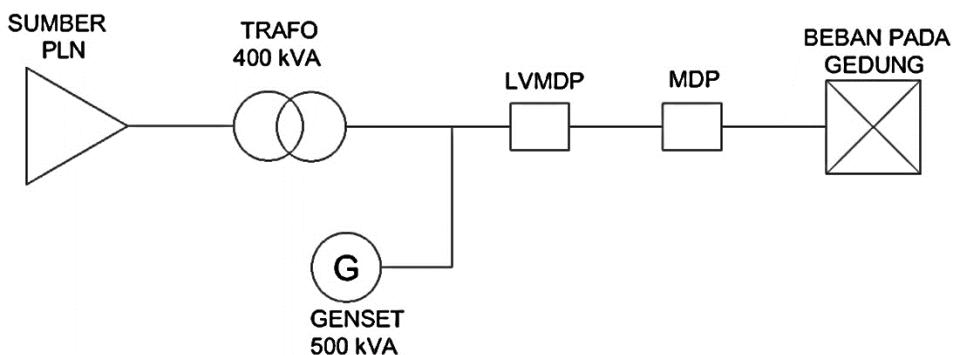


## **BAB IV**

### **HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

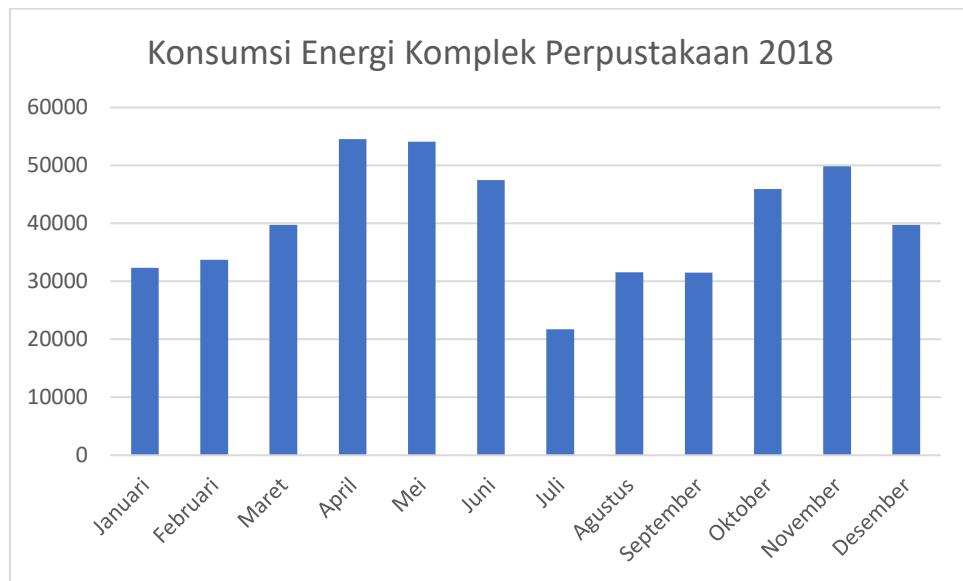
#### **A. Hasil Analisis**

Penggunaan Energi Listrik pada *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta tergabung kedalam komplek KWH meter Perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta yang didalamnya meliputi gedung perpustakaan lama, Gedung Perpustakaan Digital, dan gedung parkir. Gedung perpustakaan digital memiliki luas total sebesar 3000 m<sup>2</sup>



Gambar 6. Diagram Sumber Tenaga Listrik pada Perpustakaan Digital

Berdasarkan data dari Subbag Rumah Tangga Universitas Negeri Yogyakarta, di dapatkan data konsumsi energi pada tahun 2018. Jumlah konsumsi energi pada komplek Perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta dalam rentang waktu 2018 di gambarkan dalam bentuk grafik berikut :



Gambar 7. Grafik Konsumsi Energi pada Tahun 2018

Grafik konsumsi energi pada tahun 2018 menunjukkan bahwa penggunaan energi cukup fluktuatif. Bulan Juli, Agustus, September menunjukkan penggunaan energi sangat rendah. Hal ini diakibatkan oleh waktu libur kuliah sehingga pengunjung yang datang ke *Digilib* tidak seperti saat perkuliahan aktif.

#### 1. Indeks Konsumsi Energi (IKE)

Berdasarkan data yang didapat dari arsip bagian rumah tangga yang terdapat pada lampiran, penghitungan untuk Intensitas Konsumsi Energi pada gedung Perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta setiap bulannya sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Penghitungan IKE

Bulan	Kwh	Luas Bangunan (m <sup>2</sup> )	% Load DIGILIB	Kwh DGILIB	IKE/Bulan
Januari	32360	3000	60,00%	19416	6,472
Februari	33692	3000	60,00%	20215,2	6,7384
Maret	39728	3000	60,00%	23836,8	7,9456
April	54548	3000	60,00%	32728,8	10,9096
Mei	54096	3000	60,00%	32457,6	10,8192
Juni	47456	3000	60,00%	28473,6	9,4912
Juli	21732	3000	60,00%	13039	4,3464
Agustus	31552	3000	60,00%	18931	6,3104
September	31512	3000	60,00%	18907,2	6,3024
Oktober	45896	3000	60,00%	27538	9,1792
November	49856	3000	60,00%	29913,6	9,9712
Desember	39760	3000	60,00%	23856	7,952
				IKE/Tahun	96,4376

Menurut data yang tertera diatas, Intensitas Konsumsi Energi pada Gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta berada pada nilai 96,4376 kWh/m<sup>2</sup>.

## 2. Sistem Kelistrikan (*Power Quality*)

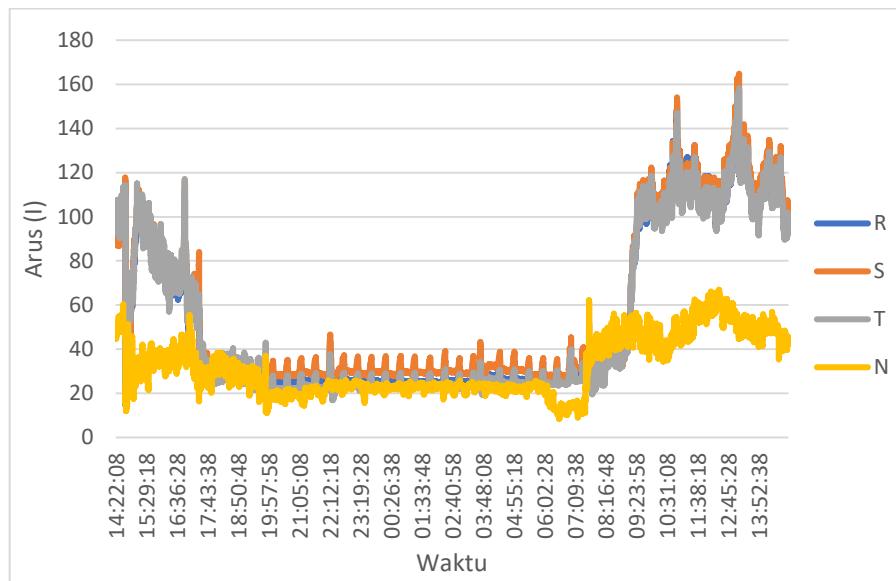
Berikut ini merupakan tabel hasil pengukuran parameter listrik berdasarkan pengukuran yang sudah dilakukan menggunakan *power meter analyzer* pada *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta :

Tabel 10. Hasil Pengukuran Parameter Kelistrikan

No	Parameter	Phase R	Phase S	Phase T	Netral
1.	Arus (I), Ampere	104.06	106.44	102.59	45.40
2.	Tegangan (V), Volt	224.61	224.95	224.26	
3.	Daya Aktif (P), Watt	22393.06	22784.19	21813.50	
4.	Daya semu (S), VA	23437.80	23895.97	23024.68	
5.	Daya Reaktif (Q), Var	7282.01	7652.00	7760.26	
6.	Faktor Daya (PF)	0.92	0.89	0.92	
7.	Frekuensi (Hz)	50			
8.	Harmonik Arus, %	31.48	33.03	35.39	
9.	Harmonik Tegangan, %	1.92	1.62	1.91	

a. Arus (I), Ampere

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 8. Grafik pengukuran arus per fasa selama 24 jam di DIGILIB

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 11. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran arus di DIGILIB

Nilai	I1 (R)	I2 (S)	I3 (T)	IN (N)
Nilai Maksimum	156.85	164.91	158.28	66.87
Nilai Minimum	54.18	55.36	52.11	17.40
Nilai Rata-Rata	104.06	106.44	102.59	45.40

Nilai Deviasi :

Nilai Min = 53.88

Nilai Max = 160.01

Nilai Rata-Rata = 104.36

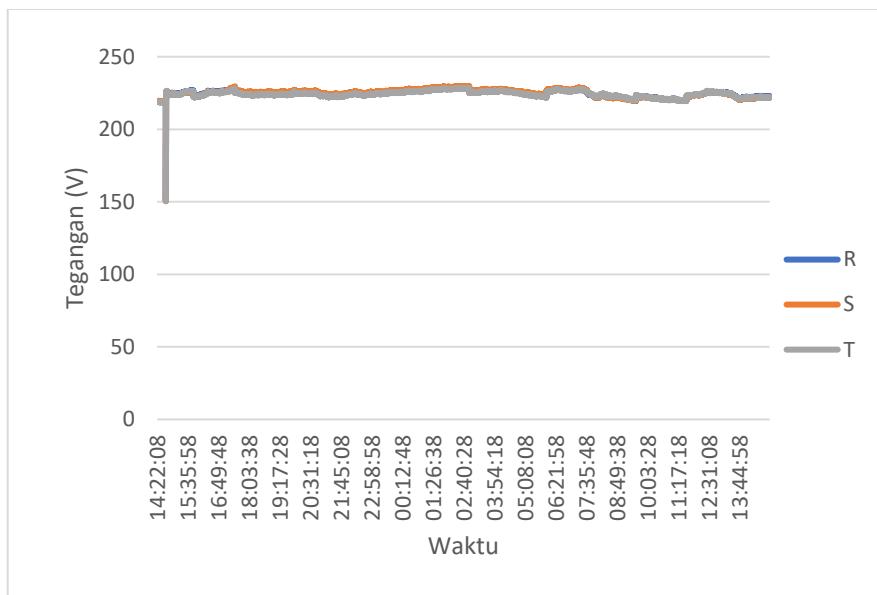
Deviasi (%) =  $[( \text{MAX} - \text{AVG} ) / \text{AVG} ] \times 100\%$

Deviasi (%) =  $[( 160.01 - 104.36 ) / 104.36 ] \times 100$

Deviasi (%) = 0.53

b. Tegangan (V), Volt

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 9. Grafik pengukuran tegangan per fasa selama 24 jam di DIGILIB

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 12. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran tegangan di DIGILIB

Nilai	U1 (R)	U2 (S)	U3 (T)
Nilai Maksimum	228.96	229.76	228.56
Nilai Minimum	219.46	219.43	219.55
Nilai Rata-Rata	224.61	224.95	224.26

Nilai Deviasi:

Nilai Min = 219.43

Nilai Max = 229.10

Nilai Rata-Rata = 224.68

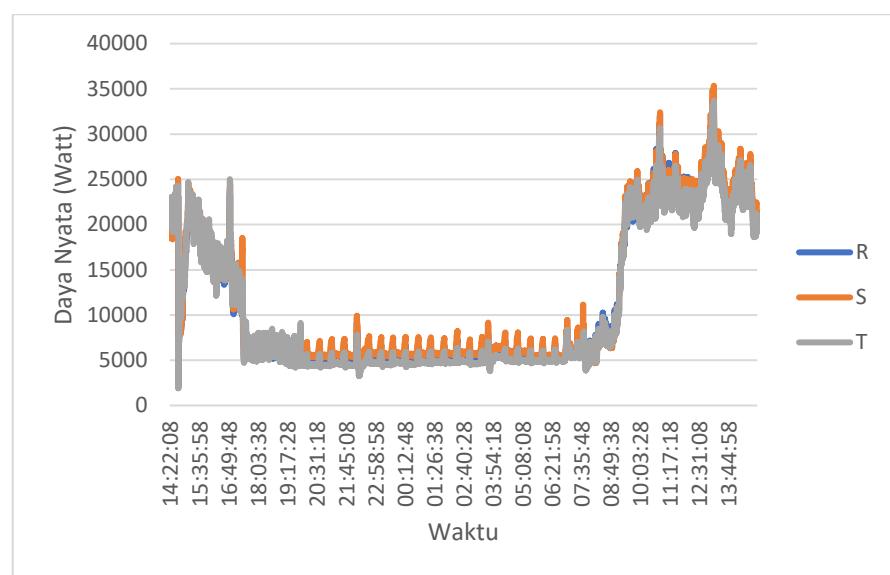
Deviasi (%) = [( MAX – AVG ) / AVG ] X 100%

