BAB IV

ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Beban Puncak Gedung Admisi

Gedung Admisi adalah gedung baru yang terdapat di dalam Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, gedung Admisi digunakan sebagai tempat untuk mengurus administrasi dan pendaftaran bagi para calon mahasiswa baru di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Gambar 4.1 Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Untuk mengetahui besarnya beban puncak yang terdapat dalam gedung Admisi, dilakukan dengan cara melakukan perhitungan perkiraan beban puncak yang terdapat dalam gedung Admisi UMY dengan asumsi besarnya beban puncak adalah 70% dari keseluruhan beban terpasang yang

terdapat dalam gedung Admisi UMY. Penentuan besarnya beban terpasang dapat dihitung dengan melihat denah *Mechanical & Electrical* dari gedung Admisi UMY, didalam denah tersebut terdapat data mengenai, peralatan listrik yang terdapat dalam gedung Admisi, serta total kebutuhan daya aktif dari masing-masing jenis peralatan listrik, yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah beban terpasang dalam gedung Admisi.

Untuk menghitung total kebutuhan daya aktif dari masing-masing jenis beban listrik yang terdapat dalam gedung Admisi dapat menggunakan rumus berikut:

$$T = n \times P_{Satuan} \quad \text{..... (4.1)}$$

Dengan:

T = Total kebutuhan daya aktif per jenis peralatan (Watt)

n = Jumlah unit peralatan listrik

P_{Satuan} = Kebutuhan daya aktif per peralatan listrik (Watt)

Setelah diketahui total kebutuhan daya aktif dari masing-masing jenis peralatan listrik, maka langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah kebutuhan daya aktif per group (P_{GROUP}), dengan cara menjumlahkan total kebutuhan daya aktif per jenis peralatan (T) yang terdapat dalam satu group.

$$P_{GROUP} = T_1 + T_2 + ... + T_n \quad \text{..... (4.2)}$$

Dengan:

P_{GROUP} = Jumlah kebutuhan daya aktif per group (Watt)

n = Banyaknya peralatan listrik yang terdapat dalam satu group

Lalu untuk mengetahui total daya aktif yang terdapat dalam satu panel pembebanan, dilakukan dengan cara menjumlahkan keseluruhan P_{GROUP} yang terdapat dalam satu panel pembebanan.

$$\text{TOTAL P} = P_{GROUP1} + P_{GROUP2} + ... + P_{GROUPn} \quad \text{..... (4.3)}$$

Dengan:

TOTAL P = Total daya aktif dalam satu panel (Watt)

P_{GROUP} = Jumlah kebutuhan daya aktif per group (Watt)

n = Banyaknya group yang terdapat dalam satu panel pembebanan

Setelah diketahui besarnya arus yang mengalir pada masing-masing group, maka dapat dicari besarnya kebutuhan daya semu pada masing-masing peralatan listrik, untuk mengetahui nilai daya semu yang dibutuhkan oleh peralatan listrik dalam satu group dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_{GROUP} = V \times I_{GROUP} \quad \text{..... (4.4)}$$

Dimana:

S_{GROUP} = Besarnya daya semu dalam satu group (KVA)

V = Tegangan listrik 1 Fasa 220V

I_{GROUP} = Besarnya arus dalam satu group (A)

Lalu untuk menentukan kebutuhan total daya semu dalam suatu panel pembebanan, dapat dihitung dengan menjumlahkan seluruh S_{GROUP} yang terdapat dalam satu panel pembebanan.

$$\text{TOTAL S} = S_{GROUP1} + S_{GROUP2} + ... + S_{GROUPn} \quad \text{.....} \quad (4.5)$$

Dimana:

TOTAL S = Kebutuhan daya semu dalam satu panel (KVA)

S_{GROUP} = Besarnya daya semu dalam satu group (KVA)

n = Banyaknya group yang terdapat dalam satu panel pembebanan

Untuk lebih jelas mengenai detail pembebanan pada gedung Admisi UMY, dapat dilihat dalam tabel 4.1 - 4.11:

4.1.2 Analisa Skedul Beban Gedung Admisi

Tabel 4.1 Skedul Beban SDP (*Sub Distribution Panel*) Pompa

NO.	PANEL	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					FK %	BEBAN NORMAL				
			(KVA)	(KW)	R	S	T		(KVA)	(KW)	R	S	T
1	PK AIR BERSIH	POWER POMPA TRANSFER AIR BERSIH	1,6	1,1	2,4			0,5	0,8	0,6	1,2		
2	PK SUMBERSIBLE PUMP	POWER POMPA KURAS GWT	1,1	0,75		4,9		1,0	1,1	0,8		4,9	
3	PK SUMPIT AH	POWER POMPA SUMPIT AIR HUJAN	1,4	1,0			2,2	0,5	0,7	0,5			1,1
4	PK STP	POWER STP	7,1	5,0	10,8	10,8	10,8	0,8	5,7	4,0	8,7	8,7	8,7
			11,2	**7,85**	**13,2**	**15,7**	**13**		**8,3**	**5,9**	**9,9**	**13,6**	**9,8**
			KVA	**KW**	**A**	**A**	**A**		**KVA**	**KW**	**A**	**A**	**A**

Keterangan:

FK (Faktor Kebutuhan): Perkiraan penggunaan peralatan listrik dalam suatu waktu tertentu.

TOTAL BEBAN LISTRIK NORMAL	
TOTAL S (KVA)	8,3
TOTAL P (KW)	5,9

Tabel 4.2 Detail Pembebanan *Lightning Panel Basement*

GROUP	FUNGSI	DLS 5W		BAMBU 18W		BAMBU 18W+B		RM3X9W		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		5W	T	18W	T	18W	T	27W	T			R	S	T
1	PENERANGAN			24	432	5	90			522	616	2,8		
2	PENERANGAN	9	45	18	324	4	72			441	528		2,4	
3	PENERANGAN			3	54			2	54	108	132			0,6
TOTAL		9	45	45	810	9	162	2	54	1071	1276	2,8	2,4	0,6

Keterangan:

1. DLS 5W: Downlight LED Spot 5W
2. BAMBU 18W: Lampu Bambu TLD LED 18W
3. BAMBU 18W+B: Lampu Bambu TLD LED 18W+Battery
4. RM3X9W: RM 3 X TL LED 9W W/Acrylic Cover

TOTAL S (KVA)	1,3
TOTAL P (WATT)	1071

Tabel 4.3 Detail Pembebanan *Lightning Panel Outdoor*

GROUP	FUNGSI	GLAMP 18W		RWLAMP 5W		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)
		18W	T	5W	T			
1	PENERANGAN	4	72			72	84,7	0,385
2	PENERANGAN	5	90			90	105,82	0,481
3	PENERANGAN	5	90			90	105,82	0,481
4	PENERANGAN			6	30	30	42,68	0,194
5	PENERANGAN			6	30	30	42,68	0,194
6	PENERANGAN			6	30	30	42,68	0,194
7	PENERANGAN			7	35	35	49,94	0,227
TOTAL		14	252	25	125	377	474,32	2,156

Keterangan:

1. GLAMP 18W: Garden Lamp Pilar Kotak PLC 18W
2. RWLAMP 5W: Round Wall Lamp LED 5W Cool Daylight

TOTAL S (KVA)	0,4
TOTAL P (WATT)	377

Tabel 4.4 Detail Pembebanan *Power Panel* Elektronik

GROUP	FUNGSI	TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
				R	S	T
1	PERALATAN SENTRAL FIRE ALARM	600	704	3,2		
2	PERALATAN SENTRAL SOUND SYSTEM	1000	1166		5,3	
3	PERALATAN SENTRAL TELEPHONE	600	704			3,2
4	PERALATAN SERVER DATA	1000	1166	5,3		
5	PERALATAN SENTRAL CCTV	1000	1166			5,3
TOTAL		4200	4906	8,6	5,3	8,6

TOTAL S (KVA)	4,9
TOTAL P (WATT)	4200

Tabel 4.5 Detail Pembebanan *Lightning Panel* Lantai Dasar

GROUP	FUNGSI	DLCD 13W		DLCD 13W+B		DLCD 9W		DLS5W		BAMBU 9W		BAMBU 18W		RM 3X9W		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		13W	T	13W	T	9W	T	5W	T	9W	T	18W	T	27W	T			R	S	T
1	PENERANGAN	24	312	1	13											325	374	1,7		
2	PENERANGAN	10	130			6	54			1	9	1	9			202	242	1,1		
3	PENERANGAN	29	377	2	26			3	15							418	484			2,2
4	PENERANGAN	4	52													52	66		0,3	
5	PENERANGAN	42	546	4	52											598	704		3,2	
6	PENERANGAN	17	221					6	30					2	54	305	352			1,6
TOTAL		126	1638	7	91	6	54	9	45	1	9	1	9	2	54	1900	2222	2,8	3,5	3,9

Keterangan:

1. DLCD 13W: Downlight LED Cool Daylight 13W Inbow
2. DLCD 13W+B: ownlight LED Cool Daylight 13W Inbow+Battery
3. DLCD 9W: Downlight LED Cool Daylight 9W Outbow
4. DLS 5W: Downlight LED Spot 5W
5. BAMBU 9W: Lampu Bambu TLD LED 9W
6. BAMBU 18W: Lampu Bambu TLD 18W
7. RM3X9W: RM 3 X TL LED 9W W/Acrylic Cover

TOTAL S (KVA)	2,2
TOTAL P (WATT)	1900

Tabel 4.6 Detail Pembebanan *Power Panel* Lantai Dasar

GROUP	FUNGSI	KK DINDING		KK LANTAI		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		100W	T	100W	T			R	S	T
1	**KOTAK KONTAK**	6	600			600	704	3,2		
2	**KOTAK KONTAK**	7	700			700	814		3,7	
3	**KOTAK KONTAK**			7	700	700	814			3,7
4	**KOTAK KONTAK**	7	700			700	814	3,7		
5	**KOTAK KONTAK**	4	400			400	462		2,1	
6	**KOTAK KONTAK**	5	500			500	594	2,7		
7	**KOTAK KONTAK**	3	300	4	400	700	814			3,7
8	**KOTAK KONTAK**	6	600			600	704		3,2	
9	**KOTAK KONTAK**	3	300			300	352			1,6
TOTAL		**41**	**4100**	**11**	**1100**	**5200**	**6072**	**9,6**	**9,1**	**9,1**

Keterangan:

1. KK DINDING: Kotak Kontak Dinding
2. KK LANTAI: Kotak Kontak Lantai

TOTAL S (KVA)	**6,1**
TOTAL P (WATT)	**5200**

Tabel 4.7 Detail Pembebanan *Lightning Panel* Lantai 1

GROUP	FUNGSI	DLCD 13W		DLCD 13W+B		DLCD 9W		BAMBU 9W		BAMBU 18W		BAMBU 18W+B		RM 3X9W		RM 2X18W		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		13 W	T	13 W	T	9W	T	9 W	T	18 W	T	18 W	T	27 W	T	36 W	T			R	S	T
1	PENERANGAN	7	91	1	13									17	459			563	660,0	3,0		
2	PENERANGAN	7	91			6	54	1	9	1	18							172	198		0,9	
3	PENERANGAN	21	273	3	39													312	374	1,7		
4	PENERANGAN															20	720	720	858			3,9
5	PENERANGAN															19	684	684	814		3,7	
6	PENERANGAN							4	36	18	324	4	72					432	462			2,1
TOTAL		35	455	4	52	6	54	5	45	19	342	4	72	17	459	39	1404	2883	3366	4,7	4,5	6,0

Keterangan:

1. DLCD 13W: Downlight LED Cool Daylight 13W Inbow
2. DLCD 13W+B: ownlight LED Cool Daylight 13W Inbow+Battery
3. DLCD 9W: Downlight LED Cool Daylight 9W Outbow
4. BAMBU 9W: Lampu Bambu TLD LED 9W
5. BAMBU 18W: Lampu Bambu TLD 18W
6. BAMBU 18W+B: Lampu Bambu TLD 18W+BATTERY
7. RM3X9W: RM 3 X TL LED 9W W/Acrylic Cover
8. RM2X18W: RM 2 X TL LED 18W W/Acrylic Cover

TOTAL S (KVA)	3,3
TOTAL P (WATT)	2883

Tabel 4.8 Detail Pembebanan *Power Panel* Lantai 1

GROUP	FUNGSI	KK DINDING		KK LANTAI		KK PROYEKTOR		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		100W	T	100W	T	350W	T			R	S	T
1	**KOTAK KONTAK**	5	500					500	594	2,7		
2	**KOTAK KONTAK**	7	700					700	814		3,7	
3	**KOTAK KONTAK**	5	500					500	594			2,7
4	**KOTAK KONTAK**	4	400					400	462	2,1		
5	**KOTAK KONTAK**	3	300					300	352		1,6	
6	**KOTAK KONTAK**	4	400					400	462			2,1
7	**KOTAK KONTAK**	2	200					200	242		1,1	
8	**KOTAK KONTAK**			7	700			700	814	3,7		
9	**KOTAK KONTAK**			7	700			700	814			3,7
10	**KOTAK KONTAK**			7	700			700	814	3,7		
11	**KOTAK KONTAK**			4	400			400	462		2,1	
12	**KOTAK KONTAK**	4	400			1	350	750	880,0			4,0
13	**KOTAK KONTAK**	4	400			1	350	750	880,0	4,0		

Tabel 4.8 Detail Pembebanan *Power Panel* Lantai 1

GROUP	FUNGSI	KK DINDING		KK LANTAI		KK PROYEKTOR		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		100W	T	100W	T	350W	T			R	S	T
14	**KOTAK KONTAK**			6	600			600	704		3,2	
15	**KOTAK KONTAK**			7	700			700	814			3,7
16	**KOTAK KONTAK**			6	600			600	704	3,2		
17	**KOTAK KONTAK**			6	600			600	704		3,2	
18	**KOTAK KONTAK**	5	500					500	594			2,7
19	**PK BOOSTER PUMP**							740	880,0		4,0	
TOTAL		**43**	**5040**	**50**	**5000**	**2**	**700**	**10740**	**12584**	**19,5**	**18,9**	**19**

Keterangan:

1. KK DINDING: Kotak Kontak Dinding
2. KK LANTAI: Kotak Kontak Lantai

TOTAL S (KVA)	**12,6**
TOTAL P (WATT)	**10740**

Tabel 4.9 Detail Pembebanan *Power Panel* Server

GROUP	FUNGSI	KK DINDING		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		150W	T			R	S	T
1	KOTAK KONTAK	3	450	450	528	2,4		
2	KOTAK KONTAK	3	450	450	528		2,4	
3	KOTAK KONTAK	2	300	300	352			1,6
TOTAL		**8**	**1200**	**1200**	**1408**	**2,4**	**2,4**	**1,6**

Keterangan:

1. KK DINDING: Kotak Kontak Dinding

TOTAL S (KVA)	**1,4**
TOTAL P (WATT)	**1200**

Tabel 4.10 Detail Pembebanan *Power Panel* AC Lantai 1

GROUP	FUNGSI	KK DINDING		KK DINDING		TOTAL P (WATT)	TOTAL S (KVA)	NILAI ARUS (A)		
		100W	T	150W	T			R	S	T
1	KOTAK KONTAK			10	1500	1500	1760,0	8,0		
2	KOTAK KONTAK	15	1500			1500	1760,0		8,0	
3	OU.D (251.000 BTU/H)					19900	28446	43,1	43,1	43,1
4	OU.D (324.000 BTU/H)					25300	36168	54,8	54,8	54,8
TOTAL		**15**	**1500**	**10**	**1500**	**48200**	**68134**	**105,9**	**105,9**	**97,9**

