

**BAB IV**  
**PEMBAHASAN DAN PERANCANGAN**

**4.1 Obyek Rancangan**

Bangunan yang menjadi objek perancangan sistem instalasi listrik dalam tugas akhir ini adalah Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta yang berlokasi di Jl. Siliwangi (Ring Road Barat) No. 63 Mlangi, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta. 55292. Adapun rincian yang akan dirancang pada setiap lantainya sebagai berikut:

<b>A</b>	<b>LANTAI SEMIBASEMENT</b>		
1	Area Tangga	Parkir	

<b>B</b>	<b>LANTAI 1</b>		
1	Parkir VVIP	HALL	Janitor
2	Drop Off	Area Tangga 2	Toilet Khusus
3	Lobby Service Depan	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Pria
4	Bar Kit	Lobby Service Samping	Ruang Wudhu Wanita
5	Gudang Dapur	Toilet Pria	Ruang Menyusui
6	Foodcourt	Toilet Wanita	Ruang Panel
7	Ruang Transit		

<b>C</b>	<b>LANTAI 2</b>		
1	Area Tangga 2	Toilet Khusus	Ruang 01
2	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Pria	Ruang 02
3	Lobby Service Samping	Ruang Wudhu Wanita	Aisyiyah Center
4	Toilet Pria	Ruang Menyusui	Ruang Transit Dosen
5	Toilet Wanita	Ruang Panel	Koridor
6	Janitor	Ruang Utama	

<b>D</b>	<b>LANTAI 3</b>		
1	Perpustakaan	Ruang Staff	Area Tangga 2
2	Ruang Diskusi 1	Area Loker	Lobby tangga 2
3	Ruang Diskusi 2	Gudang	Toilet
4	Ruang Baca Personal	Koridor	Janitor
5	Ruang Komputer	Area Tangga 1	Ruang Menyusui

6	Ruang Baca Leschan	Lobby tangga 1	Ruang Panel
---	--------------------	----------------	-------------

<b>E</b>	<b>LANTAI 4</b>		
1	Area Tangga 2	Ruang Wudhu Pria	Ruang 02
2	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Wanita	Ruang 03
3	Lobby Service Samping	Ruang Menyusui	Ruang 04
4	Toilet Pria	Ruang Panel	Ruang 05
5	Toilet Wanita	Ruang Utama	Ruang 06
6	Janitor	Ruang 01	Koridor
7	Toilet Khusus		

<b>F</b>	<b>LANTAI 5</b>		
1	Area Tangga 2	Ruang Wudhu Pria	Ruang 04
2	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Wanita	Ruang 05
3	Lobby Service Samping	Ruang Menyusui	Ruang 06
4	Toilet Pria	Ruang Panel	Ruang 07
5	Toilet Wanita	Ruang 01	Ruang 08
6	Janitor	Ruang 02	Ruang 09
7	Toilet Khusus	Ruang 03	Koridor

<b>G</b>	<b>LANTAI 6</b>		
1	Area Tangga 2	Ruang Wudhu Pria	Ruang 04
2	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Wanita	Ruang 05
3	Lobby Service Samping	Ruang Menyusui	Ruang 06
4	Toilet Pria	Ruang Panel	Ruang 07
5	Toilet Wanita	Ruang 01	Ruang 08
6	Janitor	Ruang 02	Ruang 09
7	Toilet Khusus	Ruang 03	Koridor

<b>H</b>	<b>LANTAI 7</b>		
1	Area Tangga 2	Ruang 03	Ruang Rapat Pimpinan
2	Area Tangga 1	Koridor	Mushola
3	Lobby Service Samping	Ruang Administrasi 1	Ruang Ujian
4	Toilet Pria	Ruang Prodi 1	Sekretaris Dekanat 2
5	Toilet Wanita	Ruang Prodi 2	Dekan 2
6	Janitor	Ruang Prodi 3	Wakil dekan 04
7	Toilet Khusus	Ruang Prodi 4	Wakil dekan 05
8	Ruang Wudhu Pria	Ruang Prodi 5	Wakil dekan 06

9	Ruang Wudhu Wanita	Sekretaris Dekanat 1	Ruang Administrasi 2
10	Ruang Menyusui	Dekan 1	Ruang Prodi 06
11	Ruang Panel	Wakil dekan 01	Ruang Prodi 07
12	Ruang 01	Wakil dekan 02	Ruang Prodi 08
13	Ruang 02	Wakil dekan 03	Ruang Prodi 09

<b>I</b>	<b>LANTAI 8</b>		
1	Area Tangga 2	Ruang Wudhu Pria	Koridor
2	Area Tangga 1	Ruang Wudhu Wanita	Ruang 02
3	Lobby Service Samping	Ruang Menyusui	Ruang 03
4	Toilet Pria	Ruang Panel	Ruang Dosen FST
5	Toilet Wanita	Ruang 01	Mushola
6	Janitor	Ruang Dosen Fishum	Ruang 04
7	Toilet Khusus	Mushola	

<b>J</b>	<b>LANTAI ATAP</b>		
1	Ruang Utilitas 1	Lift 1	Lift 3
2	Ruang Utilitas 2	Lift 2	Lift 4

## 4.2 Penerangan dan Kotak Kontak

### 4.4.1 Analisa Perancangan Titik Penerangan

Pemilihan jenis lampu untuk tiap-tiap ruangan disesuaikan dengan permintaan arsitektur dan interior, namun tetap menjadikan PUIL 2000 dan SNI Pencahayaan sebagai pedoman utama dalam perancangan. Adapun brosur lampu lengkap dengan fluks luminus bisa dilihat pada lampiran. Sedangkan, pengaturan posisi titik instalasi mengikuti pola arsitektur yang sudah tersedia. Kabel instalasi yang digunakan untuk penerangan adalah NYM 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> di dalam PVC *conduit high impact* berdiameter 20 mm. Saklar yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan, dan saklar diletakkan pada posisi yang mudah dicari pada saat awal memasuki ruangan. Adapun gambar posisi titik lampu bisa dilihat pada bab lampiran.

Setiap ruangan harus memenuhi kriteria pencahayaan yang telah ditentukan oleh Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2000 atau yang terbaru,

agar dapat menentukan jumlah titik lampu pada setiap ruangan. Untuk itu, rumus yang akan digunakan untuk menentukan jumlah titik lampu sebagai berikut:

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n}$$

Dengan:

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat penerangan (lux)

L = Luas Ruangan (m<sup>2</sup>)

∅ = Total lumen lampu / lamp luminous flux

LLF = *Light loss factor* / faktor cahaya rugi (0,7-0,8)

CU = Coeffesien of utilization / faktor pemanfaatan (50% - 100%)

n = Jumlah lampu dalam 1 titik lamp

Kemudian setelah melakukan pengumpulan data untuk pencahayaan minimum, lumen lampu, luas ruangan, faktor rugi cahaya, dan faktor utilitas, dapat dihasilkan perhitungan untuk setiap ruangan yaitu sebagai berikut:

#### A. Lantai Semibasement

Berikut ini adalah perhitungan ruangan yang berada di lantai Semibasement:

##### 1. Area tangga

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 10Watt
- Fluks luminus lampu (Φ) = 1000 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100 Lux
- Luas runangan (A) = 33,68 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{100 \times 33,68}{1000 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 4,21$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 4 titik

## 2. Parkir

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED T8 9 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 940 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 50 Lux
- Luas runangan (A) = 1085 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{50 \times 1085}{940 \times 0,9 \times 100\% \times 1} = 72,141$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 72 titik

## 3. Bawah Tangga

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED T8 9 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 940 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 50 Lux
- Luas runangan (A) = 16.84 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{50 \times 16,84}{940 \times 0,9 \times 100\% \times 1} = 1,120$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 1 titik

## B. Lantai 1

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 1:

### 1. Hall

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 200 Lux
- Luas runangan (A) = 764 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{200 \times 764}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 136,429$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 136 titik

### 2. Foodcourt

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 250 Lux
- Luas runangan (A) = 147 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 147}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 32,813$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 33 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 1

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n	(E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	
1	Drop Off	34	200	0.8	100%	Led Spotlight 5W	375	1	22.667	23
2	Lobby Service Depan	54	100	0.8	100%	Led Spotlight 5W	375	1	18.000	18
3	Bar Kit	11.2	300	0.8	100%	Led Spotlight 8W	600	1	7.000	7
4	Gudang Dapur	8	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.000	1
5	Foodcourt	147	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	32.813	33
6	Ruang Kontrol	20	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	6.250	6
7	Hall	764	200	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	136.429	136
8	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
9	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
10	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
11	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
12	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
13	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
14	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
15	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
16	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
17	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
18	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

