32 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 7,28 kW. Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar 1,53 kW, nilai tertingginya sebesar 8,61 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 4,33 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa S lebih besar daripada fasa R dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 2,21 kW, antara

fasa S dan T selisihnya sebesar 2,95kW dan antara fasa T dan R sebesar 0,74 kW. 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.

4.4.4.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.32 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



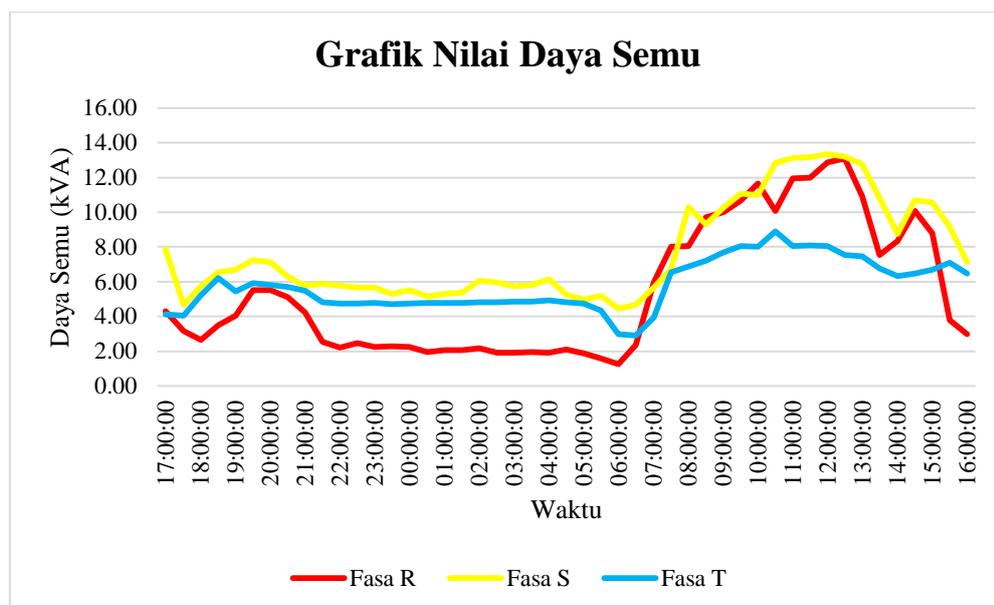
Grafik 4.32 Nilai Daya Reaktif Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.32 dan tabel pada lampiran 5 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,23 kVAr, nilai tertingginya sebesar 1,98 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,16 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,53 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,07 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar

2,00 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 2,02 kVAr, nilai tertingginya sebesar 4,38 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 3,28 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,84 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,28 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 2,12 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.4.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.33 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.

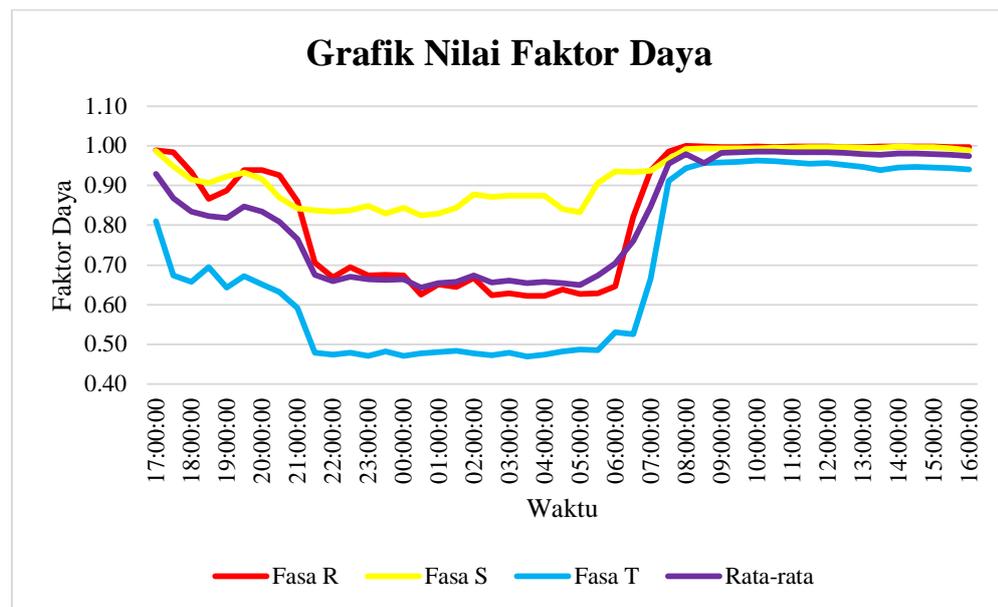


Grafik 4.33 Nilai Daya Semu Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.33 dan tabel pada lampiran 5 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada pukul 17.00 sampai 18.00 cenderung turun dan pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 1,24 kVA, nilai tertingginya sebesar 13,08 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,39 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 4,44 kVA, nilai tertingginya sebesar 13,35 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 7,69 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 2,90 kVA, nilai tertingginya sebesar 8,91 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 5,77 kVA. Daya semu pada fasa S lebih besar daripada daya semu fasa R dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 2,30 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 1,92 kVA dan selisih daya semu antara fasa T dengan R sebesar 0,38 kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.4.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.34 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.

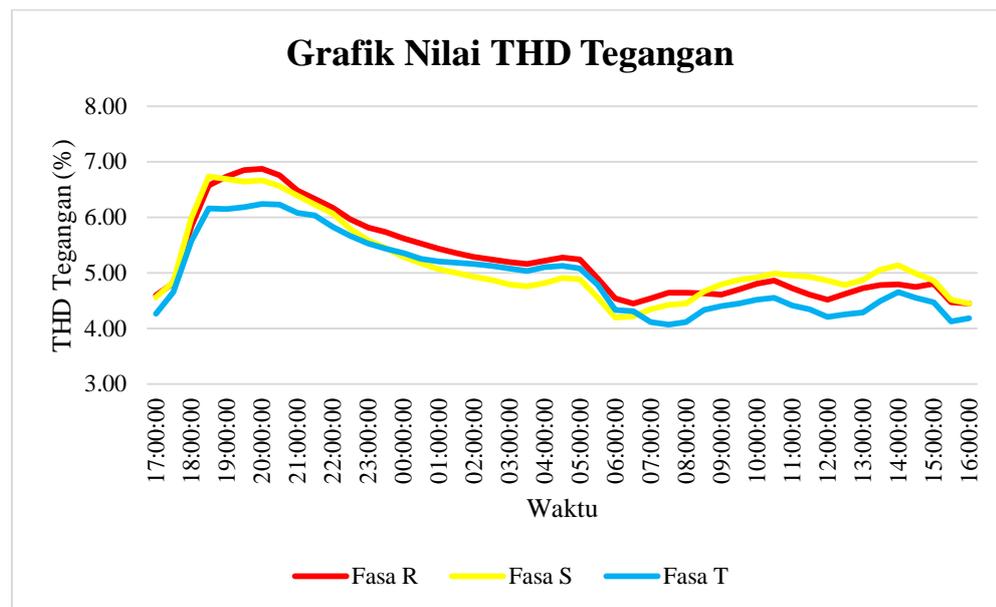


Grafik 4.34 Nilai Faktor Daya Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.34 dan tabel pada lampiran 5 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,62 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,85. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,82 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,92. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,47 kemudian tertinggi sebesar 0,96 dan rata-ratanya sebesar 0,70. Nilai faktor daya terendah pada setiap fasa 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.

4.4.4.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata-rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.35 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



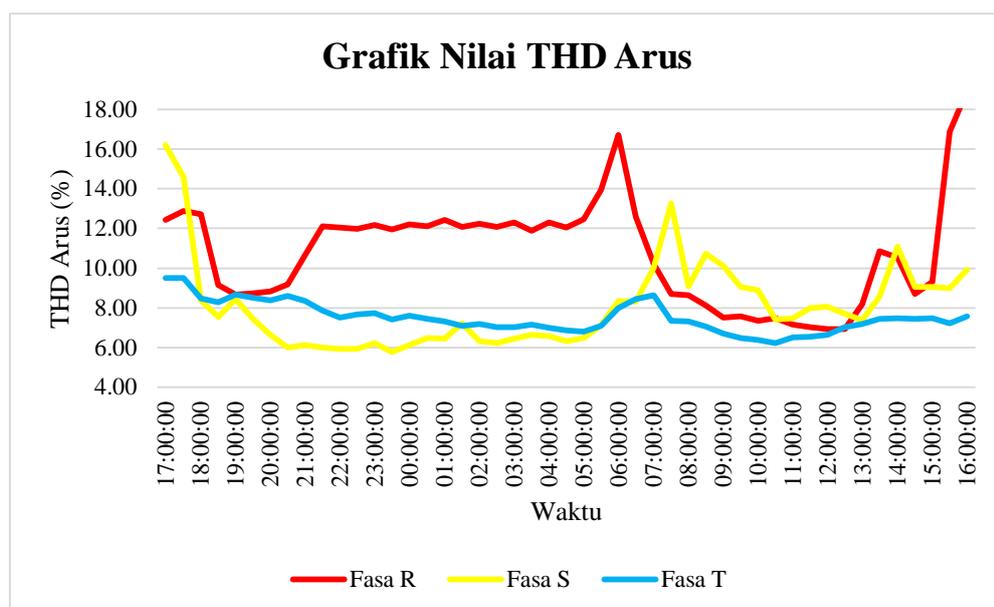
Grafik 4.35 Nilai THD Tegangan Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.35 dan tabel pada lampiran 5 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 4,44 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,88 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,25 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 4,20 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,74 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,16 %. Pada fasa T THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 4,06 %, nilai tertingginya sebesar 6,24 % dan nilai rata-rata sebesar 4,95 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai THD tegangan tertinggi dan rata-rata pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5 %. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada

pada fasa R dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,09 %, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,21 % dan selisih fasa T dan R sebesar 0,30 %. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC, dan beban elektronika lainnya.

4.4.4.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 29 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.36 dan tabel lampiran 5 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.36 Nilai THD Arus Tanggal 29 November 2019

Berdasarkan grafik 4.36 dan tabel pada lampiran 5 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 6,92 % , nilai tertinggi sebesar 18,92 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 10,81 %. Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 5,76 % , nilai THD arus tertingginya 16,21 %, dan nilai rata-ratanya 8,09 %. Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 6,23 %, nilai tertinggi 9,50 % dan nilai rata-rata THD

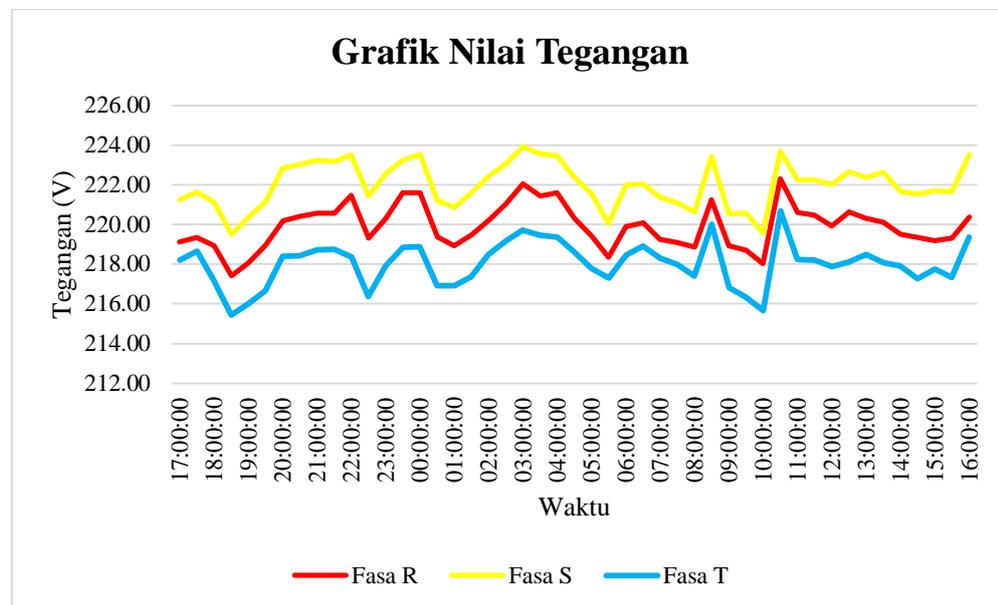
arusnya sebesar 7,51 %. Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) sebesar <20 adalah 5 %, oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa T. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.4.5. Hasil Pengukuran Tanggal 30 November 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.5.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.37 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.