TOTAL S (KVA)	**68,1**
TOTAL P (WATT)	**48200**

4.1.3 Menghitung Kebutuhan Daya Keseluruhan

Tabel 4.11 Skedul Beban Gedung Admisi

NO.	PANEL	LOKASI	BEBAN TERPASANG					FK %	BEBAN NORMAL				
			(KVA)	(KW)	R	S	T		(KVA)	(KW)	R	S	T
1	SDP POMPA	LANTAI BASEMENT	11,2	7,9	13,2	15,7	13,0	0,7	8,3	5,8	9,8	13,5	9,7
2	LIGHTNING PANEL BASEMENT	LANTAI BASEMENT	1,3	1,1	2,8	2,4	0,6	0,7	0,9	0,7	2,0	1,7	0,4
3	LIGHTNING PANEL OUTDOOR	LANTAI BASEMENT	0,4	0,4			2,0	0,7	0,3	0,3			1,4
4	POWER PANEL ELEKTRONIK	LANTAI BASEMENT	4,9	4,2	8,6	5,3	8,6	0,7	3,5	2,9	6,0	3,7	6,0
5	LIGHTNING PANEL LANTAI DASAR	LANTAI DASAR	2,2	1,9	2,8	3,5	3,9	0,7	1,6	1,3	2,0	2,4	2,7
6	POWER PANEL LANTAI DASAR	LANTAI DASAR	6,1	5,2	9,6	9,1	9,1	0,7	4,3	3,6	6,7	6,4	6,4
7	LIGHTNING PANEL LANTAI 1	LANTAI 1	3,3	2,8	4,7	4,5	6,0	0,7	2,3	2,0	3,3	3,2	4,2
8	POWER PANEL LANTAI 1	LANTAI 1	12,6	10,7	19,5	18,9	19,0	0,7	8,8	7,5	13,7	13,3	13,3
9	POWER PANEL SERVER	LANTAI 1	1,4	1,2	2,4	2,4	1,6	0,7	1,0	0,8	1,7	1,7	1,1
10	POWER PANEL AC	LANTAI 1	68,1	48,2	105,9	105,9	97,9	0,7	47,7	33,7	74,1	74,1	68,5
			111,6	**83,6**	**169,5**	**167,7**	**161,1**		**78,6**	**58,8**	**119,2**	**119,9**	**113,4**
			KVA	**KW**	**A**	**A**	**A**		**KVA**	**KW**	**A**	**A**	**A**

TOTAL BEBAN LISTRIK NORMAL				
S	P	R	S	T
78,6	58,8	119,2	119,9	113,4
KVA	KW	A	A	A

Keterangan:

FK (Faktor Kebutuhan): Perkiraan penggunaan peralatan listrik dalam suatu waktu tertentu.

Setelah dilakukan perhitungan mengenai keseluruhan beban yang terpasang pada gedung Admisi (Tabel 4.1 - Tabel 4.10), maka diperoleh hasil akhir mengenai kebutuhan daya semu dan daya aktif pada gedung admisi yang dapat dilihat di Tabel 4.11, dimana kebutuhan daya semu pada gedung Admisi adalah sebesar 111,6 KVA. Dengan menggunakan FK (Faktor Kebutuhan) sebesar 70% pada tiap panel pembebanan, dengan asumsi bahwa hanya 70% dari keseluruhan beban terpasang akan digunakan secara serempak dalam satu waktu. Maka dalam keadaan normal maksimal, kebutuhan daya semu pada kondisi beban puncak adalah sebesar 78,6 KVA.

4.2 Pengukuran Beban Puncak Gedung Rektorat A

Untuk mengetahui besarnya beban puncak yang terdapat dalam gedung Rektorat A dapat dilakukan dengan mengamati pola beban pada gedung Rektorat A selama 24 jam, untuk mengamati pola beban dapat menggunakan alat *Power Quality Anlayzer.* Pengukuran beban puncak pada gedung Rektorat A dilakukan pada 22 Februari 2018 hingga 23 Februari 2018, dengan waktu mulai pukul 10:45 hingga pukul 10:35. Pengukuran beban dilakukan dengan periode waktu 10 menit, artinya setiap 10 menit sekali dalam 24 jam *Power Quality Analyzer* akan merekam data penggunaan beban pada gedung Rektorat A. Tabel mengenai pola beban pada gedung Rektorat A selama 24 Jam, dapat dilihat dalam tabel 4.12:

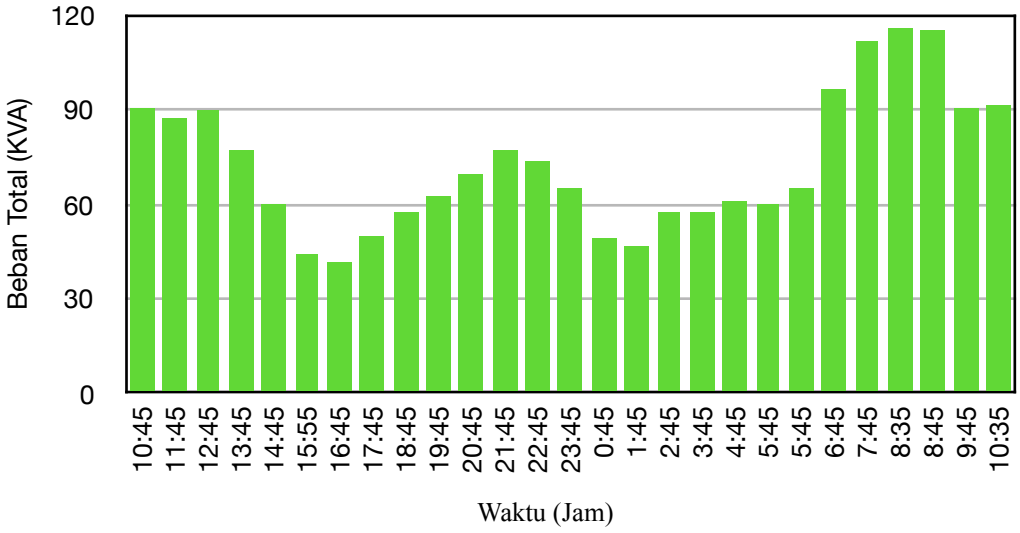
Tabel 4.12 Pola beban gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
10:45	26,3	35,2	28,6	90,1
11:45	24,8	34,3	27,7	86,7
12:45	26,9	32,6	29,9	89,4
13:45	23,6	27,7	25,4	76,7
14:45	20,8	23,0	16,2	60,0
15:55	14,3	15,7	14,2	44,2
16:45	13,9	12,8	14,7	41,4
17:45	12,1	9,3	28,2	49,6
18:45	8,2	8,8	40,6	57,5
19:45	5,3	4,5	52,8	62,6
20:45	5,0	5,8	58,7	69,5
21:45	6,3	4,8	65,6	76,7
22:45	4,6	4,2	64,9	73,6
23:45	5,4	3,3	56,7	65,4
0:45	4,3	3,4	41,0	48,7
1:45	5,0	3,0	38,1	46,2
2:45	4,7	3,4	49,6	57,7
3:45	4,0	3,7	49,6	57,4

Lanjutan Tabel 4.12 Pola beban gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
4:45	4,0	3,4	53,2	60,5
5:45	4,5	3,0	52,8	60,4
5:45	7,2	5,3	52,6	65,1
6:45	19,9	16,3	60,3	96,4
7:45	22,2	23,1	66,2	111,5
8:35	25,2	24,2	66,4	115,8
8:45	24,2	24,3	66,5	115,0
9:45	22,9	25,0	42,3	90,2
10:35	24,9	24,5	41,6	91,0

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Gedung Rektorat A, maka dari tabel 4.12 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.2:



Gambar 4.2 Grafik beban total gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.2, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di gedung Rektorat A pada tanggal 22-23 Februari 2018 terjadi pada pukul 08:35 dengan penggunaan beban sebesar

115,796 KVA. Pola beban pada gedung Rektorat A mulai naik berada dikisaran 90 kVA dari pukul 06.45 hingga pukul 14:00, hal ini dikarenakan jam kerja karyawan yang terdapat dalam gedung Rektorat A dimulai dari pukul 07:00 hingga pukul 15:00, dan jam kerja efektif pada berada pada pukul 06:45 hingga pukul 14:00. Setelah jam kerja berakhir, kebutuhan daya semu pada geedung Rektorat A akan beranjak turun hingga sore hari. Setelah sore hari hingga pagi beban tersebut naik lagi dikarenakan, lampu penerangan jalan yang terdapat dalam Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terhubung ke dalam panel SDP (*Sub Distribution Panel*) Gedung Rektorat A.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada gedung Rektorat A, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus pada gedung tersebut. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung Rektorat A dapat dilihat dalam tabel 4.13:

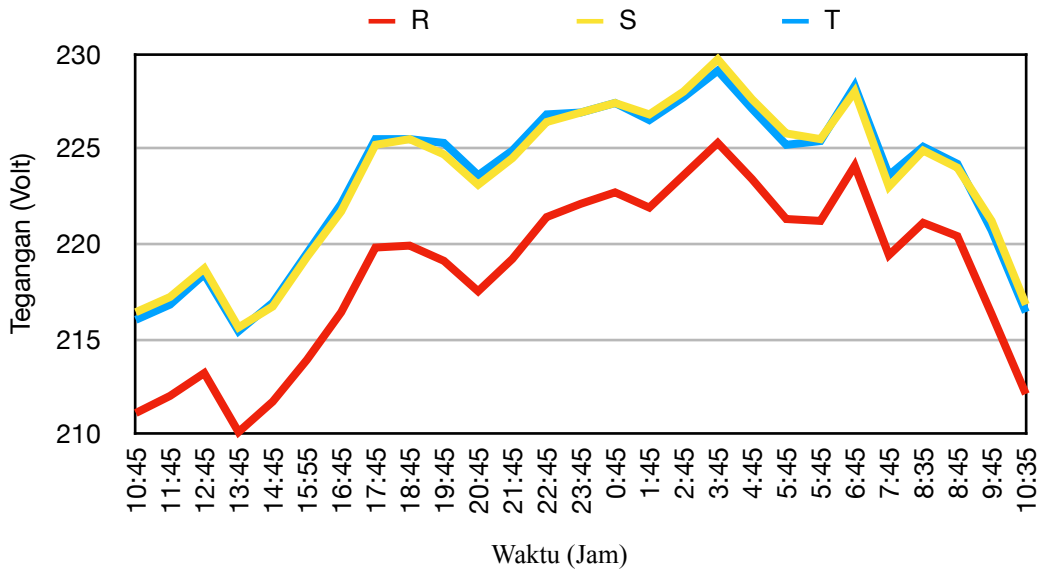
Tabel 4.13 Nilai tegangan dan arus gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
10:45	211,1	216,4	216,0	124,6	162,5	132,2	186,1
11:45	212,0	217,2	216,8	116,7	157,7	127,6	206,2
12:45	213,2	218,7	218,4	126,0	149,0	137,0	198,3
13:45	210,1	215,6	215,4	112,1	128,4	118,0	140,8
14:45	211,7	216,7	216,9	98,3	105,8	74,6	93,3
15:55	213,9	219,3	219,5	67,0	71,7	64,4	114,8
16:45	216,4	221,7	222,1	64,2	57,6	66,2	105,6
17:45	219,8	225,2	225,5	55,2	41,2	124,9	150,9
18:45	219,9	225,5	225,5	37,1	38,8	180,0	208
19:45	219,1	224,7	225,3	24,3	19,8	234,4	250,2
20:45	217,5	223,1	223,6	22,8	26,1	262,5	284,5
21:45	219,2	224,5	224,9	28,7	21,4	291,4	307,6
22:45	221,4	226,4	226,8	20,7	18,4	285,9	300,1
23:45	222,1	226,9	226,9	24,3	14,5	249,8	260,1

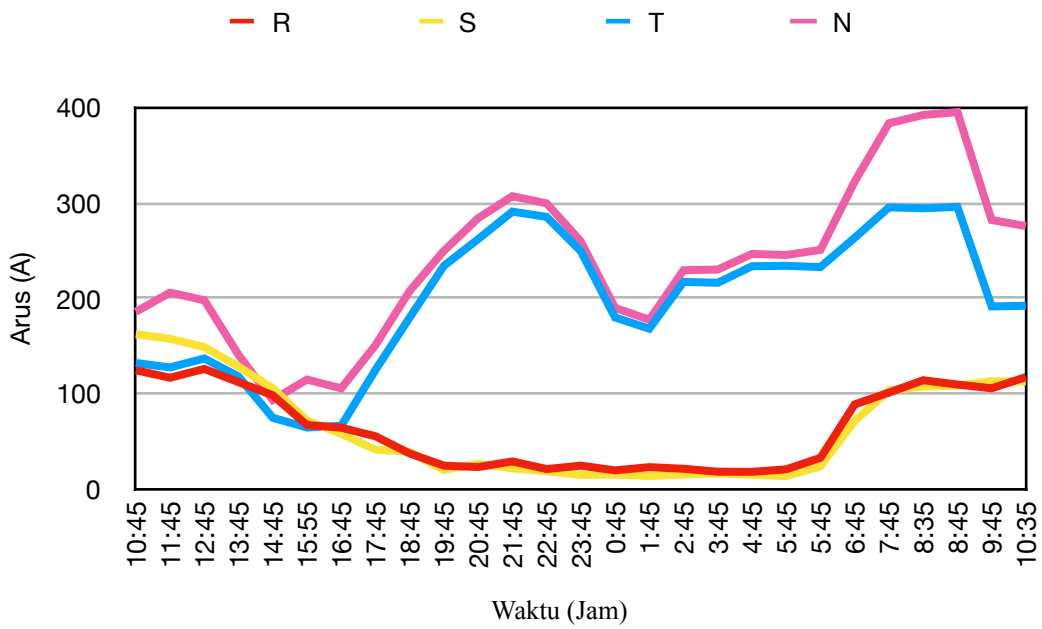
Lanjutan Tabel 4.13 Nilai tegangan dan arus gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
0:45	222,7	227,4	227,4	19,3	14,8	180,1	190,2
1:45	221,9	226,8	226,5	22,7	13,4	168,3	177,7
2:45	223,6	228,0	227,7	21,0	14,9	217,5	229,8
3:45	225,3	229,7	229,1	17,9	16,1	216,6	230,5
4:45	223,4	227,6	227,1	17,8	14,8	234,0	246,9
5:45	221,3	225,8	225,2	20,4	13,3	234,4	245,8
5:45	221,2	225,5	225,4	32,5	23,6	233,1	251,2
6:45	224,1	228,0	228,3	88,7	71,3	263,9	323,1
7:45	219,4	223,0	223,6	101,1	103,4	295,9	384,3
8:35	221,1	224,9	225,1	114,1	107,4	294,9	393
8:45	220,4	224,0	224,2	109,6	108,5	296,4	396,1
9:45	216,3	221,2	220,7	105,6	113,1	191,7	282,6
10:35	212,1	216,8	216,4	117,4	112,7	192,4	276,2

Berdasarkan data dari tabel 4.13, maka nilai tegangan dan arus pada gedung Rektorat A dapat diubah menjadi grafik, seperti pada gambar 4.3 dan 4.4:



Gambar 4.3 Grafik tegangan R S T gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018



Gambar 4.4 Grafik arus R S T N gedung Rektorat A tanggal 22-23 Februari 2018

Berdasarkan pada gambar 4.4 terjadi kenaikan arus yang cukup tinggi pada fasa T di malam hari apabila dibandingkan dengan nilai arus pada fasa R dan S yang mengalami penurunan nilai arus, kenaikan nilai arus pada fasa T dikarenakan, ketika malam hari fasa T dibebani oleh lampu penerangan jalan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang membutuhkan arus yang cukup besar. Namun kenaikan arus pada fasa T ini seharusnya tidak mengalami kenaikan hingga sebesar itu, meningkatnya nilai arus yang tidak normal ini kemungkinan disebabkan terjadinya suatu permasalahan pada sistem kelistrikan di gedung Rektorat A. Perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di gedung Rektorat A terjadi ketidakseimbangan beban yang cukup besar pada fasa R, S, dan T, sehingga arus netral yang terdapat dalam gedung Rektorat A nilainya cukup besar. Padahal secara normal apabila terjadi ketidakseimbangan beban dalam

sistem kelistrikan, besarnya nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung Rektorat A dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total gedung Rektorat A pada pukul 10:45:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR = 211,1 V Nilai arus: IR = 124,6 A

VS = 216,4 V IS = 162,5 A

VT = 216,0 V IT = 132,2 A

Ditanya: Besarnya daya semu total gedung Rektorat A pada pukul 10:45?