Deviasi (%) = [( 229.10 – 224.68 ) / 229.10] X 100

Deviasi (%) = 1.96

c. Daya Aktif (P), Watt

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 10. Grafik pengukuran daya nyata per fasa selama 24 jam di DIGILIB

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

**Tabel 13. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran daya nyata di DIGILIB.**

Nilai	R	S	T
Nilai Maksimum	33667.64	35358.82	33678.27
Nilai Minimum	12377.18	13015.36	12121.91
Nilai Rata-Rata	22393.06	22784.19	21813.50

Nilai Deviasi:

Nilai Min = 12504.82

Nilai Max = 34234.91

Nilai Rata-Rata = 22330.25

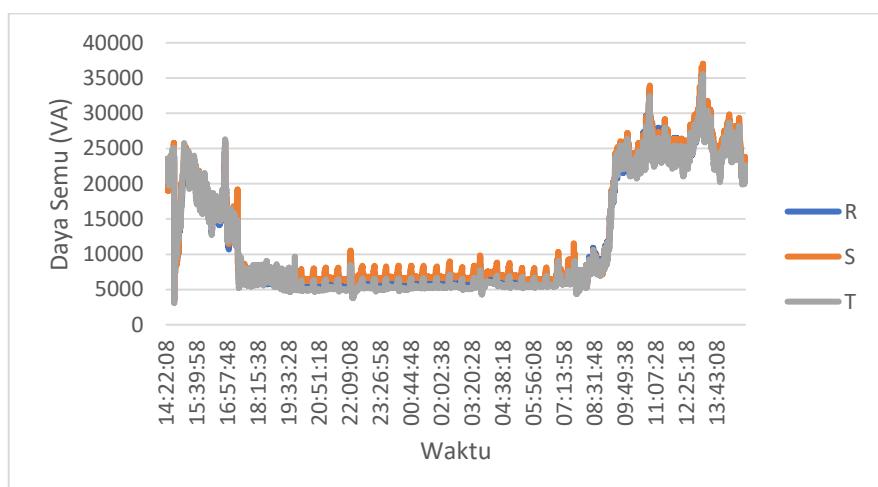
Deviasi (%) =  $[( \text{MAX} - \text{AVG} ) / \text{AVG} ] \times 100\%$

Deviasi (%) =  $[( 34234.91 - 22330.25 ) / 22330.25 ] \times 100$

Deviasi (%) = 0.58

d. Daya semu (S), VA

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 11. Grafik pengukuran daya semu per fasa selama 24 jam di DIGILIB

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 14 Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran semu di DIGILIB.

Nilai	R	S	T
Nilai Maksimum	35263.09	37028.73	35532.55
Nilai Minimum	13061.46	13784.73	12781.36
Nilai Rata-Rata	23437.80	23895.97	23024.68

Nilai Deviasi :

$$\text{Nilai Min} = 13209.18$$

$$\text{Nilai Max} = 35941.45$$

$$\text{Nilai Rata-Rata} = 23452.81$$

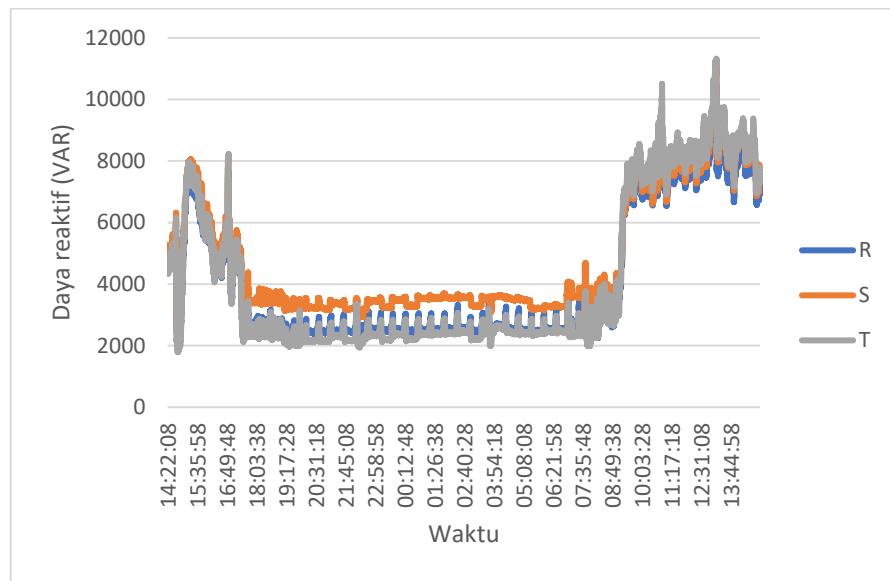
$$\text{Deviasi (\%)} = [(\text{MAX} - \text{AVG}) / \text{AVG}] \times 100\%$$

$$\text{Deviasi (\%)} = [(35941.45 - 23452.81) / 23452.81] \times 100$$

$$\text{Deviasi (\%)} = 0.53$$

e. Daya Reaktif (Q), VAR

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



**Gambar 12. Grafik pengukuran daya reaktif per fasa selama 24 jam di DIGILIB.**

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

**Tabel 15. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran daya reaktif di DIGILIB.**

Nilai	R	S	T
Nilai Maksimum	10486.94	11016.48	11328.53
Nilai Minimum	4149.37	4481.61	4052.48
Nilai Rata-Rata	7282.01	7652.00	7760.26

Nilai Deviasi:

Nilai Min = 4227.82

Nilai Max = 10943.98

Nilai Rata-Rata = 7564.76

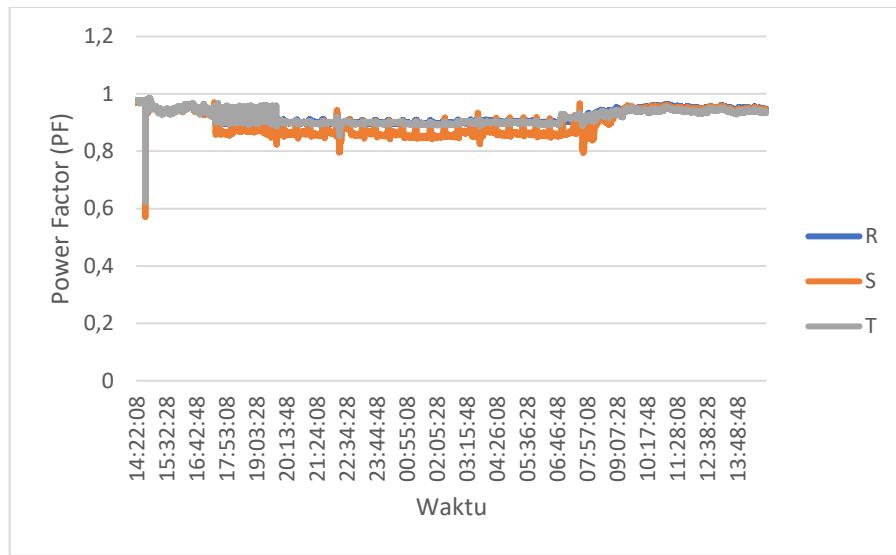
Deviasi (%) =  $[( \text{MAX} - \text{AVG} ) / \text{AVG} ] \times 100\%$