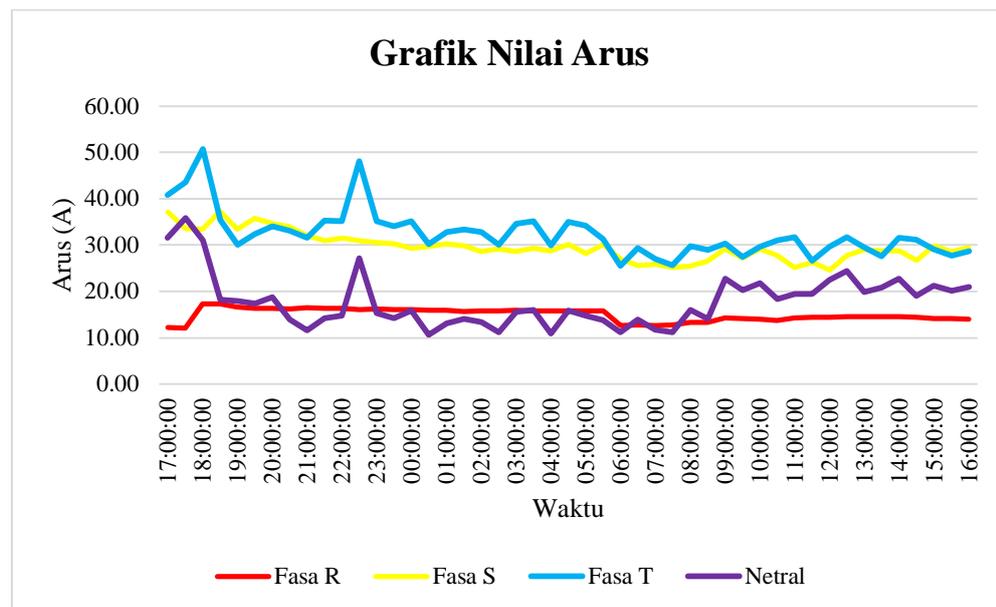


Grafik 4.37 Nilai Tegangan Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.37 dan tabel pada lampiran 6 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.5.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.38 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



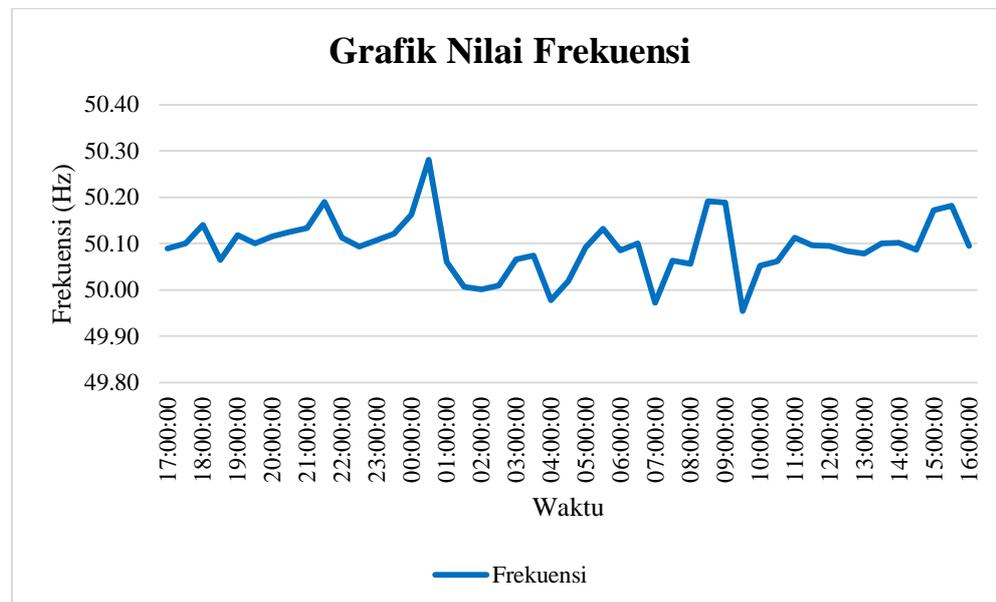
Grafik 4.38 Nilai Arus Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.38 dan tabel pada lampiran 6 dapat analisis bahwa nilai arus fasa T dan netral pada sore hari pukul 17:00 – 22:00 mengalami naik turun meski tidak signifikan dan pada pukul 23:00 hingga sore hari cenderung stabil. Sedangkan arus fasa R dan S cukup stabil dari pukul 17:00 sampai pukul 16:00 keesokan harinya. Arus tidak mengalami kenaikan pada pagi hari dikarenakan hari tersebut adalah hari minggu, dimana aktivitas kerja tidak ada. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 12,00 A, nilai tertingginya sebesar 17,28 A, dan nilai arus rata-ratanya sebesar 14,96 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 25,13 A, nilai tertingginya 37,35 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 29,60 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 25,55 A, arus tertinggi sebesar 50,72 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 32,43 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 11,12 A, nilai arus tertinggi 35,90 A dan rata-ratanya sebesar 17,85 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel pada lampiran 6 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa T nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan S, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 14,64 A, antara fasa S dan T sebesar 2,83 A, dan antara fasa T dan R sebesar 17,47 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.5.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.39 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



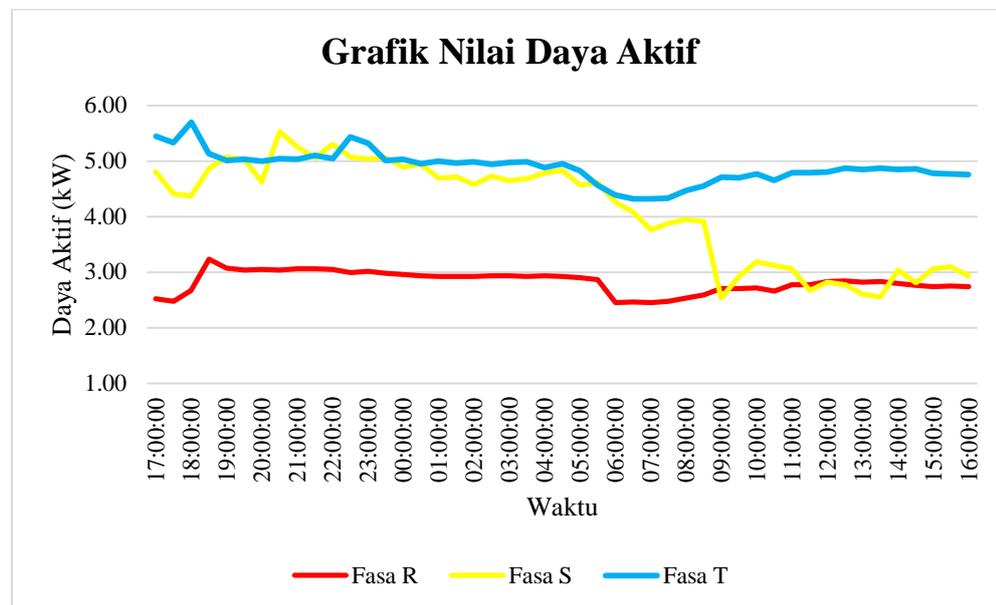
Grafik 4.39 Nilai Frekuensi Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.39 dan tabel pada lampiran 6 maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,97 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,18 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,09 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas

standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.5.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.40 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.40 Nilai Daya Aktif Tanggal 30 November 2019

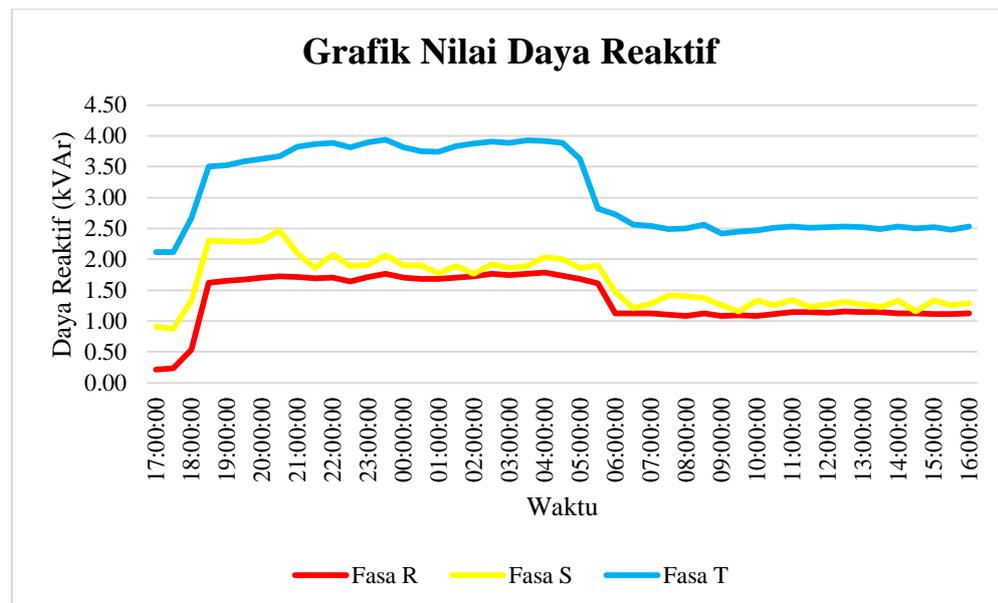
Berdasarkan grafik 4.40 dan tabel pada lampiran 6 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa pada pukul 17.00 sampai 18.00 cenderung mengalami penurunan karena semakin berkurangnya beban yang digunakan digedung E2 dan pada malam hari sampai sore hari stabil. Daya aktif pada pukul pagi hari tidak meningkat karena merupakan hari libur, dimana tidak ada kegiatan kerja. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 2,45 kW, nilai tertingginya sebesar 3,08 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 2,82 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 2,53 kW, nilai tertingginya sebesar 5,53 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 4,11 kW. Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar

4,32 kW, nilai tertingginya sebesar 5,70 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 4,89 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 1,29 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 0,78 kW dan antara fasa T dan R sebesar 2,07 kW. 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.

4.4.5.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.41 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.