Jawab:

SR = VR X IR	SS = VS X IS	ST = VT X IT
= 211,1 X 124,6	= 216,4 X 162,5	= 216 X 132,2
= 26303,06 VA	= 35165 VA	= 28555,2 VA
= 26,3 KVA	= 35,2 KVA	= 28,6 KVA

STOTAL= SR + SS + ST

= 26,3 + 35,2 + 28,6

= 90,1 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.3 Pengukuran Beban Puncak Gedung Rektorat B

Pengukuran beban puncak pada gedung Rektorat B dilakukan pada 19 Februari 2018 hingga 20 Februari 2018, dengan waktu mulai pukul 14:10 hingga pukul 14:00. Pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan alat *Power Quality Analyzer* dengan seting periode waktu sebesar 10 menit, artinya setiap 10 menit sekali dalam 24 jam *Power Quality Analyzer* akan merekam data penggunaan beban pada gedung Rektorat B. Tabel mengenai pola beban pada gedung Rektorat B selama 24 Jam, dapat dilihat dalam tabel 4.14:

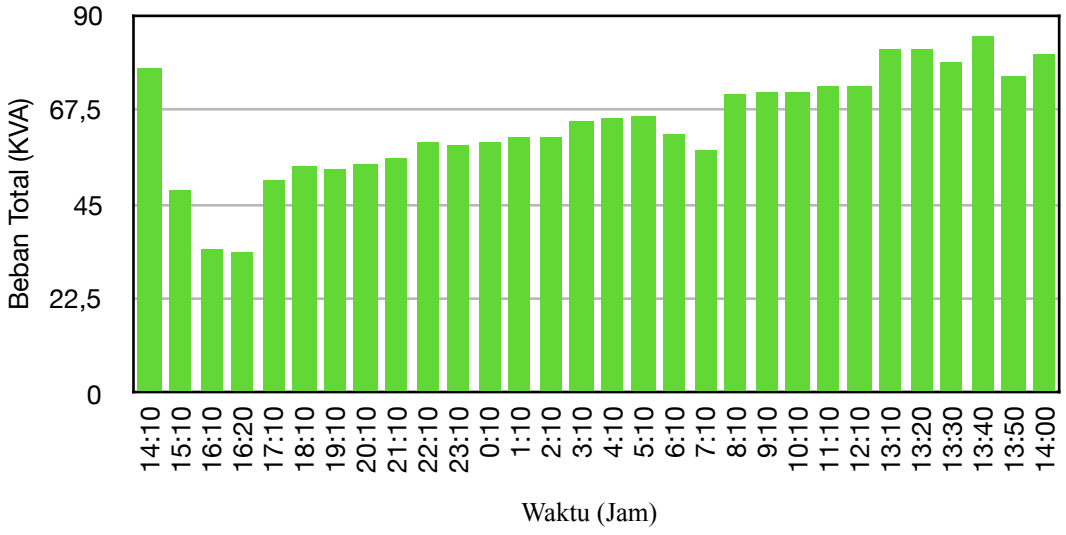
Tabel 4.14 Pola beban gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
14:10	27,4	24,0	26,2	77,6
15:10	20,6	17,3	10,1	48,0
16:10	13,9	8,6	11,8	34,3
16:20	12,8	7,5	13,3	33,6
17:10	10,0	9,1	31,4	50,5
18:10	7,4	7,9	38,8	54,1
19:10	6,0	5,6	41,7	53,3
20:10	6,5	6,5	41,5	54,5
21:10	4,4	7,4	43,8	55,6
22:10	3,2	5,4	51,2	59,7
23:10	3,9	5,9	49,1	58,9
0:10	4,1	6,7	49,1	59,8
1:10	3,7	6,3	50,8	60,7
2:10	3,4	5,8	51,5	60,7
3:10	4,0	6,6	54,2	64,8
4:10	3,9	7,2	54,3	65,4
5:10	3,7	5,8	56,3	65,7
6:10	4,3	5,6	51,5	61,4
7:10	15,2	12,5	30,1	57,8
8:10	25,8	19,3	26,0	71,1
9:10	30,4	18,0	23,0	71,5

Lanjutan Tabel 4.14 Pola beban gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
10:10	31,2	19,4	21,0	71,6
11:10	32,4	21,3	19,5	73,2
12:10	28,0	23,6	21,5	73,1
13:10	27,1	26,4	28,6	82,1
13:20	26,1	26,1	29,4	81,6
13:30	26,0	26,8	25,6	78,4
13:40	30,2	27,6	27,6	85,3
13:50	28,2	24,7	22,8	75,7
14:00	27,2	27,3	26,2	80,7

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Gedung Rektorat B, maka dari tabel 4.14 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.5:



Gambar 4.5 Grafik beban total gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.5, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di gedung Rektorat B pada tanggal 19-20 Februari 2018 terjadi pada pukul 13:40 dengan penggunaan beban sebesar

85,3 KVA. Pola beban pada gedung Rektorat B mulai naik dari pukul 08:00 hingga pukul 14:00, hal ini dikarenakan jam kerja karyawan yang terdapat dalam gedung Rektorat B dimulai dari pukul 07:00 hingga pukul 15:00, dan jam kerja efektif pada berada pada pukul 08:00 hingga pukul 14:00. Setelah jam kerja berakhir, kebutuhan daya semu pada geedung Rektorat B akan beranjak turun hingga sore hari. Setelah sore hari hingga pagi beban tersebut naik lagi dikarenakan, lampu penerangan jalan yang terdapat dalam Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terhubung ke dalam panel SDP (*Sub Distribution Panel*) Gedung Rektorat B.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada gedung Rektorat B, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus pada gedung tersebut. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung Rektorat B dapat dilihat dalam tabel 4.15:

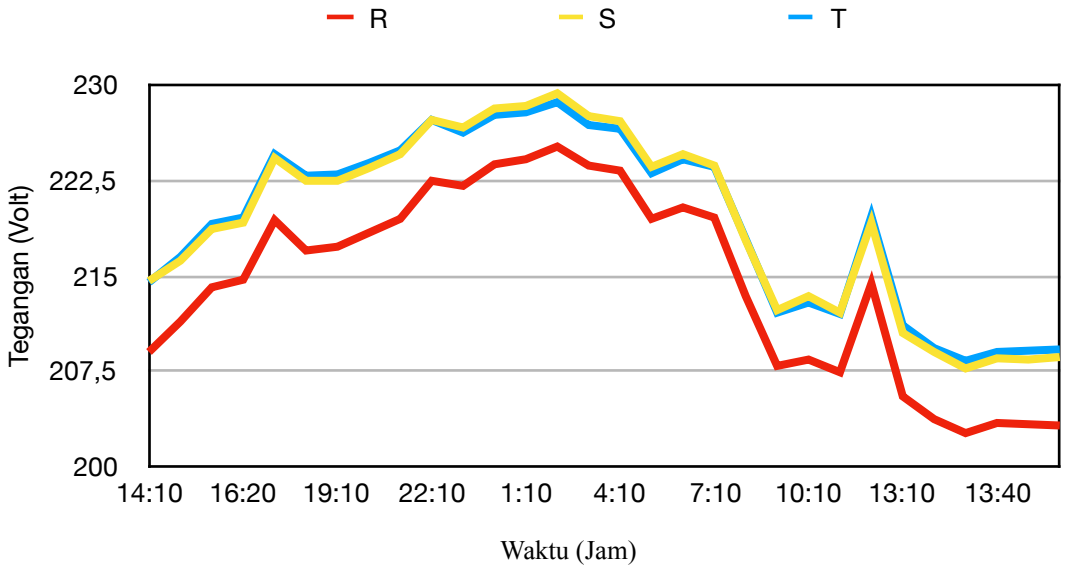
Tabel 4.15 Nilai tegangan dan arus gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
14:10	209	214,6	214,5	130,8	112	122,1	248,5
15:10	211,4	216,2	216,5	97,2	79,8	46,7	139,8
16:10	214,1	218,7	219,1	64,8	39,3	53,9	44,3
16:20	214,7	219,2	219,6	59,4	34,3	60,4	40
17:10	219,4	224,3	224,6	45,6	40,4	139,5	103,8
18:10	217	222,5	222,9	33,8	35,3	174,1	145,8
19:10	217,3	222,5	223	27,4	25,1	187	162
20:10	218,4	223,5	223,9	29,9	28,9	185,2	156,2
21:10	219,5	224,6	224,9	20	32,9	194,6	175
22:10	222,5	227,3	227,3	14,2	23,5	224,9	208,9
23:10	222,1	226,7	226,3	17,5	26,1	216,9	197,9
0:10	223,8	228,2	227,7	18,1	29,1	215,6	194,6
1:10	224,2	228,4	227,9	16,3	27,4	222,7	203,7
2:10	225,2	229,4	228,7	15,1	25,2	225	206,9
3:10	223,7	227,6	226,9	18	29	238,6	217,9
4:10	223,3	227,2	226,6	17,2	31,8	239,5	220,7

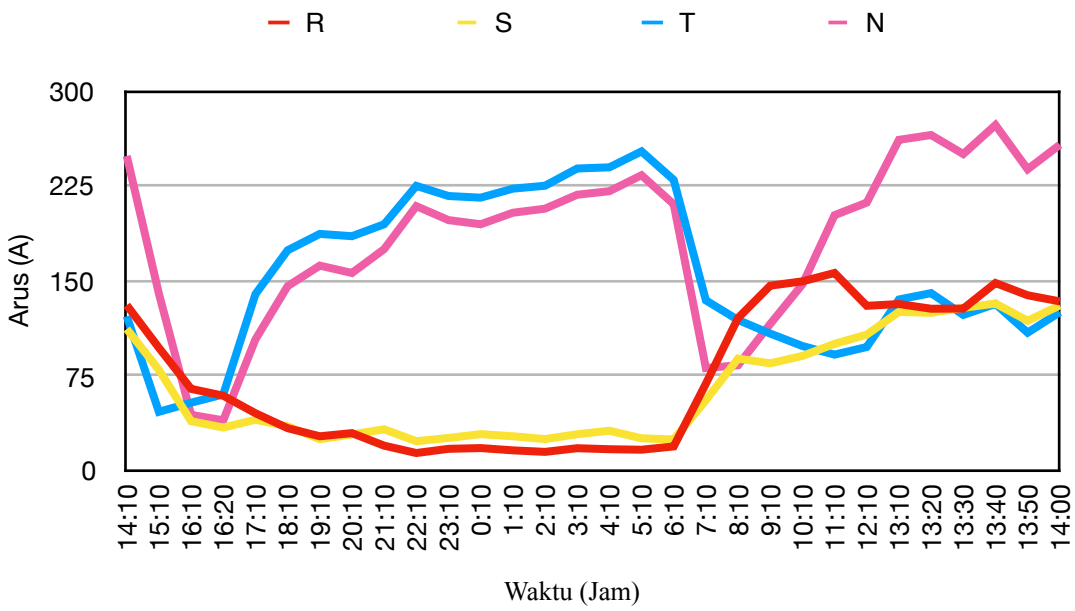
Lanjutan Tabel 4.15 Nilai tegangan dan arus gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
5:10	219,5	223,6	223,1	16,8	25,8	252,1	233,3
6:10	220,4	224,6	224,2	19,4	24,9	229,6	210,4
7:10	219,6	223,7	223,6	68,9	55,9	134,6	81,2
8:10	213,4	217,8	217,9	120,7	88,7	119,1	83,4
9:10	207,9	212,3	212,1	146,2	84,9	108,4	116
10:10	208,4	213,4	212,9	149,6	90,8	98,6	147,2
11:10	207,4	212,1	212	156,2	100,3	91,8	201,8
12:10	214,4	219,2	219,7	130,3	107,6	97,8	211,7
13:10	205,5	210,5	211,1	131,7	125,5	135,3	261,2
13:20	203,7	209	209,3	128	124,8	140,3	265
13:30	202,6	207,7	208,3	128,1	128,7	123,1	250
13:40	203,4	208,5	209	148,3	132,1	131,8	272,9
13:50	203,3	208,4	209,1	138,6	118,5	109,1	238
14:00	203,2	208,6	209,2	133,8	130,6	125,3	257,3

Berdasarkan data dari tabel 4.15, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada gedung Rektorat B dapat diubah menjadi grafik seperti pada gambar 4.6 dan 4.7:



Gambar 4.6 Grafik tegangan R S T gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018



Gambar 4.7 Grafik arus R S T N gedung Rektorat B tanggal 19-20 Februari 2018

Berdasarkan pada gambar 4.7 terjadi kenaikan arus yang cukup tinggi pada fasa T di malam hari apabila dibandingkan dengan nilai arus pada fasa R dan S yang mengalami penurunan nilai arus, kenaikan nilai arus pada fasa T dikarenakan, ketika malam hari fasa T dibebani oleh lampu penerangan jalan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang membutuhkan arus yang cukup besar. Namun kenaikan arus pada fasa T ini seharusnya tidak mengalami kenaikan hingga sebesar itu, meningkatnya nilai arus yang tidak normal ini kemungkinan disebabkan terjadinya suatu permasalahan pada sistem kelistrikan di gedung Rektorat B. Perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di gedung Rektorat B terjadi ketidakseimbangan beban yang cukup besar pada fasa R, S, dan T, sehingga arus netral yang terdapat dalam gedung Rektorat B nilainya cukup besar. Padahal secara normal apabila terjadi ketidakseimbangan beban dalam

sistem kelistrikan, besarnya nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung Rektorat B dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total gedung Rektorat B pada pukul 14:10:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR= 209 V Nilai arus: IR= 130,8 A

VS= 214,6 V IS= 112 A

VT= 214,5 V IT= 122,1 A

Ditanya: Besarnya daya semu total gedung rektorat B pada pukul 14:10?