### C. Lantai 2

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 2:

#### 1. Ruang Utama

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 300 Lux
- Luas runangan (A) = 300 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{300 \times 300}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 80,357$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 80 titik

#### 2. Aisyiyah Center

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 300 Lux
- Luas runangan (A) = 102 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 102}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 27,321$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 27 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.2



Tabel 4. 2 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 2

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coefisien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n	(E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	
1	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
2	Koridor	210	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	26.250	26
3	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
4	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
5	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
6	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
7	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
8	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
9	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
10	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
11	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
12	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1
13	Ruang Utama	300	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	80.357	80
14	Ruang 01	52	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	11.607	12
15	Ruang Transit Dosen	53	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	11.830	12
16	Ruang 02	102	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.768	23
17	Aisyiyah Center	102	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	27.321	27

#### D. Lantai 3

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 3:

##### 1. Perpustakaan

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 300 Lux
- Luas runangan (A) = 550 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{300 \times 550}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 147,321$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 147 titik

##### 2. Ruang Staff

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 10 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1000 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 250 Lux
- Luas runangan (A) = 29 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 29}{1000 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 9,063$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 9 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 3

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n	(E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	
1	Ruang Baca Personal	53	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	11.830	12
2	Ruang Staff	29	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	9.063	9
3	Perpustakaan	550	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	147.321	147
4	Ruang Baca Lesehan	42.5	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	9.487	9
5	Ruang Komputer	51	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	15.938	16
6	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
7	Lobby tangga 1	56.6	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	7.075	7
8	Gudang	5.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.688	1
9	Ruang Diskusi 1	16	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.571	4
10	Ruang Diskusi 2	16	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.571	4
11	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
12	Lobby tangga 2	15	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.875	2
13	Area Loker	32.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
14	Koridor	96	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	12.000	12
15	Toilet	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
16	Janitor	3.4	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.425	1
17	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
18	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

#### E. Lantai 4

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 4:

##### 1. Ruang Utama

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 350 Lux
- Luas ruangan (A) = 290 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{350 \times 290}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 90,625$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 91 titik

##### 2. Ruang 01

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 250 Lux
- Luas ruangan (A) = 102 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 102}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 22,768$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 23 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 4

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu (E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n		
1	Ruang Utama	290	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	90.625	91
2	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
3	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
4	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
5	Koridor	160	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	20.000	20
6	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	4
7	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
8	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
9	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
10	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
11	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
12	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
13	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1
14	Ruang 01	102	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.768	23
15	Ruang 02	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
16	Ruang 03	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
17	Ruang 04	101	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.545	23
18	Ruang 05	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
19	Ruang 06	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13

## F. Lantai 5

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 5:

### 1. Koridor

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 10 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1000 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100 Lux
- Luas runangan (A) = 160 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{100 \times 160}{1000 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 20,000$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 20 titik

### 2. Ruang 01

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 250 Lux
- Luas runangan (A) = 102 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 102}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 22.768$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 23 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 5

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu (E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n		
1	Ruang 01	102	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.768	23
2	Ruang 02	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
3	Ruang 03	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
4	Ruang 04	101	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.545	23
5	Ruang 05	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
6	Ruang 06	93	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	20.759	21
7	Ruang 07	100	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.321	22
8	Ruang 08	93	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	20.759	21
9	Ruang 09	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
10	Koridor	160	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	20.000	20
11	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
12	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	2
13	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
14	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
15	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	3
16	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
17	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
18	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
19	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
20	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
21	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

## G. Lantai 6

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 6:

### 1. Ruang Menyusui

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 10 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1000 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100 Lux
- Luas runangan (A) = 2 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 2}{1000 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 0,625$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 1 titik

### 2. Ruang 01

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 250 Lux
- Luas runangan (A) = 101.71 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{250 \times 102}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 22,768$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 23 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.6



Tabel 4. 6 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 6

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu (E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n		
1	Ruang 01	102	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.768	23
2	Ruang 02	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
3	Ruang 03	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
4	Ruang 04	101	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.545	23
5	Ruang 05	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
6	Ruang 06	93	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	20.759	21
7	Ruang 07	100	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.321	22
8	Ruang 08	93	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	20.759	21
9	Ruang 09	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
10	Koridor	160	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	20.000	20
11	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
12	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	2
13	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
14	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
15	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	3
16	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
17	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
18	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
19	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
20	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
21	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

## H. Lantai 7

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 7:

### 1. Ruang Administrasi 1

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 300 Lux
- Luas ruangan (A) = 48 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{300 \times 48}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 12,857$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 13 titik

### 2. Sekretaris Dekanat 2

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 300 Lux
- Luas ruangan (A) = 32 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{300 \times 32}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 8,571$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 9 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.7

Tabel 4. 7 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 7

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n	$(E \times A) / (\emptyset \times LLF \times CU \times n)$	
1	Ruang 01	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
2	Ruang 02	98	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	21.875	22
3	Ruang 03	101	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.545	23
4	Ruang Administrasi 2	24	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	6.429	6
5	Ruang Prodi 06	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
6	Ruang Prodi 07	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
7	Ruang Prodi 08	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
8	Ruang Prodi 09	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
9	Sekretaris Dekanat 2	32	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	8.571	9
10	Dekan 2	25	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	7.813	8
11	Wakil dekan 04	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
12	Wakil dekan 05	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
13	Wakil dekan 06	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
14	Ruang Rapat Pimpinan	110	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	29.464	29
15	Sekretaris Dekanat 1	31.6	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	8.464	8
16	Dekan 1	25.3	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	7.906	8
17	Wakil dekan 01	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
18	Wakil dekan 02	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
19	Wakil dekan 03	11	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.438	3
20	Mushola	21	100	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	1.875	2
21	Ruang Ujian	26	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	6.964	7

Lanjutan Tabel 4.7 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 7

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coeffesien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu (E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n		
22	Ruang Administrasi 1	48	300	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	12.857	13
23	Ruang Prodi 1	10	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	3.125	3
24	Ruang Prodi 2	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
25	Ruang Prodi 3	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
26	Ruang Prodi 4	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
27	Ruang Prodi 5	8	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.500	3
28	Koridor	162	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	20.250	20
29	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
30	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
31	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
32	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
33	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
34	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
35	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
36	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
37	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
38	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
39	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

## I. Lantai 8

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai 8:

### 1. Ruang Dosen Fishum

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 350 Lux
- Luas runangan (A) = 300 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{350 \times 300}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 93,75$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 94 titik

### 2. Ruang Dosen FST

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 350 Lux
- Luas runangan (A) = 194 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{350 \times 194}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 60,625$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 61 titik

Adapun untuk perhitungan ruangan yang lain dilantai yang sama dengan menggunakan faktor rugi-rugi cahaya (LLF) sebesar 0,8 dan Faktor utilitas (CU) sebesar 100% akan ditampilkan pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai 8

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Lux Minimal	Light Loss Factor	Coefisien of Utilization	Nama Lampu	Lumen Lampu	jumlah lampu tiap titik	Jumlah Titik Lampu	Jumlah Ideal
		A	E	LLF	CU		∅	n	(E X A) / (∅ X LLF X CU X n)	
1	Ruang 01	102	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	22.768	23
2	Ruang 02	57	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	12.723	13
3	Ruang 03	94	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	20.982	21
4	Ruang 04	59	250	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	13.170	13
5	Ruang Dosen Fishum	300	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	93.750	94
6	Mushola	15	100	0.5	100%	Led lamps 14W	1400	1	2.143	2
7	Ruang Dosen FST	194	350	0.8	100%	Led lamps 14W	1400	1	60.625	61
8	Mushola	7	100	0.5	100%	Led lamps 14W	1400	1	1.000	1
9	Koridor	156	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	19.500	20
10	Area Tangga 2	24	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.000	3
11	Area Tangga 1	21	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.625	3
12	Lobby Service Samping	23.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	2.938	3
13	Toilet Pria	11	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	3.438	3
14	Toilet Wanita	13	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	4.063	4
15	Janitor	3.5	100	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.438	1
16	Toilet Khusus	4	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	1.250	1
17	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
18	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.406	1
19	Ruang Menyusui	2	250	0.8	100%	Led lamps 10W	1000	1	0.625	1
20	Ruang Panel	3	250	0.8	100%	Led T8 9W	940	1	0.997	1

