

BAB IV

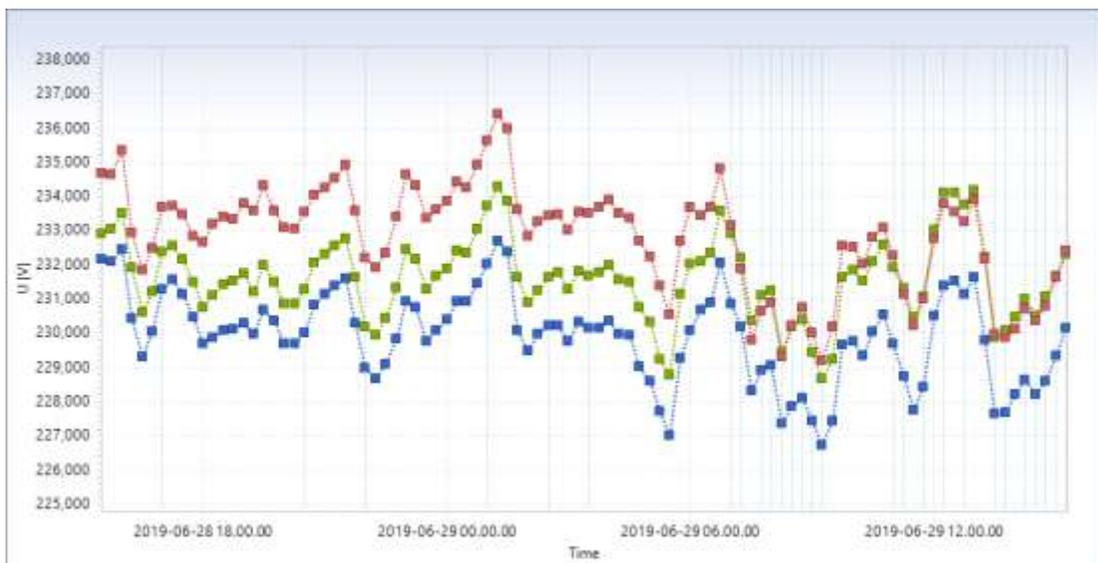
PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik di Gedung Unires Putri UMY (28-06-2019)

Hasil pengukuran kualitas daya listrik di Gedung Unires Putri UMY hari pertama di lakukan dalam waktu 24 jam, hasil pengukuran kualitas daya listrik sebagai berikut :

4.1.1 Hasil Pengukuran Tegangan

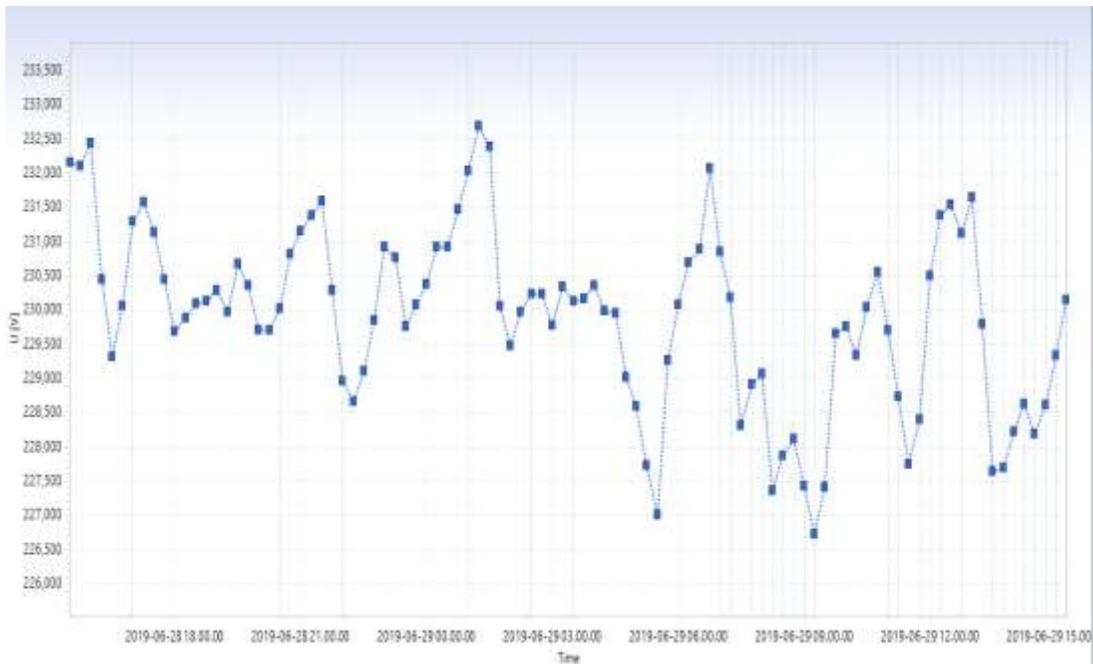
Hasil pengukuran tegangan listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



Gambar 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan Fasa RST

A. Hasil Pengukuran Tegangan Fasa R

Berikut adalah grafik hasil pengukuran tegangan pada fasa R seperti pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik hasil pengukuran tegangan fasa R

Grafik hasil pengukuran tegangan fasa R seperti pada gambar 4.2 menjelaskan kondisi tegangan pada saat pengambilan data dimana tegangan tertinggi sebesar 232.691 voltz pada pukul 01.15 WIB, sedangkan tegangan terendah berada pada angka 27.437 voltz pada pukul 09.00 WIB.

B. Hasil Pengukuran Tegangan Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran tegangan pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Grafik hasil pengukuran tegangan fasa S

Dari hasil pengambilan data didapatkan grafik pengukuran tegangan fasa S seperti pada gambar 4.3 dengan tegangan tertinggi 236.413 voltz pada pukul 01.15 WIB dan tegangan terendah 229.213 voltz pada pukul 09.15 WIB.

C. Hasil Pengukuran Tegangan Fasa T

Berikut adalah hasil grafik pengukuran tegangan pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik hasil pengukuran tegangan fasa T

Dari hasil pengambilan data didapatkan grafik pengukuran tegangan fasa S seperti pada gambar 4.4 dengan tegangan tertinggi 234.300 voltz pada pukul 01.15 WIB dan tegangan terendah 228.686 voltz pada pukul 09.15 WIB.

D. Hasil Pengukuran Tegangan Fasa N

Untuk hasil dari pengukuran tegangan pada fasa N dapat di lihat dalam gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Fasa N

Dari gambar 4.1 - 4.5 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi tegangan Fasa R dengan garis biru tua adalah 232,691 pada pukul 01.15 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 236,413 pada pukul 01.15 WIB, Fasa T bergaris hijau 234,300 pada pukul 01.15 WIB, dan Fasa N bergaris biru muda 58.093 pada pukul 13.00. Adapun untuk nilai terendah tegangan listrik pada Fasa R 226,76 pada pukul 09.15 WIB, untuk Fasa S 229,213 pada pukul 09:15 WIB, Fasa T 228,28 pada pukul 09.15 WIB, dan untuk Fasa Netral sendiri 51,123 pada pukul 08.00. Untuk waktu beban puncak di Gedung Unires Putri terjadi pada pukul 13.15 sampai dengan sekitar 15.00 dengan waktu kurang lebih sekitar 2 jam

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Tegangan

Parameter Tegangan	Nilai Tegangan (Volt)				Jam (WIB)			
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa N	R	S	T	N
Nilai Tertinggi	232,691	236,413	234,00	58,093	01.15	01.15	01.15	13.00
Nilai Terendah	226,76	229,213	228,28	51,123	09.15	09.15	09.15	08.00

Dari Tabel 4.1.1 hasil pengukuran tegangan di Gedung Unires Putri mendapatkan hasil Tegangan tertinggi 236,413 pada fasa S dan 234,00 pada fasa T tidak dalam standar ANSI/IEEE nilai tegangan Maksimum yaitu dengan batas toleransi +5% dan -15% dari 220 V (231 V – 187 V).