Jawab:

SR = VR X IR SS = VS X IS ST = VT X IT

= 209 X 130,8 = 214,6 X 112 = 214,5 X 122,1

= 27337,2 VA = 24035,2 VA = 26190,45 VA

= 27,4 KVA = 24 KVA = 26,2 KVA

STOTAL= SR+SS+ST

= 27,4 + 24 + 26,2

= 77,6 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.4 Pengukuran Beban Puncak Gedung E

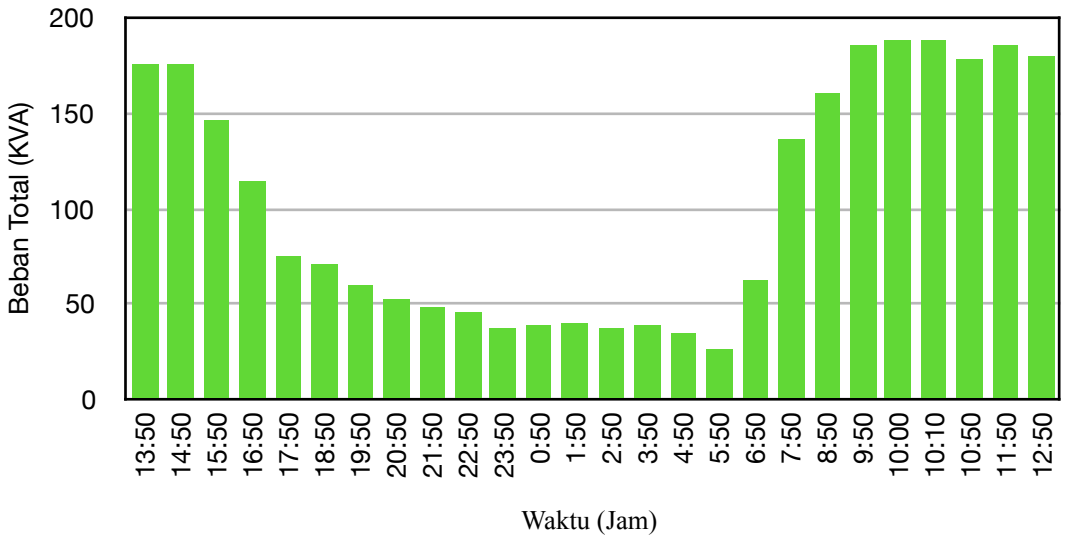
Pengukuran beban puncak pada gedung E dilakukan pada 14 Maret 2018 hingga 15 Maret 2018, dengan waktu mulai pukul 13:50 hingga pukul 13:40. Pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan alat *Power Quality Analyzer* dengan seting periode waktu sebesar 10 menit, artinya setiap 10 menit sekali dalam 24 jam *Power Quality Analyzer* akan merekam data penggunaan beban pada gedung E. Tabel mengenai pola beban pada gedung E selama 24 Jam, dapat dilihat dalam tabel 4.16:

Tabel 4.16 Pola beban gedung E tanggal 14-15 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
13:50	64,4	54,8	56,1	175,3
14:50	69,7	53,7	52,7	176,1
15:50	58,8	37,2	50,8	146,9
16:50	40,5	32,1	41,8	114,4
17:50	29,3	21,8	23,3	74,5
18:50	28,1	20,2	22,9	71,2
19:50	25,0	14,1	20,8	59,9
20:50	21,1	10,5	21,0	52,5
21:50	19,0	10,1	19,1	48,2
22:50	18,6	9,7	17,4	45,7
23:50	13,0	7,6	16,8	37,4
0:50	14,1	7,8	16,5	38,4
1:50	14,6	8,1	16,4	39,1
2:50	13,5	7,9	15,9	37,2
3:50	15,0	7,9	15,4	38,3
4:50	13,4	7,5	13,2	34,1
5:50	9,3	4,9	11,0	25,2
6:50	20,2	16,7	25,6	62,5
7:50	47,1	43,9	45,6	136,6
8:50	59,7	45,6	54,8	160,1
9:50	71,2	51,6	62,1	185,0
10:00	73,8	55,2	59,3	188,3

Lanjutan Tabel 4.16 Pola beban gedung E tanggal 14-15 Maret 2018				
Waktu	**NIlai Beban (KVA)**			
	R	**S**	**T**	**Beban Total**
10:10	69,6	57,9	61,0	188,5
10:50	67,8	56,3	55,2	179,2
11:50	67,2	57,9	61,1	186,1
12:50	64,1	56,5	59,6	180,2

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Gedung E, maka dari tabel 4.16 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.7:



Gambar 4.8 Grafik beban total gedung E tanggal 14-15 Maret 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.8, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di gedung E pada tanggal 14-15 Maret 2018 terjadi pada pukul 10:10 dengan penggunaan beban sebesar 188,5 KVA.

Gedung E merupakan gedung perkuliahan yang terdapat dalam Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimulai pada pukul 07:00 hingga pukul 21:00. Namun perkuliahan pada malam hari hanya dilakukan oleh sebagian

mahasiswa sehingga penggunaan beban pada pukul 17:00 hingga pukul 21:00 relatif kecil. Sedangkan penggunaan beban pada pukul 07:00 hingga pukul 17:00 relatif besar dikarenakan, sebagian besar waktu perkuliahan terjadi dalam rentang waktu tersebut. Kebutuhan daya listrik pada gedung E relatif kecil saat malam hari, hal ini dikarenakan penggunaan beban pada saat malam hari hanya digunakan sebagai penerangan pada lobi-lobi dan ruangan tertentu yang terdapat dalam gedung E.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada gedung E, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus pada gedung tersebut. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung E dapat dilihat dalam tabel 4.17:

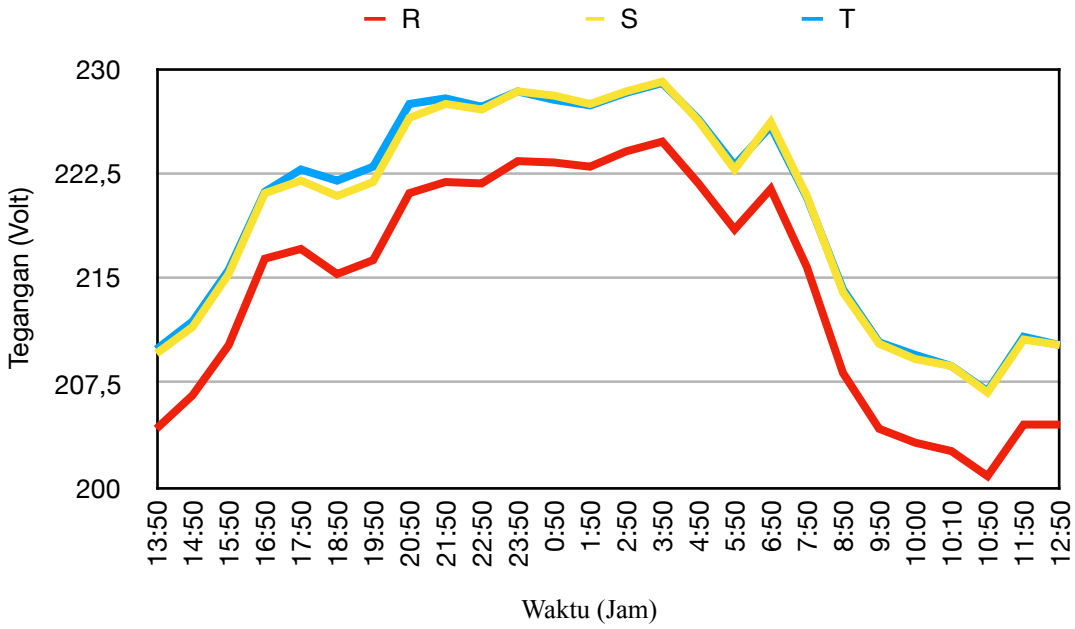
Tabel 4.17 Nilai tegangan dan arus gedung E tanggal 14-15 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
13:50	204,2	209,6	209,9	315,2	261,2	267,1	87,1
14:50	206,6	211,5	211,9	337,1	253,6	248,8	112,2
15:50	210,2	215,3	215,6	279,7	172,8	235,7	112,2
16:50	216,4	221,1	221,2	187,1	145,3	188,7	67,1
17:50	217,1	222	222,8	135	98,3	104,6	64,6
18:50	215,3	220,9	222	130,4	91,3	103,1	64,4
19:50	216,3	221,9	223	115,6	63,6	93,2	65,5
20:50	221,1	226,5	227,5	95,2	46,3	92,1	60,7
21:50	221,9	227,5	227,9	85,6	44,2	83,9	53,6
22:50	221,8	227,1	227,3	83,8	42,8	76,3	47,2
23:50	223,4	228,4	228,4	58,3	33,3	73,4	38,1
0:50	223,3	228,1	227,8	63,2	34,1	72,2	38,3
1:50	223	227,5	227,4	65,4	35,5	71,9	38,5
2:50	224,1	228,4	228,3	60,1	34,4	69,6	37,6
3:50	224,8	229,1	229	66,7	34,4	67,2	38,3
4:50	221,8	226,3	226,4	60,5	33	58,2	29,2
5:50	218,5	222,8	223,1	42,5	21,7	49,5	27,4
6:50	221,4	226,2	225,9	91,2	73,8	113,2	38,1

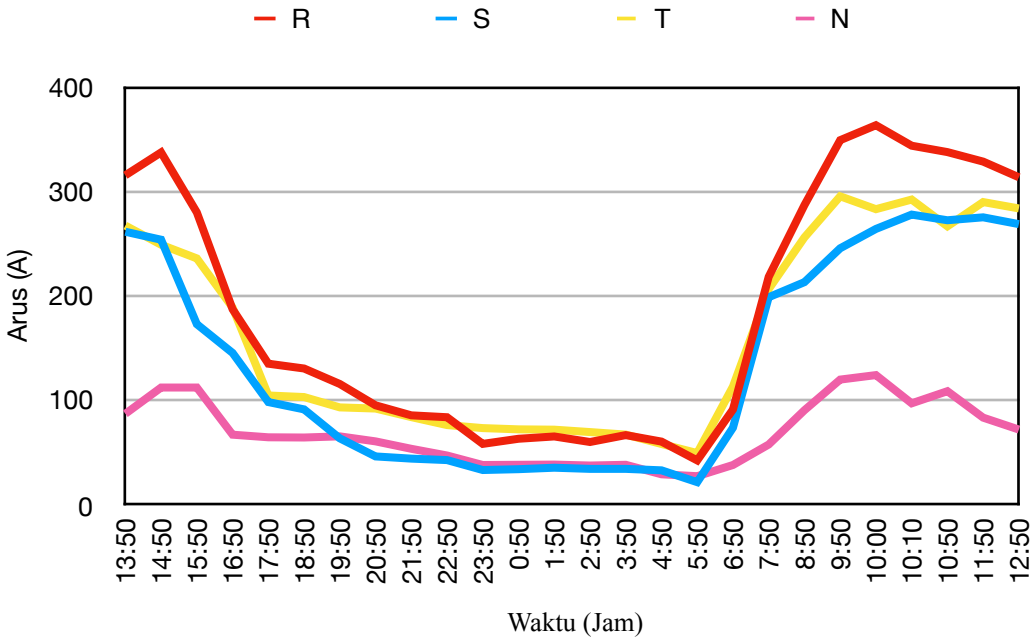
Lanjutan Tabel 4.17 Nilai tegangan dan arus gedung E tanggal 14-15 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
7:50	215,8	220,9	220,8	218,1	198,6	206,4	57,7
8:50	208,2	214	214,2	286,7	213	255,8	90,5
9:50	204,2	210,3	210,4	348,8	245,4	295,1	119,8
10:00	203,2	209,2	209,5	363,1	263,9	282,8	124,1
10:10	202,6	208,7	208,7	343,5	277,6	292	97,1
10:50	200,8	206,8	206,9	337,4	272,2	266,4	108,7
11:50	204,5	210,6	210,8	328,3	275	289,6	83,4
12:50	204,5	210,2	210,2	313,3	268,5	283,5	72

Berdasarkan data dari tabel 4.17, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada gedung E dapat diubah menjadi grafik, seperti pada gambar 4.9 dan 4.10:



Gambar 4.9 Grafik tegangan R S T gedung E tanggal 14-15 Maret 2018



Gambar 4.10 Grafik arus R S T N gedung E tanggal 14-15 Maret 2018

Berdasarkan pada gambar 4.10, terjadi perbedaan nilai arus antara R, S, dan T perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya keadaan tidak seimbang sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di gedung E nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, dan T. Hal ini dikarenakan karena ketidakseimbangan beban pada pada fasa R, S, dan T nilainya tidak terlalu besar, sehingga nilai arus netral pada sistem kelistrikan gedung E nilainya dibawah nilai arus pada fasa R, S, dan T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung E dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total gedung E pada pukul 13:50:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR= 204,2 V Nilai arus: IR= 315,2 A

VS= 209,6 V IS= 261,2 A

VT= 209,9 V IT= 267,1 A

Ditanya: Besarnya daya semu total gedung E pada pukul 13:50?