## J. Lantai Atap

Berikut ini adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai Atap:

### 1. Ruang Utilitas 1

- Jenis lampu yang akan dipasang = Led T8 9 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 940 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100 Lux
- Luas runangan (A) = 48 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{100 \times 48}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 3,191$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 3 titik

### 2. Ruang Utilitas 2

- Jenis lampu yang akan dipasang = Led T8 9 Watt
- Fluks luminus lampu ( $\Phi$ ) = 940 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100 Lux
- Luas runangan (A) = 48 m<sup>2</sup>
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times LLF \times CU \times n} = \frac{100 \times 48}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 3,191$$

Maka, jumlah minimum titik lampu yang dibutuhkan adalah sebanyak 3 titik

#### 4.4.2 Analisa Perancangan Kotak Kontak

Pedoman instalasi kotak kontak diatur dalam PUIL 2000. Jumlah kotak kontak dalam sebuah ruangan tergantung pada fungsi dan kebutuhan ruangan tersebut. Asumsi untuk setiap outlet kotak kontak adalah sebesar 100W, sesuai dengan kriteria perancangan konsultan perencana setempat. Kabel instalasi yang digunakan untuk kotak kontak adalah NYM 3 x 2,5 mm<sup>2</sup> di dalam PVC *conduit high impact* berdiameter 20 mm, sesuai dengan standar minimal PUIL 2000.

Sama seperti instalasi penerangan, kotak kontak juga dikelompokkan menjadi beberapa grup MCB. Prinsip-prinsip dasar pengelompokkannya antara lain sebagai berikut:

- ✓ Satu grup kotak kontak sebaiknya terdiri dari beberapa kotak kontak di ruangan yang berdekatan; dan
- ✓ Jumlah kotak kontak dalam satu grup tidak boleh melebihi 8 buah.

Adapun pengelompokkan grup kotak kontak secara lengkap bisa dilihat pada bab lampiran.

#### 4.3 Distribusi Listrik

Distribusi listrik ke panel untuk memenuhi kebutuhan penerangan, kotak kontak dan AC dibedakan menjadi beberapa panel sesuai dengan fungsi dan kegunaannya masing-masing. Adapun panel yang ada disimbolkan dengan singkatan-singkatan sebagai berikut:

- a. LP & PP singkatan dari *lighting panel* & *power panel* yang digunakan sebagai panel penerangan dan power kotak kontak.
- b. PP AC adalah singkatan dari *power panel air conditioning* yang digunakan untuk power AC

Adapun pembagian dari power panel terdapat bagian-bagian khusus seperti power panel jaringan dan power panel pompa serta power pompa pemadam kebakaran.



Pada setiap lantainya, disediakan masing-masing minimal 1 LP & PP, dan 1 PP AC ataupun beban lainnya. Adapun hasil perancangan distribusi listrik ke setiap lantainya, dapat dilihat pada lembar lampiran.

#### **4.4 Skedul Beban Listrik**

Pada perancangan skedul beban listrik, meliputi kabel untuk instalasi penerangan, instalasi kotak kontak, dan rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan besarnya arus beban yang mengalir melewati masing-masing MCB ataupun MCCB.

##### **4.4.1 Prinsip Dasar Perancangan Skedul Beban Listrik**

Untuk menentukan besarnya luas penampang kabel pada instalasi listrik, harus mengacu pada aturan yang tertera pada PUIL 2000. Luas penampang kabel untuk instalasi penerangan minimal  $1,5 \text{ mm}^2$  dan untuk instalasi kotak kontak kabel yang digunakan minimal  $2,5 \text{ mm}^2$ . Berikut merupakan kabel yang digunakan untuk instalasi kotak kontak dan penerangan pada kampus Universitas Aisyiyah Yogyakarta:

- a. Instalasi penerangan minimal menggunakan kabel NYM  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  untuk fase, netral dan ground.
- b. Instalasi kotak kontak minimal menggunakan kabel NYM  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  untuk fase, netral dan ground.
- c. Instalasi AC minimal menggunakan kabel NYM  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  untuk fase, netral dan ground.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menganalisis Skedul beban listrik, kabel, dan circuit breaker.

1. Rumus menghitung arus tiap fase untuk listrik 1 fase:

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi}$$

Keterangan:

I = Arus listrik (A)

P = Daya listrik (W)

$V_{LN}$  = Tegangan listrik PLN (line to netral = 220V)

$\cos \Phi$  = Faktor daya listrik

2. Rumus menghitung arus tiap fase untuk listrik 3 fase:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi}$$

Keterangan:

I = Arus listrik (A)

P = Daya listrik (W)

$V_{LL}$  = Tegangan listrik PLN (line to line = 380V)

$\cos \Phi$  = Faktor daya listrik

3. Rumus menghitung daya semu untuk listrik 1 fasa:

$$S = V_{LN} * I$$

Keterangan:

S = Daya semu (VA)

I = Arus listrik (A)

$V_{LN}$  = Tegangan listrik PLN (line to netral = 220V)

4. Rumus untuk menghitung daya semu untuk listrik 3 fasa:

$$S = \sqrt{3} * V_{LL} * \left(\frac{I_R + I_S + I_T}{3}\right)$$

Keterangan:

S = Daya semu (VA)

V<sub>LL</sub> = Tegangan listrik PLN (line to line = 380V)

I<sub>R</sub> = Arus listrik pada fasa R (A)

I<sub>S</sub> = Arus listrik pada fasa S (A)

I<sub>T</sub> = Arus listrik pada fasa T (A)

5. Rumus menghitung kapasitas hantar arus minimal tiap fasa:

$$I_{KHA} = I * 125\%$$

Keterangan:

I<sub>KHA</sub> = Kapasitas hantar arus minimal untuk kabel (Ampere)

I = Arus listrik beban terpasang (Ampere)

Nilai 125% adalah asumsi toleransi sebesar 25% dari arus listrik beban terpasang untuk kapasitas hantar arus minimal kabel.

6. Rumus untuk menghitung luas minimal penampang kabel *grounding* sesuaidengan PUIL 2000:

$$A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\%$$

A<sub>GROUND</sub> = Luas penampang kabel *grounding* (mm<sup>2</sup>)

A<sub>FEEDER</sub> = Luas penampang kabel feeder (mm<sup>2</sup>)

7. Prinsip dasar untuk menentukan rating / pengenal *circuit breaker* (CB):

Nilai rating CB untuk beban listrik ditentukan dari nilai KHA penghantarnya. Misalnya, nilai KHA suatu kabel penghantar adalah sebesar 23A. Maka nilai minimal rating CB harus lebih besar daripada 23A. Sesuai brosur di pasaran, nilai rating CB yang tersedia adalah 32A

(untuk MCB) dan 30A (untuk MCCB). Namun, jika di kemudian hari diprediksikan akan terjadi penambahan beban listrik, bisa dipasang CB dengan rating 40A dan seterusnya.

#### 4.4.2 Analisa Perhitungan dan Perancangan Skedul Beban

Berikut ini adalah analisis perhitungan dan perancangan skedul beban pada masing-masing panel

##### 4.4.2.1. Panel Lantai Semibasement

Panel penerangan dan kotak kontak lantai basement. Semua rating MCB grup pada panel lantai semibasement adalah 16A.

###### 1) MCB grup 1 (PL-SB/01)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 10W x 4 buah = 40 Watt
  - LED Lamps 10W + Battery x 1buah = 10 Watt
  - Led T8 9W x 1 buah = 9 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 59 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{59}{220 * 0,85} = 0.32 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.9 Sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Hasil perhitungan arus beban pada panel Lantai Semibasement:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PANEL LANTAI SEMIBASMENT</b>										
1	PL-SB/01	Led lamps 10W	4	10	40	59	220	50	0.85	0.32
		+ Battery	1	10	10					
		Led T8 9W	1	9	9					
2	PL-SB/02	Led T8 9W	60	9	540	720	220	50	0.85	3.85
		+ Battery	20	9	180					
3	KK-SB/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
4	KK-SB/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
5	KK-SB/03	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
6	KK-SB/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
7	PP AC-SB/01	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25
8	PP AC-SB/02	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25
9	PP AC-SB/03	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25
10	PP AC-SB/04	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25
11	PP AC-SB/05	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25
12	PP AC-SB/06	AXIAL FAN	1	500	500	500	220	50	0.7	3.25

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 10,8 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 10,7 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 10,8 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 5379 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 10,8A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 10,8 * 125\% = 13,5 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 13,5 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

## 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel Lantai Semibasement.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke panel Lantai Semibasement.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

## 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari,
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.2. Panel LP & PP Lantai 1

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 1. Semua rating MCB grup pada Panel penerangan dan kotak kontak lantai 1 adalah 16A.