Deviasi (%) =  $[( 10943.98 - 7564.76 ) / 7564.76] \times 100$

Deviasi (%) = 0.45

#### f. Faktor Daya (PF)

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



**Gambar 13. Grafik pengukuran faktor daya per fasa selama 24 jam di DIGILIB.**

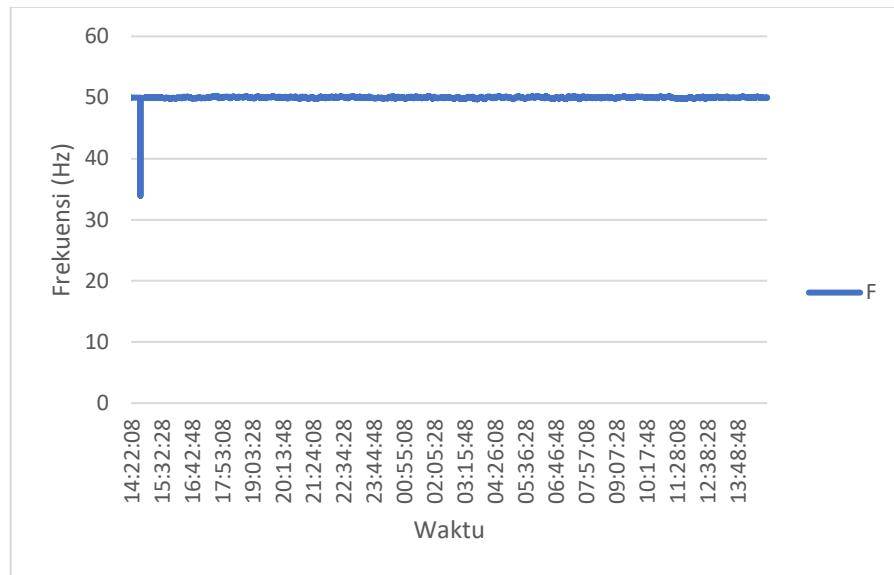
Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

**Tabel 16. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran faktor daya di DIGILIB.**

Nilai	R	S	T
Nilai Maksimum	0.96	0.97	0.97
Nilai Minimum	0.86	0.79	0.85
Nilai Rata-Rata	0.92	0.89	0.92

g. Frekuensi (Hz)

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



**Gambar 14. Grafik pengukuran frekuensi selama 24 jam di DIGILIB.**

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 17. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran frekuensi di DIGILIB.

Nilai	R
Nilai Maksimum	50.26
Nilai Minimum	49.71
Nilai Rata-Rata	49.99
Unbalance (%)	0.01

Nilai Deviasi:

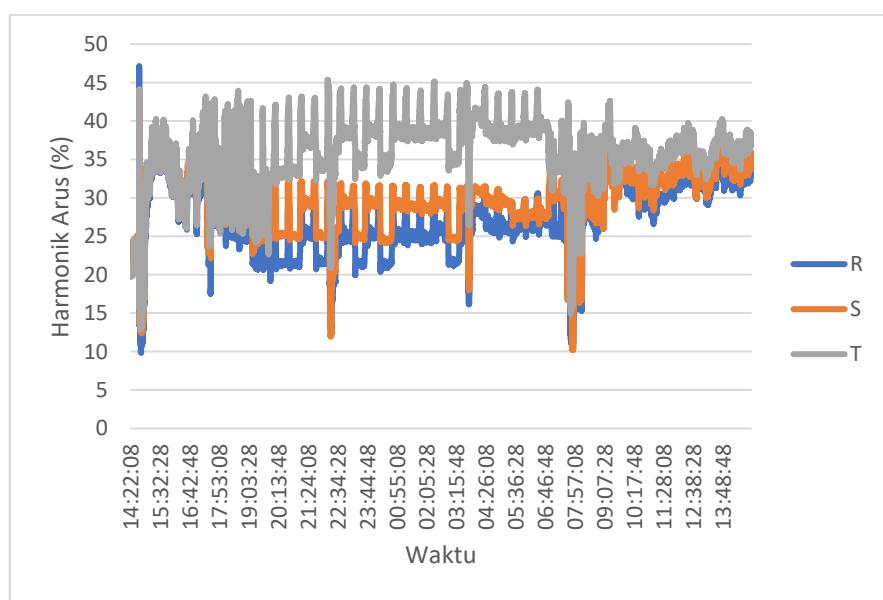
$$\text{Deviasi (\%)} = [(\text{MAX} - \text{AVG}) / \text{AVG}] \times 100\%$$

$$\text{Deviasi (\%)} = [(50.26 - 49.99) / 49.99] \times 100$$

$$\text{Deviasi (\%)} = 0.01$$

#### h. Harmonik Arus,%

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



**Gambar 15. Grafik pengukuran harmonik arus perfasa selama 24 jam di DIGILIB.**

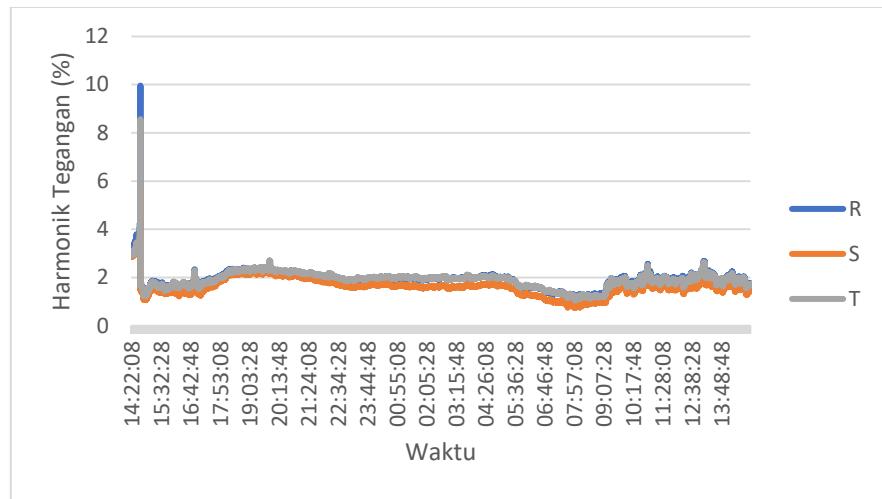
Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

**Tabel 18. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran harmonik arus di DIGILIB.**

Nilai	R	S	T
Nilai Maksimum	35.66	37.16	40.23
Nilai Minimum	25.30	27.79	26.02
Nilai Rata-Rata	31.48	33.03	35.39

### i. Harmonik Tegangan, %

Dari pengukuran yang dilakukan menggunakan *power quality analyzer*, didapat hasil pengukuran sesuai dengan gambar grafik dibawah ini :



Gambar 16. Grafik pengukuran harmonik tegangan per fasa selama 24 jam di DIGILIB.