Jawab:

SR = VR X IR	SS = VS X IS	ST = VT X IT
= 204,2 X 315,2	= 209,6 X 261,2	= 209,9 X 267,1
= 64363,84 VA	= 54747,52 VA	= 56064,29 VA
= 64,4 KVA	= 54,8 KVA	= 56,1 KVA

STOTAL = SR+SS+ST

= 64,4 + 54,8 + 56,1

= 175,3 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.5 Pengukuran Beban Puncak Gedung D dan Sportorium

Pengukuran beban puncak pada gedung D dan Sportorium dilakukan pada 12 Maret 2018 hingga 13 Maret 2018, dengan waktu mulai pukul 13:50 hingga pukul 13:40. Pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan alat *Power Quality Analyzer* dengan seting periode waktu sebesar 10 menit, artinya setiap 10 menit sekali dalam 24 jam *Power Quality Analyzer* akan merekam data penggunaan beban pada gedung D dan Sportorium. Tabel mengenai pola beban pada gedung D Sportorium selama 24 Jam, dapat dilihat dalam tabel 4.18:

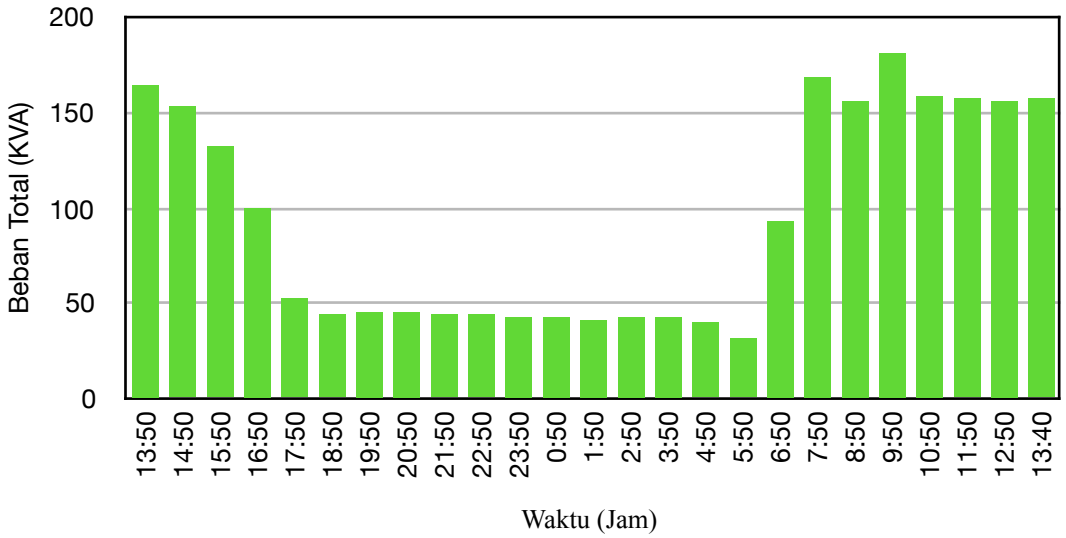
Tabel 4.18 Pola beban gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
13:50	50,8	60,2	53,3	164,4
14:50	50,9	54,0	48,0	153,0
15:50	46,7	49,4	36,7	132,8
16:50	36,3	38,6	25,2	100,1
17:50	15,3	19,8	16,6	51,7
18:50	8,4	20,1	15,8	44,3
19:50	8,6	19,9	16,5	45,0
20:50	8,7	20,4	16,9	46,0
21:50	8,7	18,6	17,1	44,5
22:50	8,9	17,9	17,2	44,0
23:50	8,5	17,2	16,7	42,4
0:50	8,7	17,3	16,6	42,7
1:50	8,4	16,8	16,2	41,4
2:50	9,4	16,8	16,0	42,2
3:50	8,5	17,0	16,5	41,9
4:50	8,3	16,3	15,7	40,3
5:50	6,1	13,0	11,5	30,7
6:50	35,0	33,0	25,6	93,6
7:50	56,1	58,0	54,4	168,5
8:50	51,8	55,7	48,0	155,5
9:50	62,9	65,8	52,3	180,9

Lanjutan Tabel 4.18 Pola beban gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
10:50	52,3	59,0	48,2	159,5
11:50	49,5	60,2	47,2	156,9
12:50	52,1	57,5	46,4	155,9
13:40	52,9	59,0	45,0	156,9

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Gedung D dan Sportorium, maka dari tabel 4.18 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.11:



Gambar 4.11 Grafik beban total gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.11, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di gedung D dan Sportorium pada tanggal 12-13 Maret 2018 terjadi pada pukul 9:50 dengan penggunaan beban sebesar 180,9 KVA.

Gedung D merupakan gedung perkuliahan dan perpustakaan yang terdapat dalam Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimulai pada pukul 07:00 hingga

pukul 21:00. Namun perkuliahan pada malam hari hanya dilakukan oleh sebagian mahasiswa sehingga penggunaan beban pada pukul 17:00 hingga pukul 21:00 relatif kecil. Sedangkan penggunaan beban pada pukul 07:00 hingga pukul 17:00 relatif besar dikarenakan, sebagian besar waktu perkuliahan terjadi dalam rentang waktu tersebut. Kebutuhan daya listrik pada gedung D relatif kecil saat malam hari, hal ini dikarenakan penggunaan beban pada saat malam hari hanya digunakan sebagai penerangan pada lobi-lobi dan ruangan tertentu yang terdapat dalam gedung D. Sedangkan untuk Sportorium, penggunaan beban hanya digunakan untuk penerangan pada Sportorium, ketika Sportorium sedang digunakan pada acara tertentu.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada gedung D dan Sportorium, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus pada gedung tersebut. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung D dan Sportorium dapat dilihat dalam tabel 4.19:

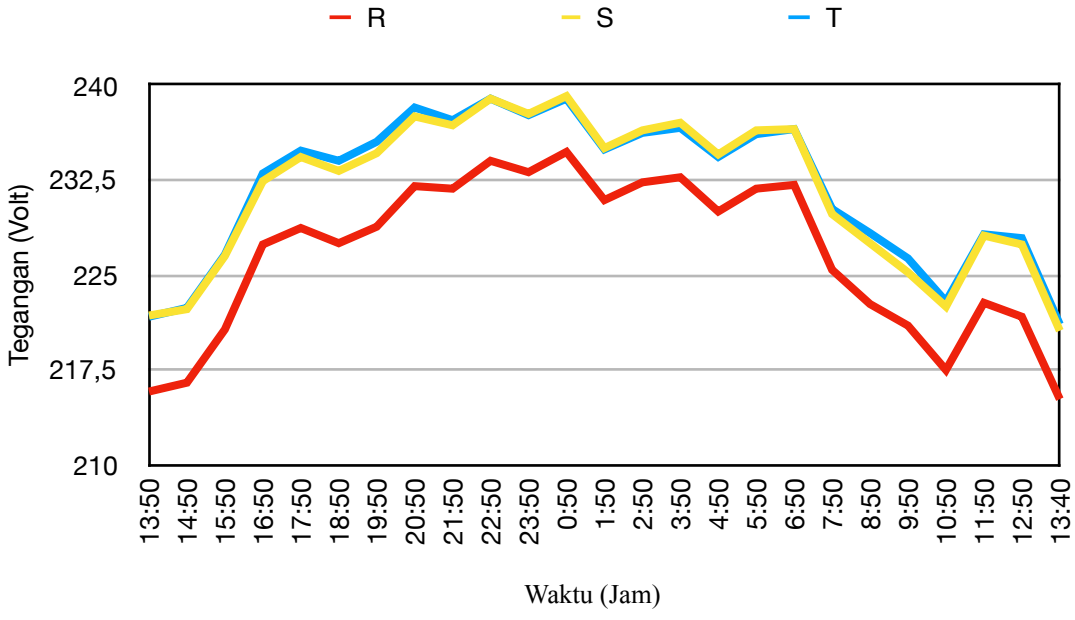
Tabel 4.19 Nilai tegangan dan arus gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
13:50	215,8	221,8	221,7	235,4	271,5	240,5	85,4
14:50	216,5	222,3	222,4	235,2	242,9	215,8	66,9
15:50	220,7	226,5	226,6	211,3	218,2	161,8	76,1
16:50	227,4	232,4	233	159,4	166,1	108,3	56,7
17:50	228,7	234,3	234,8	66,8	84,6	70,6	31,8
18:50	227,5	233,2	234	36,9	86,2	67,4	49,8
19:50	228,8	234,6	235,5	37,6	84,8	69,9	48
20:50	232	237,5	238,2	37,6	85,7	70,9	49,3
21:50	231,8	236,8	237,2	37,6	78,6	72,1	46,3
22:50	234	238,9	238,9	38	74,7	72	42,6
23:50	233,1	237,7	237,6	36,2	72,3	70,3	42,9
0:50	234,7	239,1	238,9	37,2	72,5	69,5	39,7
1:50	230,9	235	234,9	36,2	71,4	69	41,4

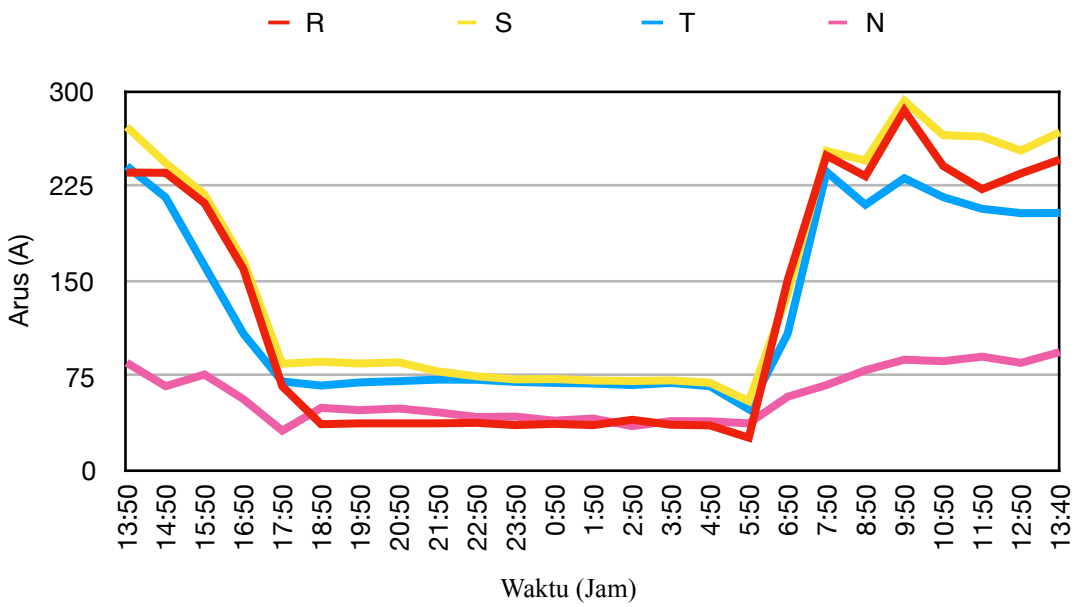
Lanjutan Tabel 4.19 Nilai tegangan dan arus gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
2:50	232,3	236,4	236,2	40,4	71	67,8	35,4
3:50	232,7	237	236,6	36,5	71,5	69,5	39,4
4:50	230	234,5	234,3	36	69,6	66,9	39,2
5:50	231,8	236,4	236,1	26,3	55,1	48,7	37,6
6:50	232,1	236,5	236,5	150,6	139,6	108,3	58,6
7:50	225,4	229,8	230,2	248,8	252,4	236	67,8
8:50	222,7	227,5	228,3	232,5	244,9	210	79,5
9:50	221	225,2	226,3	284,4	292	230,9	87,8
10:50	217,5	222,5	222,9	240,6	264,9	216	86,6
11:50	222,8	228,1	228,2	222,3	263,8	206,8	90,2
12:50	221,7	227,4	227,9	234,7	252,7	203,4	85,3
13:40	215,2	220,6	221,1	245,6	267,3	203,5	93,8

Berdasarkan data dari tabel 4.19, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada gedung D dan Sportorium dapat diubah menjadi grafik, seperti pada gambar 4.12 dan 4.13:



Gambar 4.12 Grafik tegangan R S T Gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018



Gambar 4.13 Grafik arus R S T N gedung D dan Sportorium tanggal 12-13 Maret 2018

Berdasarkan pada gambar 4.13, terjadi perbedaan nilai arus antara R, S, dan T perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya keadaan tidak seimbang sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di gedung D dan Sportorium nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, dan T. Hal ini dikarenakan karena ketidakseimbangan beban pada pada fasa R, S, dan T nilainya tidak terlalu besar, sehingga nilai arus netral pada sistem kelistrikan gedung D dan Sportorium nilainya dibawah nilai arus pada fasa R, S, dan T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung D dan Sportorium dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total pada gedung D dan Sportorium pada pukul 13:50:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR= 215,8 V Nilai arus: IR= 235,4 A

VS= 221,8 V IS= 271,5 A

VT= 221,7 V IT= 240,5 A

Ditanya: Besarnya daya semu total gedung D dan Sportorium pada pukul 13:50?

Jawab:

SR = VR X IR	SS = VS X IS	ST = VT X IT
= 215,8 X 235,4	= 221,8 X 271,5	= 221,7 X 240,5
= 50799,32 VA	= 60218,7 VA	= 53318,85 VA
= 50,8 KVA	= 60,2 KVA	= 53,3 KVA

STOTAL = SR+SS+ST

= 50,8 + 60,2 + 53,3

= 164,4 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.6 Pengukuran Beban Puncak Plaza UMY

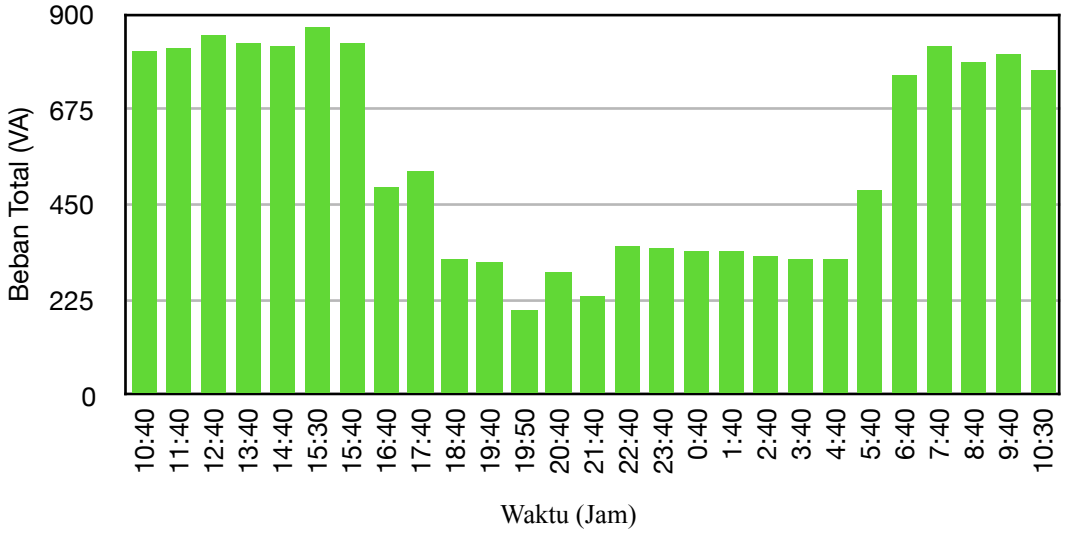
Pengukuran beban puncak pada Plaza UMY dilakukan pada 21 Maret 2018 hingga 22 Maret 2018, dengan waktu mulai pukul 10:40 hingga pukul 10:30. Pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan alat *Power Quality Analyzer* dengan seting periode waktu sebesar 10 menit, artinya setiap 10 menit sekali dalam 24 jam *Power Quality Analyzer* akan merekam data penggunaan beban pada Plaza UMY. Tabel mengenai pola beban pada Plaza UMY selama 24 Jam, dapat dilihat dalam tabel 4.20:

Tabel 4.20 Pola beban Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (VA)			
	R	S	T	Beban Total
10:40	227,5	278,8	307,2	813,5
11:40	228,7	281,6	308,9	819,2
12:40	231,3	301,2	320,5	853,0
13:40	234,3	284,1	315,3	833,7
14:40	229,6	279,3	318,8	827,7
15:30	237,0	314,3	320,3	871,5
15:40	236,2	279,0	316,7	831,9
16:40	243,6	189,0	61,3	493,9
17:40	242,3	166,0	120,9	529,2
18:40	71,8	107,1	139,3	318,2
19:40	74,8	105,4	135,7	315,9
19:50	74,0	2,5	126,9	203,4
20:40	75,2	87,3	126,7	289,2
21:40	73,3	41,1	118,9	233,3
22:40	76,5	130,7	145,5	352,6
23:40	76,9	130,9	138,9	346,7
0:40	75,7	131,4	131,7	338,8
1:40	78,3	136,6	127,4	342,3
2:40	73,8	135,2	121,3	330,2
3:40	72,7	134,3	114,5	321,5
4:40	73,2	134,9	115,4	323,6
5:40	121,4	180,2	181,4	483,0

Lanjutan Tabel 4.20 Pola beban Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018				
Waktu	**NIlai Beban (KVA)**			
	R	**S**	**T**	**Beban Total**
6:40	241,6	209,7	304,2	755,5
7:40	236,0	290,7	299,4	826,1
8:40	222,1	270,4	292,4	784,9
9:40	221,6	280,8	306,8	809,3
10:30	223,8	240,7	305,2	769,8

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Plaza UMY, maka dari tabel 4.20 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.14:



Gambar 4.14 Grafik beban total Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.14, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di Plaza UMY pada tanggal 21-22 Maret 2018 terjadi pada pukul 15:30 dengan penggunaan beban sebesar 871, 52 VA atau 0,87 KVA.