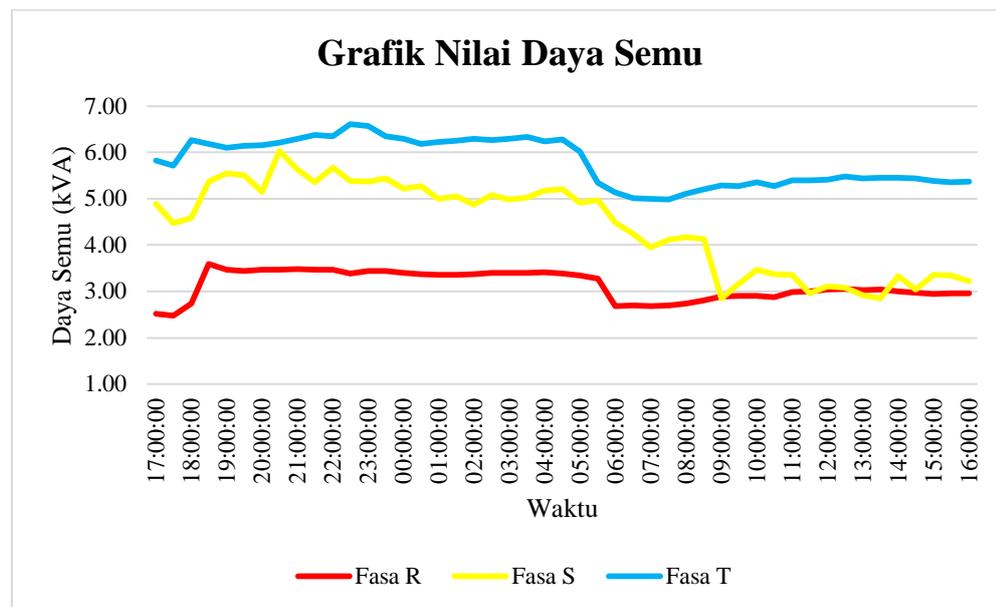


Grafik 4.41 Nilai Daya Reaktif Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.41 dan tabel pada lampiran 6 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Pada pagi hari tidak mengalami peningkatan daya reaktif dikarenakan tidak ada kegiatan kerja dikarenakan hari libur. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,22 kVAr, nilai tertinggi sebesar 1,78 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,36 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,88 kVAr, nilai tertinggi sebesar 2,47 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 1,63 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 2,11 kVAr, nilai tertinggi sebesar 3,93 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 3,10 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,27 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,47 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 1,74 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.5.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.42 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



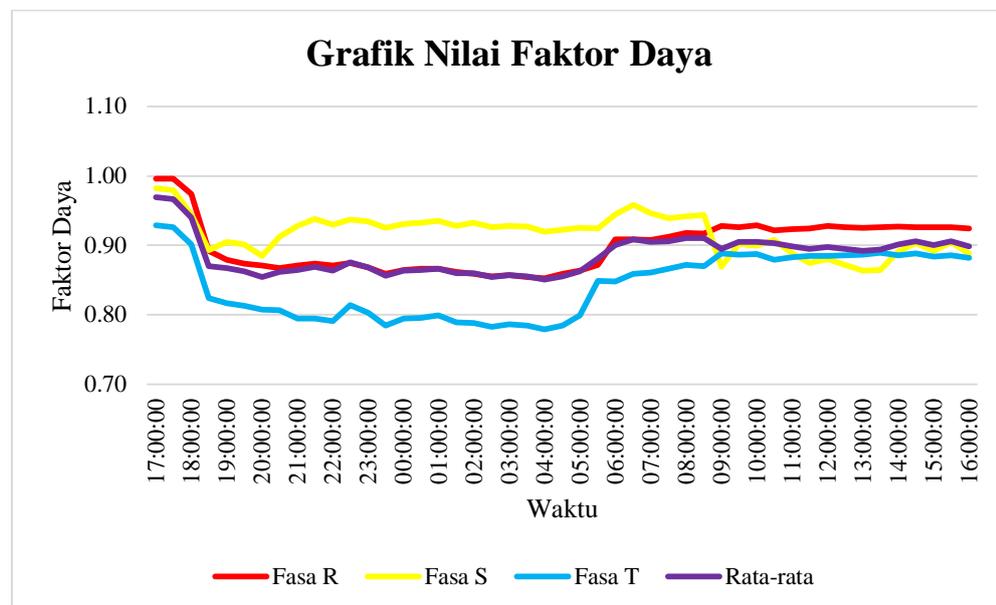
Grafik 4.42 Nilai Daya Semu Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.42 dan tabel pada lampiran 6 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai daya semu pada pukul 07.00 pagi hari tidak mengalami kenaikan karena tidak ada kegiatan kerja dikarenakan hari libur. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 2,47 kVA, nilai tertingginya sebesar 3,60 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 3,13 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 2,85 kVA, nilai tertingginya sebesar 6,03 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 4,42 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 4,98 kVA, nilai tertingginya sebesar 6,62 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 5,80 kVA. Daya semu pada fasa T lebih besar daripada daya semu fasa R dan S dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 1,29 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 1,38 kVA dan selisih daya semu antara fasa T dengan R sebesar 2,67 kVA. Nilai daya semu

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.

4.4.5.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.43 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



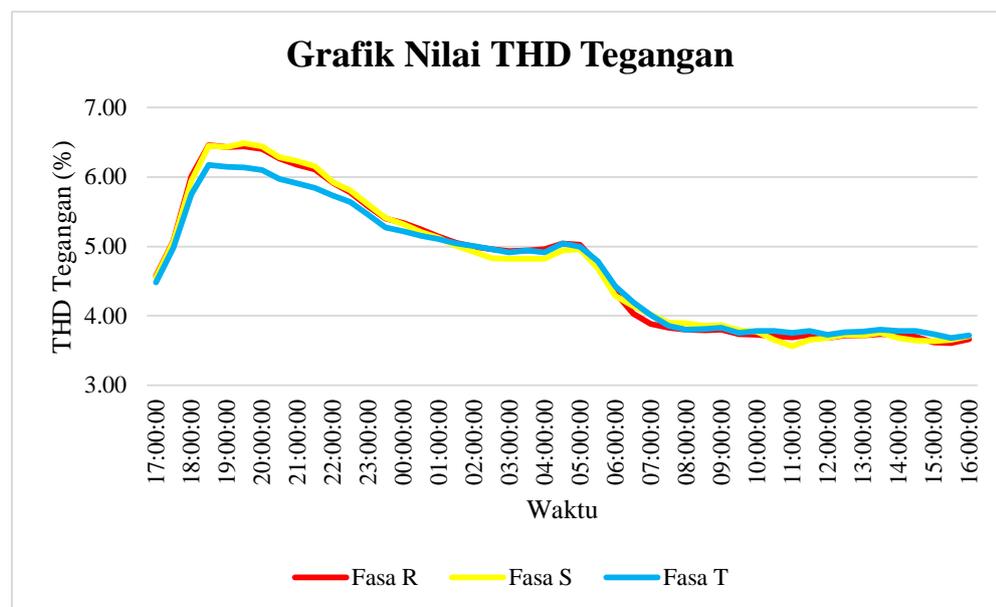
Grafik 4.43 Nilai Faktor Daya Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.43 dan tabel pada lampiran 6 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,61 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,90. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,86 dan tertinggi sebesar 0,98 dengan rata-ratanya sebesar 0,92. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,78 kemudian tertinggi sebesar 0,93 dan rata-ratanya sebesar 0,84. Nilai faktor daya terendah pada fasa T 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.

4.4.5.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.44 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



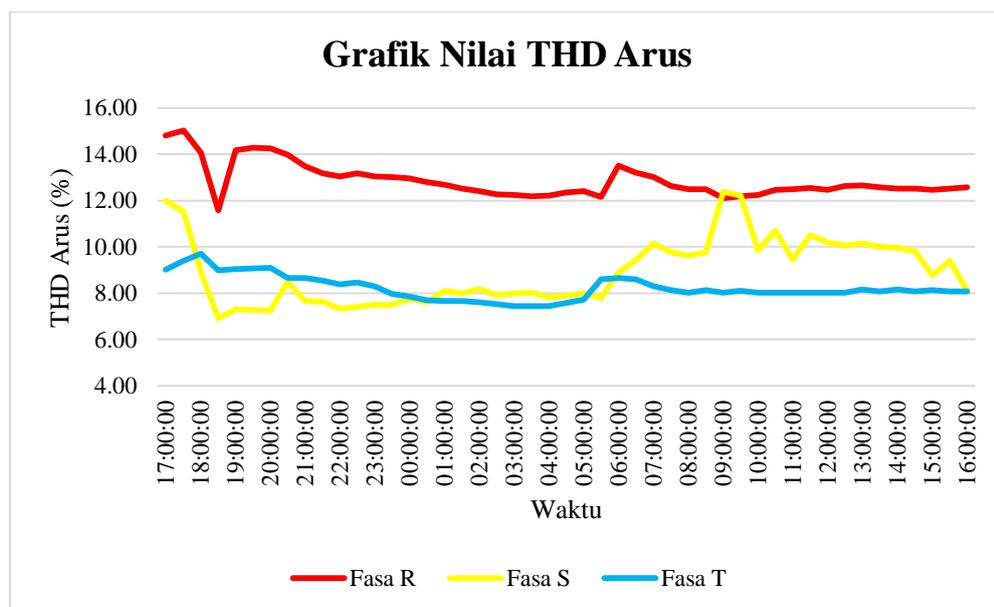
Grafik 4.44 Nilai THD Tegangan Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.44 dan tabel pada lampiran 6 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 3,61 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,46 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 4,73 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 3,56 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,48 %, dan nilai rata-ratanya 4,72 %. Pada fasa T THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 3,69 %, nilai tertinggi sebesar 6,17 % dan

nilai rata-rata sebesar 4,69 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai THD tegangan tertinggi pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5 %. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa R dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,01 %, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,03 % dan selisih fasa T dan R sebesar 0,04 %. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC (*Air Conditioner*) yang berbasis VRF (*Variable Refrigerant Flow*), dan beban-beban elektronika lainnya.

4.4.5.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 30 November 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.45 dan tabel lampiran 6 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.45 Nilai THD Arus Tanggal 30 November 2019

Berdasarkan grafik 4.45 dan tabel pada lampiran 6 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 11,59 % , nilai tertinggi sebesar 15,04 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 12,87 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 6,91 % , nilai THD arus tertingginya 12,37 % , dan nilai rata-ratanya 8,92 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 7,44 % , nilai tertinggi 9,71 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 8,22 % . Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) sebesar <20 adalah 5 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi fasa R dan yang paling rendah adalah pada fasa T.

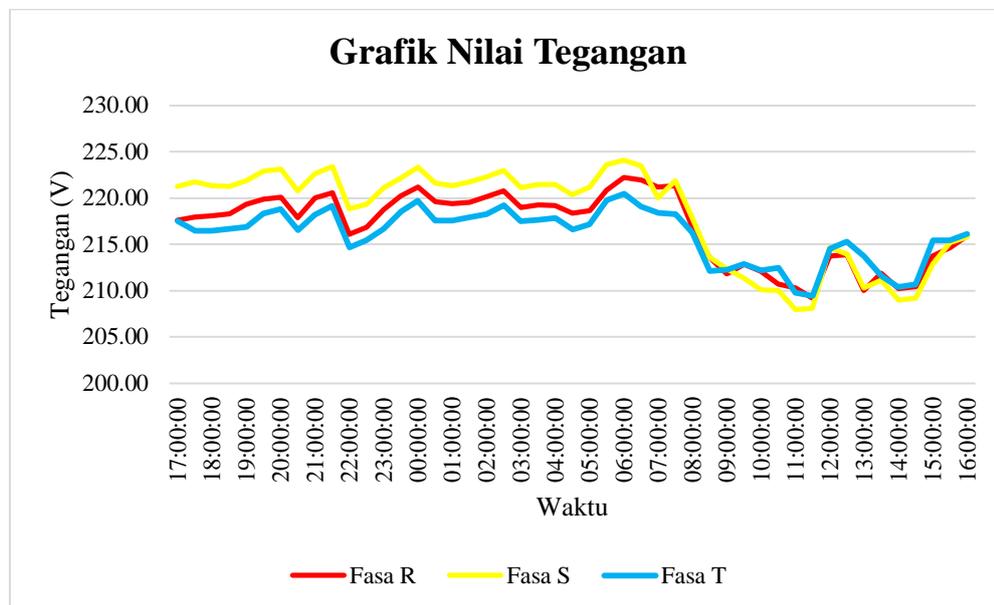
Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.4.6. Hasil Pengukuran Tanggal 01 Desember 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.6.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.46 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.