Berdasarkan gambar diatas didapatkan nilai minimal dan maksimal sehingga bisa dihitung nilai rata – rata yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 19. Nilai MIN, MAX dan AVG dari pengukuran harmonik tegangan di DIGILIB.

Nilai	THD U1	THD U2	THD U3
Nilai Maksimum	2.68	2.41	2.71
Nilai Minimum	1.07	0.75	1.06
Nilai Rata-Rata	1.92	1.62	1.91

### 3. Beban Lampu

Tabel berikut ini merupakan tabel lampu beserta jenis dan pembebanan yang digunakan pada sistem pencahayaan Gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta :

Tabel 20. Data pada sistem pencahayaan

No	Nama Ruangan	Jenis /Tipe	Jumlah Lampu	Watt Total
1	Basement (Lab komputer)	DL :: 18W LED	48	864
		DL :: 9W LED	6	54
		TL LED 2x 16W	3	96
2	Digital library Lantai 1 (Lobby)	DL :: 7 W LED	40	280
		Barel Acrylic 16W LED	6	96
		DL 6" 18W LED	66	1188
		DL 6" 9W LED	9	81
3	Digital library Lantai 2	DL :: 7 W LED	40	280
		Barel Acrylic 16W LED	6	96
		DL 6" 18W LED	66	1188
		DL 6" 9W LED	9	81
4	Digital library Lantai 3	DL :: 18W	48	864
		TL LED :: 41 W	4	164
5	Digital library Lantai 4 (Ruang Teater)	PHILIPS W16L124 1xLED241::22W	31	682

Berdasarkan tabel penggunaan jenis lampu diatas, pemilihan jenis lampu sudah menggunakan lampu LED atau dikenal juga dengan lampu hemat energi. Dengan berbagai tipe lampu sesuai kebutuhan dan armatur yang ada pada gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta.

Dengan jenis – jenis lampu yang telah tertera pada tabel sebelumnya, tentu perlu dilakukan pengukuran luminasi rata – rata ruangan yang ada pada gedung. Pengukuran luminasi dilakukan pada 9 – 12 titik ruangan lalu dihitung nilai rata – rata berdasar hasil setiap pengukuran dititik tersebut. Berikut ini merupakan hasil pengukuran luminasi rata – rata yang telah dilakukan pada setiap lokasi Gedung Perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta :

Tabel 21. Hasil pengambilan data luminasi rata – rata

Lokasi	Keterangan	Standar	Luminasi (lux)	Keterangan
Basemen	Ruang komputer	350	239,38	Tidak Memenuhi
Lantai 1	Lobby	100	267,25	Memenuhi
Lantai 2	Ruang komputer	350	251,5	Tidak Memenuhi
Lantai 3	Lobby	100	271,67	Memenuhi
	Ruang audiovisual	300	300,48	Memenuhi
	Ruang komputer	350	293,83	Tidak Memenuhi
	<i>Collaborative room</i>	300	269,47	Tidak Memenuhi
Lantai 4	Ruang Theater	200	221,25	Memenuhi

Berdasarkan tabel diatas beberapa ruangan memiliki nilai luminasi dibawah standar SNI. Setelah dilakukan pengukuran luminasi, dilakukan perhitungan daya pencahayaan maksimum. Gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta memiliki daya pencahayaan maksimum sebagai berikut :

Tabel 22. Hasil perhitungan daya pencahayaan maksimum

No.	Nama Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	Daya Pencahayaan maks (W/ m <sup>2</sup> )
1	Basement (Lab komputer)	600	1,44
			0,09
			0,16
2	<i>Digital library</i> Lantai 1 (Lobby)	600	0,4667
			0,16
			1,98
			0,135
3	<i>Digital library</i> Lantai 2	600	0,4667
			0,16
			1,98
			0,135
4	<i>Digital library</i> Lantai 3	600	1,44
			0,273
5	<i>Digital library</i> Lantai 4 (Ruang Teater)	600	1,1367
Total		3000	10,0231

#### 4. Beban AC (*Air Conditioner*)

Beban AC pada gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta merupakan pembebanan dengan konsumsi energi listrik dengan rasio terbesar. Kontrol sistem tata udara pada gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta dilakukan secara terpusat pada setiap lantainya. Berikut ini merupakan tabel penggunaan beban AC pada Gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta :

Tabel 23. Sistem Tata Udara Lantai Basement, Lantai 1, Lantai 2

No	Jenis Beban	Lokasi	Daya	Ju ml ah	Daya Total	Lama Pakai	Total Konsumsi
			Watt		Watt	Jam/hari	kWh/ha ri
1	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette FCQ100 KAVE4	Base -ment	2780	4	11120	9	44,48
2	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette FCQ100 KAVE4	Ruang Kompu -ter Base -ment	2780	4	11120	9	44,48
3	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ140 KAVE4	Lobby Lt. 1	5620	5	28100	9	140,5
4	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ100 KAVE4	Lantai 2	2780	3	8340	9	25,02

Tabel 24. Sistem Tata Udara Lantai 2

No	Jenis Beban	Lokasi	Daya	Ju ml ah	Daya Total	Lama Pakai	Total Konsumsi
			Watt		Watt	Jam/hari	kWh/ha ri
5	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ140 KAVE4	Lantai 2	5620	2	11240	9	22,48
6	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ100 KAVE4		2780	3	8340	9	25,02
7	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ50K AVE4		1240	3	3720	9	11,16
8	Daikin AC Inverter Wall Mounted Split 1,5 PK – FTKM35 SVM4		900	1	900	9	0,9