##### 1) MCB grup 7 (KK-1/01)

- Beban terpasang:
  - KK dinding 40cm 100W x 4 = 400 Watt
  - KK Dinding 150cm 100 x 1 = 100 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 500 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{500}{220 * 0,85} = 2.67 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.10 Sebagai berikut:



Tabel 4. 10 Hasil perhitungan arus beban pada panel PL &amp; PP Lantai 1:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 1</b>										
1	PL-1/01	Led Spotlight 5W	41	5	205	205	220	50	0.85	1.10
2	PL-1/02	Led Spotlight 8W	8	8	64	588	220	50	0.85	3.14
		Led lamps 10W	2	10	20					
		Led lamps 14W	35	14	490					
		+ Battery	1	14	14					
3	PL-1/03	Led lamps 10W	7	10	70	1284	220	50	0.85	6.87
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	79	14	1106					
		+ Battery	7	14	98					
4	PL-1/04	Led lamps 10W	4	10	40	694	220	50	0.85	3.71
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	44	14	616					
		+ Battery	2	14	28					
5	PL-1/05	Led lamps 10W	8	10	80	156	220	50	0.85	0.83
		+ Battery	2	10	20					
		Led lamps 14W	3	14	42					
		+ Battery	1	14	14					
6	PL-1/06	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					

Lanjutan Tabel 4.10 Hasil perhitungan arus beban pada panel PL &amp; PP Lantai 1:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 1</b>										
7	KK-1/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
8	KK-1/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
9	KK-1/03	KK Dinding 40 cm	5	100	500	500	220	50	0.85	2.67
10	KK-1/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
11	KK-1/05	KK Dinding 40 cm	2	100	200	300	220	50	0.85	1.60
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
12	KK-1/06	KK Lantai	3	125	375	375	220	50	0.85	2.01
13	KK-1/07	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
14	KK-1/08	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
15	KK-1/09	KK Lantai	5	125	625	625	220	50	0.85	3.34
16	KK-1/10	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
17	KK-1/11	KK Dinding 40 cm	6	100	600	600	220	50	0.85	3.21
18	KK-1/12	KK Dinding 40 cm	1	100	100	200	220	50	0.85	1.07
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
19	KK-1/13	KK Lantai	2	125	250	250	220	50	0.85	1.34

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 14,76 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 14,89 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 15,10 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 8469 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 15,10 A pada fasa T (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 15,10 * 125\% = 18,875 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 18,88 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

## 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP & PL Lantai 1.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP & LP Lantai 1.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 \times 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

## 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari,
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.3. Panel PP AC Lantai 1

Panel PP AC Lantai 1 untuk menyuplai daya power AC Lantai 1.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 1 adalah 16A.

##### 1) Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 10 (PP AC-1/10)

##### o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 9000 BTU/H x 1 buah = 690 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 690 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{690}{220 * 0,7} = 4,5A$$

##### b. MCB grup 1 (PP AC-1/11)

##### o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1A$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (a) untuk grup panel 1-10 dan (b) untuk grup panel 11-27, akan ditampilkan pada tabel 4.11 Sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 1:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 1</b>										
1	PP AC-1/01	KIPAS DINDING	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
2	PP AC-1/02	EXHAUST FAN	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
3	PP AC-1/03	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
4	PP AC-1/04	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
5	PP AC-1/05	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
6	PP AC-1/06	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
7	PP AC-1/07	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
8	PP AC-1/08	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
9	PP AC-1/09	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
10	PP AC-1/10	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
11	PP AC-1/11	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
12	PP AC-1/12	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
13	PP AC-1/13	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
14	PP AC-1/14	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
15	PP AC-1/15	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
16	PP AC-1/16	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
17	PP AC-1/17	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
18	PP AC-1/18	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
19	PP AC-1/19	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
20	PP AC-1/20	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94

Lanjutan Tabel 4.11 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 1:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 1</b>										
21	PP AC-1/21	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
22	PP AC-1/22	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
23	PP AC-1/23	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
24	PP AC-1/24	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
25	PP AC-1/25	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
26	PP AC-1/26	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94
27	PP AC-1/27	AC CASSETTE 48000	1	5040	5040	5040	380	50	0.7	10.94

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 165,7 A

✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 162,4 A

✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 161,5 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 75.190 W (total semua grup)

✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 165,7 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)

✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 165,7 * 125\% = 207,125 \text{ A}$$

✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.

✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 207,125 \text{ A}$ ).

✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 225A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.



#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 1.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 225A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 95mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 266A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 1

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 95\text{mm}^2 \times 50\% = 47,5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 50mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari,
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.4. Panel LP & PP Lantai 2

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 2. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 2 adalah 16A.

##### 1) MCB grup 1 (PL-2/01)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 10W x 4 buah = 40 Watt
  - LED Lamps 10W + Battery x 1 buah = 10 Watt
  - LED Lamps 14W x 18 buah = 252 Watt
  - LED Lamps 14W + Battery x 2 buah = 28 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 330 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{330}{220 * 0,85} = 1,76 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.12 Sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 2:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 2</b>										
1	PL-2/01	Led lamps 10W	4	10	40	330	220	50	0.85	1.764705882
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	18	14	252					
		+ Battery	2	14	28					
2	PL-2/02	Led lamps 10W	4	10	40	386	220	50	0.85	2.064171123
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	20	14	280					
		+ Battery	4	14	56					
3	PL-2/03	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					
4	PL-2/04	Led lamps 14W	69	14	966	1120	220	50	0.85	5.99
		+ Battery	11	14	154					
5	PL-2/05	Led lamps 14W	11	14	154	168	220	50	0.85	0.90
		+ Battery	1	14	14					
6	PL-2/06	Led lamps 14W	11	14	154	168	220	50	0.85	0.90
		+ Battery	1	14	14					
7	PL-2/07	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					

Lanjutan Tabel 4.13 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 2:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 2</b>										
8	PL-2/08	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
9	KK-2/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
10	KK-2/02	KK Dinding 40 cm	5	100	500	500	220	50	0.85	2.67
11	KK-2/03	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
12	KK-2/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
13	KK-2/05	KK Projector	2	250	500	625	220	50	0.85	3.34
		KK Lantai	1	125	125					
14	KK-2/06	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					
15	KK-2/07	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
16	KK-2/08	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
17	KK-2/09	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 13,72 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 15,26 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 14,36 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 7579 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 15,26 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 15,26 * 125\% = 19,075 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16 A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 19,075 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP & LP Lantai 2.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP & LP Lantai 2.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.5. Panel PP AC Lantai 2

Panel PP AC Lantai 2 untuk menyuplai daya power AC Lantai 2.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 2 adalah 16A.

##### 1) Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 8 (PP AC-2/08)

##### o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 4750 BTU/H x 1 buah = 340 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 340 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{340}{220 * 0,7} = 2,2 \text{ A}$$

##### b. MCB grup 10 (PP AC-2/10)

##### o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (a) untuk grup panel 1-9 dan (b) untuk grup panel 10-24, akan ditampilkan pada tabel 4.13 Sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 2:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 2</b>										
1	PP AC-2/01	KIPAS DINDING	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
2	PP AC-2/02	KIPAS DINDING	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
3	PP AC-2/03	KIPAS DINDING	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
4	PP AC-2/04	KIPAS DINDING	2	50	100	100	220	50	0.7	0.65
5	PP AC-2/05	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
6	PP AC-2/06	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
7	PP AC-2/07	EXHAUST FAN	3	50	150	150	220	50	0.7	0.97
8	PP AC-2/08	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
9	PP AC-2/09	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
10	PP AC-2/10	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
11	PP AC-2/11	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
12	PP AC-2/12	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
13	PP AC-2/13	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
14	PP AC-2/14	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
15	PP AC-2/15	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
16	PP AC-2/16	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
17	PP AC-2/17	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
18	PP AC-2/18	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
19	PP AC-2/19	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
20	PP AC-2/20	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
21	PP AC-2/21	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
22	PP AC-2/22	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
23	PP AC-2/23	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
24	PP AC-2/24	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93



## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 86,22 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 86,22 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 85,64 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 39640 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 86,22 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :
 
$$I_{KHA} = I * 125\% = 86,22 * 125\% = 107,775 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 107,775 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 125A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 2.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 125A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 35mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 149A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 2.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 35\text{mm}^2 \times 50\% = 17,5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.6. Panel LP & PP Lantai 3

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 3. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 3 adalah 16A.