Waktu operasi dari Plaza UMY dimulai dari pukul 07:00 hingga pukul 16:00. Sehingga penggunaan beban pada pukul 07:00 hingga pukul 16:00

relatif lebih besar dibandingkan pada pukul 16:00 hingga pukl 07:00. Penggunaan beban pada pukul 07:00 hingga pukul 16:00 digunakan untuk menunjang kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam Plaza UMY seperti penerangan, kipas, klinik, plaza telkom, *book store*, dan UMY boga. Sedangkan pada pukul 16:00 hingga pukul 07:00 hanya digunakan untuk penerangan pada Plaza UMY ketika malam hari, sehingga penggunaan daya pada rentang waktu tersebut relatif kecil dibandingkan dengan penggunaan beban ketika Plaza UMY sedang beroperasi.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada Plaza UMY maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus nya. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada Plaza UMY dapat dilihat dalam tabel 4.21:

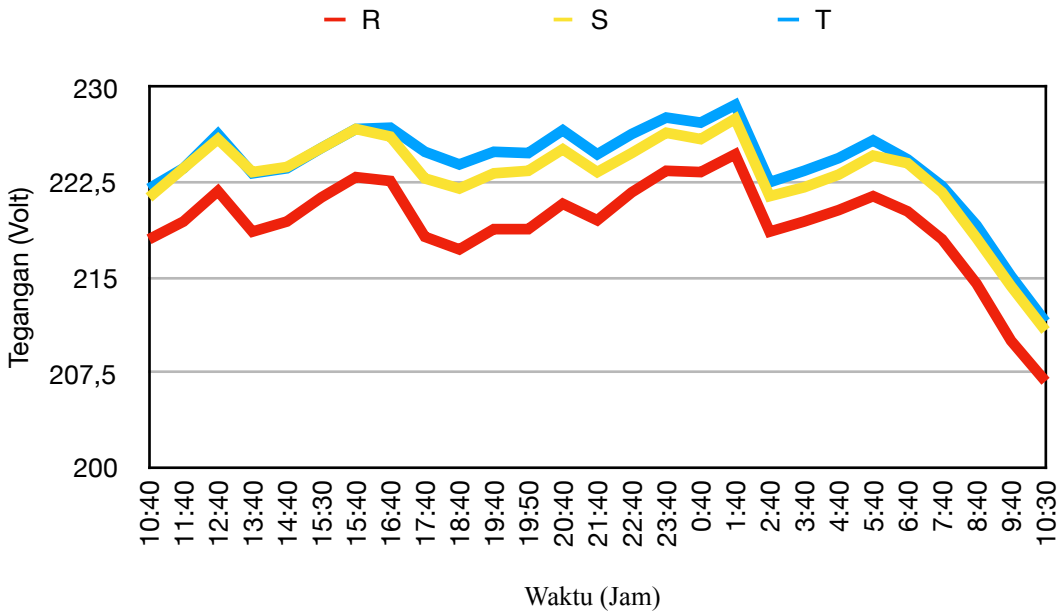
Tabel 4.21 Nilai tegangan dan arus Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
10:40	218,0	221,3	222,0	1,0	1,2	1,4	0,7
11:40	219,4	223,6	223,6	1,0	1,2	1,3	0,8
12:40	221,8	225,9	226,3	1,0	1,3	1,4	0,7
13:40	218,6	223,3	223,2	1,1	1,2	1,4	0,7
14:40	219,4	223,7	223,6	1,0	1,2	1,4	0,8
15:30	221,3	225,2	225,2	1,1	1,4	1,4	0,7
15:40	222,9	226,7	226,7	1,0	1,2	1,4	0,9
16:40	222,6	226,1	226,8	1,1	0,8	0,2	0,5
17:40	218,2	222,8	224,9	1,1	0,7	0,5	0,7
18:40	217,2	222,0	223,9	0,3	0,4	0,5	0,3
19:40	218,8	223,2	224,9	0,3	0,4	0,6	0,3
19:50	218,8	223,4	224,8	0,3	0,0	0,6	0,3
20:40	220,8	225,1	226,6	0,3	0,3	0,5	0,2
21:40	219,5	223,3	224,7	0,3	0,1	0,5	0,3
22:40	221,7	224,8	226,3	0,3	0,6	0,6	0,3
23:40	223,4	226,4	227,6	0,3	0,6	0,6	0,2
0:40	223,3	225,9	227,2	0,3	0,6	0,5	0,3

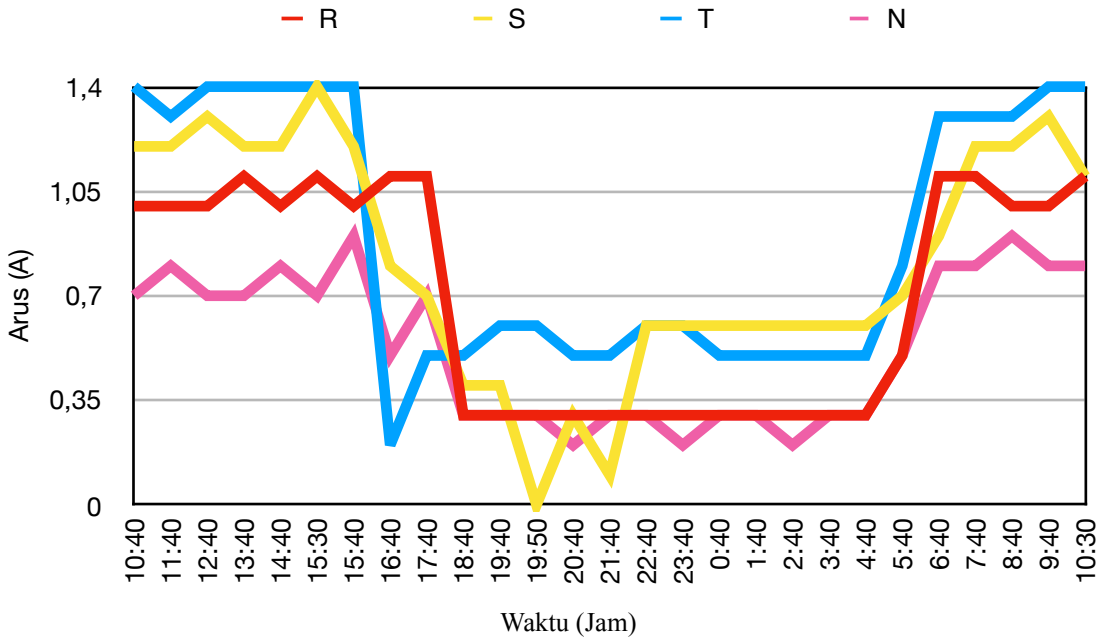
Lanjutan Tabel 4.21 Nilai tegangan dan arus Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
1:40	224,7	227,5	228,6	0,3	0,6	0,5	0,3
2:40	218,6	221,4	222,5	0,3	0,6	0,5	0,2
3:40	219,4	222,1	223,4	0,3	0,6	0,5	0,3
4:40	220,3	223,1	224,4	0,3	0,6	0,5	0,3
5:40	221,4	224,6	225,8	0,5	0,7	0,8	0,5
6:40	220,2	224,0	224,3	1,1	0,9	1,3	0,8
7:40	218,0	221,7	222,2	1,1	1,2	1,3	0,8
8:40	214,5	218,1	219,1	1,0	1,2	1,3	0,9
9:40	210,0	214,3	215,1	1,0	1,3	1,4	0,8
10:30	206,8	210,8	211,5	1,1	1,1	1,4	0,8

Berdasarkan data dari tabel 4.21, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada Plaza UMY dapat diubah menjadi grafik, seperti pada gambar 4.15 dan 4.16 berikut:



Gambar 4.15 Grafik tegangan R S T Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018



Gambar 4.16 Grafik arus R S T N Plaza UMY tanggal 21-22 Maret 2018

Berdasarkan pada gambar 4.16, terjadi perbedaan nilai arus antara R, S, dan T perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya keadaan tidak seimbang sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di Plaza UMY nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, dan T. Hal ini dikarenakan karena ketidakseimbangan beban pada pada fasa R, S, dan T nilainya tidak terlalu besar, sehingga nilai arus netral pada sistem kelistrikan Plaza UMY nilainya dibawah nilai arus pada fasa R, S, dan T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada Plaza UMY dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total Plaza UMY pada pukul 10:40:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR= 218,0 V Nilai arus: IR= 1,0 A

VS= 221,3 V IS= 1,2 A

VT= 222,0 V IT= 1,4 A

Ditanya: Besarnya daya semu total Plaza UMY pada pukul 10:40?

Jawab:

SR = VR X IR SS = VS X IS ST = VT X IT

= 218,0 X 1,0 = 221,3 X 1,2 = 222,0 X 1,4

= 218 VA = 265,56 VA = 310,8 VA

STOTAL = SR+SS+ST

= 218,0 + 265,56 + 310,8

= 794,36 VA

= 0,8 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.7 Pengukuran Beban Puncak Masjid

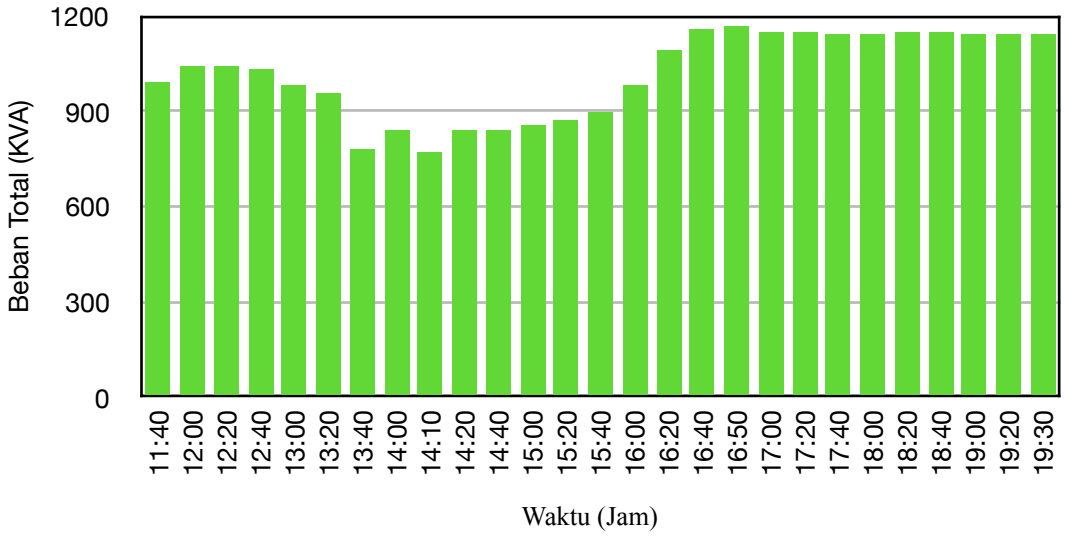
Pengukuran beban puncak pada Masjid dilakukan pada 22 Maret 2018 dengan durasi waktu 8 jam, dengan waktu mulai pukul 11:40 hingga pukul 19:40. Pengukuran beban dilakukan dengan menggunakan alat *Power Quality Analyzer* dengan seting periode waktu sebesar 10 menit. Tabel mengenai pola beban pada gedung D Sportorium selama 24 Jam, dengan periode waktu per 20 menit dapat dilihat dalam tabel 4.22:

Tabel 4.22 Pola beban Masjid tanggal 22 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (VA)			
	R	S	T	Beban Total
11:40	333,2	329,3	327,8	990,3
12:00	345,9	339,8	357,1	1042,7
12:20	345,2	342,4	354,9	1042,5
12:40	342,5	342,5	350,7	1035,7
13:00	337,9	304,3	338,6	980,8
13:20	328,9	285,8	346,1	960,8
13:40	329,8	193,2	260,2	783,1
14:00	335,4	189,8	312,9	838,1
14:10	334,1	167,7	272,2	774,0
14:20	332,5	177,3	331,5	841,3
14:40	335,9	166,6	338,5	841,0
15:00	341,0	165,5	352,0	858,4
15:20	339,4	192,7	338,4	870,5
15:40	342,6	216,0	338,7	897,3
16:00	361,5	282,6	342,5	986,5
16:20	385,1	344,2	366,5	1095,8
16:40	393,7	383,7	384,5	1161,8
16:50	394,2	385,4	385,7	1165,2
17:00	392,0	379,9	380,8	1152,7
17:20	391,1	379,8	380,9	1151,8
17:40	386,9	376,5	382,1	1145,5
18:00	384,6	376,3	385,3	1146,2
18:20	385,0	383,6	384,4	1153,0
18:40	382,7	383,8	380,9	1147,5

Lanjutan Tabel 4.22 Pola beban Masjid tanggal 22 Maret 2018				
Waktu	**NIlai Beban (KVA)**			
	R	**S**	**T**	**Beban Total**
19:00	382,4	380,7	380,84	1143,9
19:20	382,94	374,18	382,06	1139,2
19:30	383,54	374,44	381,84	1139,8

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Masjid, maka dari tabel 4.22 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.17:



Gambar 4.17 Grafik beban total Masjid tanggal 22 Maret 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.17, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di Masjid pada tanggal 22 Maret 2018 terjadi pada pukul 16:50 dengan penggunaan beban sebesar 1165,2 VA atau 1,2 KVA.