Tabel 25. Sistem Tata Udara Lantai 3

No	Jenis Beban	Lokasi	Daya	Ju ml ah	Daya Total	Lama Pakai	Total Konsumsi
			Watt		Watt	Jam/hari	kWh/ha ri
9	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ140 KAVE4	Lobby Lantai 3	5620	4	22480	9	89,92
	Daikin AC Iverter R410 Ceiling Cassette – FCQ50K AVE4	Ruang Kompu-ter Lantai 3	1240	2	2480	9	4,96
10	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ100 KAVE4	R. Collabo-rative Lantai 3	2780	1	2780	9	2,78
11	Daikin AC Inverter R410 Ceiling Cassette – FCQ140 KAVE4	Ruang Audio-visual Lt. 3	5620	1	5620	9	5,62

Tabel 26. Sistem Tata Udara Lantai 4

No	Jenis Beban	Lokasi	Daya	Ju ml ah	Daya Total	Lama Pakai	Total Konsu msi
			Watt		Watt	Jam/ hari	kWh/h ari
12	Daikin Ceiling Mounted Duct 47800 BTUH – FXMQ1 25PVE	R. Seminar Lt. 4	284	3	852	9	2,556
<b>TOTAL</b>			<b>40044</b>	<b>36</b>	<b>117092</b>		<b>419,88</b>

## B. Pembahasan Hasil Analisis

### 1. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Berdasarkan tabel pada subbab sebelumnya, perhitungan IKE dapat diketahui bahwa Indeks Konsumsi Energi pada Gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta berada pada nilai 96,4376 kWh/m<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan IKE pada *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta tergolong dalam kelompok no.2 berdasarkan standar yang tertera pada bab sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi pada gedung tersebut sudah cukup efisien namun tetap perlu dilakukan konservasi energi.

### 2. Sistem kelistrikan

#### a. Arus

Berdasarkan data diatas, nilai deviasi arus sebesar 0,53 %. Nilai arus yang mengalir pada setiap fasa dalam kondisi baik, karena cukup stabil

dan tidak memiliki nilai deviasi yang cukup besar. Efek yang ditimbulkan ketika terjadi deviasi yang besar adalah akan muncul rugi - rugi di arus netral dan grounding, pemanasan penghantar dan memperpendek umur (*lifetime*) komponen kelistrikan/barang elektronik. Hal ini berlawanan pada arus netral. Arus netral memiliki nilai tinggi yang disebabkan oleh beban tidak seimbang dan non linier antar fasa. Dampak dari arus netral yang tinggi ini mengakibatkan *losses* pada trafo semakin besar

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 17:00 rata-rata arus menurun dalam jangka waktu ini, karena disebabkan sumber listrik dari PLN mati dan digantikan dengan penggunaan genset (14:00 – 14:40). Teknisi menurunkan beban yang ada di *digital library* guna menghemat bahan bakar genset dan juga dipengaruhi oleh berkurangnya pengunjung *digital library* yang menyebabkan penggunaan energi listrik menurun.

17:00 – 20:00 Arus rata-rata stabil pada nilai 20-40 A, pada waktu ini *digital library* dalam keadaan tutup.

20:00 – 07:00 rata-rata arus stabil sekitar 20 A, hal ini disebabkan oleh sistem pencahayaan yang aktif pada gedung *digital library*

07:00 – 14:00 rata – rata arus naik signifikan dikarenakan *digital library* masuk dalam jam aktif sehingga peralatan elektronik kembali dihidupkan.

#### b. Tegangan

Berdasarkan data diatas, nilai deviasi tegangan sebesar 1.96 %. Nilai deviasi pada tegangan per fasa belum melebihi standar yang ditetapkan yaitu 5%. Maka tegangan tersebut masih dalam kondisi yang baik. Jika terjadi perubahan deviasi melebihi standar yang telah ditentukan, tentunya peralatan tidak akan bekerja optimal dan mempercepat kerusakan pada alat.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 14:44 rata-rata tegangan stabil di 219 V, pada jam ini tegangan yang masuk masih di suplay oleh genset. Namun pada jam 14:44 terjadi penurunan tegangan menjadi 150 V, hal ini dikarenakan oleh ATS/AMF dikarenan listrik dari PLN sudah menyala lagi. Maka

terjadi penurunan tegangan sekitar 5-9 detik.

14:44 – 14:00 rata-rata tegangan stabil dan tidak ada gangguan sedikitpun, tegangan stabil di nilai sekitar 224 V.

### c. Daya Nyata

Berdasarkan data diatas, nilai deviasi daya semu sebesar 0.58% , Hal ini tentunya tidak memiliki pengaruh banyak terhadap beban peralatan yang ada. Maka dapat disimpulkan bahwa daya pada sistem kelistrikan di *digital library* dalam kondisi baik dan normal. Jika nilai unbalance melebihi batas standar beban hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan arus karena daya nyata merupakan daya yang dihasilkan oleh beban resistif dan akan menyebabkan rugi-rugi di arus netral dan grounding, pemanasan penghantar dan memperpendek umur komponen kelistrikan.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 17:00 rata-rata daya nyata menurun dalam jangka waktu ini, karena disebabkan sumber listrik dari PLN mati dan digantikan dengan penggunaan genset (14:00 – 14:40). Teknisi menurunkan beban yang ada di *digital library* guna menghemat bahan bakar genset dan juga

dipengaruhi oleh berkurangnya pengunjung *digital library* yang menyebabkan penggunaan energi listrik menurun.

17:00 – 20:00	rata-rata daya nyata stabil, karena gedung mulai ditutup pada pukul 17:00 sehingga beberapa peralatan elektronik dimatikan
20:00 – 07:00	rata-rata daya nyata stabil dikarenakan <i>digital library</i> tutup, hal ini disebabkan oleh sistem pencahayaan yang aktif pada gedung <i>digital library</i>
07:00 – 14:00	rata – rata daya nyata naik signifikan dikarenakan <i>digital library</i> masuk dalam waktu buka dan pada jam aktif sehingga peralatan elektronik kembali dihidupkan.

#### d. Daya Semu

Berdasarkan data diatas, nilai deviasi daya semu sebesar 0.53 %, Hal ini tentunya tidak memiliki pengaruh banyak terhadap beban peralatan yang ada. Maka dapat disimpulkan bahwa daya pada sistem kelistrikan di *digital library* tersebut dalam kondisi baik dan normal. Jika nilai perubahan terjadi deviasi cukup besar hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan arus karena daya nyata

merupakan daya yang dihasilkan oleh beban resistif dan akan menyebabkan rugi-rugi akibat adanya arus netral dan grounding.