1) MCB grup 6 (KK-3/01)

○ Beban terpasang:

• KK dinding 40 cm 100W x 3 = 300 Watt

○ Total daya beban terpasang (P) = 300 Watt

○ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

○ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$

○ Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{300}{220 * 0,85} = 1,60 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan kotak kontak lantai sebesar 125W menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.14 Sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 3:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 3</b>										
1	PL-3/01	Led lamps 10W	9	10	90	1304	220	50	0.85	6.97
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	80	14	1120					
		+ Battery	6	14	84					
2	PL-3/02	Led lamps 14W	75	14	1050	1162	220	50	0.85	6.21
		+ Battery	8	14	112					
3	PL-3/03	Led lamps 10W	12	10	120	374	220	50	0.85	2.00
		+ Battery	3	10	30					
		Led lamps 14W	14	14	196					
		+ Battery	2	14	28					
4	PL-3/04	Led lamps 10W	5	10	50	172	220	50	0.85	0.92
		+ Battery	1	10	10					
		Led lamps 14W	6	14	84					
		+ Battery	2	14	28					
5	PL-3/05	Led lamps 10W	21	10	210	268	220	50	0.85	1.43
		+ Battery	4	10	40					
		Led T8 9W	1	9	9					
		+ Battery	1	9	9					
6	KK-3/01	KK Dinding 40 cm	3	100	300	300	220	50	0.85	1.60
7	KK-3/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
8	KK-3/03	KK Dinding 40 cm	5	100	500	500	220	50	0.85	2.67

Lanjutan Tabel 4.14 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 3:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\emptyset$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 3</b>										
9	KK-3/04	KK Dinding 40 cm	5	100	500	500	220	50	0.85	2.67
10	KK-3/05	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
11	KK-3/06	KK Dinding 40 cm	5	100	500	600	220	50	0.85	3.21
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
12	KK-3/07	KK Dinding 40 cm	3	100	300	400	220	50	0.85	2.14
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
13	KK-3/08	KK Dinding 40 cm	3	100	300	400	220	50	0.85	2.14
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
14	KK-3/09	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	3	125	375					
15	KK-3/10	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 14,31 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 13,70 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 14,53 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 7955 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 14,53 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 14,53 * 125\% = 18,1625 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 18,1625 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 3.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 3

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 \times 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.7. Panel PP AC Lantai 3

Panel PP AC Lantai 3 untuk menyuplai daya power AC Lantai 3.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 3 adalah 16A.

##### 1) Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 9 (PP AC-3/09)

##### o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 9000 BTU/H x 1 buah = 690 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 690 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{690}{220 * 0,7} = 4,48 \text{ A}$$

##### b. MCB grup 20 (PP AC-3/20)

##### o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (a) untuk grup panel 1-19 dan (b) untuk grup panel 20-34, akan ditampilkan pada tabel 4.15 Sebagai berikut:



Tabel 4. 15 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 3:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 3</b>										
1	PP AC-3/01	EXHAUST FAN	1	50	50	50	220	50	0.7	0.32
2	PP AC-3/02	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
3	PP AC-3/03	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
4	PP AC-3/04	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
5	PP AC-3/05	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
6	PP AC-3/06	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
7	PP AC-3/07	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
8	PP AC-3/08	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
9	PP AC-3/09	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
10	PP AC-3/10	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
11	PP AC-3/11	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
12	PP AC-3/12	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
13	PP AC-3/13	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
14	PP AC-3/14	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08
15	PP AC-3/15	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08
16	PP AC-3/16	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08
17	PP AC-3/17	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08
18	PP AC-3/18	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08
19	PP AC-3/19	Wall Mounted 12400 BTU/H	1	1090	1090	1090	220	50	0.7	7.08

Lanjutan Tabel 4.15 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 3:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 3</b>										
20	PP AC-3/20	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
21	PP AC-3/21	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
22	PP AC-3/22	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
23	PP AC-3/23	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
24	PP AC-3/24	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
25	PP AC-3/25	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
26	PP AC-3/26	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
27	PP AC-3/27	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
28	PP AC-3/28	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
29	PP AC-3/29	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
30	PP AC-3/30	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
31	PP AC-3/31	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
32	PP AC-3/32	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
33	PP AC-3/33	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
34	PP AC-3/34	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 110,88 A

✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 111,47 A

✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 112,77 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 51500 W (total semua grup)

✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$

✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 112,77 A pada fasa T (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)

✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 112,77 * 125\% = 140,9625 \text{ A}$$

✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.

✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 140,9625 \text{ A}$ ).

✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 160A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 3.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 160A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 50mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 173A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 3

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 50\text{mm}^2 \times 50\% = 25\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.8. PP Server

PP server digunakan untuk mensuplay power pada komputer di lantai 3. Semua rating MCB grup pada PP Sever adalah 16A.

##### 1) MCB grup 1 (PP SERVER/01)

- Beban terpasang:
  - KK SERVER 200W x 7 Buah = 1400 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 1400 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{1400}{220 * 0,85} = 7.49 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 200W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.16 Sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Hasil perhitungan arus beban pada Power Panel Server:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\Phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP SERVER LANTAI 3</b>										
1	KK-SERVER/01	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
2	KK-SERVER/02	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
3	KK-SERVER/03	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
4	KK-SERVER/04	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
5	KK-SERVER/05	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
6	KK-SERVER/06	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49
7	KK-SERVER/07	KK SERVER	7	200	1400	1400	220	50	0.85	7.49

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 15,0 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 15,0 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 22,5 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 9800 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 22,5 A pada fasa T (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 22,5 * 125\% = 28,125A$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 28,125 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP Server Lantai 3.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 10mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 68A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP Server Lantai 3.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 10\text{mm}^2 \times 50\% = 5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 10mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Dilengkapi dengan UPS

#### 4.4.2.9. Panel LP & PP Lantai 4

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 4. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 4 adalah 16A.

##### 1) MCB grup 1 (PL-4/01)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 14W x 93 buah = 1302 Watt
  - LED Lamps 14W + Battery x 7 buah = 98 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 1400 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{1400}{220 * 0,85} = 7,49 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.17 Sebagai berikut:



Tabel 4. 17 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 4:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 4</b>										
1	PL-4/01	Led lamps 14W	93	14	1302	1400	220	50	0.85	7.49
		+ Battery	7	14	98					
2	PL-4/02	Led lamps 10W	36	10	360	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	6	10	60					
3	PL-4/03	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					
4	PL-4/04	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
5	PL-4/05	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
6	PL-4/06	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
7	PL-4/07	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
8	PL-4/08	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
9	PL-4/09	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
10	KK-4/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					

Lanjutan Tabel 4.17 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 4:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 4</b>										
11	KK-4/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
12	KK-4/03	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
13	KK-4/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
14	KK-4/05	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
15	KK-4/06	KK Dinding 40 cm	2	100	200	775	220	50	0.85	4.14
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					
16	KK-4/07	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
17	KK-4/08	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
18	KK-4/09	KK Lantai	1	125	125	625	220	50	0.85	3.34
		KK Projector	2	250	500					
19	KK-4/10	KK Dinding 40 cm	6	100	600	600	220	50	0.85	3.21
20	KK-4/11	KK Dinding 40 cm	2	100	200	775	220	50	0.85	4.14
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 19,0 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 18,8 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 19,3 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 10678 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 19,3 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 19,3 * 125\% = 24,125 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 24,125 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 4.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 4.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.10. Panel PP AC Lantai 4

Panel PP AC Lantai 4 untuk menyuplai daya power AC Lantai 4.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 4 adalah 16A.