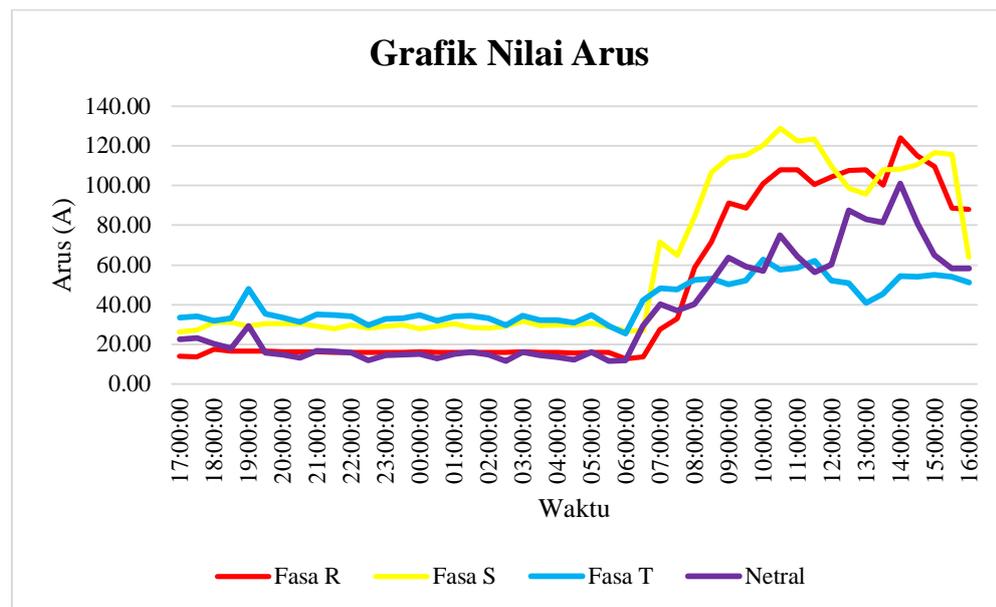


Grafik 4.46 Nilai Tegangan Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.46 dan tabel pada lampiran 7 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.6.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.47 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



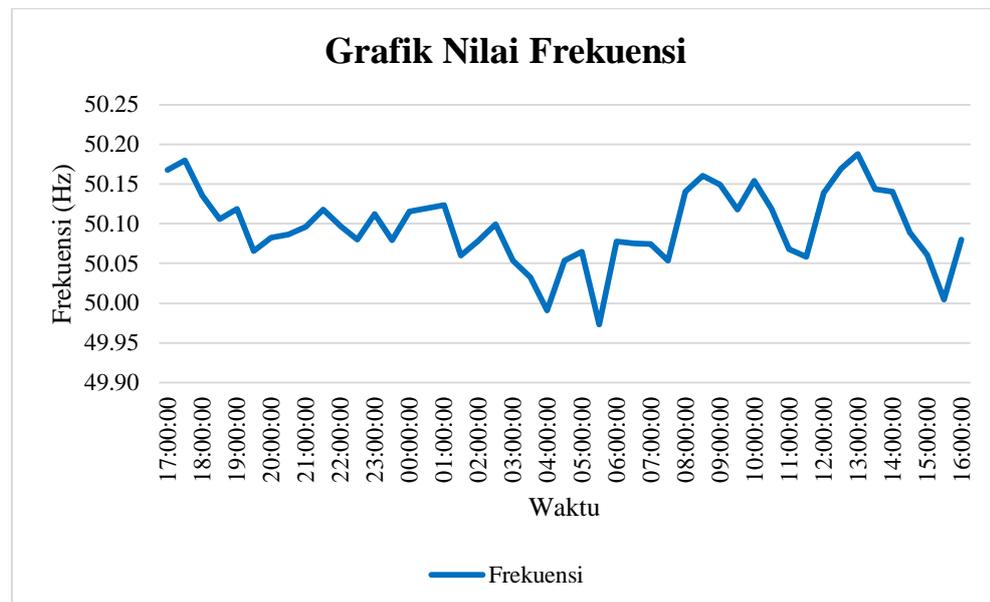
Grafik 4.47 Nilai Arus Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.47 dan tabel pada lampiran 7 dapat analisis bahwa nilai arus pada sore hari pukul 17:00 – 06:00 pagi cenderung stabil. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 12,74 A, nilai tertingginya sebesar 124,02 A, dan nilai arus rata-ratanya sebesar 46,26 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 26,25 A, nilai tertingginya 128,83 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 59,47 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 29,30 A, arus tertinggi sebesar 62,73 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 41,34 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 11,47 A, nilai arus tertinggi 101,12 A dan rata-ratanya sebesar 35,71 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel lampiran 7 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 13,21 A, antara fasa S dan T sebesar 18,13 A, dan antara fasa T dan R sebesar 4,92 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.6.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.48 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



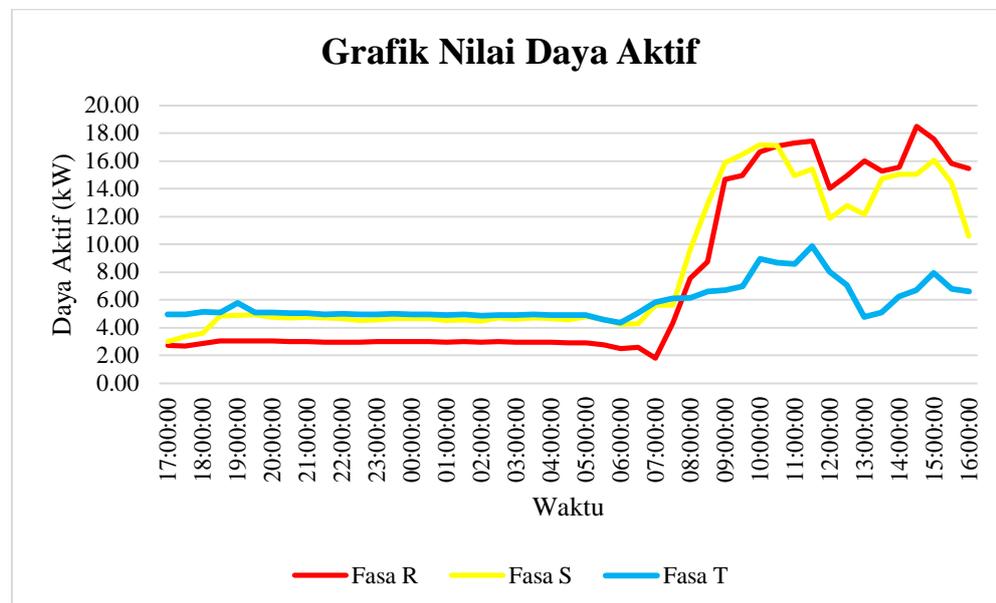
Grafik 4.48 Nilai Frekuensi Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.48 dan tabel pada lampiran 7 maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,97 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,18 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,10 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas

standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.6.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.49 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.49 Nilai Daya Aktif Tanggal 01 Desember 2019

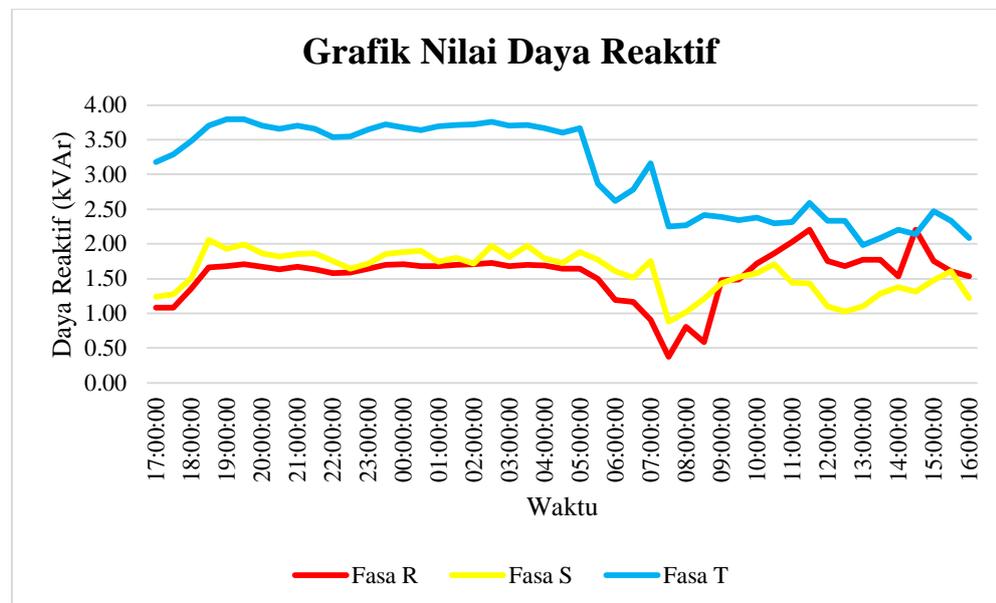
Berdasarkan grafik 4.49 dan tabel pada lampiran 7 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa sore hari pada pukul 17.00 sampai 06.00 pagi cenderung stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya aktif setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja dan mulai banyak peralatan kantor yang digunakan sehingga beban listrik meningkat. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 1,81 kW, nilai tertingginya sebesar 18,48 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 7,35 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 2,98 kW, nilai tertingginya sebesar 17,15 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 8,07 kW.

Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar 4,36 kW, nilai tertingginya sebesar 9,87 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 5,80 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa S lebih besar daripada fasa R dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,72 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 2,27 kW dan antara fasa T dan R sebesar 1,55 kW. 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.

4.4.6.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.50 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.

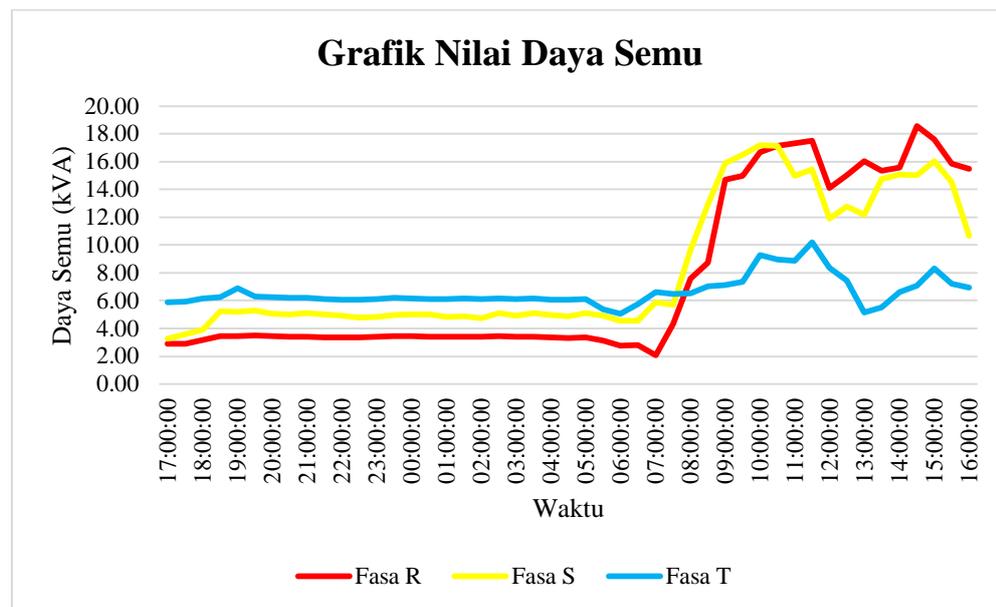


Grafik 4.50 Nilai Daya Reaktif Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.50 dan tabel pada lampiran 7 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa pada pukul 17.00 sampai 19.00 cenderung mengalami penurunan karena semakin berkurangnya beban yang memerlukan daya reaktif. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya reaktif setiap fasa meningkat. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,37 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,21 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,56 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,88 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,06 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 1,59 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 1,98 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,80 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 3,05 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,03 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,46 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 1,49 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.6.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.51 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