Dari hasil pengukuran tegangan listrik di Gedung Unires Putri didapatkan bahwa tegangan listrik tidak memenuhi standart ANSI/IEEE sebesar 232,691 pada Fasa S pukul 01.15 dan 236,413 pada Fasa T pukul 01.15, dalam hal ini terdapat tegangan drop dengan asumsi persamaan :

$$Z = \frac{\text{Tegangan (V)}}{\text{Arus (A)}}$$

$$V_r = \frac{I \times Z}{V_{ln}} \times 100\%$$

Pada pukul 01.15 hasil pengukuran menggunakan METREL 2892 tegangan puncak pada fasa S melampaui batas ANSI/IEEE mempunyai arus sebesar 15,67 A, jadi asumsi persamaan tegangan drop tersebut didapat sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\text{Tegangan (V)}}{\text{Arus (A)}} \\ &= \frac{236,413 \text{ (V)}}{15,67 \text{ (A)}} = 15.08 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$= \frac{15.08 \text{ ohm}}{60 \text{ m}} = 0.251$$

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{I \times Z}{V_{ln}} \times 100\% \\ &= \frac{15,67 \times 0.251}{220} \times 100\% \\ &= 1,791 \% \end{aligned}$$

Sedangkan untuk tegangan puncak fasa T mendapatkan hasil tegangan drop pada pukul 01.15 dengan arus sebesar 22,14 A dengan asumsi persamaan sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\text{Tegangan (V)}}{\text{Arus (A)}} \\ &= \frac{234,00 \text{ (V)}}{22.14 \text{ (A)}} = 10,569 \text{ Ohm} \\ &= \frac{10.569 \text{ ohm}}{60 \text{ m}} = 0.176 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{I \times Z}{V_{ln}} \times 100\% \\ &= \frac{22.14 \times 0.175}{220} \times 100\% \\ &= 1,772 \% \end{aligned}$$

Untuk persamaan ketidakseimbangan beban pada tegangan puncak yang melampaui batas ambang standart ANSI/IEEE pada pukul 01.15 mempunyai nilai tegangan penyimpangan yang terukur pada METREL 2892 sebesar :

$$V_{\text{deviation S}} = 2,788\%$$

$V_{\text{Deviation T}} = 1,870\%$, dengan asumsi persamaannya yaitu sebagai berikut ini :

$$\text{Faktor Ketidakseimbangan Beban (\%)} = \frac{\text{Max Deviation Rata-rata Tegangan Puncak}}{\text{Rata-Rata } V_{\text{maxRST}}} \times 100$$

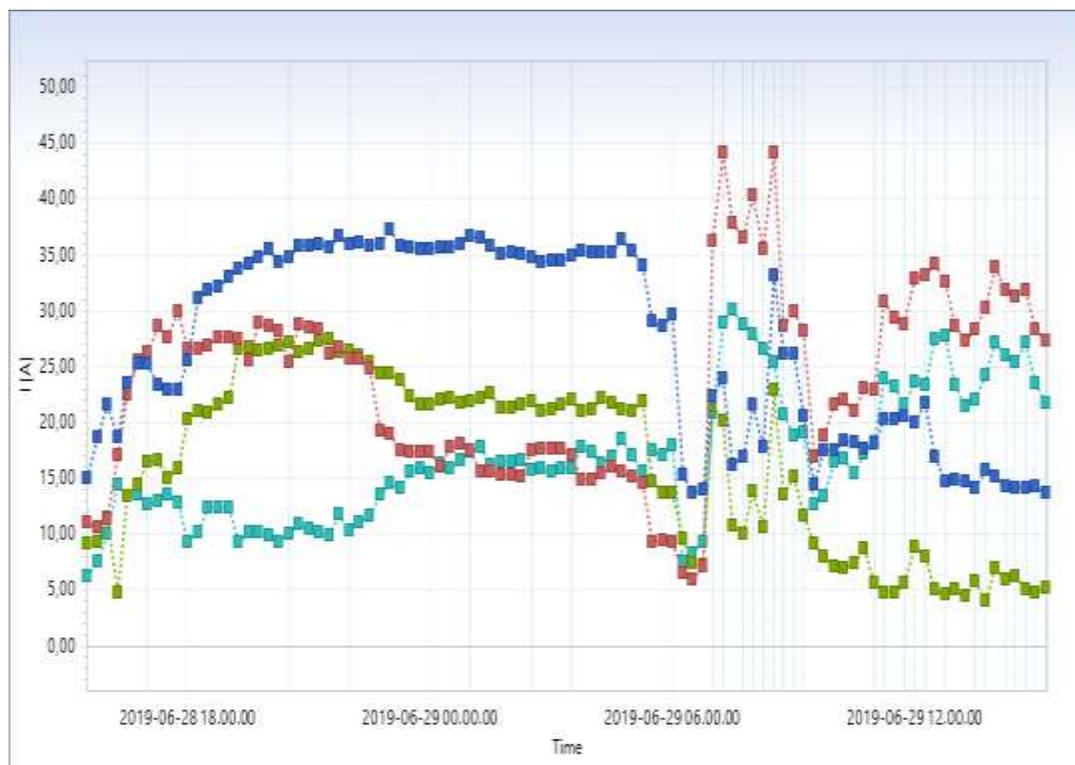
$$\text{Fasa S} = \frac{2.788\%}{234,341} \times 100 = 1.18\%$$

$$\text{Fasa T} = \frac{1.870\%}{234,341} \times 100 = 0.79\%$$

Dari hasil asumsi perhitungan tersebut bahwa tegangan puncak yang melampaui batas standar ANSI/IEEE mendapatkan tegangan drop sebesar Fasa S 1,791% dan Fasa T 1,772 % sedangkan ketidakseimbangan tegangannya fasa S 1,18 % dan Fasa T 0.79%.

4.1.2 Hasil Pengukuran Arus

Hasil pengukuran Arus listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



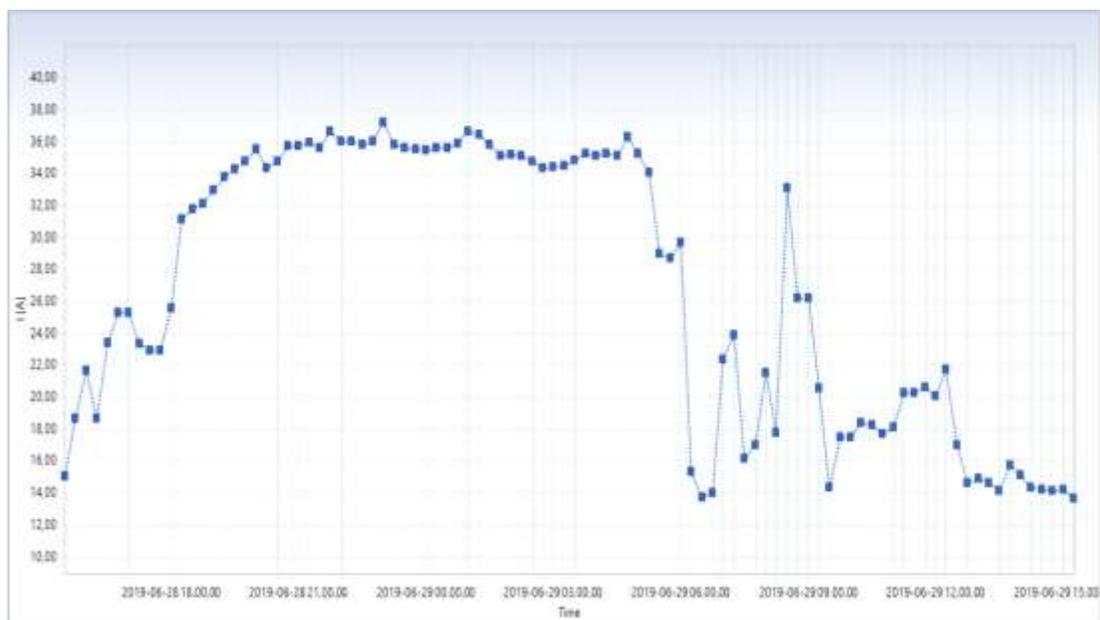
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Arus Fasar R,S,T,N

Dari gambar 4.3 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi Arus Fasa R dengan garis biru tua adalah 37,24 pada pukul 23.00 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 31,74 pada pukul 07:00 WIB, Fasa T bergaris hijau 27,49 pada pukul 21:30 WIB, dan Fasa N bergaris biru muda 30,17 pada pukul 7:30. Adapun untuk nilai

terendah tegangan listrik pada Fasa R 13,74 pada pukul 06:30 WIB, untuk Fasa S 5,95 pada pukul 06:30 WIB, Fasa T 4,77 pada pukul 6.15 WIB, dan untuk Fasa Netral sendiri 6,24 pada pukul 15:30.