##### 1). Perhitungan MCB Grub

##### a. MCB grup 12 (PP AC-4/12)

##### o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 22000 BTU/H x 1 buah = 2100 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 2100 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{2100}{220 * 0,7} = 13,64 \text{ A}$$

##### b. MCB grup 16 (PP AC-4/16)

##### o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (1) untuk grup panel 1-15 dan (2) untuk grup panel 16-30, akan ditampilkan pada tabel 4.18 Sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 4:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 4</b>										
1	PP AC-4/01	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
2	PP AC-4/02	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
3	PP AC-4/03	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
4	PP AC-4/04	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
5	PP AC-4/05	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
6	PP AC-4/06	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
7	PP AC-4/07	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
8	PP AC-4/08	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
9	PP AC-4/09	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
10	PP AC-4/10	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
11	PP AC-4/11	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
12	PP AC-4/12	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
13	PP AC-4/13	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
14	PP AC-4/14	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
15	PP AC-4/15	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64

Lanjutan Tabel 4.18 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 4:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 4</b>										
16	PP AC-4/16	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
17	PP AC-4/17	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
18	PP AC-4/18	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
19	PP AC-4/19	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
20	PP AC-4/20	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
21	PP AC-4/21	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
22	PP AC-4/22	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
23	PP AC-4/23	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
24	PP AC-4/24	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
25	PP AC-4/25	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
26	PP AC-4/26	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
27	PP AC-4/27	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
28	PP AC-4/28	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
29	PP AC-4/29	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93
30	PP AC-4/30	AC CASSETTE 30000	1	2730	2730	2730	380	50	0.7	5.93

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 102,4 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 102,4 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 113,8 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 48940 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 113,8 A pada fasa T (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 113,8 * 125\% = 142,25 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 142,25 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 160A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.



#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 4.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 160A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 50mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 173A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding* , ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 4.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 50\text{mm}^2 \times 50\% = 25\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.11. Panel LP & PP Lantai 5

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 5. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 5 adalah 16A.

1) MCB grup 1 (PL-5/01)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 14W x 29 buah = 406 W
  - LED Lamps 14W x 1 buah = 14 W
- Total daya beban terpasang (P) = 420W
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{420}{220 * 0,85} = 2.25 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.19 Sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 5:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 5</b>										
1	PL-5/01	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
2	PL-5/02	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
3	PL-5/03	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
4	PL-5/04	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
5	PL-5/05	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
6	PL-5/06	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
7	PL-5/07	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
8	PL-5/08	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
9	PL-5/09	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
10	PL-5/10	Led lamps 10W	37	10	370	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	10	50					

Lanjutan Tabel 4.19 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 5:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 5</b>										
11	PL-5/11	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					
12	KK-5/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
13	KK-5/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
14	KK-5/03	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
15	KK-5/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
16	KK-5/05	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					

Lanjutan Tabel 4.19 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 5:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 5</b>										
17	KK-5/06	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					
18	KK-5/07	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
19	KK-5/08	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
20	KK-5/09	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
21	KK-5/10	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
22	KK-5/11	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 20,63 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 20,60 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 18,60 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 11189 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 20,63 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 20,63 * 125\% = 25,7875 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 25,7875 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 5.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 5.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.12. Panel PP AC Lantai 5

Panel PP AC Lantai 5 untuk menyuplai daya power AC Lantai 5.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 5 adalah 16A.

##### 1) Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 13 (PP AC-5/13)

##### o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 4750 BTU/H x 1 buah = 340 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 340 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{340}{220 * 0,7} = 2,21A$$

##### b. MCB grup 19 (PP AC-5/19)

##### o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

##### o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

##### o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

##### o Asumsi $\cos \Phi = 0,7$

##### o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1A$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (1) untuk grup panel 1-18 dan (2) untuk grup panel 19-33, akan ditampilkan pada tabel 4.20 Sebagai berikut:



Tabel 4. 20 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 5:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 5</b>										
1	PP AC-5/01	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
2	PP AC-5/02	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
3	PP AC-5/03	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
4	PP AC-5/04	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
5	PP AC-5/05	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
6	PP AC-5/06	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
7	PP AC-5/07	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
8	PP AC-5/08	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
9	PP AC-5/09	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
10	PP AC-5/10	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
11	PP AC-5/11	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
12	PP AC-5/12	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
13	PP AC-5/13	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
14	PP AC-5/14	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
15	PP AC-5/15	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
16	PP AC-5/16	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
17	PP AC-5/17	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
18	PP AC-5/18	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64

Lanjutan Tabel 4.20 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 5:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 5</b>										
19	PP AC-5/19	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
20	PP AC-5/20	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
21	PP AC-5/21	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
22	PP AC-5/22	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
23	PP AC-5/23	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
24	PP AC-5/24	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
25	PP AC-5/25	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
26	PP AC-5/26	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
27	PP AC-5/27	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
28	PP AC-5/28	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
29	PP AC-5/29	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
30	PP AC-5/30	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
31	PP AC-5/31	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
32	PP AC-5/32	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
33	PP AC-5/33	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 112,1 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 110,7 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 114,1 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 48190 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 114,1 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 114,1 * 125\% = 142,625 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 142,625 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 160A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 5.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 160A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 50mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 173A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 5.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 50\text{mm}^2 \times 50\% = 25\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.13. Panel LP & PP Lantai 6

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 6. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 6 adalah 16A.

##### 1) MCB grup 1 (PL-6/01)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 14W x 29 buah = 406 Watt
  - LED Lamps 14W + Battery x 1 buah = 14 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 420 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{420}{220 * 0,85} = 2,25 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.21 Sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 6:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 6</b>										
1	PL-6/01	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
2	PL-6/02	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
3	PL-6/03	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
4	PL-6/04	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
5	PL-6/05	Led lamps 10W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
6	PL-6/06	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
7	PL-6/07	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
8	PL-6/08	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
9	PL-6/09	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
10	PL-6/10	Led lamps 14W	37	10	370	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	10	50					

Lanjutan Tabel 4.21 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 6:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 6</b>										
11	PL-6/11	Led lamps 14W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					
12	KK-6/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
13	KK-6/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
14	KK-6/03	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
15	KK-6/04	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
16	KK-6/05	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
17	KK-6/06	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					

Lanjutan Tabel 4.21 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 6:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 6</b>										
18	KK-6/07	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
19	KK-6/08	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
20	KK-6/09	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
21	KK-6/10	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
22	KK-6/11	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					



## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 20,63 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 20,60 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 18,60 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 11189 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 20,63 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 20,63 * 125\% = 25,7875 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 25,7875 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 6.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 50A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 6.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.14. Panel PP AC Lantai 6

Panel PP AC Lantai 6 untuk menyuplai daya power AC Lantai 6.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 6 adalah 16A.

##### 1. Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 13 (PP AC-6/13)

o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 4750 BTU/H x 1 buah = 340 Watt

o Total daya beban terpasang (P) = 340 Watt

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{340}{220 * 0,7} = 2,21A$$

##### b. MCB grup 19 (PP AC-6/19)

o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1A$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (1) untuk grup panel 1-18 dan (2) untuk grup panel 19-33, akan ditampilkan pada tabel 4.22 Sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 6:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 6</b>										
1	PP AC-6/01	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
2	PP AC-6/02	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
3	PP AC-6/03	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
4	PP AC-6/04	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
5	PP AC-6/05	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
6	PP AC-6/06	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
7	PP AC-6/07	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
8	PP AC-6/08	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
9	PP AC-6/09	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
10	PP AC-6/10	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
11	PP AC-6/11	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
12	PP AC-6/12	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
13	PP AC-6/13	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
14	PP AC-6/14	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
15	PP AC-6/15	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
16	PP AC-6/16	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
17	PP AC-6/17	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64
18	PP AC-6/18	Wall Mounted 22000 BTU/H	1	2100	2100	2100	220	50	0.7	13.64

Lanjutan Tabel 4.22 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 6:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 6</b>										
19	PP AC-6/19	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
20	PP AC-6/20	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
21	PP AC-6/21	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
22	PP AC-6/22	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
23	PP AC-6/23	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
24	PP AC-6/24	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
25	PP AC-6/25	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
26	PP AC-6/26	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
27	PP AC-6/27	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
28	PP AC-6/28	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
29	PP AC-6/29	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
30	PP AC-6/30	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
31	PP AC-6/31	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
32	PP AC-6/32	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
33	PP AC-6/33	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 108,3 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 120,2 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 108,5 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 48190 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 120,2 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :
 
$$I_{KHA} = I * 125\% = 120,2 * 125\% = 150,25 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 150,25 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 160A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 6.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 160A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 50mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 173A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 6.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 50\text{mm}^2 \times 50\% = 25\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.15. Panel LP & PP Lantai 7

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 7. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 7 adalah 16A.