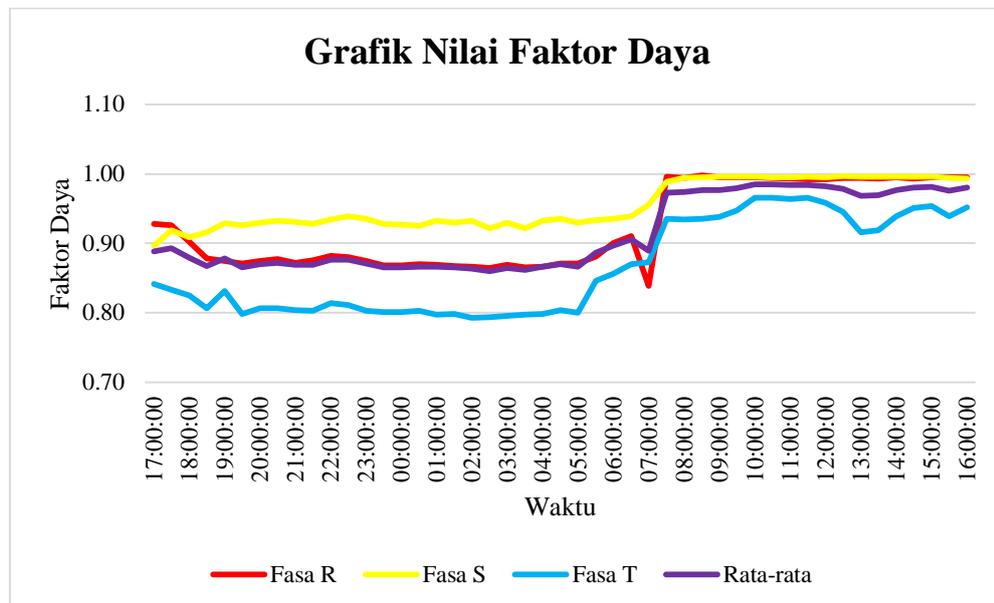
Grafik 4.51 Nilai Daya Semu Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.51 dan tabel pada lampiran 7 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada sore hari pukul 17.00 sampai 06.00 pagi cenderung stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 2,06 kVA, nilai tertingginya sebesar 18,57 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 7,60 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 3,24 kVA, nilai tertingginya sebesar 17,18 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 8,28 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 5,07 kVA, nilai tertingginya sebesar 10,19 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 6,63 kVA. Daya semu pada fasa S lebih besar daripada daya semu fasa R dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 0,68 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 1,65 kVA dan selisih daya semu antara fasa T dengan R sebesar 0,97

kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.6.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.52 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



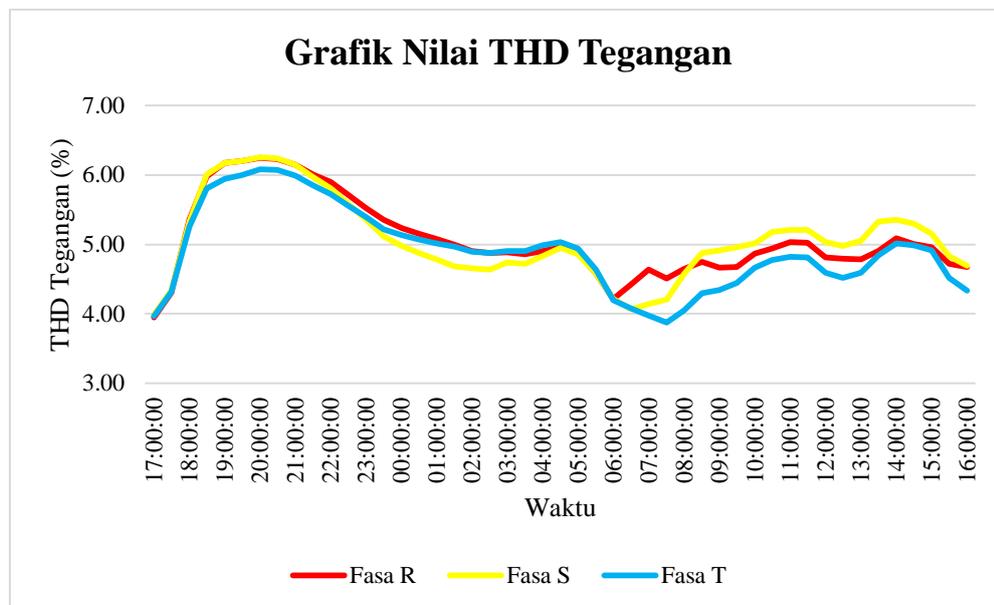
Grafik 4.52 Nilai Faktor Daya Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.52 dan tabel pada lampiran 7 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,84 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,92. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,90 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,95. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,79 kemudian tertinggi sebesar 0,97 dan rata-ratanya sebesar 0,86. Nilai faktor daya terendah pada fasa R dan T 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.

4.4.6.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.53 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



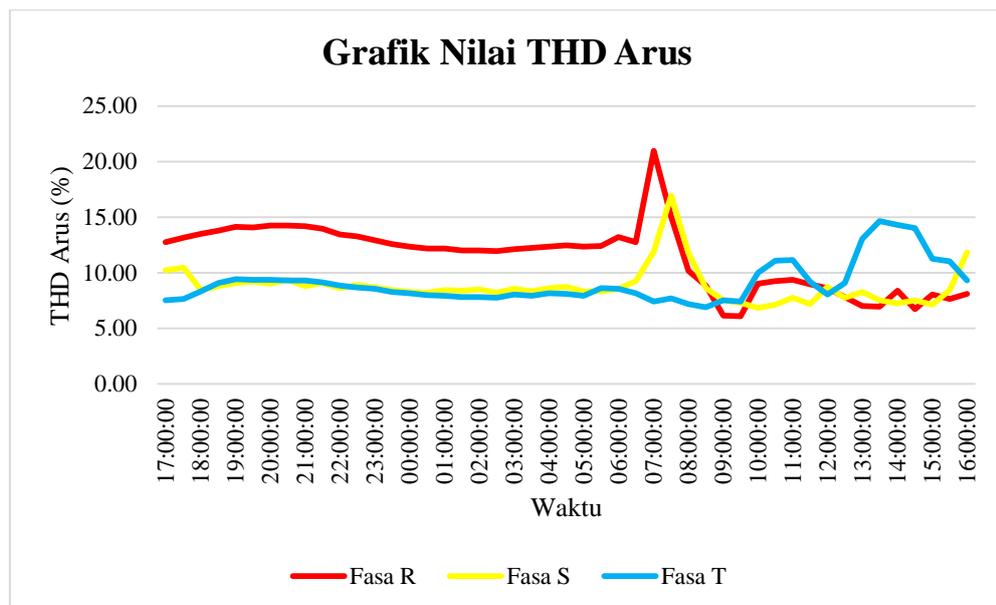
Grafik 4.53 Nilai THD Tegangan Tanggal 01 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.53 dan tabel pada lampiran 7 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 3,95 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,25 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,08 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 3,99 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,26 %, dan nilai rata-ratanya 5,07 %. Pada fasa T THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 3,97 %, nilai tertinggi sebesar 6,08 % dan

nilai rata-rata sebesar 4,92 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai THD tegangan tertinggi pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5 %. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa R dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,01 %, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,15 % dan selisih fasa T dan R sebesar 0,16 %. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC (*Air Conditioner*) yang berbasis VRF (*Variable Refrigerant Flow*), dan beban-beban elektronika lainnya.

4.4.6.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 01 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.54 dan tabel lampiran 7 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.54 Nilai THD Arus Tanggal 01 Desember 2019

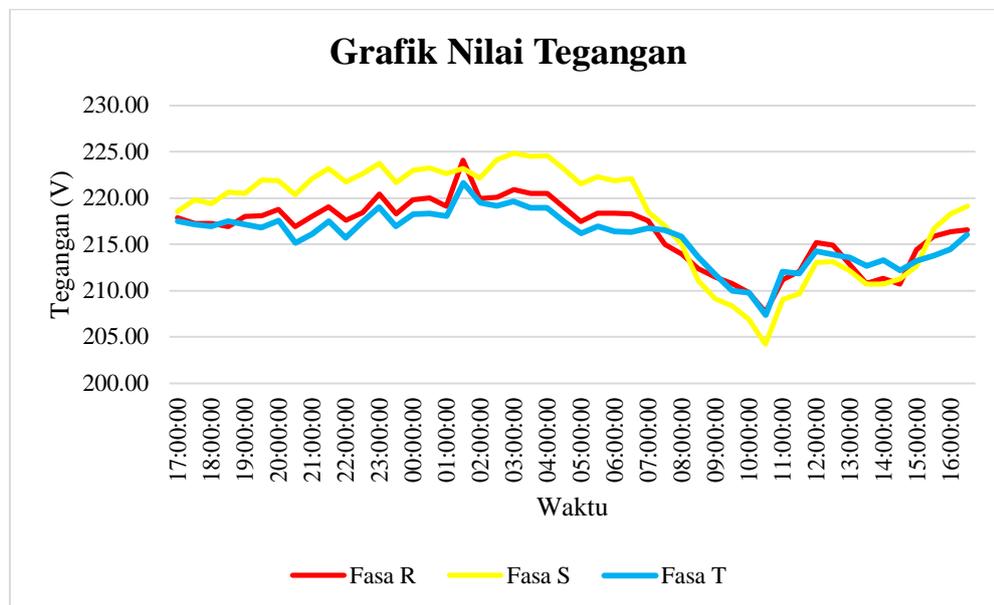
Berdasarkan grafik 4.54 dan tabel pada lampiran 7 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 6,08 % , nilai tertinggi sebesar 20,96 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 11,40 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 6,28 % , nilai THD arus tertingginya 16,95 % , dan nilai rata-ratanya 8,79 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 6,87 % , nilai tertinggi 14,66 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 9,06 % . Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) sebesar <20 adalah 5 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa S. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, komputer, beban elektronika serta beban non linear.

4.4.7. Hasil Pengukuran Tanggal 02 Desember 2019

Berikut ini hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 di panel SDP gedung E2 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4.4.7.1. Profil Nilai Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai tegangan (line to netral) setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata tegangan yang dinyatakan dalam Volt (V) yang dapat dilihat dalam grafik 4.55 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.