Pola beban pada Masjid memiliki pola beban yang hampir sama selama periode pengukuran, hal ini dikarenakan beban yang terdapat dalam masjid hanya digunakan sebagai penerangan dan kipas angin. Dimana lampu untuk penerangan dan kipas angin hampir digunakan di sepanjang

waktu. Namun tetap terdapat perbedaan penggunaan beban ketika siang hari dan malam hari, hal ini dikarenakan ketika malam hari penggunaan lampu untuk penerangan lebih banyak digunakan dibandingkan di siang hari.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada Masjid, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus nya. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung Masjid dapat dilihat dalam tabel 4.23:

Tabel 4.23 Nilai tegangan dan arus Masjid tanggal 22 Maret 2018

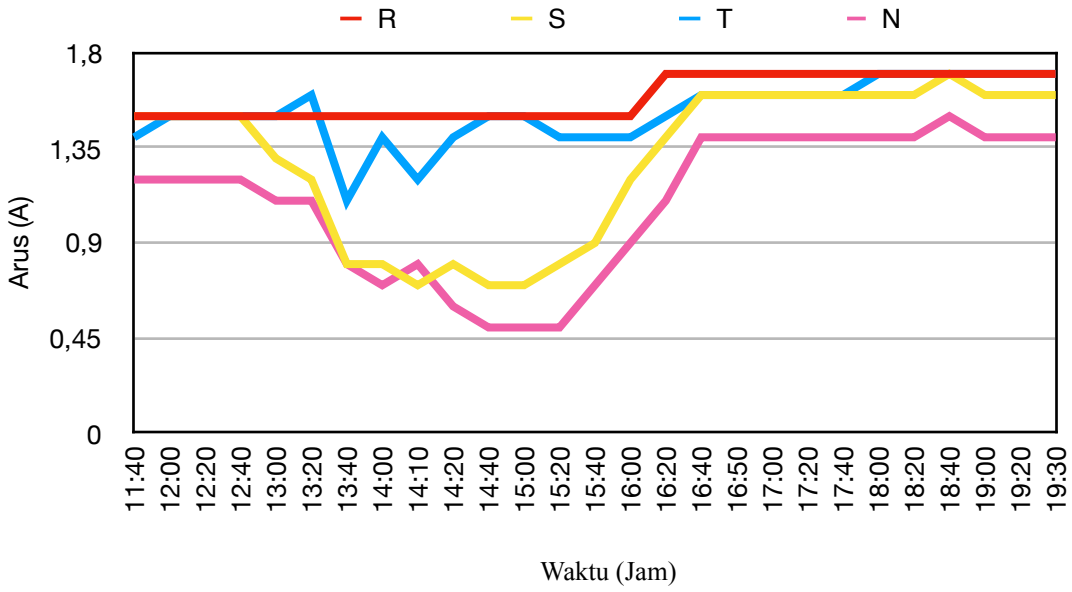
Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
11:40	218,3	222	222,2	1,5	1,5	1,4	1,2
12:00	223,9	227,6	227,5	1,5	1,5	1,5	1,2
12:20	223,6	227,7	227,6	1,5	1,5	1,5	1,2
12:40	222,9	227,1	227,4	1,5	1,5	1,5	1,2
13:00	220	224,2	224,6	1,5	1,3	1,5	1,1
13:20	216	220,2	220	1,5	1,2	1,6	1,1
13:40	217,8	221,8	222,3	1,5	0,8	1,1	0,8
14:00	219,3	223,6	223,7	1,5	0,8	1,4	0,7
14:10	218,9	223,2	223,7	1,5	0,7	1,2	0,8
14:20	218,9	223,3	223,4	1,5	0,8	1,4	0,6
14:40	220,7	224,9	225,2	1,5	0,7	1,5	0,5
15:00	222,3	226,1	226,1	1,5	0,7	1,5	0,5
15:20	222,8	226,7	227,1	1,5	0,8	1,4	0,5
15:40	224,4	228,1	228,9	1,5	0,9	1,4	0,7
16:00	226,8	230,6	231,1	1,5	1,2	1,4	0,9
16:20	229,3	233	233,4	1,7	1,4	1,5	1,1
16:40	230,1	233,8	234,3	1,7	1,6	1,6	1,4
16:50	230,4	234,2	234,5	1,7	1,6	1,6	1,4
17:00	229,2	233,3	233,6	1,7	1,6	1,6	1,4
17:20	229	233,2	233,7	1,7	1,6	1,6	1,4
17:40	226,9	231,6	232	1,7	1,6	1,6	1,4
18:00	225,6	230,4	230,6	1,7	1,6	1,7	1,4
18:20	225,9	230,3	230,8	1,7	1,6	1,7	1,4
18:40	224,6	228,9	229,7	1,7	1,7	1,7	1,5

Lanjutan Tabel 4.23 Nilai tegangan dan arus Masjid tanggal 22 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
19:00	224,1	228,5	229,2	1,7	1,6	1,7	1,4
19:20	224,5	229,1	229,5	1,7	1,6	1,7	1,4
19:30	224,9	229,4	230,1	1,7	1,6	1,7	1,4

Berdasarkan data dari tabel 4.23, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada Masjid dapat diubah menjadi grafik, seperti pada gambar 4.18 dan 4.19:

Gambar 4.18 Grafik tegangan R S T Masjid 22 Maret 2018



Gambar 4.19 Grafik arus R S T N Masjid tanggal 22 Maret 2018

Berdasarkan pada gambar 4.19, terjadi perbedaan nilai arus antara R, S, dan T, dimana nilai arus di fasa R memiliki nilai yang hampir konstan tidak seperti arus pada fasa S dan T yang mengalami perubahan yang cukup drastis. Perubahan nilai arus berbanding lurus dengan nilai pembebanan pada masing-masing fasa tersebut, fasa R memiliki nilai arus yang konstan dapat dikarenakan karena pada fasa R dibebani beban yang konstan dimana untuk Masjid sendiri peralatan listrik yang digunakan secara terus menerus adalah penerangan dan kipas untuk masjid, sedangkan untuk fasa S dan T dibebani dengan peralatan listrik lain yang lama penggunannya tidak secara konstan. Perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya keadaan tidak seimbang sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di Masjid nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, dan T. Hal ini dikarenakan karena ketidakseimbangan beban pada pada fasa R, S, dan T nilainya tidak terlalu besar, sehingga nilai arus netral pada sistem kelistrikan Masjid nilainya dibawah nilai arus pada fasa R, S, dan T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung D dan Sportorium dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total pada Masjid pada pukul 11:40:

Diketahui:

Nilai tegangan: VR= 218,3 V Nilai arus: IR= 1,5 A

VS= 222 V IS= 1,5 A

VT= 220,8 V IT= 1,4 A

Ditanya: Besarnya daya semu total Masjjid pada pukul 11:40?

Jawab:

SR = VR X IR SS = VS X IS ST = VT X IT

= 218,3 X 1,5 = 222 X 1,5 = 222,2 X 1,4

= 327,45 VA = 333 VA = 311,08 VA

STOTAL = SR+SS+ST

= 327,45 + 333 + 311,08

= 971,53 VA

= 0,9 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.8 Pengukuran Beban Puncak Gedung Pascasarjana

Untuk dapat mengetahui besarnya beban puncak yang terdapat dalam gedung pascasarjana, maka perlu dilakukan pengamatan mengenai pola beban yang terdapat dalam gedung Pascasarjana, pengamatan pola beban dilakukan selama 24 jam menggunakan alat *Power Quality Analyzer*. Dengan menggunakan *Power Quality Analyzer*, maka dapat diketahui pola beban yang terdapat dalam gedung Pascasarjana. Pengukuran beban puncak pada gedung Pascasarjana dilakukan pada tanggal 9 Maret 2018 hingga 10 Maret 2018, pada pukul 14:00 hingga pukul 13:50, dengan menggunakan seting periode waktu pengukuran sebesar 10 menit. Tabel mengenai pola beban yang terdapat dalam gedung Pascasarjana selama 24 jam, dengan periode waktu per jam dapat dilihat dalam tabel 4.24:

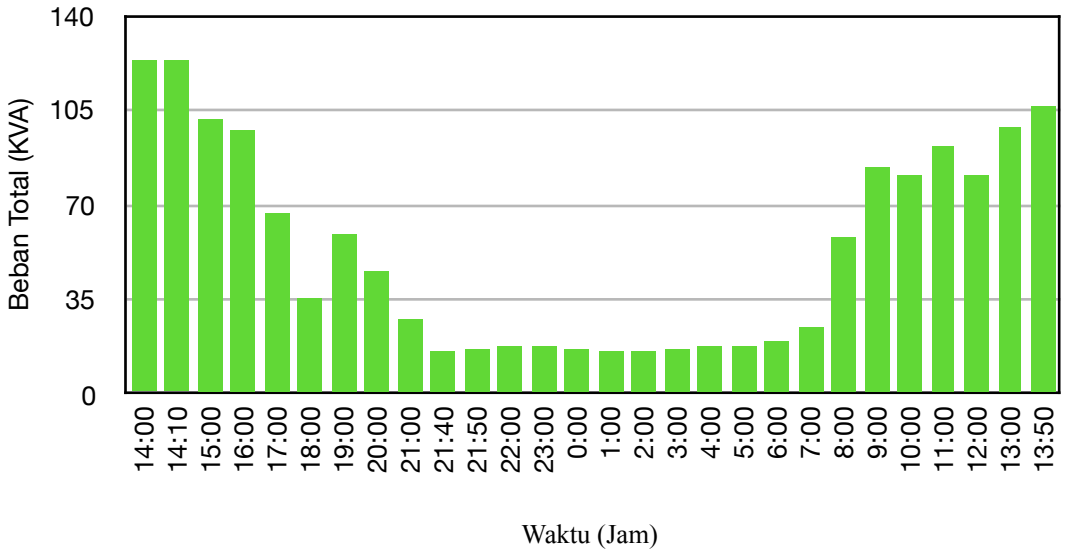
Tabel 4.24 Pola beban gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
14:00	45,8	44,1	33,2	123,1
14:10	47,1	45,9	30,5	123,6
15:00	38,5	35,0	28,0	101,5
16:00	43,2	29,6	25,1	97,9
17:00	26,2	25,1	16,1	67,5
18:00	16,0	13,3	6,4	35,7
19:00	24,8	23,0	11,1	58,9
20:00	17,0	23,1	5,5	45,6
21:00	9,3	12,1	6,4	27,9
21:40	3,4	3,9	8,5	15,9
21:50	3,3	4,0	9,3	16,7
22:00	3,3	3,9	10,0	17,2
23:00	2,9	4,2	10,2	17,3
0:00	3,1	3,6	9,9	16,6
1:00	2,9	3,8	9,3	16,1
2:00	2,7	4,1	9,2	16,0
3:00	3,2	3,6	9,3	16,2

Lanjutan Tabel 4.24 Pola beban gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Waktu	NIlai Beban (KVA)			
	R	S	T	Beban Total
4:00	3,3	3,6	10,7	17,6
5:00	2,9	3,8	11,0	17,7
6:00	3,0	5,3	11,3	19,6
7:00	10,9	6,8	6,5	24,3
8:00	30,4	20,2	7,5	58,1
9:00	38,2	24,3	21,3	83,8
10:00	35,5	25,4	20,1	81,1
11:00	41,4	30,7	19,4	91,6
12:00	33,3	28,4	18,8	80,6
13:00	37,5	35,5	25,3	98,4
13:50	39,0	37,9	29,4	106,4

Untuk lebih jelas dalam melakukan pengamatan pola beban pada Gedung Pascasarjana, maka dari tabel 4.24 dapat diubah menjadi grafik. Seperti pada gambar 4.20:



Gambar 4.20 Grafik beban total gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Berdasarkan pada grafik dalam gambar 4.20, dapat dilihat bahwa penggunaan beban tertinggi di gedung Pascasarjana pada tanggal 9-10

Maret 2018 terjadi pada pukul 14.10 dengan penggunaan beban sebesar 123,6 KVA.

Gedung Pascasarjana merupakan gedung perkuliahan yang digunakan bagi mahasiswa program magister dan doktoral yang di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Waktu perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dimulai pada pukul 07:00 hingga pukul 21:00. Namun perkuliahan pada malam hari hanya dilakukan oleh sebagian mahasiswa sehingga penggunaan beban pada pukul 17:00 hingga pukul 21:00 relatif kecil. Sedangkan penggunaan beban pada pukul 07:00 hingga pukul 17:00 relatif besar dikarenakan, sebagian besar waktu perkuliahan terjadi dalam rentang waktu tersebut. Kebutuhan daya listrik pada gedung Pascasarjana relatif kecil saat malam hari, hal ini dikarenakan penggunaan beban pada saat malam hari hanya digunakan sebagai penerangan pada lobi-lobi dan ruangan tertentu yang terdapat dalam gedung Pascasarjana.

Untuk dapat mengetahui besarnya kebutuhan daya semu untuk menyuplai beban pada gedung Pascasarjana, maka perlu diketahui nilai tegangan dan arus pada gedung tersebut. Tabel mengenai besarnya tegangan dan arus pada gedung Pascasarjana dapat dilihat dalam tabel 4.25:

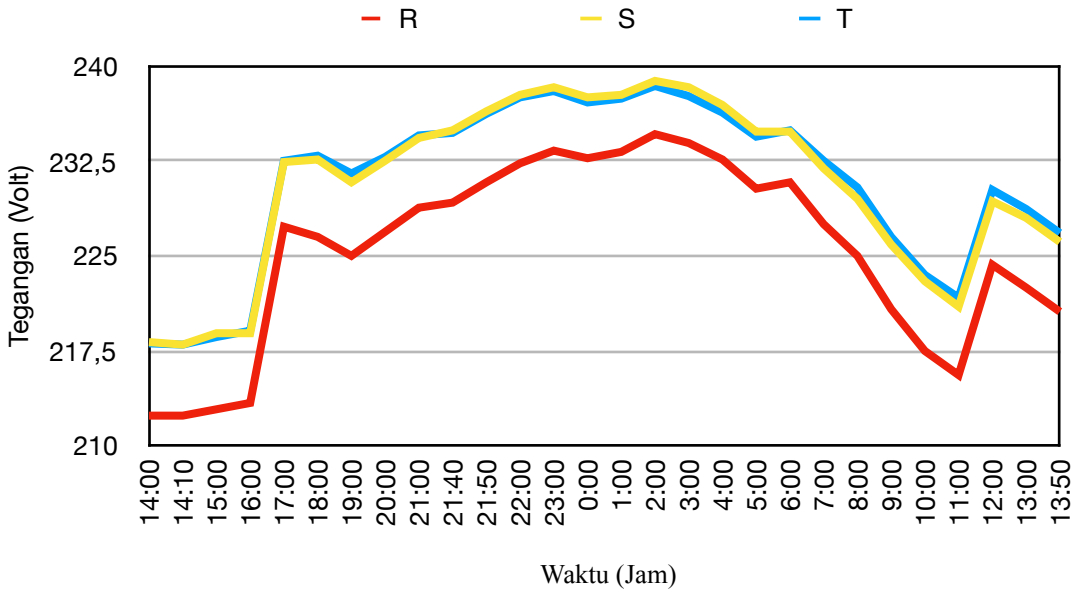
Tabel 4.25 Nilai tegangan dan arus gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
14:00	212,4	218,2	218,1	215,7	201,8	152,3	91,5
14:10	212,4	218	218	221,8	210,5	139,9	108,6
15:00	212,9	218,9	218,6	180,6	159,9	128,1	77
16:00	213,4	218,9	219,1	202,4	135,2	114,5	104,2
17:00	227,3	232,4	232,5	115,3	107,9	69,3	64,5
18:00	226,5	232,6	232,9	70,6	57,3	27,3	54,4
19:00	225	230,8	231,5	110,3	99,4	47,7	75
20:00	226,9	232,5	232,8	74,7	99,4	23,6	92,9