A. Hasil Pengukuran Arus Pada Fasa R

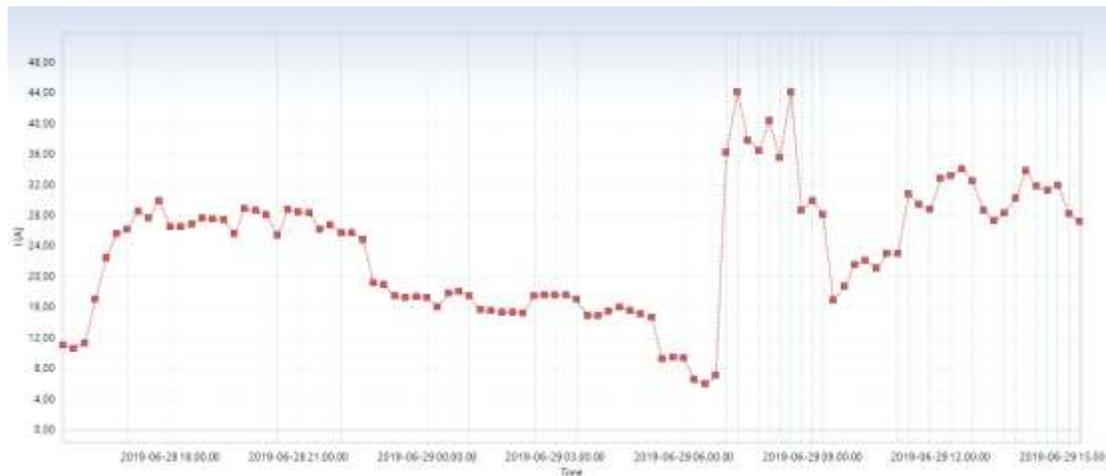
Berikut adalah hasil grafik pengukuran arus pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 Grafik hasil pengukuran Arus fasa R

B. Hasil Pengukuran Arus Pada Fasa S

Untuk hasil grafik pengukuran arus pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8 Grafik hasil pengukuran Arus fasa S

C. Hasil Pengukuran Arus Pada Fasa T

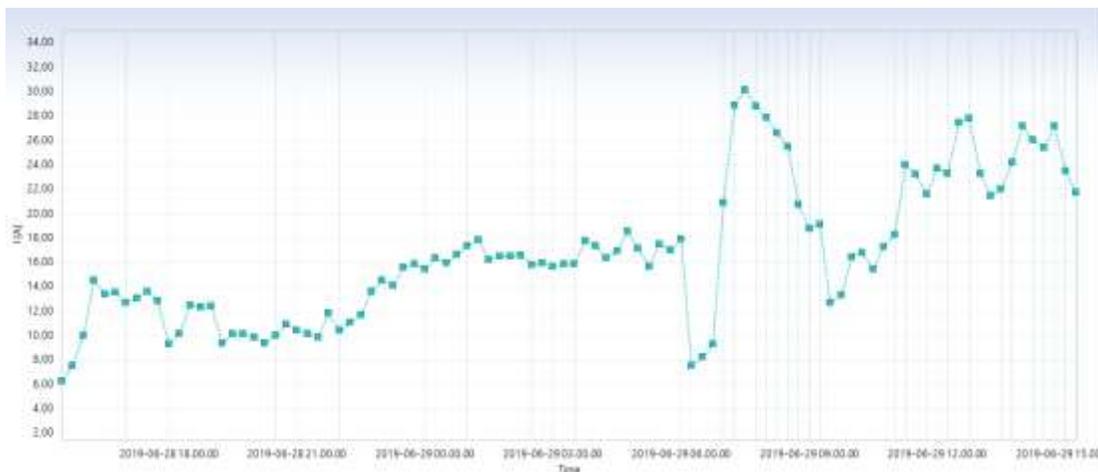
Berikut adalah hasil grafik pengukuran arus pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.10 Grafik hasil pengukuran Arus fasa T

D. Hasil Pengukuran Arus Pada Fasa N

Berikut adalah hasil grafik pengukuran arus pada N pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.11 di bawah ini.



Gambar 4.11 Grafik hasil pengukuran Arus N

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Arus

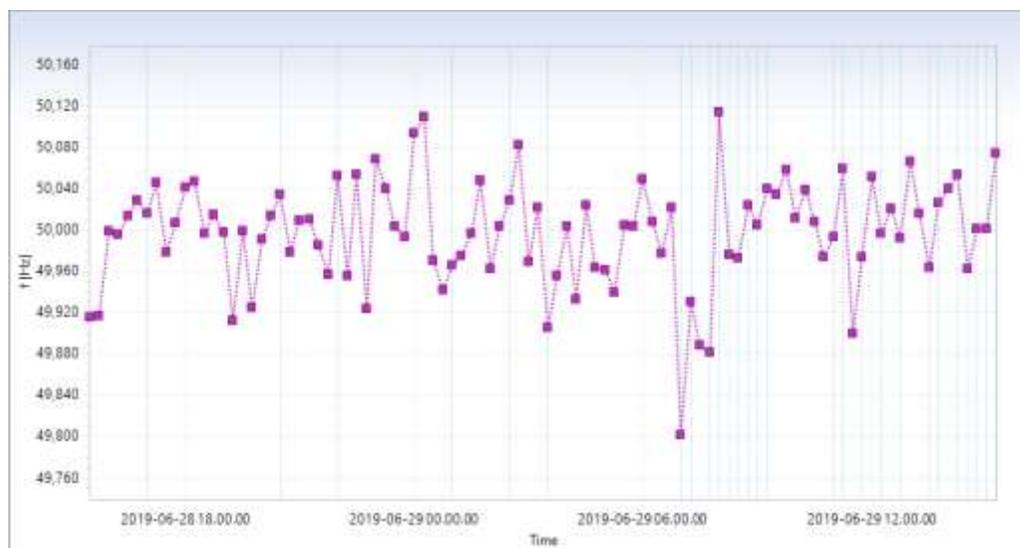
Parameter Arus	Nilai Arus (Amphere)				Jam (WIB)			
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa N	R	S	T	N
Nilai Tertinggi	37,24	44,17	27,49	30,17	23.00	7.15	21.30	07.30
Nilai Terendah	13,74	5,95	4,77	6,24	06.30	06.30	6.15	15.30

Dari Tabel 4.1.2 hasil pengukuran Arus di Gedung Unires Putri mendapatkan hasil Arus tertinggi Fasa R 37,24 A ,pada fasa S 44,17 A dan pada fasa T 27,49 A pada kondisi ini terjadi ketidakseimbangan beban antar Fasa RST dengan indikasi Arus Netral maksimum sebesar 30,17 A dengan batasan toleransi maksimum 20% ANSI/IEEE.

Sedangkan untuk kondisi Arus terendah Fasa R 13,74 A, Fasa S 5,95 A dan Fasa T 4,77 A terjadi ketidakseimbangan beban antar Fasa RST dengan indikasi arus netral minimum sebesar 6,24 A dengan batasan toleransi 5% dari perbandingan antar fasa RST dengan Netral

4.1.3 Hasil Pengukuran Frekuensi

Hasil pengukuran Frekuensi listrik pada Gedung Unires Putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja. Standart gelombang frekuensi di Indonesia pada umumnya berlaku sebesar 50 Hz dengan ketentuan waktu second, adapun ambang baik atau buruknya suatu gelombang frekuensi berdasarkan nilai maksimum dan minimum gelombang frekuensi dalam suatu bangunan mempunyai standart yang telah ditentukan oleh ANSI/IEEE yaitu batasan toleransi frekuensi minimum tidak boleh melebihi diatas 1% frekuensi maksimumnya dan sebaliknya batasan toleransi frekuensi maksimum tidak boleh melebihi 1% dibawah frekuensi minimumnya. Hasil gelombang frekuensi Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah disajikan dalam Gambar 4.12 yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.12 Hasil Pengukuran Frekuensi

Dari gambar 4.12 didapatkan hasil pengukuran gelombang frekuensi dengan nilai tertinggi 50,161 pada pukul 02.30 sedangkan untuk nilai terendah mendapatkan nilai 49,87 Hz pada pukul 08.00.

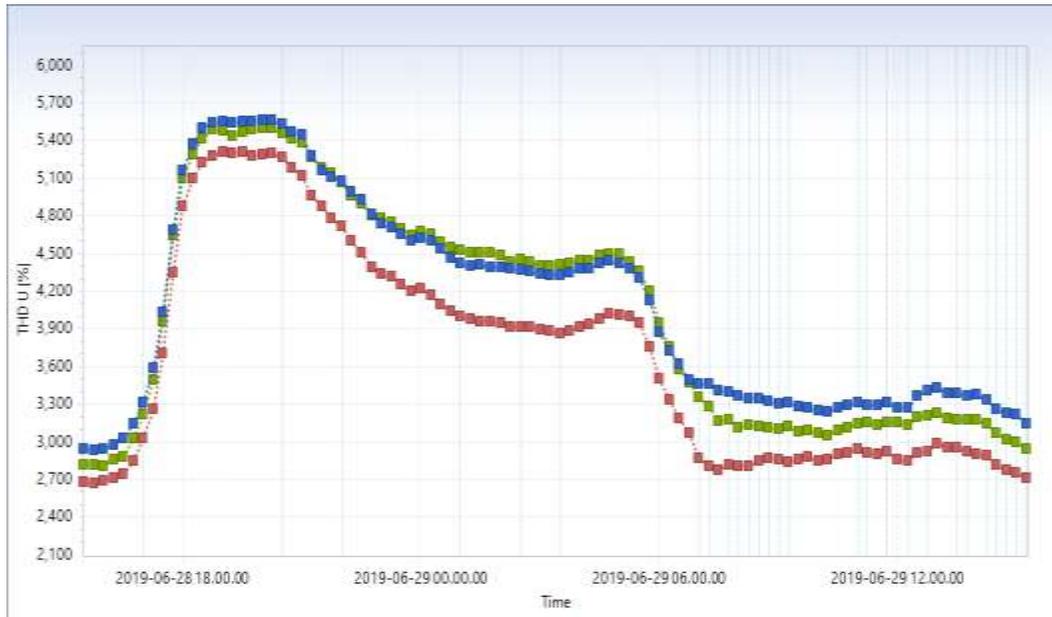
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Frekuensi