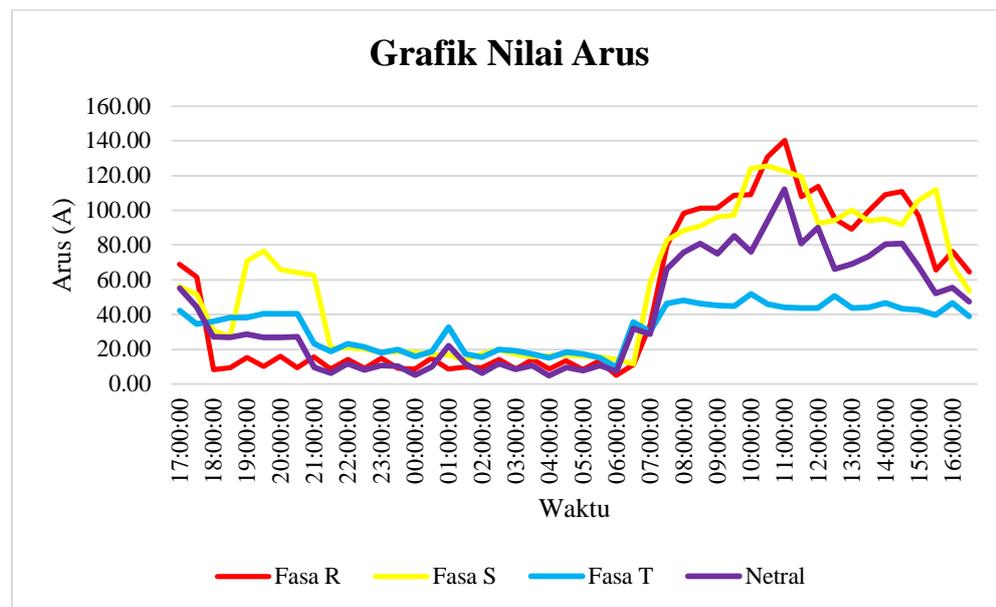


Grafik 4.55 Nilai Tegangan Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.55 dan tabel pada lampiran 8 maka nilai tegangan gedung E2 dalam kondisi normal yaitu dengan standar yang diizinkan yaitu toleransi sebesar -10% s/d +5% atau pada rentang tegangan antara 198 volt sampai 231 volt. Pada waktu sore hari, malam hari, sampai dengan pagi hari, nilai tegangan pada tiap fasa lebih besar dibandingkan pada waktu siang hari yang menurun nilai tegangannya.. Nilai tegangan rata-rata fasa S lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan rata-rata fasa R dan T.

4.4.7.2. Profil Nilai Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Ampere (A) yang dapat dilihat dalam grafik 4.56 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



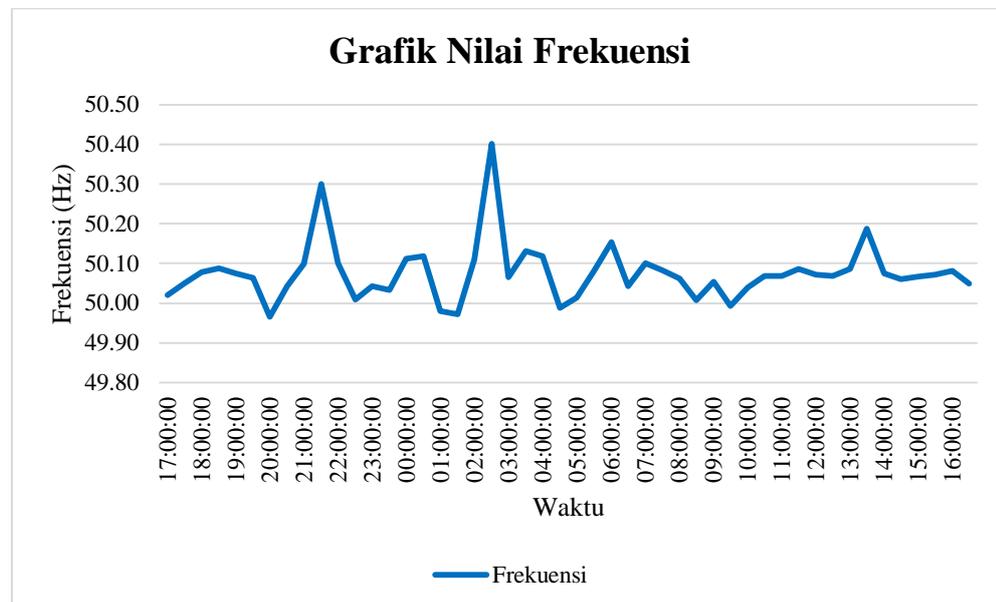
Grafik 4.56 Nilai Arus Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.56 dan tabel pada lampiran 8 dapat analisis bahwa nilai arus pada sore hari pukul 17:00 – 19:00 mengalami penurunan. Arus pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Nilai arus pada setiap fasa pada pukul 07:00 mengalami kenaikan, hal ini dikarenakan terdapat jam operasional kerja, sehingga setiap fasa harus menyuplai listrik untuk keperluan kerja. Arus kembali menurun ketika waktu menuju sore hari. Pada fasa R nilai arus terendah sebesar 5,12 A, nilai tertingginya sebesar 140,23 A, dan nilai arus rata-ratanya sebesar 49,03 A. Pada fasa S nilai arus terendah sebesar 11,64 A, nilai tertingginya 125,75 A dan nilai rata-rata arusnya sebesar 57,18 A. Pada fasa T arus terendah sebesar 9,71 A, arus tertinggi sebesar 51,93 A, dan nilai rata-rata arus sebesar 33,13 A. Adapun arus di penghantar netral dengan nilai terendah sebesar 4,73 A, nilai arus tertinggi 112,22 A dan rata-ratanya sebesar 40,34 A.

Nilai arus pada setiap fasa idealnya adalah sama, tetapi berdasarkan tabel lampiran 8 ternyata setiap fasa memiliki nilai arus yang berbeda. Pada fasa S nilai arus rata-ratanya paling besar dibandingkan dengan fasa R dan T, dengan selisih arus rata-rata antara fasa R dan S sebesar 8,15 A, antara fasa S dan T sebesar 14,05 A, dan antara fasa T dan R sebesar 15,90 A. Perbedaan nilai arus pada setiap fasa ini mengakibatkan adanya arus di penghantar netral, rugi-rugi daya, pembebanan yang tidak seimbang pada transformator, dan mengurangi usia pakai transformator.

4.4.7.3. Profil Nilai Frekuensi pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai frekuensi maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam Hz yang dapat dilihat dalam grafik 4.57 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



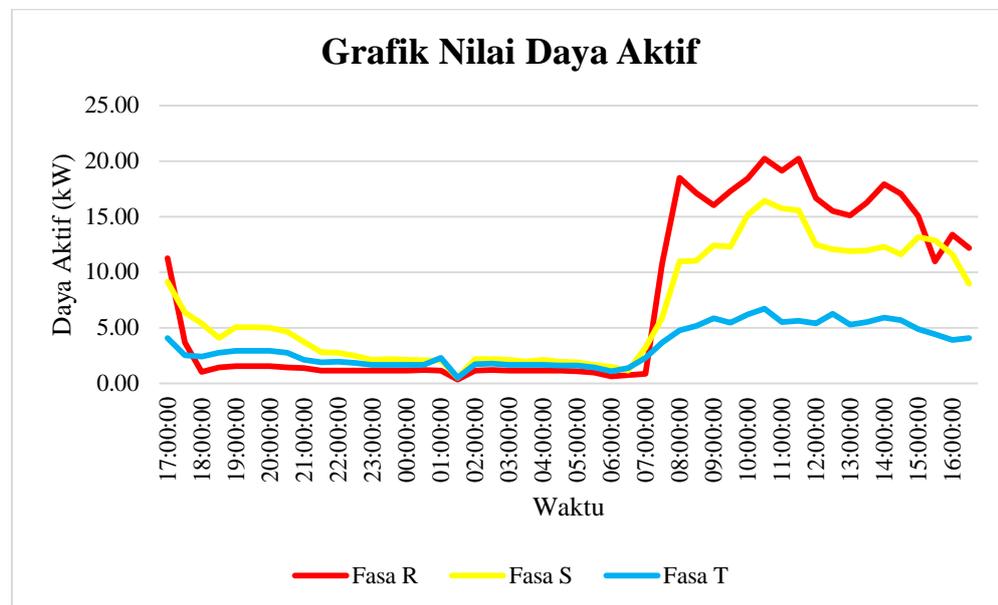
Grafik 4.57 Nilai Frekuensi Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.57 dan tabel pada lampiran 8 maka dapat dianalisis bahwa nilai frekuensi pada setiap saatnya berbeda beda, diketahui bahwa frekuensi dengan nilai terendah yaitu sebesar 49,97 Hz, dan frekuensi dengan nilai tertinggi sebesar 50,21 Hz, dan nilai rata-ratanya sebesar 50,19 Hz. Nilai frekuensi tersebut masih dalam batas standar yang baik karena batas

standar dari frekuensi di Indonesia adalah sebesar $\pm 1\%$ dari frekuensi yang ditetapkan, atau pada range 49,5 Hz sampai dengan 50,5 Hz.

4.4.7.4. Profil Nilai Daya Aktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya aktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Watt (kW) yang dapat dilihat dalam grafik 4.58 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.58 Nilai Daya Aktif Tanggal 02 Desember 2019

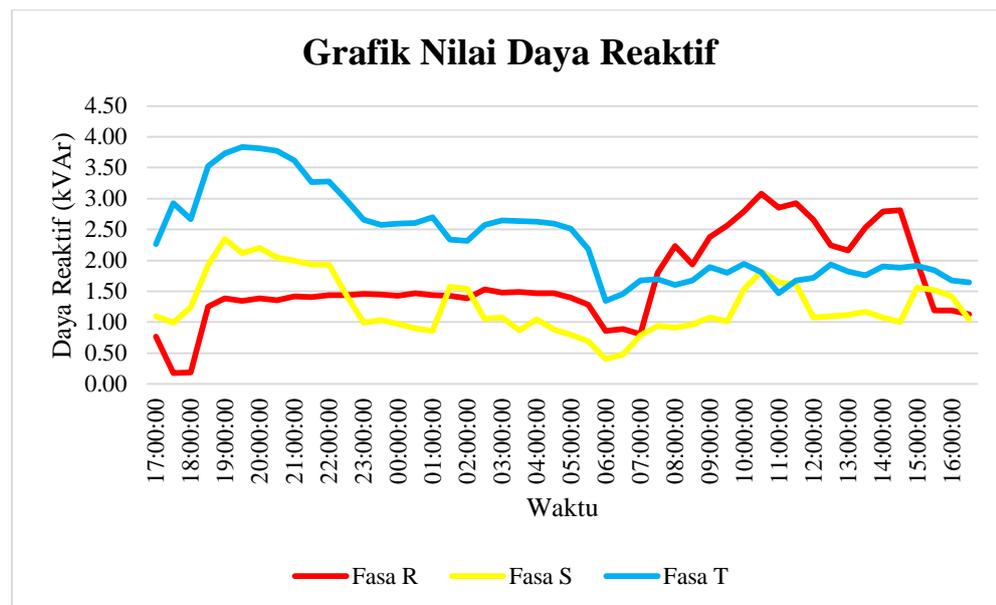
Berdasarkan grafik 4.58 dan tabel pada lampiran 8 dapat dianalisis bahwa daya aktif pada masing-masing fasa pada pukul 17.00 sampai 18.00 cenderung mengalami penurunan karena semakin berkurangnya beban yang digunakan digedung E2 dan pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya aktif setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja dan mulai banyak peralatan kantor yang digunakan sehingga beban listrik meningkat. Pada fasa R nilai daya aktif terendah yaitu sebesar 0,32 kW, nilai tertinggi sebesar 20,23 kW, dan nilai daya aktif rata-ratanya sebesar 7,36 kW. Pada fasa S daya aktif dengan nilai terendah sebesar 0,48 kW, nilai tertinggi sebesar 16,39 kW dan nilai daya

aktif rata-rata sebesar 86,74 kW. Kemudian pada fasa T daya aktif terendah yaitu sebesar 0,48 kW, nilai tertinggi sebesar 6,69 kW dan nilai daya aktif rata-rata sebesar 3,30 kW.

Nilai rata-rata daya aktif pada fasa R lebih besar daripada fasa S dan T. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,62 kW, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 3,44 kW dan antara fasa T dan R sebesar 4,06 kW. 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.