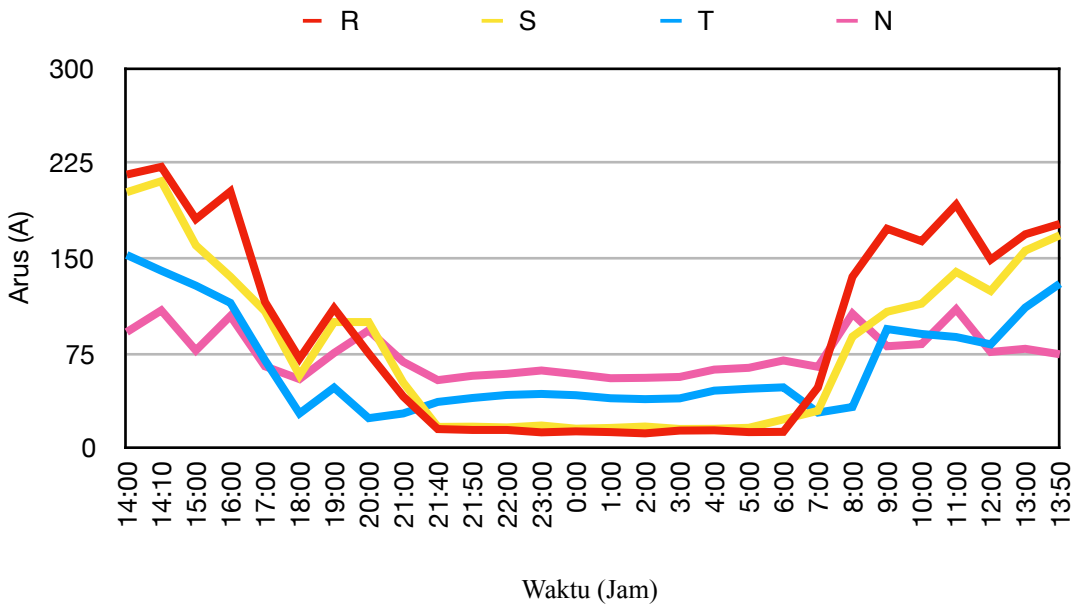
Lanjutan Tabel 4.25 Nilai tegangan dan arus gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Waktu	Nilai Tegangan (V)			Nilai Arus (A)			
	R	S	T	R	S	T	N
21:00	228,8	234,3	234,5	40,7	51,7	27,3	68
21:40	229,2	234,9	234,7	15	16,7	36,4	53,6
21:50	230,8	236,4	236,2	14,3	16,9	39,5	57
22:00	232,3	237,7	237,5	14,3	16,3	41,9	58,6
23:00	233,3	238,3	238	12,4	17,8	42,7	61,2
0:00	232,7	237,5	237,1	13,2	15,3	41,7	58,3
1:00	233,2	237,7	237,4	12,6	15,9	39,3	55,1
2:00	234,6	238,8	238,4	11,6	17	38,6	55,4
3:00	233,9	238,3	237,6	13,8	15,1	39,2	56,1
4:00	232,6	236,9	236,3	14	15,2	45,3	61,9
5:00	230,3	234,8	234,4	12,6	16	46,8	63,3
6:00	230,8	234,8	234,9	12,8	22,6	47,9	69,1
7:00	227,5	231,9	232,5	47,8	29,4	28	64,1
8:00	225	229,5	230,4	135,1	87,9	32,4	106
9:00	220,8	225,9	226,5	173	107,5	93,9	80,3
10:00	217,5	223	223,5	163,2	113,9	90	82
11:00	215,6	221	221,7	192	138,9	87,6	109,5
12:00	224,3	229,3	230,2	148,6	123,9	81,8	75,8
13:00	222,5	228	228,7	168,6	155,7	110,8	78,3
13:50	220,6	226,1	226,8	176,8	167,8	129,7	74

Berdasarkan data dari tabel 4.25, maka nilai tegangan rata-rata dan total arus pada gedung Pascasarjana dapat diubah menjadi grafik seperti pada gambar 4.21 dan 4.22 berikut:



Gambar 4.21 Grafik tegangan R S T Gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018



Gambar 4.22 Grafik arus R S T N Gedung Pascasarjana tanggal 9-10 Maret 2018

Berdasarkan pada gambar 4.22 terjadi kenaikan arus yang cukup tinggi pada fasa T di malam hari apabila dibandingkan dengan nilai arus pada fasa R dan S yang mengalami penurunan nilai arus, kenaikan nilai arus pada fasa T dikarenakan, ketika malam hari fasa T dibebani oleh lampu

penerangan jalan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang membutuhkan arus yang cukup besar, namun tidak sebesar arus pada gedung Rektorat A dan B. Namun kenaikan arus pada fasa T ini seharusnya tidak mengalami kenaikan hingga sebesar itu, meningkatnya nilai arus yang tidak normal ini kemungkinan disebabkan terjadinya suatu permasalahan pada sistem kelistrikan di gedung Pascasarjana. Perbedaan nilai arus pada masing-masing fasa menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan beban sehingga memunculkan arus netral, yang besarnya tergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangan dalam sistem tenaga listrik tersebut. Dalam sistem kelistrikan di gedung Pascasarjana terjadi ketidakseimbangan beban yang cukup besar pada fasa R, S, dan T, sehingga arus netral yang terdapat dalam gedung Pascasarjana nilainya cukup besar. Padahal secara normal apabila terjadi ketidakseimbangan beban dalam sistem kelistrikan, besarnya nilai arus netral tidak melebihi nilai arus pada fasa R, S, T.

Untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya semu total pada gedung Pascasarjana dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2.5 yaitu $S = V \times I$. Berikut adalah contoh perhitungan untuk mencari kebutuhan daya semu total:

- Kebutuhan daya semu total gedung Pascasarjana pada pukul 14:00:

Diketahui:

Nilai tegangan:	VR= 212,4 V	Nilai arus:	IR= 215,7 A
	VS= 218,2 V		IS= 201,8 A
	VT= 218,1 V		IT= 152,3 A

Ditanya: Besarnya daya semu total gedung Pascasarjana pada pukul 14:00?

Jawab:

SR = VR X IR	SS = VS X IS	ST = VT X IT
= 212,4 X 215,7	= 218,2 X 201,8	= 218,1 X 152,3
= 45814,68 VA	= 44032,76 VA	= 33216,63 VA
= 45,8 KVA	= 44,1 KVA	= 33,2 KVA

STOTAL = SR+SS+ST

= 45,8 + 44,1 + 33,2

= 123,1 KVA

Berdasarkan pada data dan perhitungan di atas, didapat suatu hubungan bahwa besarnya daya semu berbanding lurus dengan besarnya arus yang mengalir dan berbanding terbalik dengan besarnya tegangan.

4.9 Pembebanan Genset Zona AR

4.9.1 Pembebanan Genset Zona AR Sebelum Rekonfigurasi

Untuk mengetahui nilai pembebanan pada genset di dalam zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi, maka perlu dilakukan penjumlahan beban puncak pada gedung Rektorat A, gedung Rektorat B, Gedung E, gedung D, Sportorium, Plaza, dan Masjid. Berikut adalah data mengenai nilai beban puncak pada gedung-gedung yang terdapat dalam zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi:

1. Gedung Rektorat A (P_A) : 115,796 KVA
2. Gedung Rektorat B (P_B) : 85,3 KVA
3. Gedung E (P_E) : 188,5 KVA
4. Gedung D dan Sportorium (P_{DSP}) : 180,9 KVA
5. Plaza UMY (P_{PLZ}) : 0,87 KVA
6. Masjid (P_M) : 1,2 KVA

Untuk menentukan total beban puncak pada zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi dapat digunakan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ARTS1} = P_A + P_B + P_E + P_{DSP} + P_{PLZ} + P_M$$

$$P_{ARTS1} = 115,796 + 85,3 + 188,5 + 180,9 + 0,87 + 1,2$$

$$P_{ARTS1} = 572,566 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai total beban puncak yang terdapat dalam zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi yaitu sebesar 572,566 KVA. Kemudian hasil dari total beban puncak pada zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi ditambahkan dengan beban puncak

yang terdapat dalam gedung Admisi yaitu sebesar 78,6 KVA, dimana hasilnya menjadi:

$$P_{ARTS2} = P_A + P_B + P_E + P_{DSP} + P_{PLZ} + P_M + P_{ADM}$$

$$P_{ARTS2} = 115,796 + 85,3 + 188,5 + 180,9 + 0,87 + 1,2 + 78,6$$

$$P_{ARTS2} = 651,166 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai total beban puncak pada zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi dengan penambahan beban puncak dari gedung Admisi, yaitu sebesar 651,166 KVA.

Kemudian untuk mengetahui kemampuan genset zona AR dalam menyediakan energi listrik cadangan bagi zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai P_{ARTS2} dengan 70% dari kapasitas maksimal genset zona AR yaitu sebesar 70% X 1000 KVA = 700 KVA. Dimana perbandingan nilainya yaitu 651,166 KVA < 700 KVA. Penentuan batas 70% ini sesuai dengan standar ISO-8528-1 yang menyatakan bahwa penggunaan beban rata-rata selama 24 jam tidak melebihi 70% dari kapasitas maksimal genset.

Dari hasil perbandingan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa genset dalam zona AR mampu untuk menyediakan energi listrik cadangan karena nilai pembebanan pada genset zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan 70% dari kapasitas maksimal genset AR.

4.9.2 Pembebanan Genset Zona AR Setelah Rekonfigurasi

Untuk mengetahui nilai pembebanan pada genset di dalam zona AR sebelum dilakukan rekonfigurasi, maka perlu dilakukan penjumlahan beban puncak pada gedung Rektorat A, gedung Rektorat B, Gedung E, dan Plaza UMY. Berikut adalah data mengenai beban puncak yang terdapat dalam zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi:

1. Gedung Rektorat A (P_A) : 115,796 KVA
2. Gedung Rektorat B (P_B) : 85,3 KVA
3. Gedung E (P_E) : 188,5 KVA
4. Plaza UMY (P_{PLZ}) : 0,87 KVA

Untuk menentukan total beban puncak pada zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi dapat digunakan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ART1} = P_A + P_B + P_E + P_{PLZ}$$

$$P_{ART1} = 115,796 + 85,3 + 188,5 + 0,87$$

$$P_{ART1} = 390,466 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai total beban puncak yang terdapat dalam zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi yaitu sebesar 390,466 KVA. Kemudian hasil dari total beban puncak pada zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi ditambahkan dengan beban puncak yang terdapat dalam gedung Admisi yaitu sebesar 78,6 KVA, dimana hasilnya menjadi:

$$P_{ART2} = P_A + P_B + P_E + P_{PLZ} + P_{ADM}$$

$$P_{ART2} = 115,796 + 85,3 + 188,5 + 0,87 + 78,6$$

$$P_{ART2} = 469,066 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai total beban puncak pada zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi dengan penambahan beban puncak dari gedung Admisi, yaitu sebesar 469,066 KVA.

Kemudian untuk mengetahui kemampuan genset zona AR dalam menyediakan energi listrik cadangan bagi zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai P_{ART2} dengan 70% dari kapasitas maksimal genset zona AR yaitu sebesar 70% X 1000 KVA = 700 KVA. Dimana perbandingan nilainya yaitu 469,066 KVA < 700 KVA. Penentuan batas 70% ini sesuai dengan standar ISO-8528-1 yang menyatakan bahwa penggunaan beban rata-rata selama 24 jam tidak melebihi 70% dari kapasitas maksimal genset.

Dari hasil perbandingan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa genset dalam zona AR mampu untuk menyediakan energi listrik cadangan karena nilai pembebanan pada genset zona AR setelah dilakukan rekonfigurasi nilainya lebih kecil dibandingkan dengan 70% dari kapasitas maksimal genset AR.

Setelah dilakukan perhitungan total beban puncak pada zona AR sebelum dan sesudah rekonfigurasi dengan penambahan beban puncak pada zona AR maka diperoleh hasil sebesar 651,166 KVA dan 469,066 KVA. Dari dua perhitungan tersebut apabila dibandingkan dengan 70% dari kapasitas maksimal genset AR, maka dapat disimpulkan bahwa genset zona AR mampu menyediakan energi listrik cadangan bagi zona AR dalam dua kondisi tersebut, hanya saja dengan melakukan

rekonfigurasi pada zona AR nilai pembebanan genset pada zona AR lebih kecil apabila dibandingkan dengan sebelum dilakukan rekonfigurasi.

Sehingga genset yang pada awalnya memiliki sisa pembangkitan sebesar 48,834 KVA, namun setelah dilakukan rekonfigurasi menjadi sebesar 230,934 KVA. Dengan bertambahnya sisa pembangkitan energi listrik cadangan pada genset zona AR, maka apabila diwaktu yang akan datang terjadi penambahan beban listrik dalam zona AR, penambahan beban listrik dapat dilakukan hingga sebesar 230,934 KVA.

4.10 Pembebanan Genset Zona Pascasarjana

Akibat dari pembangunan gedung Admisi pada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, menyebabkan terjadinya penambahan beban pada sistem tenaga listrik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penambahan beban ini juga berpengaruh terhadap zona pembangkit listrik cadangan yang terdapat di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengaruh penambahan beban listrik cadangan, mengakibatkan dilakukannya rekonfigurasi pada zona pembangkit listrik cadangan AR dan Pascasarjana.

Sehingga genset pada zona Pascasarjana yang pada awalnya hanya menyediakan energi listrik cadangan bagi gedung Pascasarjana dengan beban puncak sebesar 123,6 KVA. Sekarang akibat dari dilakukannya rekonfigurasi genset zona Pascasarjana harus menyediakan energi listrik bagi gedung Pascasarjana, gedung D, Sportorium dan Masjid. Dengan beban puncak pada gedung D dan Sportorium sebesar 180,9 KVA dan beban puncak pada Masjid sebesar 1,2 KVA.

Berikut adalah perhitungan total beban puncak pada zona Pascasarjana setelah dilakukan rekonfigurasi:

$$P_{PT} = P_P + P_{DSP} + P_M$$

$$P_{PT} = 123,6 + 180,9 + 1,2$$

$$P_{PT} = 305,7 \text{ KVA}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa total beban puncak pada zona Pascasarjana setelah dilakukan rekonfigurasi adalah sebesar 305,7 KVA. Kemudian untuk mengetahui kemampuan genset dalam menyediakan energi listrik cadangan bagi zona Pascasarjana dilakukan dengan cara membandingkan total beban puncak pada zona Pascasarjana setelah dilakukan rekonfigurasi dengan 70% dari kapasitas maksimal genset

Pascasarjana yaitu 70% X 680 KVA = 476 KVA. Penentuan batas 70% ini sesuai dengan standar ISO-8528-1 yang menyatakan bahwa penggunaan beban rata-rata selama 24 jam tidak melebihi 70% dari kapasitas maksimal genset.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa setelah dilakukan rekonfigurasi pada zona Pascasarjana, maka genset pada zona Pascasarjana masih mampu untuk menyediakan energi listrik cadangan bagi zona Pascasarjana ketika zona Pascasarjana sedang berada dalam kondisi beban puncak dan membutuhkan energi listrik cadangan. Hanya saja genset pada zona Pascasarjana harus menyediakan energi listrik cadangan yang lebih besar setelah dilakukan rekonfigurasi apabila dibandingkan dengan zona Pascasarjana sebelum dilakukan rekonfigurasi. Genset yang pada awalnya hanya menyediakan energi listrik cadangan sebesar 123,6 KVA, sekarang akibat dilakukan rekonfigurasi harus menyediakan energi listrik cadangan sebesar 305,7 KVA.