Parameter Frekuensi	Nilai Frekuensi (Hz)	Jam (WIB)
Nilai Tertinggi	50,161	02.30
Nilai Terendah	49.870	08.00

Dari Tabel 4.1.3 hasil pengukuran Frekuensi gedung unires putri mendapatkan hasil Frekuensi tertinggi 50,161 Hz sedangkan frekuensi terendah sebesar 49.870 Hz, dalam hasil analisis Frekuensi digedung Unires Putri sudah sesuai dengan ANSI/IEEE 192.1999 dengan batas toleransi tidak boleh kurang atau melebihi 1% Hz

4.2 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan

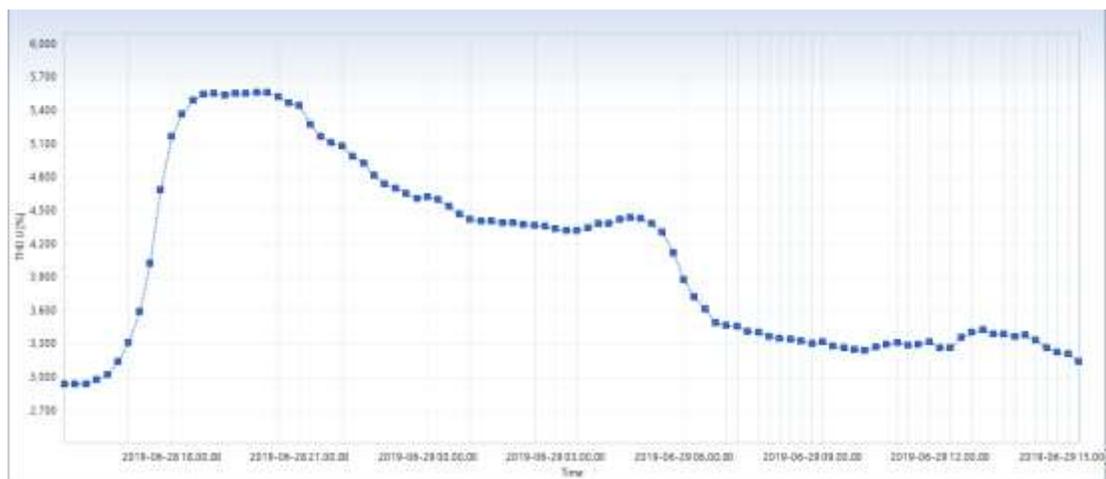
Harmonisa ini terjadi dikarenakan adanya pembentukan gelombang-gelombang yang berkelipatan dengan frekuensi aslinya, keadaan banyaknya beban non linier di Gedung Unires Putri menyebabkan besarnya harmonisa arus, beban – beban tersebut seperti thyristor ac controller, variably frequency, electronic ballast dan mesin – mesin berputar. Pengukuran ini dilakukan menggunakan Power Metrel 2892 selama 1 hari 24 jam berturut dalam jam kerja, adapun hasilnya yaitu sebagai berikut ini



Gambar 4.13 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan R,S,T

A. Harmonik Tegangan Pada Fasa R

Berikutnya adalah hasil grafik pengukuran harmonik tegangan pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Grafik hasil pengukuran Harmonik Tegangan fasa R

B. Harmonik Tegangan Pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran harmonik tegangan pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.15 di bawah ini.



Gambar 4.15 Grafik hasil pengukuran Harmonik Tegangan fasa S

C. Harmonisa Tegangan Pada Fasa T

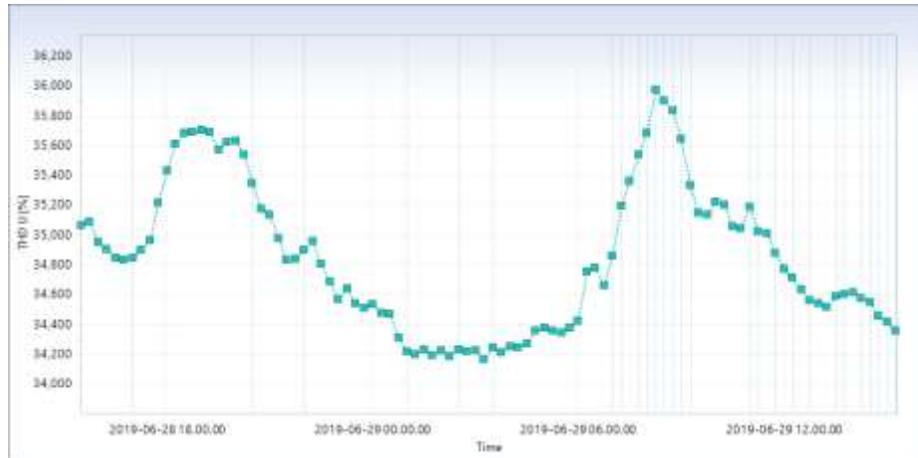
Berikut adalah hasil grafik pengukuran harmonik tegangan pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.16 di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik hasil pengukuran Harmonik Tegangan fasa T

D. Harmonik Tegangan Pada Fasa N

Berikut adalah hasil grafik pengukuran harmonik tegangan pada N pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.17 di bawah ini.



Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Harmonisa Tegangan Fasa Netral

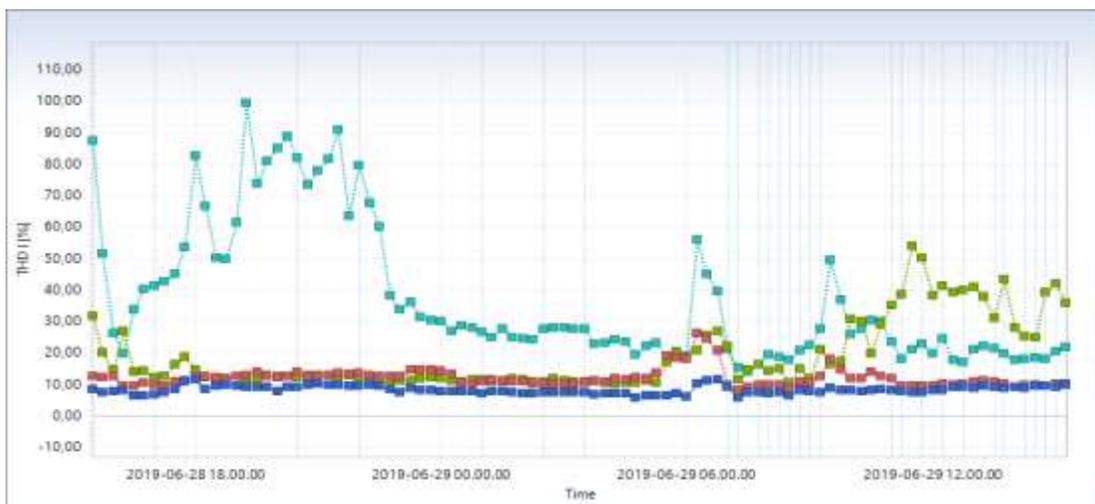
Dari gambar 4.14 - gambar 4.17 didapatkan hasil dengan nilai Harmonisa Tegangan tertinggi tegangan Fasa R dengan garis biru tua adalah 5,551 pada pukul 19.00 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 5,31 pada pukul 19.00 WIB, Fasa T bergaris hijau 5,41 pada pukul 19.00 WIB, dan Fasa N bergaris biru muda 35,97 pada pukul 18.15. Adapun untuk nilai terendah tegangan listrik pada Fasa R 2,939 pada pukul 06:00 WIB, untuk Fasa S 2,66 pada pukul 16.00 WIB, Fasa T 2,41 pada pukul 16.00 WIB, dan untuk Fasa Netral sendiri 34,167 pada pukul 03.15

Tabel 4.4 Harmonisa Tegangan

Parameter Harmonisa Tegangan	Nilai Harmonisa Tegangan (%)				Jam (WIB)			
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa N	R	S	T	N
Nilai Tertinggi	5,551	5,31	5,41	35,97	19.00	19.00	19.00	08.15
Nilai Terendah	2,939	2,66	2,41	34,167	16.00	15.45	16.00	03.15