1) MCB grup 2 (PL-7/02)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 14W x 29 buah = 406 Watt
  - LED Lamps 14W + Battery x 1 buah = 14 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 420 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{420}{220 * 0,85} = 2,25 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.23 Sebagai berikut:



Tabel 4. 23 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
1	PL-7/01	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
2	PL-7/02	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
3	PL-7/03	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
4	PL-7/04	Led lamps 14W	22	14	308	378	220	50	0.85	2.02
		+ Battery	5	14	70					
5	PL-7/05	Led lamps 14W	25	14	350	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	14	70					
6	PL-7/06	Led lamps 14W	44	14	616	644	220	50	0.85	3.44
		+ Battery	2	14	28					
7	PL-7/07	Led lamps 14W	25	14	350	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	14	70					
8	PL-7/08	Led lamps 14W	10	14	140	168	220	50	0.85	0.90
		+ Battery	2	14	28					
9	PL-7/09	Led lamps 14W	26	14	364	448	220	50	0.85	2.40
		+ Battery	6	14	84					
10	PL-7/10	Led lamps 10W	37	10	370	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	10	50					

Lanjutan Tabel 4.23 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
11	PL-7/11	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					
12	KK-7/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
13	KK-7/02	KK Dinding 40 cm	2	100	200	450	220	50	0.85	2.41
		KK Lantai	2	125	250					
14	KK-7/03	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
15	KK-7/04	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
16	KK-7/05	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
17	KK-7/06	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
18	KK-7/07	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
19	KK-7/8	KK Dinding 40 cm	1	100	100	600	220	50	0.85	3.21
		KK Lantai	4	125	500					
20	KK-7/9	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01

Lanjutan Tabel 4.23 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
21	KK-7/10	KK Dinding 40 cm	3	100	300	675	220	50	0.85	3.61
		KK Lantai	3	125	375					
22	KK-7/11	KK Dinding 40 cm	4	100	400	650	220	50	0.85	3.48
		KK Lantai	2	125	250					
23	KK-7/12	KK Dinding 40 cm	2	100	200	450	220	50	0.85	2.41
		KK Lantai	2	125	250					
24	KK-7/13	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
25	KK-7/14	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
26	KK-7/15	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
27	KK-7/16	KK Lantai	6	125	750	750	220	50	0.85	4.01
28	KK-7/17	KK Dinding 40 cm	4	100	400	650	220	50	0.85	3.48
		KK Lantai	2	125	250					
29	KK-7/18	KK Dinding 40 cm	3	100	300	675	220	50	0.85	3.61
		KK Lantai	3	125	375					
30	KK-7/19	KK Dinding 40 cm	3	100	300	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
		KK Lantai	1	125	125					
31	KK-7/20	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 29,62 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 30,35 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 29,34 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 16700 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 30,35 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 30,35 * 125\% = 37,93 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 37,93 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 40A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 7.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 40A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 10mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 68A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 7.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 10\text{mm}^2 * 50\% = 5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 10mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.16. Panel PP AC Lantai 7

Panel PP AC Lantai 7 untuk menyuplai daya power AC Lantai 7.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 7 adalah 16A.

##### 1. Perhitungan MCB grup

##### a. MCB grup 34 (PP AC-7/34)

o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 9000 BTU/H x 1 buah = 690 Watt

o Total daya beban terpasang (P) = 690 Watt

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{690}{220 * 0,7} = 4,5A$$

##### b. MCB grup 41 (PP AC-7/41)

o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 Watt

o Total daya beban terpasang (P) = 1890 Watt

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1A$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (1) untuk grup panel 1-40 dan (2) untuk grup panel 41-53, akan ditampilkan pada tabel 4.24 Sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
1	PP AC-7/01	KIPAS DINDING	1	50	50	50	220	50	0.7	0.32
2	PP AC-7/02	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
3	PP AC-7/03	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
4	PP AC-7/04	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
5	PP AC-7/05	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
6	PP AC-7/06	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
7	PP AC-7/07	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
8	PP AC-7/08	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
9	PP AC-7/09	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
10	PP AC-7/10	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
11	PP AC-7/11	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
12	PP AC-7/12	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
13	PP AC-7/13	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
14	PP AC-7/14	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
15	PP AC-7/15	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
16	PP AC-7/16	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
17	PP AC-7/17	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
18	PP AC-7/18	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
19	PP AC-7/19	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
20	PP AC-7/20	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51

Lanjutan Tabel 4.24 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
21	PP AC-7/21	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
22	PP AC-7/22	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
23	PP AC-7/23	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
24	PP AC-7/24	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
25	PP AC-7/25	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
26	PP AC-7/26	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
27	PP AC-7/27	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
28	PP AC-7/28	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
29	PP AC-7/29	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
30	PP AC-7/30	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
31	PP AC-7/31	Wall Mounted 6820 BTU/H	1	540	540	540	220	50	0.7	3.51
32	PP AC-7/32	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
33	PP AC-7/33	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
34	PP AC-7/34	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
35	PP AC-7/35	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
36	PP AC-7/36	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
37	PP AC-7/37	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
38	PP AC-7/38	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
39	PP AC-7/39	Wall Mounted 9000 BTU/H	1	690	690	690	220	50	0.7	4.48
40	PP AC-7/40	Wall Mounted 18000 BTU/H	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.90



Lanjutan Tabel 4.24 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 7:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 7</b>										
41	PP AC-7/41	AC CASSETTE 13000	1	1240	1240	1240	380	50	0.7	2.69
42	PP AC-7/42	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
43	PP AC-7/43	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
44	PP AC-7/44	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
45	PP AC-7/45	AC CASSETTE 21000	1	2120	2120	2120	380	50	0.7	4.60
46	PP AC-7/46	AC CASSETTE 21000	1	2120	2120	2120	380	50	0.7	4.60
47	PP AC-7/47	AC CASSETTE 21000	1	2120	2120	2120	380	50	0.7	4.60
48	PP AC-7/48	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
49	PP AC-7/49	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
50	PP AC-7/50	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
51	PP AC-7/51	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
52	PP AC-7/52	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
53	PP AC-7/53	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 92,9 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 93,4 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 92,9 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 46009 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 93,4 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 93,4 * 125\% = 116,75 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 1116,75 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 125A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 7.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 125A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 50mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 173A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 7.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 50\text{mm}^2 \times 50\% = 25\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.17. Panel LP & PP Lantai 8

Panel penerangan dan kotak kontak lantai 8. Semua rating MCB grup pada panel LP & PP lantai 8 adalah 16A.

##### 1. MCB grup 8 (PL-8/08)

- Beban terpasang:
  - LED Lamps 10W x 37 buah = 370 Watt
  - LED Lamps 10W + Battery x 5 buah = 50 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 420 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{420}{220 * 0,85} = 2,25 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.25 Sebagai berikut:

Tabel 4. 25 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 8:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 8</b>										
1	PL-8/01	Led lamps 14W	23	14	322	336	220	50	0.85	1.80
		+ Battery	1	14	14					
2	PL-8/02	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
3	PL-8/03	Led lamps 14W	29	14	406	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	1	14	14					
4	PL-8/04	Led lamps 14W	16	14	224	238	220	50	0.85	1.27
		+ Battery	1	14	14					
5	PL-8/05	Led lamps 14W	44	14	616	672	220	50	0.85	3.59
		+ Battery	4	14	56					
6	PL-8/06	Led lamps 14W	45	14	630	672	220	50	0.85	3.59
		+ Battery	3	14	42					
7	PL-8/07	Led lamps 14W	56	14	784	868	220	50	0.85	4.64
		+ Battery	6	14	84					
8	PL-8/08	Led lamps 10W	37	10	370	420	220	50	0.85	2.25
		+ Battery	5	10	50					
9	PL-8/09	Led lamps 10W	12	10	120	167	220	50	0.85	0.89
		+ Battery	2	10	20					
		Led T8 9W	2	9	18					
		+ Battery	1	9	9					

Lanjutan Tabel 4.25 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 8:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 8</b>										
10	KK-8/01	KK Dinding 40 cm	4	100	400	500	220	50	0.85	2.67
		KK Dinding 150 cm	1	100	100					
11	KK-8/02	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
12	KK-8/03	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
13	KK-8/04	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
14	KK-8/05	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
15	KK-8/06	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
16	KK-8/07	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
17	KK-8/08	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
18	KK-8/09	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
19	KK-8/10	KK Lantai	4	125	500	600	220	50	0.85	3.21
		KK Dinding 40 cm	1	100	100					
20	KK-8/11	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
21	KK-8/12	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
22	KK-8/13	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14
23	KK-8/14	KK Dinding 40 cm	4	100	400	400	220	50	0.85	2.14

Lanjutan Tabel 4.25 Hasil perhitungan arus beban pada panel LP &amp; PP Lantai 8:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI 8</b>										
24	KK-8/15	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					
25	KK-8/16	KK Lantai	4	125	500	600	220	50	0.85	3.21
		KK Dinding 40 cm	1	100	100					
26	KK-8/17	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
27	KK-8/18	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
28	KK-8/19	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
29	KK-8/20	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
30	KK-8/21	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
31	KK-8/22	KK Lantai	4	125	500	500	220	50	0.85	2.67
32	KK-8/23	KK Dinding 40 cm	4	100	400	775	220	50	0.85	4.14
		KK Lantai	1	125	125					
		KK Projector	1	250	250					
33	KK-8/24	KK Dinding 40 cm	2	100	200	525	220	50	0.85	2.81
		KK Dinding 150 cm	2	100	200					
		KK Lantai	1	125	125					

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 29,64 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 30,91 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 28,34 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 16631 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 30,91 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 30,91 * 125\% = 38,64 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 38,64 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 50A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.