Analisis Berdasar Waktu :

- |               |  |
|---------------|--|
| 14:00 – 17:00 | rata-rata daya semu menurun dalam jangka waktu ini, karena disebabkan sumber listrik dari PLN mati dan digantikan dengan penggunaan genset (14:00 – 14:40). Teknisi menurunkan beban yang ada di <i>digital library</i> guna menghemat bahan bakar genset dan juga dipengaruhi oleh berkurangnya pengunjung <i>digital library</i> yang menyebabkan penggunaan energi listrik menurun. |
| 17:00 – 20:00 | rata-rata daya semu stabil, karena gedung mulai ditutup pada pukul 17:00 sehingga beberapa peralatan elektronik dimatikan  |
| 20:00 – 07:00 | rata-rata daya semu stabil dikarenakan <i>digital library</i> tutup, hal ini disebabkan oleh sistem pencahayaan yang aktif pada gedung <i>digital library</i>  |
| 07:00 – 14:00 | rata – rata daya semu naik signifikan dikarenakan <i>digital library</i> masuk dalam   |

waktu buka dan pada jam aktif sehingga peralatan elektronik kembali dihidupkan.

#### e. Daya Reaktif

Berdasarkan data diatas, nilai deviasi daya reaktif sebesar 0.45 %. Hal ini tentunya tidak memiliki pengaruh banyak terhadap beban peralatan yang ada. Maka bisa disimpulkan bahwa sistem kelistrikan di *digital library* tersebut dalam kondisi baik, namun jika melebihi batas akan mengakibatkan terjadi kenaikan tegangan karena daya reaktif bersifat kapasitif yang berarti menyimpan tegangan listrik sementara, seperti yang diulas diatas tentang kenaikan tegangan hal itu dapat menyebabkan kerusakan pada alat-alat kelistrikan yang sensitif terhadap perubahan tegangan.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 17:00 rata-rata daya reaktif menurun dalam jangka waktu ini, karena disebabkan sumber listrik dari PLN mati dan digantikan dengan penggunaan genset (14:00 – 14:40). Teknisi menurunkan beban yang ada di *digital library* guna menghemat bahan bakar genset dan juga dipengaruhi oleh berkurangnya pengunjung *digital library* yang

menyebabkan penggunaan energi listrik menurun.

17:00 – 20:00	rata-rata daya reaktif stabil, karena gedung mulai ditutup pada pukul 17:00 sehingga beberapa peralatan elektronik dimatikan
20:00 – 07:00	rata-rata daya reaktif stabil dikarenakan <i>digital library</i> tutup, hal ini disebabkan oleh sistem pencahayaan yang aktif pada gedung <i>digital library</i>
07:00 – 14:00	rata – rata daya reaktif naik signifikan dikarenakan <i>digital library</i> masuk dalam waktu buka dan pada jam aktif sehingga peralatan elektronik kembali dihidupkan.

#### f. Faktor Daya

Berdasarkan data diatas, faktor daya dalam kondisi normal, karena masih berada di atas standar PLN. Berdasarkan data diatas terdapat nilai faktor daya minimum dibawah standar PLN hal ini dikarenakan ATS/AMF sedang bekerja untuk memindah suplai tegangan dari genset ke sumber PLN.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 14:44	Terjadi penurunan faktor daya lebih tepatnya pada jam 14:44 dikarenakan sumber PLN
---------------	--

sudah kembali berfungsi dan AMF/ATS bekerja memindah sumber yang awalnya dari genset ke sumber PLN maka terjadi penurunan faktor daya yang drastis.

14:44 – 14:00 rata-rata faktor daya stabil dan tidak ada gangguan sedikitpun, faktor daya stabil di nilai sekitar 0.90 - 0.99.

#### g. Frekuensi

Berdasarkan data diatas, nilai perubahan frekuensi 0.01 %. Maka dapat disimpulkan frekuensi dalam sistem kelistrikan tersebut masih dalam kondisi normal/baik. Frekuensi yang tidak sesuai dengan peralatan menyebabkan peralatan kelistrikan tidak bekerja secara optimal.

#### Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 14:44 Terjadi penurunan frekuensi lebih tepatnya pada jam 14:44 dikarenakan sumber PLN sudah kembali berfungsi dan AMF/ATS bekerja memindah sumber yang awalnya dari genset ke sumber PLN maka terjadi penurunan frekuensi yang drastis.

14:44 – 14:00 rata-rata frekuensi stabil dan tidak ada gangguan sedikitpun, frekuensi stabil di nilai sekitar 0.90 - 0.99.

#### h. Harmonisasi Arus

Pada harmonisa arus, gedung *Digital Library* termasuk dalam golongan toleransi 8%. Hal ini dikarenakan hasil  $I_{sc}$  maks/  $I_{Load}$  maks adalah 25. Nilai THD I rata – rata sebesar 31,48%, Berdasarkan data diatas, Nilai THD I melebihi batas tersebut belum melebihi batas yang sudah ditentukan yaitu 8%. Hal ini disebabkan oleh banyaknya beban non linier yang berasal dari peralatan elektronika seperti komputer. Perlu dilakukan pengkajian ulang untuk mengurangi besaran THD I yang ada. Hal ini dapat menyebabkan kenaikan arus yang dapat mengakibatkan:

- a. Penurunan rating akibat pemanasan yang terjadi.
- b. Menyebabkan peningkatan pemanasan dan rugi-rugi, sehingga mengurangi kemampuan mengalirkan arus dan mempersingkat umur beberapa komponen isolator.
- c. Timbulnya getaran mekanis pada panel listrik yang merupakan getaran resonansi mekanis akibat harmonisa arus frekuensi tinggi.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 14:00 Penyebab terjadinya harmonisasi arus adalah distorsi gelombang yang menyebabkan

kenaikan arus, selama 24 jam terjadi kenaikan maupun penurun harmonisasi, bahkan di semua fasa terjadi kenaikan dan penurunan. Hal ini perlu pengkajian ulang dikarenakan nilai THDI berada melebihi batas standar yang ditetapkan.

#### i. Harmonisasi Tegangan

Nilai rata – rata pada THD U sebesar 1,92 %. Gedung *Digital Library* tergolong dalam golongan 1 dengan batasan 8%. Berdasarkan data diatas, Nilai tersebut belum melebihi batas yang sudah ditentukan. Jika nilai THD U melebihi batas yang telah ditentukan, hal tersebut mempengaruhi kenaikan tegangan yang dapat menyebabkan :

- a. Peralatan kelistrikan/elektronik cepat rusak akibat tegangan tinggi.
- b. Terjadinya kegagalan fungsi (*malfunctions*) sampai kerusakan dini (*premature fail*).
- c. Mengakibatkan ketidakseimbangan arus pada motor dan menyebabkan pemanasan pada stator.