Untuk harmonisa tegangan pada Gedung Unires Putri pada table 4.4 hasil pengukuran yang telah dilakukan maka harmonisa tegangan digedung tersebut dikatakan dalam keadaan baik karena hanya sedikit melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan yaitu sesuai ANSI/IEEE harmonisa tegangan fasa RST diambang 2,66% - 5,551 untuk standart 5%

4.2.1 Hasil Pengukuran Harmonisa Arus

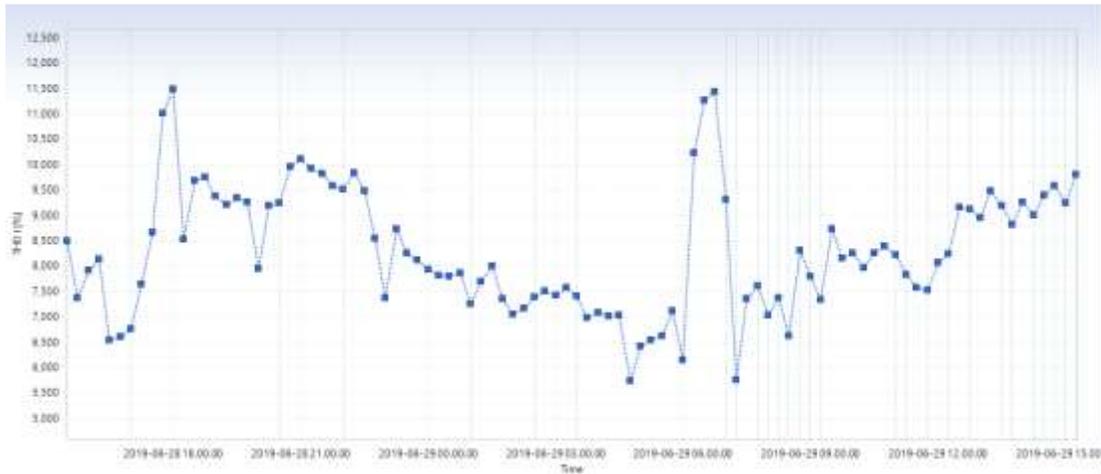


Gambar 4.18 Hasil Pengukuran Harmonisa Arus

Dari gambar 4.6 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi harmonisa arus Fasa R adalah 11,434 pada pukul 18.00 WIB, sedangkan Fasa S adalah 26,29 pada pukul 06.15 WIB, Fasa T 54,13 pada pukul 11.30 WIB, dan Fasa N 99,48 pada pukul 19.15 Adapun untuk nilai terendah harmonisa Arus pada Fasa R 6,358 pada pukul 04.45 WIB, untuk Fasa S 8,29 pada pukul 07.15 WIB, Fasa T 10,12 pada pukul 11:30 WIB, dan untuk Fasa Netral sendiri 19,17 pada pukul 16.15

A. Harmonik Arus Pada Fasa R

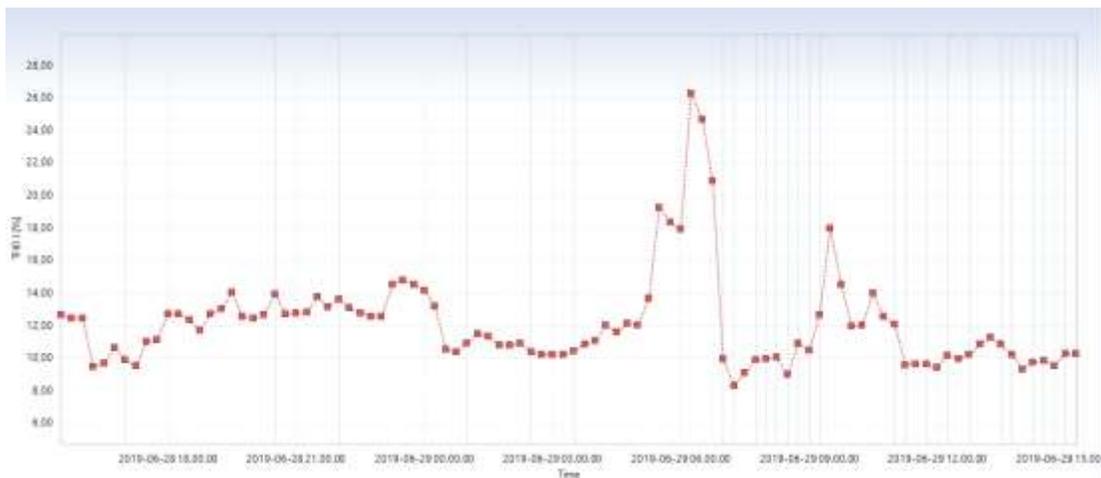
Berikut adalah hasil grafik pengukuran harmonik arus pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.19 di bawah ini.



Gambar 4.19 Grafik hasil pengukuran Harmonik Arus fasa R

B. Harmonik Arus Pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran harmonik arus pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.20 di bawah ini.



Gambar 4.20 Grafik hasil pengukuran Harmonik Arus fasa S

Berikut adalah hasil dari pengukuran harmonisa arus dari ketiga Fasa beserta dengan Fasa N yang dapat di lihat pada table 4.5 di bawah ini :

Tabel 4.5 Harmonisa Arus

Parameter Harmonisa Arus	Nilai Harmonisa Arus (%)				Jam (WIB)			
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa N	R	S	T	N
Nilai Tertinggi	11,434	26,29	54,13	99,48	18.00	06.15	11.30	19.15
Nilai Terendah	6,358	8,29	10,12	19,17	14.45	07.15	09.15	16.15

Untuk harmonisa arus pada Gedung Unires Putri pada table 4.5 hasil pengukuran yang telah dilakukan maka harmonisa tegangan digedung tersebut dikatakan dalam keadaan tidak baik atau buruk karena melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan yaitu sesuai ANSI/IEEE harmonisa arus fasa RST diambang 6,358% - 54,13% melebihi batasan toleransi 15% maximal.

4.2.2 Ketidakseimbangan Tegangan dan Arus

Ketidakseimbangan beban terjadi adanya beda sudut besaran tegangan diantar 3 fasa, dengan demikian , ketidakseimbangan sering terjadi pada system tenaga listrik fase banyak yaitu sebagai contohnya 3 fase. Ketidakseimbangan beban umumnya terjadi pada saluran distribusi pada salah satu fase dibandingkan dengan fase lainnya, penyebab ini yang kemudian menyebabkan ketidakseimbangan arus 5 hingga 10 kali lebih besar.



Gambar 4.23 Hasil Pengukuran Ketidakseimbangan Tegangan



Gambar 4.24 Hasil Pengukuran Ketidakseimbangan Arus

Dari gambar 4.8 didapatkan hasil dengan Ketidakseimbangan Tegangan nilai tertinggi 0,689% pada pukul 09.45 dan nilai terendah 0,371 pada waktu 17.15

Sedangkan untuk ketidakseimbangan arus didapatkan hasil dari gambar 4.9 dengan nilai tertinggi tegangan 47,24% pada pukul 13.45 dan nilai terendah ketidakseimbangan arus 8,80% pada pukul 18.00.

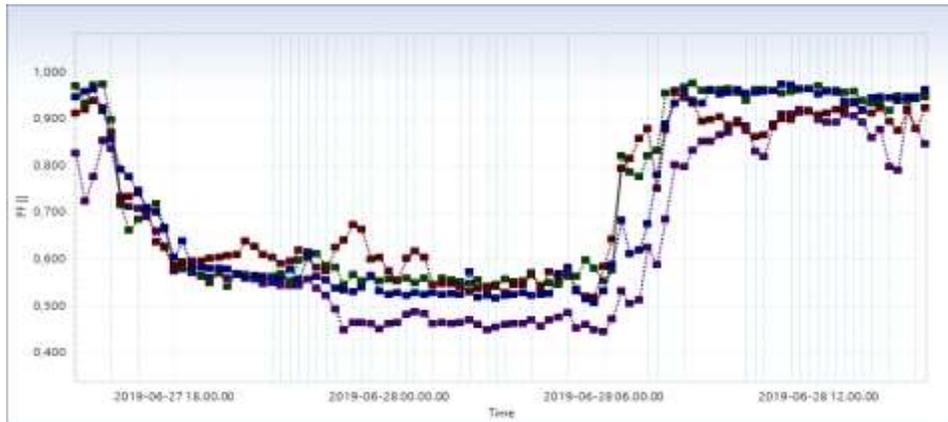
Tabel 4.6 Ketidakseimbangan Tegangan dan Arus

Parameter	Nilai uV (%)	Nilai uI (%)	Jam uV (WIB)	Jam uI (WIB)
Ketidakseimbangan Tegangan dan Arus				
Nilai Tertinggi	0.689	47,24	09.45	13.45
Nilai Terendah	0.371	8,80	17.15	18.00

Berdasarkan dari hasil pengukuran pada table 4.6 ketidakseimbangan beban tegangan diambang batas 0,371% – 0,689% didalam batasan ANSI/IEEE 6% maksimum dalam system terbebani. Sedangkan untuk batasan ketidakseimbangan beban arus pada dari hasil pengukuran tersebut diambang 8,80% - 47,24% yang melebihi standart toleransi ANSI/IEEE sebesar 20%. Dari hasil pengukuran tersebut bahwa ketidakseimbangan arus 47,24% disebabkan adanya ketidakseimbangan tegangan pada waktu tertentu sehingga menyebabkan besarnya ketidakseimbangan arus menjadi 10 kali lebih besar, atau bias juga penyebabnya dikarenakan panasnya lilitan motor trafo yang kurangnya perawatan.