4.4.7.5. Profil Nilai Daya Reaktif pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya reaktif setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam (kVAr) yang dapat dilihat dalam grafik 4.59 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.

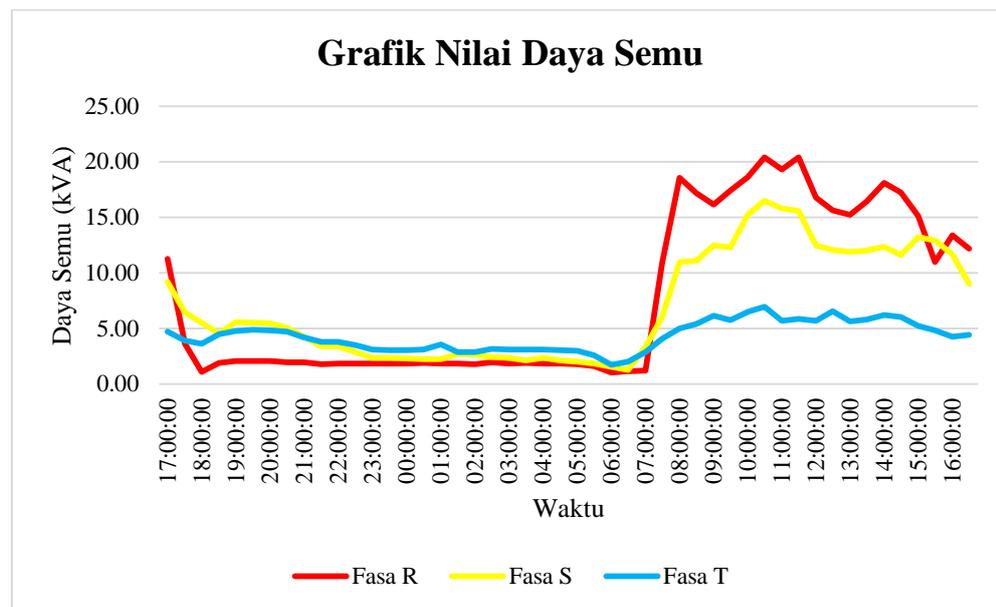


Grafik 4.59 Nilai Daya Reaktif Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.59 dan tabel pada lampiran 8 dapat dianalisis bahwa daya reaktif pada masing-masing fasa memiliki nilai yang berbeda-beda. Pada fasa R nilai daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,18 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,08 kVAr, dan nilai daya reaktif rata-ratanya sebesar 1,64 kVAr. Pada fasa S daya reaktif dengan nilai terendah sebesar 0,17 kVAr, nilai tertingginya sebesar 2,35 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 1,24 kVAr. Kemudian pada fasa T daya reaktif terendah yaitu sebesar 0,74 kVAr, nilai tertingginya sebesar 3,84 kVAr dan nilai daya reaktif rata-rata sebesar 2,33 kVAr. Nilai rata-rata daya reaktif pada fasa T lebih besar daripada fasa R dan S. Antara fasa R dan S terdapat selisih nilai rata-rata sebesar 0,40 kVAr, antara fasa S dan T selisihnya sebesar 1,09 kVAr dan antara fasa T dan R sebesar 0,69 kVAr. 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. Contoh beban yang membutuhkan daya reaktif di gedung E2 adalah pompa air, AC, dan lain lain.

4.4.7.6. Profil Nilai Daya Semu pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai daya semu setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam kilo Volt Ampere (kVA) yang dapat dilihat dalam grafik 4.60 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



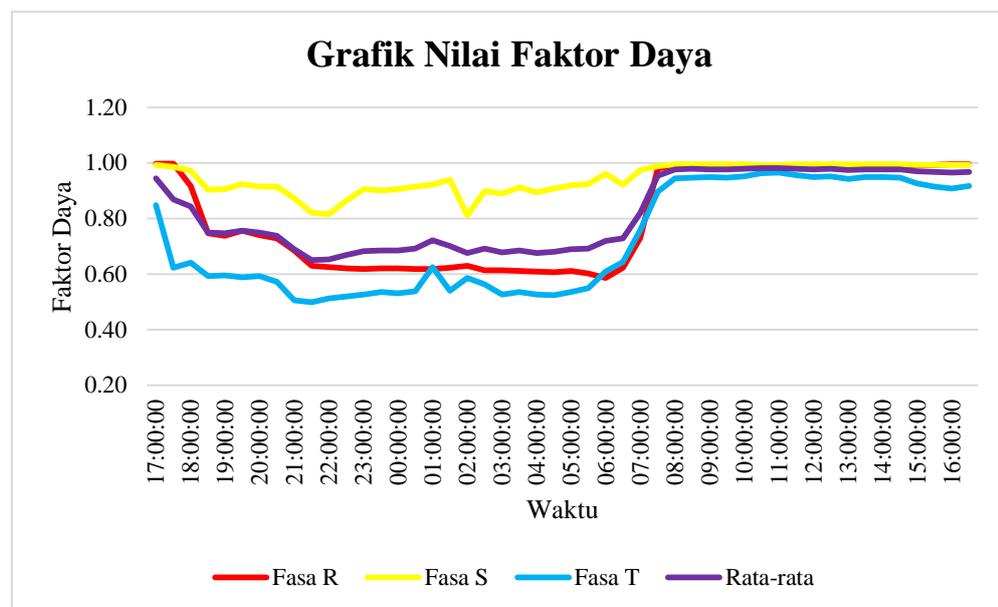
Grafik 4.60 Nilai Daya Semu Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.60 dan tabel pada lampiran 8 dapat dianalisis bahwa daya semu disetiap fasa pada pukul 17.00 sampai 19.00 cenderung turun dan pada malam hari sampai pagi hari stabil. Kemudian pada pukul 07.00 pagi hari daya semu setiap fasa mulai meningkat karena merupakan jam operasional kerja. Pada fasa R nilai daya semu terendah yaitu sebesar 0,52 kVA, nilai tertingginya sebesar 20,41 kVA, dan nilai rata-ratanya sebesar 7,73 kVA. Pada fasa S daya semu dengan nilai terendah sebesar 0,51 kVA, nilai tertingginya sebesar 16,47 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 6,92 kVA. Kemudian pada fasa T daya semu terendah yaitu sebesar 0,88 kVA, nilai tertingginya sebesar 6,94 kVA dan nilai daya semu rata-rata sebesar 4,26 kVA. Daya semu pada fasa R lebih besar daripada daya semu fasa S dan T dengan selisih nilai rata-rata daya semu antara fasa R dan S sebesar 0,81 kVA, selisih antara fasa S dengan T sebesar 2,66 kVA dan selisih

daya semu antara fasa T dengan R sebesar 3,47 kVA. Nilai daya semu 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.

4.4.7.7. Profil Nilai Faktor Daya pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai faktor daya setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dapat dilihat dalam grafik 4.61 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



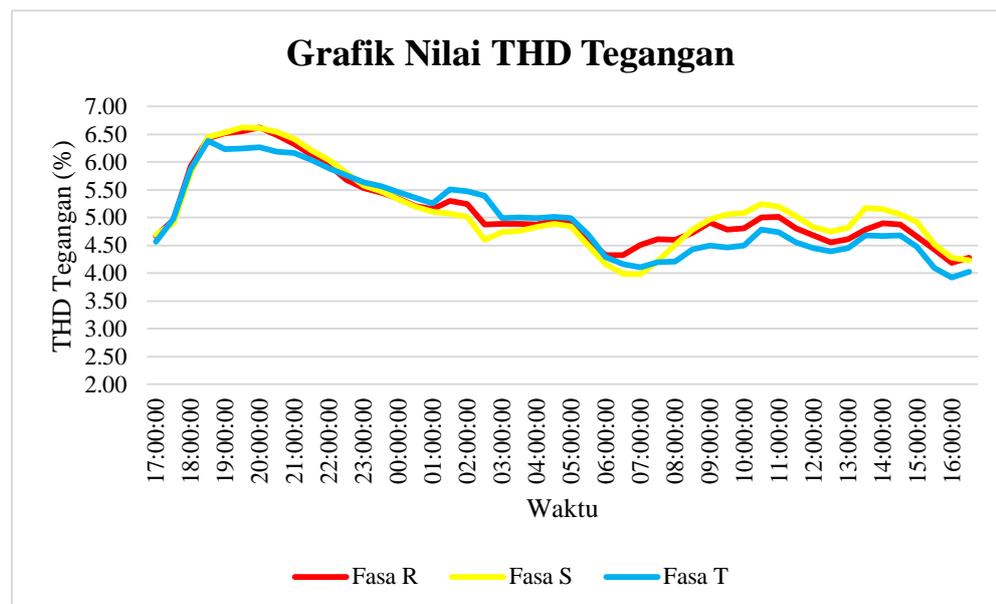
Grafik 4.61 Nilai Faktor Daya Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.61 dan tabel pada lampiran 8 maka dapat dianalisis bahwa nilai faktor daya pada setiap fasa berbeda beda, diketahui bahwa faktor daya pada fasa R dengan nilai terendah yaitu sebesar 0,59 kemudian nilai tertinggi sebesar 1,00 dan rata-ratanya sebesar 0,80. Pada fasa S nilai faktor daya terendah sebesar 0,81 dan tertinggi sebesar 1,00 dengan rata-ratanya sebesar 0,94. Pada fasa T nilai faktor daya terendah sebesar 0,51 kemudian tertinggi sebesar 0,96 dan rata-ratanya sebesar 0,72. Nilai faktor daya terendah pada setiap fasa 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.

4.4.7.8. Profil Nilai THD Tegangan pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD tegangan setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.62 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



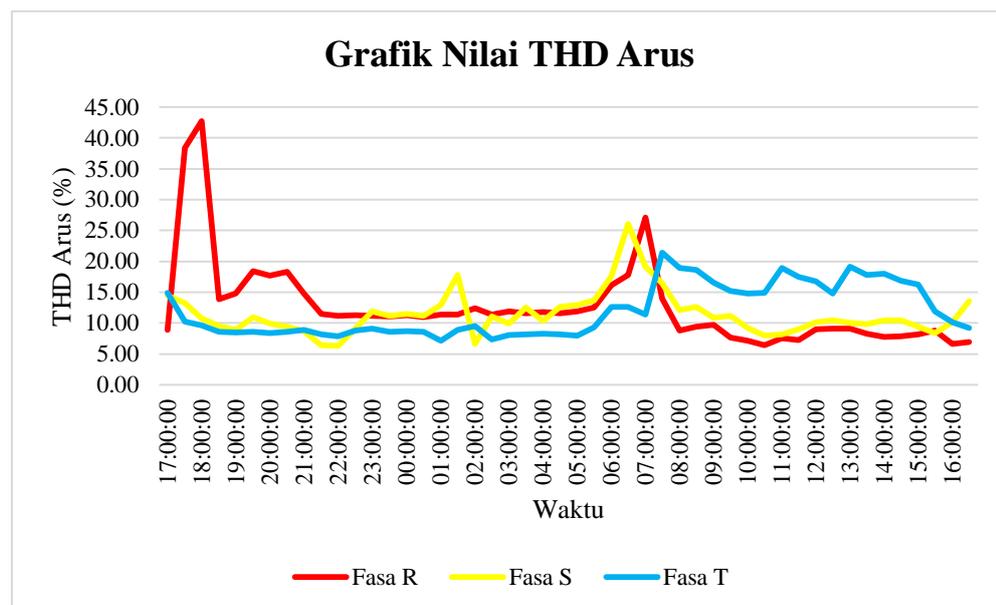
Grafik 4.62 Nilai THD Tegangan Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.62 dan tabel pada lampiran 8 dapat dianalisis bahwa nilai harmonisa tegangan yang terukur di gedung E2 pada fasa R, S dan T memiliki nilai THD tegangan yang berbeda beda. Pada fasa R nilai terendah untuk THD tegangan sebesar 2,66 %, untuk nilai tertinggi sebesar 6,55 %, dan nilai rata-ratanya sebesar 5,07 %. Pada fasa S untuk THD tegangan dengan nilai terendah sebesar 2,69 %, kemudian nilai tertinggi sebesar 6,62 %, dan nilai rata-ratanya 5,09 %. Pada fasa T THD tegangan

dengan nilai terendah sebesar 2,74 %, nilai tertingginya sebesar 7,60 % dan nilai rata-rata sebesar 5,00 %. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai THD tegangan tertinggi dan rata-rata pada gedung E2 melebihi batas standar yang telah ditentukan yaitu sesuai dengan standar IEEE 512-1992 tentang THD tegangan dengan suplai tegangan sistem <69 kV batas standarnya adalah 5%. Nilai rata-rata THD tegangan yang paling tinggi ada pada fasa S dan yang paling rendah adalah fasa T dengan selisih nilai antar fasa R dan S adalah 0,02%, selisih antara fasa S dan T sebesar 0,09% dan selisih fasa T dan R sebesar 0,07%. Harmonisa tegangan ini terjadi karena adanya penggunaan beban non-linear pada gedung E2 seperti lampu LED, AC (Air Conditioner) yang berbasis VRF (Variable Refrigerant Flow), dan beban-beban elektronika lainnya.