Analisis Berdasar Waktu :

14:00 – 14:44	Terjadi kenaikan yang signifikan pada harmonisasi tegangan hampir mendekati nilai 10% lebih tepatnya pada jam 14:44
---------------	---

dikarenakan sumber PLN sudah kembali berfungsi dan AMF/ATS bekerja memindah sumber yang awalnya dari genset ke sumber PLN maka terjadi kenaikan harmonisasi tegangan yang drastis.

14:44 – 14:00 rata-rata harmonisasi tegangan stabil dan tidak ada gangguan yang terlalu mecolok pada grafik, harmonisasi tegangan stabil di nilai 1.5 - 2.2% hal ini sangat baik karena tidak terlalu tinggi.

### 3. Beban Lampu

Hasil dari pengukuran luminasi secara rata – rata menunjukkan beberapa lokasi memiliki nilai luminasi dibawah standar yang telah ditetapkan oleh SNI. Ruangan tersebut antara lain Ruang Komputer (Basement), Ruang Komputer (Lantai 2), Ruang Komputer (Lantai 3), dan *Collaborative Room* (Lantai 3). Selain pengukuran luminasi, didapatkan juga hasil perhitungan daya pencahayaan maksimum gedung perpustakaan digital Universitas Negeri Yogyakarta adalah 10,0231 W/m<sup>2</sup>, hal ini menunjukkan bahwa daya pencahayaan maksimum masih lebih rendah dari batas standar daya maksimum yang telah ditetapkan SNI.

### 4. Beban AC

Menurut keempat tabel beban AC pada subbab sebelumnya, daya total yang dimiliki oleh beban AC pada Digilib adalah 117.092 Watt. Dengan penggunaan selama sekitar 9 jam perhari, konsumsi energi perhari untuk beban AC adalah 419,88 kWh/hari. Hal ini menempatkan bahwa beban AC memiliki persentase beban terbesar dibanding beban yang lain.

### **C. Solusi dan Peluang Penghematan Energi**

Berdasarkan pada subbab sebelumnya, dapat diketahui gedung *Digital Library* Universitas Negeri Yogyakarta memiliki nilai Intensitas Konsumsi Energi 96,4376 kWh/m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan energi pada gedung ini sudah cukup efisien karena masuk kedalam golongan nomor 2 pada tabel pengelompokan IKE gedung ber-AC. Untuk itu tidak perlu banyak melakukan pergantian peralatan yang berbasis hemat energi.

Pada hasil pengukuran menggunakan *power quality analyzer* parameter kelistrikan menunjukkan hasil yang baik. Tidak ada nilai penyimpangan yang besar terhadap parameter kelistrikan tersebut kecuali pada harmonisa arus. *Total Harmonic Distortion* arus (THD I) pada *digital library* adalah 31,48%. Hal ini melebihi nilai standar yang diizinkan yaitu 8%. Untuk mengurangi THDI tersebut perlu dilakukan pemasangan filter pasif. Pemasangan filter pasif ini difungsikan untuk mengalihkan arus yang menuju beban, agar mengarah menuju filter tersebut. Pada hasil pengukuran arus, arus netral memiliki nilai yang cukup tinggi yaitu 45.4 A. hal ini

merupakan dampak dari beban yang tidak seimbang dan non linier di setiap fasa. Untuk mengurangi nilai arus netral yang ada perlu dilakukan pemerataan beban, dan menggunakan minimisator arus netral.

Hasil dari audit pada beban lampu dan AC juga menunjukkan efisiensi energi yang baik. Namun beberapa ruangan memiliki tingkat luminasi yang berada dibawah standar SNI. Untuk itu perlu dilakukan beberapa penggantian lampu pada ruangan tersebut. Solusi dan peluang penghematan pada beban lampu dan beban AC yang dapat dilakukan antara lain :

Tabel 27. Solusi dan Peluang Hemat Energi pada Beban Lampu

Jenis Sistem	Cara yang bisa dilakukan
Sistem Pencahayaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyesuaikan pencahayaan dengan memanfaatkan desain bangunan dikarenakan desain bangunan pada digilib memiliki desain berkaca yang dapat difungsikan sebagai penerangan alami ketika pagi sampai siang hari sehingga penggunaan lampu bisa dikurangi.</li> <li>• Mengatur pemasangan lampu se-efektif mungkin, sesuai aturan cahaya yang dibutuhkan dalam suatu ruangan, terutama pada saat malam hari, pencahayaan buatan tentu akan menjadi andil besar dalam pencahayaan suatu gedung di malam hari.</li> <li>• Merawat lampu dan armatur lampu dengan cara membersihkan permukaan lampu dan armatur agar sinar dari lampu dapat keluar secara maksimal.</li> <li>• Melakukan penggantian lampu yang sudah mengalami penurunan fungsi ataupun yang sudah tidak berfungsi.</li> <li>• Memasang sensor gerak atau cahaya dan kendali otomatis untuk sistem <i>on/off</i> lampu secara otomatis.</li> <li>• Memasang kendali berbasis <i>Internet of Thing</i> untuk mengatur sistem <i>on/off</i> ataupun memantau penggunaan lampu dengan ponsel.</li> </ul>

Tabel 28. Solusi dan Peluang Hemat Energi pada Beban AC

Jenis Sistem	Cara yang bisa dilakukan
Sistem Tata Udara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersihkan filter AC secara teratur. Pada umumnya AC dilengkapi dengan filter untuk menyaring debu dan kotoran-kotoran lainnya masuk kedalam ruangan bersama-sama dengan udara. Jika filter AC menjadi kotor maka efisiensi dari AC tersebut akan berkurang.</li> <li>• Atur Pengatur Suhu (Thermostat) agar selalu pada batas nyaman sesuai dengan standar yang telah di tetapkan SNI. Perbedaan temperatur akan memberikan dampak yang cukup besar terhadap penggunaan energi AC dan kenyamanan penghuni.</li> <li>• Menggunakan AC dengan teknologi <i>watt control</i> untuk mengatur konsumsi daya listrik.</li> <li>• Memasang sensor dan kendali otomatis pada AC untuk sistem <i>on/sleep/off</i> ataupun pengatur suhu AC sesuai keadaan penghuni.</li> <li>• Menggunakan AC dengan dual inverter untuk mempercepat penyesuaian suhu ruangan.</li> <li>• Lakukan <i>maintenance</i> pada setiap komponen AC dalam jangka waktu yang telah ditentukan berdasarkan <i>manual book</i>.</li> </ul>