4.3 Faktor Daya

Hasil pengukuran faktor daya listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



Gambar 4.25 Hasil Pengukuran Faktor Daya

Dari gambar 4.8 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi faktor daya Fasa R dengan garis biru tua adalah 0.957 pada pukul 15.45 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 0.912 pada pukul 16.15 WIB, Fasa T bergaris hijau 0.985 pada pukul 15.45 WIB. Adapun untuk nilai terendah faktor daya pada Fasa R 0,489 pada pukul 04:00 WIB, untuk Fasa S 0.490 pada pukul 01:15 WIB, Fasa T 0.570 pada pukul 01.15 WIB

A. Hasil Pengukuran Faktor Daya pada Fasa R

Berikut adalah hasil grafik pengukuran faktor daya pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.26 di bawah ini.



Gambar 4.26 Grafik hasil pengukuran faktor daya fasa R

B. Hasil Pengukuran Faktor Daya pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran faktor daya pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.27 di bawah ini.



Gambar 4.27 Grafik hasil pengukuran faktor daya fasa S

C. Hasil Pengukuran Faktor Daya pada Fasa T

Berikut adalah hasil grafik pengukuran faktor daya pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.28 di bawah ini.



Gambar 4.28 Grafik hasil pengukuran faktor daya fasa T

D. Hasil Pengukuran Faktor Daya Total

Berikut adalah hasil grafik pengukuran faktor daya total pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.29 di bawah ini.



Gambar 4.29 Grafik hasil pengukuran faktor daya Total

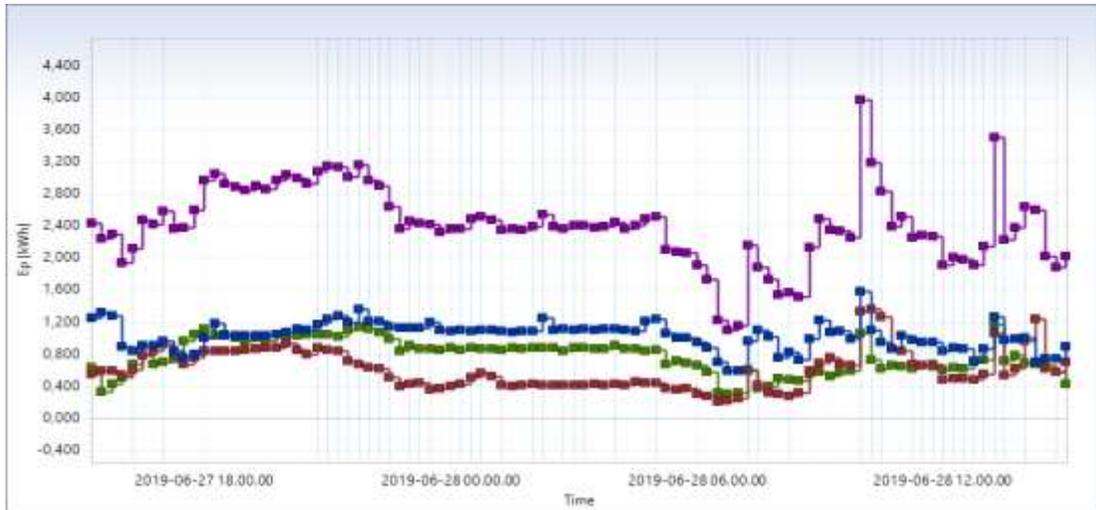
Tabel 4.7 Faktor Daya

Parameter Faktor Daya	Nilai Faktor Daya				Jam (WIB)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Total	R	S	T
Nilai Tertinggi	0.957	0.912	0.985	0.867	15.45	16.15	15.45
Nilai Terendah	0,489	0.490	0.570	0.457	4.00	1.15	1.15

Dari hasil pengukuran mengenai faktor daya pada table 4.7 mendapatkan hasil ambang 0,489 – 0,957 masih dalam standart ANSI/IEEE PT. PLN (persero) selaku perusahaan penyediaaan daya listrik di Indonesia mempunyai batasan factor daya rata-rata dengan nilai minimum 0.85, jika factor daya pada suatu gedung < 0.85 maka dikenakan denda oleh PT.PLN (persero), untuk batasan ini Gedung Unires Putri UMY dalam kondisi tidak baik menurut batasa PT.PLN

4.3.1 Daya Active

Hasil pengukuran Daya Aktif listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



Gambar 4.30 Hasil Pengukuran Daya Acitve

Dari gambar 4.9 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi Daya Active Fasa R dengan garis biru tua adalah 1,533 pada pukul 08.30 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 2,228 pada pukul 07:15 WIB, Fasa T bergaris hijau 1,116 pada pukul 08:30 WIB. Adapun untuk nilai terendah Daya Aktif listrik pada Fasa R 0.484 pada pukul 06:30 WIB, untuk Fasa S 0.276 pada pukul 06:15 WIB, Fasa T 0.259 pada pukul 16.15 WIB, dan untuk Fasa Netral sendiri 5.03 pada pukul 15:30.

A. Hasil Pengukuran Daya Aktive Pada Fasa R

Berikut adalah hasil grafik pengukuran daya aktif pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.30 di bawah ini.



Gambar 4.30 Grafik hasil pengukuran Daya Aktif fasa R

B. Hasil Pengukuran Daya Aktive Pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Aktif pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.31 di bawah ini.



Gambar 4.31 Grafik hasil pengukuran Daya Aktif fasa S

C. Hasil Pengukuran Daya Aktive Pada Fasa T

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Aktif pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.32 di bawah ini.



Gambar 4.32 Grafik hasil pengukuran Daya Aktif fasa T

D. Hasil Pengukuran Daya Aktive Total

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Aktif total pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.33 di bawah ini.



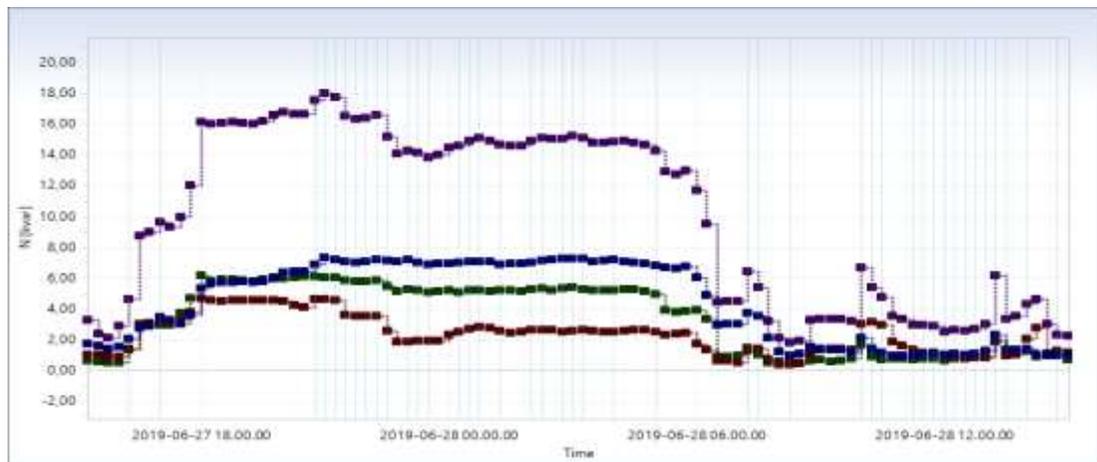
Gambar 4.33 Grafik hasil pengukuran Daya Aktif Total

Tabel 4.8 Daya Active

Parameter Daya Active	Nilai Daya Active (kWh)				Jam (WIB)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Total	R	S	T
Nilai Tertinggi	1,533	2,228	1.116	4,921	8.30	7.15	8.30
Nilai Terendah	0,484	0.276	0,259	1,120	6.30	6.15	16.15

4.3.2 Daya Reaktif

Hasil pengukuran Daya Reaktif listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



Gambar 4.34 Hasil Pengukuran Daya Reaktif

Dari gambar 4.10 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi Daya Reaktif Fasa R dengan garis biru tua adalah 7.298 pada pukul 21.45 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 5,577 pada pukul 20.45 WIB, Fasa T bergaris hijau 5,004 pada pukul 21.30 WIB. Adapun untuk nilai terendah Daya Reaktif listrik pada Fasa R 1,136 pada pukul 15.30 WIB, untuk Fasa S 0,771 pada pukul 06.45 WIB, Fasa T 0,330 pada pukul 16.15 WIB.