4.4.7.9. Profil Nilai THD Arus pada Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran tanggal 02 Desember 2019 pada gedung E2 UMY diperoleh nilai THD arus setiap fasa maka diperoleh nilai terendah, nilai tertinggi dan nilai rata rata yang dinyatakan dalam persen (%) yang dapat dilihat dalam grafik 4.63 dan tabel lampiran 8 untuk rincian nilainya.



Grafik 4.63 Nilai THD Arus Tanggal 02 Desember 2019

Berdasarkan grafik 4.63 dan tabel pada lampiran 8 dapat dianalisis bahwa Nilai Harmonisa arus pada fasa R, S, dan T nilainya berbeda beda. Pada fasa R nilai THD arus terendah yaitu sebesar 6,46 % , nilai tertinggi sebesar 42,68 % , dan nilai rata-ratanya sebesar 12,61 % . Pada fasa S memiliki nilai THD arus terendah sebesar 6,30 % , nilai THD arus tertingginya 26,03 % , dan nilai rata-ratanya 11,41 % . Pada fasa T nilai THD arus terendah yang terukur yaitu sebesar 7,14 % , nilai tertinggi 21,48 % dan nilai rata-rata THD arusnya sebesar 11,96 % . Berdasarkan batas standar harmonik arus yang ditetapkan oleh IEEE 512-1992 dengan nilai rasio arus terdistorsi ($\frac{I_{Sc}}{I_L}$) sebesar <20 adalah 5 % , oleh karena itu nilai THD arus pada setiap fasa di gedung E2 tidak sesuai dengan batas standar yang sudah ditetapkan. Fasa R memiliki nilai rata-rata THD arus yang paling tinggi dan yang paling rendah adalah pada fasa S. Besarnya nilai THD arus ini dikarenakan hampir semua beban di gedung E2 menggunakan beban non-linear. Beban non-linear merupakan beban listrik yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangan atau mengalami distorsi. Contoh beban non linear yang digunakan di gedung E2 seperti penggunaan lampu LED, penggunaan AC yang berteknologi VRF, penggunaan komputer, beban beban elektronika serta beban-beban non linear.

4.5. Mengurangi Harmonisa pada Sub Distribution Panel Gedung E2

Berdasarkan hasil pengukuran harmonik di *Sub Distribution Panel* gedung E2 didapatkan bahwa harmonisa arus melebihi batas standar yang telah ditentukan oleh IEEE 512-2014. Berikut adalah THD arus yang terukur selama satu minggu pengukuran:

Tabel 4.3 Nilai THD Arus

Tanggal	THD Arus			Rata-rata
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	
26 November 2019	54,10	26,04	18,84	32,99
27 November 2019	23,78	13,4	16,63	17,93
28 November 2019	20,24	16,47	14,22	16,97
29 November 2019	18,92	16,21	9,50	14,87
30 November 2019	15,04	12,37	9,71	12,37
1 Desember 2019	20,96	16,95	14,66	17,52
2 Desember 2019	42,68	26,03	21,48	30,06

Untuk mengurangi nilai distorsi harmonik yang terjadi di gedung E2 dapat dilakukan dengan cara menggunakan filter. Salah satu filter yang dapat digunakan adalah filter pasif single tuned. Filter ini dapat digunakan untuk meredam arus harmonik pada satu orde saja, oleh karena itu harus dipilih orde yang mengalami distorsi paling besar. Pemilihan orde harmonik diambil dari THD arus paling besar, yaitu pada pengukuran tanggal 26 November 2019.

Dari tabel 4.3 diatas dapat diketahui bahwa harmonisa terbesar berada pada orde ke-3, jadi orde yang akan diperbaiki oleh filter adalah orde ke-3 dengan frekuensi orde sebesar 150 Hz.

4.6. Filter Pasif Single Tuned

Pada analisis perancangan kali ini, filter yang akan digunakan adalah filter pasif jenis single-tuned atau Single Tuned Filter seperti gambar 4.2. Filter ini merupakan jenis filter yang paling banyak digunakan untuk mengatasi harmonisa, karena penggunaannya yang mudah dan sederhana. Pemasangan filter pasif ini secara paralel dengan sistem dan ditempatkan secara *Global compensation*. Pada

filter ini terdapat 3 komponen penyusun, yaitu kapasitor yang digunakan untuk memberikan kompensasi daya reaktif pada sistem yang nantinya akan memperbaiki nilai dari faktor daya. Komponen selanjutnya adalah induktor yang digunakan untuk mereaktorkan filter, dan yang terakhir adalah resistor.



Gambar 4.2 *Passive Harmonic Filter*

Sumber: www.schaffner.com

4.7. Menghitung Spesifikasi Filter Pasif Single Tuned

Untuk menghitung spesifikasi dari filter pasif single tuned harus terlebih dahulu menentukan orde yang akan diperbaiki. Berdasarkan tabel 4.3 diatas maka ditentukan orde yang akan diperbaiki yaitu orde ke-3. Berikut adalah perhitungannya:

Diketahui :

Tegangan system = 380 Volt Arus maksimal

orde 3 = 6,48 Amper

A. Untuk menghitung nilai resistor adalah sebagai berikut :

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

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

$$R = 58,64 \Omega$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai resistor sebesar 58,64 Ω .

B. Untuk menghitung daya adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

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

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

Dari perhitungan diatas didapat nilai rating daya dengan nilai 2462,4 Watt.

C. Untuk mencari nilai dari Q faktor digunakan perhitungan berikut:

Diketahui bahwa nilai Q (faktor kualitas filter) yaitu 30 -100. Maka dipilih nilai 30.

$$X_l = X_c = X_n$$

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

$$X_n = Q \times R$$

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

$$X_n = 1759,2 \Omega$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai X_n sebesar 1759,2 Ω .

D. Untuk mencari nilai Induktor digunakan perhitungan berikut ini:

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

$$X_l = \omega \times L$$

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

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

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

Dari perhitungan diatas didapat nilai L sebesar 1,931 Henry

E. Untuk mencari nilai kapasitor digunakan perhitungan berikut:

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

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

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

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

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

Dari perhitungan diatas didapat nilai Kapasitas kapasitor (C) sebesar $6,242 \times 10^{-7}$ F

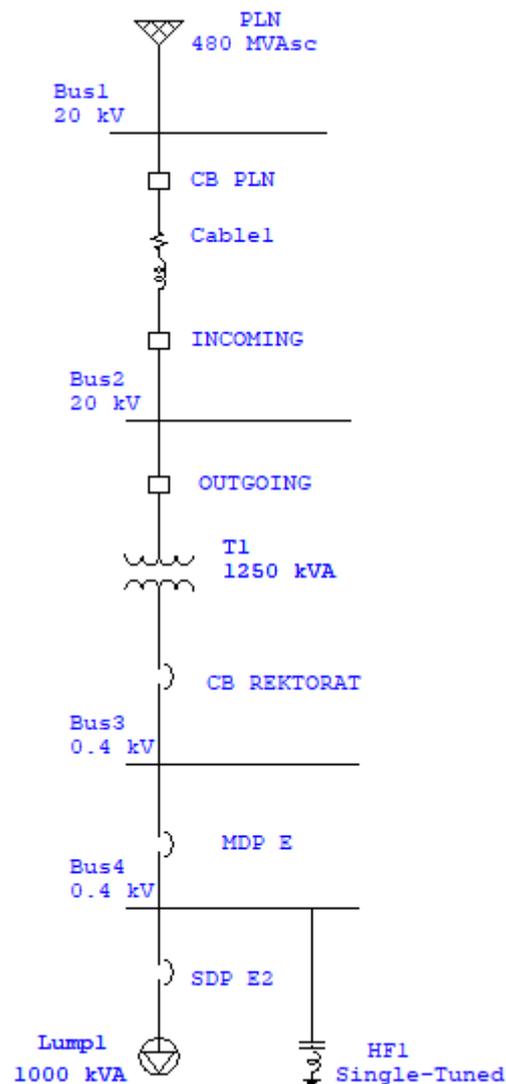
Berdasarkan perhitungan filter pasif single tuned diatas, didapat spesifikasi filter yang dapat digunakan untuk meredam harmonisa di orde ke- 3 dengan nilai sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| a. Nilai Arus | : 6,48 A |
| b. Nilai R sebesar | : 58,64 Ω |
| c. Nilai rating daya (P) | : 2462,4 Watt |
| d. Nilai XC = XL = Xn | : 1759,2 Ω |
| e. Nilai L sebesar | : 1,931 H |
| f. Nilai C sebesar | : $6,242 \times 10^{-7}$ F |

4.8. Analisis Pemasangan Filter Pada Gedung E2

Penggunaan beban non linear pada gedung E2 memberikan efek negatif pada sistem kelistrikan, hal tersebut menyebabkan timbulnya harmonisa yang tinggi seperti hasil yang telah terukur melebihi batas standar IEEE 519-2014. Salah satu cara untuk mengurangi harmonisa yaitu menggunakan filter pasif seperti yang telah dijelaskan diatas. Ditinjau berdasarkan peraturan yang dikeluarkan oleh PLN dan Pemerintah seperti standarisasi PLN D5.004 -1 tahun 2012 tentang *Power Quality* (regulasi harmonisa, *Flicker* dan ketidakseimbangan tegangan) tercantum bahwa pihak pelanggan harus bertanggung jawab untuk menjaga level harmonisa tegangan maupun arus berada dibawah batas yang ditentukan, dan batas harmonisa SPLN ini mengacu pada standar IEEE 519-1992. Peraturan atau standarisasi ini hanya memuat aturan batas atau level yang diperbolehkan dan belum memuat aturan denda bagi pelanggan yang melewati batas standar harmonisa. Berbeda dengan

peraturan dan standar mengenai faktor daya yaitu harus diatas 0,85 dan jika kurang dari batas tersebut maka akan dikenakan denda kelebihan pemakaian beban reaktif yang nilainya sudah diatur, sehingga membuat pelanggan harus memasang alat berupa kapasitor bank untuk menaikkan faktor dayanya diatas standar PLN, padahal jika ditinjau dari segi finansial untuk investasi kapasitor bank sangatlah mahal. Letak pemasangan filter pasif seperti gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Line Diagram Pemasangan Filter