A. Hasil Pengukuran Daya Reaktif Pada Fasa R

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Reaktif pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.35 di bawah ini.



Gambar 4.35 Grafik hasil pengukuran Daya Reaktif fasa R

B. Hasil Pengukuran Daya Reaktif Pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Reaktif pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.36 di bawah ini.



Gambar 4.36 Grafik hasil pengukuran Daya Reaktif fasa S

C. Hasil Pengukuran Daya Reaktif Pada Fasa T

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Reaktif pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.37 di bawah ini.



Gambar 4.37 Grafik hasil pengukuran Daya Reaktif fasa T

D. Hasil Pengukuran Daya Reaktif Total

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Reaktif Total pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.38 di bawah ini.



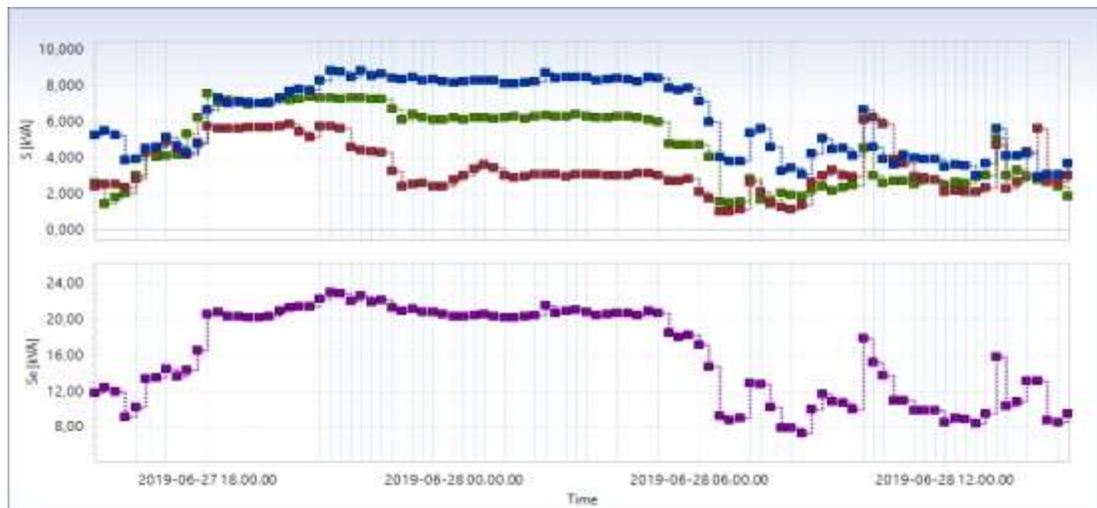
Gambar 4.38 Grafik hasil pengukuran Daya Reaktif Total

Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Daya Reaktif

Parameter Daya Reaktif	Nilai Daya Reaktif (kVar)				Jam (WIB)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Total	R	S	T
Nilai Tertinggi	7,298	5,577	5.004	17,39	21.45	20.45	21.30
Nilai Terendah	1,136	0.771	0,330	2,21	15.30	06.45	16.15

4.3.3 Daya Semu

Hasil pengukuran Daya Semu listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.



Gambar 4.39 Hasil Pengukuran Daya Semu

Dari gambar 4.11 didapatkan hasil dengan nilai tertinggi Daya Semu Fasa R dengan garis biru tua adalah 8,866 pada pukul 21.00 WIB, sedangkan Fasa S bergaris merah adalah 5,859 pada pukul 20.00 WIB, Fasa T bergaris hijau 7,422 pada pukul 20.30 WIB. Adapun untuk nilai terendah Daya Semu listrik pada Fasa R 3,012 pada pukul 06:15 WIB, untuk Fasa S 1,151 pada pukul 08.15 WIB, Fasa T 1,446 pada pukul 15.30 WIB.

A. Hasil Pengukuran Daya Semu Pada Fasa R

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Semu pada fasa R pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.40 di bawah ini.



Gambar 4.40 Grafik hasil perhitungan Daya Semu fasa R

B. Hasil Pengukuran Daya Semu Pada Fasa S

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Semu pada fasa S pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.41 di bawah ini.



Gambar 4.41 Grafik hasil pengukuran Daya Semu fasa S

C. Hasil Pengukuran Daya Semu Pada Fasa T

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Semu pada fasa T pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.42 di bawah ini.



Gambar 4.42 Grafik hasil pengukuran Daya Semu fasa T

D. Hasil Pengukuran Daya Semu Total

Berikut adalah hasil grafik pengukuran Daya Semu Total pengambilan data di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta seperti pada gambar 4.43 di bawah ini.



Gambar 4.43 Grafik hasil pengukuran Daya Semu Total

Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Daya Semu

Parameter Daya Semu	Nilai Daya Semu (kVa)				Jam (WIB)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Total	R	S	T
Nilai Tertinggi	8,866	5,859	7,422	23,09	21:00	20:00	20:30
Nilai Terendah	3,012	1,151	1,446	8,53	12:45	08:15	15:30

4.4 Perhitungan Harmonik Arus dan *Power Losses* Pada Gedung Unires Putri UMY

Hasil pengukuran Harmonic Orde Ganjil pada masing-masing Fasa RST listrik pada unires putri tanggal 28 juni 2019 menggunakan alat pengukuran METREL 2892 dengan jangka waktu 1 hari selama 24 jam pada jam kerja.

Tabel 4.11 Nilai Harmonik Arus Fasa R Panel

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 1	34.71	Ampere
Orde 3	1.927	Ampere
Orde 5	2.157	Ampere
Orde 7	0.873	Ampere
Orde 9	0.492	Ampere
Orde 11	0.396	Ampere
Orde 13	0.398	Ampere
Orde 15	0.594	Ampere
Orde 17	0.701	Ampere
Orde 19	0.834	Ampere
Orde 21	0.874	Ampere
Orde 23	0.687	Ampere
Orde 25	0.548	Ampere

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 27	0.394	Ampere
Orde 29	0.387	Ampere
Orde 31	0.251	Ampere
Orde 33	0.168	Ampere
Orde 35	0.118	Ampere
Orde 37	0.020	Ampere
Orde 39	0.017	Ampere
Orde 41	0.106	Ampere
Orde 43	0.018	Ampere
Orde 45	0.014	Ampere
Orde 47	0.013	Ampere
Orde 49	0.025	Ampere

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

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

$$\begin{aligned} \Delta P_R = & (0.2358 \times 34.71^2) + (0.2358 \times 1.927^2) + (0.2358 \times 2.157^2) + (0.2358 \times 0.873^2) \\ & (0.2358 \times 0.492^2) + (0.2358 \times 0.396^2) + (0.2358 \times 0.398^2) + (0.2358 \times 0.594^2) + \\ & (0.2358 \times 0.701^2) + (0.2358 \times 0.834^2) + (0.2358 \times 0.874^2) + (0.2358 \times 0.687^2) + \\ & (0.2358 \times 0.548^2) + (0.2358 \times 0.394^2) + (0.2358 \times 0.387^2) + (0.2358 \times 0.251^2) + \\ & (0.2358 \times 0.168^2) + (0.2358 \times 0.118^2) + (0.2358 \times 0.020^2) + (0.2358 \times 0.017^2) + \\ & (0.2358 \times 0.106^2) + (0.2358 \times 0.018^2) + (0.2358 \times 0.014^2) + (0.2358 \times 0.013^2) + \\ & (0.2358 \times 0.025^2) = 286,240 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Nilai Harmonik Arus Fasa S Panel

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 1	31.67	Ampere
Orde 3	2.199	Ampere
Orde 5	2.013	Ampere
Orde 7	0.932	Ampere
Orde 9	0.575	Ampere
Orde 11	0.589	Ampere
Orde 13	0.435	Ampere
Orde 15	0.464	Ampere
Orde 17	0.726	Ampere
Orde 19	0.798	Ampere
Orde 21	0.721	Ampere
Orde 23	0.600	Ampere
Orde 25	0.400	Ampere
Orde 27	0.365	Ampere
Orde 29	0.256	Ampere
Orde 31	0.219	Ampere
Orde 33	0.232	Ampere
Orde 35	0.311	Ampere
Orde 37	0.327	Ampere
Orde 39	0.221	Ampere
Orde 41	0.293	Ampere
Orde 43	0.091	Ampere
Orde 45	0.069	Ampere

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 47	0.04	Ampere
Orde 49	0.02	Ampere

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

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

Tabel 4.13 Nilai Harmonik Arus Fasa T Panel

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 1	34.31	Ampere
Orde 3	3.056	Ampere
Orde 5	2.463	Ampere
Orde 7	1.502	Ampere
Orde 9	0.846	Ampere
Orde 11	0.496	Ampere
Orde 13	0.492	Ampere
Orde 15	0.582	Ampere
Orde 17	0.200	Ampere
Orde 19	0.214	Ampere
Orde 21	0.236	Ampere
Orde 23	0.234	Ampere

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 25	0,567	Ampere
Orde 27	0.224	Ampere
Orde 29	0.119	Ampere
Orde 31	0.249	Ampere
Orde 33	0.392	Ampere
Orde 35	0.038	Ampere
Orde 37	0.045	Ampere
Orde 39	0.203	Ampere
Orde 41	0.099	Ampere
Orde 43	0.293	Ampere
Orde 45	0.011	Ampere
Orde 47	0.053	Ampere
Orde 49	0.007	Ampere

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

$$\begin{aligned} \Delta P_T = & (0.2358 \times 34.31^2) + (0.2358 \times 3.056^2) + (0.2358 \times 2.463^2) + (0.2358 \times 1,502^2) \\ & (0.2358 \times 0.846^2) + (0.2358 \times 0.496^2) + (0.2358 \times 0.7^2) + (0.2358 \times 0.492^2) + \\ & (0.2358 \times 0.582^2) + (0.2358 \times 0.200^2) + (0.2358 \times 0.214^2) + (0.2358 \times 0.236^2) + \\ & (0.2358 \times 0.567^2) + (0.2358 \times 0.224^2) + (0.2358 \times 0.119^2) + (0.2358 \times 0.249^2) + \\ & (0.2358 \times 0.392^2) + (0.2358 \times 0.038^2) + (0.2358 \times 0.045^2) + (0.2358 \times 0.203^2) + \\ & (0.2358 \times 0.099^2) + (0.2358 \times 0.293^2) + (0.2358 \times 0.011^2) + (0.2358 \times 0.053^2) + \\ & (0.2358 \times 0.007^2) = 281,742 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Nilai Arus Netral

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 1	24.55	Ampere

Orde	Harmonik	Satuan
Orde 3	5.764	Ampere
Orde 5	2,065	Ampere
Orde 7	0.717	Ampere
Orde 9	1.509	Ampere
Orde 11	0.674	Ampere
Orde 13	0.587	Ampere
Orde 15	1.422	Ampere
Orde 17	0.286	Ampere
Orde 19	0.508	Ampere
Orde 21	2.451	Ampere
Orde 23	0.400	Ampere
Orde 25	0.465	Ampere
Orde 27	1.125	Ampere
Orde 29	0.358	Ampere
Orde 31	0.355	Ampere
Orde 33	0.324	Ampere
Orde 35	0.269	Ampere
Orde 37	0.202	Ampere
Orde 39	0.470	Ampere
Orde 41	0.489	Ampere
Orde 43	0.232	Ampere
Orde 45	0.045	Ampere
Orde 47	0.032	Ampere
Orde 49	0.021	Ampere

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

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

Tabel 4.15 Nilai Total Power Loses

Panel	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral	TOTAL	Satuan
LVMDP	286,240	238,805	281,742	151,078	957,864	Watt

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

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

4.5 Hasil Analisis Kualitas Daya Listrik Menggunakan Parameter Minimum Dan Maksimum

Dari hasil pengukuran pada panel Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan menggunakan nilai maksimum pada tabel 4.16 dan nilai minimum pada tabel 4.17 sebagai berikut :

Tabel 4.16 Parameter Nilai Maksimum Kualitas Daya Listrik Gedung Unires Putri

No.	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
1	Frekuensi [Hz]	50,161			
2	Tegangan Puncak [Volt]	232,691	236,413	234,00	58,093
3	Arus [Ampere]	37,24	44,17	27,49	30,17
4	THD Tegangan [%]	5,551	5,31	5,41	35,97
5	THD Arus [%]	11,434	26,29	54,13	99,48
6	Faktor Daya	0.957	0.912	0.985	-
7	Daya Aktif [kWatt]	1,533	2,228	1.116	-
8	Daya Reaktif [kVar]	7,298	5,577	5.004	-
9	Daya Semu [kVa]	8,866	5,859	7,422	-
10	<i>Unbalance Voltage</i> [%]	0.689			
11	<i>Unbalance Arus</i> [%]	47,24			
12	Tegangan Drop Fasa S	1,791 %			
13	Tegangan Drop Fasa T	1,772 %			
14	Tegangan Menyimpang Fasa S	2,788%			
15	Tegangan Menyimpang Fasa T	1,870%			
16	Uv Fasa S	1.18%			
17	Uv Fasa T	0.79%			
18	Impedansi Vmaks Fasa S [Ohm]	15.08			
19	Impedansi PVmaks Fasa T [Ohm]	10,569			
20	Total Power Loses [Watt/h]	957,864			

Tabel 4.17 Parameter Nilai Minimum Kualitas Daya Listrik Gedung Unires Putri

No.	Parameter	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Netral
1	Frekuensi [Hz]	49.870			
2	Tegangan [Volt]	226,76	229,213	228,28	51,123
3	Arus [Ampere]	13,74	5,95	4,77	6,24
4	THD Tegangan [%]	2,939	2,66	2,41	34,167
5	THD Arus [%]	6,358	8,29	10,12	19,17
6	Faktor Daya	0,489	0.490	0.570	-
7	Daya Aktif [kWatt]	0,484	0.276	0,259	-
8	Daya Reaktif [kVar]	1,136	0.771	0,330	-

9	Daya Semu [kVa]	3,012	1,151	1,446	-
10	<i>Unbalance Voltage</i> [%]	0.371			
11	<i>Unbalance Arus</i> [%]	8,80			

4.6 Analisis Kualitas Daya Listrik Di Gedung Unires Putri

Hasil pengukuran panel LVMDP pada Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta didapatkan nilai hasil Frekuensi tertinggi 50,161 Hz sedangkan frekuensi terendah sebesar 49.870 Hz hasil pengukuran frekuensi pada panel LVMDP masih termasuk dalam toleransi ANSI/IEEE tidak lebih dari 1% antara nilai frekuensi tertinggi dan terendah

Hasil pengukuran tegangan pada panel LVMDP Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta mendapatkan tegangan puncak yang melampaui batas ANSI/IEEE 192.1999 sebesar hasil Tegangan tertinggi 236,413 pada fasa S dan 234,00 yaitu dengan batas toleransi +5% dan -15% dari 220 V (231 V – 187 V) pada pukul 01.15 mempunyai tegangan drop Fasa S 1,791 % dan Fasa T 1,772 % dengan ketidakseimbangan tegangannya 1.18% pada Fasa S dan 0.79 pada Fasa T.

Standart IEEE 192.1999 menjelaskan bahwa Total Harmonik Distorsi Tegangan dengan supply ≤ 69 kV nilai THD dikatakan baik apabila hasil pengukuran $\leq 5\%$ sedangkan untuk arusnya pada range 100 s/d 1000 Ampere nilai THD dikatakan baik $\leq 15\%$. Hasil pengukuran harmonisa pada panel LVMDP di Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta mempunyai kualitas harmonisa tegangan dalam keadaan baik karena hanya sedikit melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan yaitu sesuai ANSI/IEEE harmonisa tegangan fasa RST diambang 2,66% - 5,551 untuk standart 5%, sedangkan untuk keadaan kualitas harmonisa arusnya dalam keadaan melebihi batasan toleransi 15% maximal diambang 6,358% - 54,13%.

Standart ANSI/IEEE 192.1999 ketidakseimbangan tegangan mempunyai batasan toleransi boleh melebihi 3% dengan syarat system tersebut tidak terbebani sedangkan untuk system yang terbebani maksimum tidak boleh melebihi 6% ($3\% < n < 6\%$). Hasil dari ketidakseimbangan tegangan pada Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dalam kondisi bagus dengan ambang nilai sebesar 0,371% – 0,689%.

Standart ANSI/IEEE 192.1999 ketidakseimbangan arus mempunyai batasan toleransi tidak boleh melebihi 20%. Hasil dari ketidakseimbangan arus pada Gedung Unires Putri Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dalam kondisi tidak bagus dengan ambang nilai sebesar 8,80% - 47,24%.