#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PL & PP Lantai 8.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 50A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 10mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 68A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PL & PP Lantai 8.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 10\text{mm}^2 * 50\% = 5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.18. Panel PP AC Lantai 8

Panel PP AC Lantai 8 untuk menyuplai daya power AC Lantai 8.

Semua rating MCB grup Panel Power AC Lantai 8 adalah 16A.

##### 1. Perhitungan MCB grup

###### a. MCB grup 10 (PP AC-8/10)

o Beban terpasang:

- AC SPLIT Wall Mounted 4750 BTU/H x 1 buah = 340 W

o Total daya beban terpasang (P) = 340 W

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{340}{220 * 0,7} = 2,21 \text{ A}$$

##### 2. MCB grup 22 (PP AC-8/22)

o Beban terpasang:

- AC CASSETTE 18000BTU/H x 1 buah = 1890 W

o Total daya beban terpasang (P) = 1890 W

o Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

o Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$

o Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos \Phi} = \frac{1890}{\sqrt{3} * 380 * 0,7} = 4,1 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya menggunakan rumus yang sama (1) untuk grup panel 1-21 dan (2) untuk grup panel 22-35, akan ditampilkan pada tabel 4.26 Sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 8:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 8</b>										
1	PP AC-8/01	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
2	PP AC-8/02	KIPAS DINDING	2	50	100	200	220	50	0.7	1.30
3	PP AC-8/03	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
4	PP AC-8/04	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
5	PP AC-8/05	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
6	PP AC-8/06	KIPAS DINDING	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
7	PP AC-8/07	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
8	PP AC-8/08	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
9	PP AC-8/09	EXHAUST FAN	3	50	150	450	220	50	0.7	2.92
10	PP AC-8/10	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
11	PP AC-8/11	Wall Mounted 4750 BTU/H	1	340	340	340	220	50	0.7	2.21
12	PP AC-8/12	Wall Mounted 18000 BTU/H	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.90
13	PP AC-8/13	Wall Mounted 18000 BTU/H	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.90
14	PP AC-8/14	Wall Mounted 18000 BTU/H	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.90
15	PP AC-8/15	Wall Mounted 18000 BTU/H	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.90

Lanjutan Tabel 4.26 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP AC Lantai 8:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PP AC LANTAI 8</b>										
16	PP AC-8/16	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
17	PP AC-8/17	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
18	PP AC-8/18	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
19	PP AC-8/19	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
20	PP AC-8/20	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
21	PP AC-8/21	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
22	PP AC-8/22	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
23	PP AC-8/23	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
24	PP AC-8/24	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
25	PP AC-8/25	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
26	PP AC-8/26	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
27	PP AC-8/27	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
28	PP AC-8/28	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
29	PP AC-8/29	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
30	PP AC-8/30	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
31	PP AC-8/31	AC CASSETTE 18000	1	1890	1890	1890	380	50	0.7	4.10
32	PP AC-8/32	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
33	PP AC-8/33	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
34	PP AC-8/34	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49
35	PP AC-8/35	AC CASSETTE 26000	1	2530	2530	2530	380	50	0.7	5.49

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 153,7 A

✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 148,5 A

✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 147,6 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 49270 W (total semua grup)

✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$

✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 153,7 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)

✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 153,7 * 125\% = 192,125A$$

✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.

✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 192,125 A$ ).

✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 225 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke panel PP AC Lantai 8.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 225A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 95mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 266A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP AC Lantai 8.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 95\text{mm}^2 \times 50\% = 47,5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 50mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.19. PP OBSTRUCTION

##### 1. MCB grup 1 (PP OBSTRUCTION/01)

- Beban terpasang:
  - Obstruction Lamp 100 x 1 buah = 100 Watt
- Total daya beban terpasang (P) = 100 Watt
- Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- Asumsi  $\cos \Phi = 0,7$
- Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{100}{220 * 0,7} = 0,6 \text{ A}$$

##### 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 0,6 A

##### 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang (P) = 100 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang (I) = 0,6 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 0,6 * 125\% = 0,75 \text{ A}$$

- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCB 1 fasa (*miniature circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 0,6 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 20 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP ATAP ke panel PP Obstruction.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari 3 inti; yaitu untuk fasa R, netral, dan Grounding
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 20A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 3 x 4mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 34A.

#### 5) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ MCB 1P 10A untuk Surge Arrester
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.



#### 4.4.2.20. PP ATAP

Semua rating MCB grup pada PP ATAP adalah 16A,

1. MCB grup 1 (PP ATAP/01)

○ Beban terpasang:

- Round lamp 5 x 3 buah = 15 W

○ Total daya beban terpasang (P) = 15 W

○ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 220V / 1 / 50Hz (PLN)

○ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$

○ Arus beban terpasang (I) :

$$I = \frac{P}{V_{LN} * \cos \Phi} = \frac{15}{220 * 0,85} = 0,1A$$

Adapun perhitungan untuk grub MCB dan KK Dinding sebesar 100 W selanjutnya menggunakan rumus yang sama akan ditampilkan pada tabel 4.27 Sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP ATAP:

No	Grub Panel	Jenis Beban Terpasang	Jumlah Beban	Daya (W)	Total Daya Beban (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos $\phi$	Arus Beban Terpasang (A)
<b>PL&amp;PP-LANTAI ATAP</b>										
1	PL-ATAP/01	Round Wall Lamp	3	5	15	15	220	50	0.85	0.1
2	PL-ATAP/02	Round Wall Lamp	8	5	40	40	220	50	0.85	0.2
3	PL-ATAP/03	Round Wall Lamp	10	5	50	50	220	50	0.85	0.3
4	PL-ATAP/04	Round Wall Lamp	9	5	45	45	220	50	0.85	0.2
5	PL-ATAP/05	Round Wall Lamp	4	5	20	20	220	50	0.85	0.1
6	PL-ATAP/06	Round Wall Lamp	7	5	35	35	220	50	0.85	0.2
7	PL-ATAP/07	SPARE	1	2000	2000	2000	220	50	0.85	10.7
8	PL-ATAP/08	SPARE	1	2000	2000	2000	220	50	0.85	10.7
9	PL-ATAP/09	SPARE	1	2000	2000	2000	220	50	0.85	10.7
10	PL-ATAP/10	LED T8	4	14	56	456	220	50	0.85	2.4
		KK DINDING	4	100	400					
11	PL-ATAP/11	LED T8	4	14	56	456	220	50	0.85	2.4
		KK DINDING	4	100	400					
12	PP AC/01	Split Wall Mounted 18000 BTUH	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.9
13	PP AC/02	Split Wall Mounted 18000 BTUH	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.9
14	PP AC/03	Split Wall Mounted 18000 BTUH	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.9
15	PP AC/04	Split Wall Mounted 18000 BTUH	1	1832	1832	1832	220	50	0.7	11.9

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 25,4 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 37,3 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 23,0 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 14477 W (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 37,3 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 37,3 * 125\% = 42,625A$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 42,625 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 50 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP ATAP ke panel PP ATAP.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 50A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 10mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 68A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP ATAP ke PP ATAP.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 10\text{mm}^2 \times 50\% = 5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 10mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Kontaktor Magnetik 3P 40A Normaly Close dengan timer.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

#### 4.4.2.21. SDP ATAP

SDP ATAP adalah panel yang terpasang sebagai penyuplai dari SDP Gedung. Beberapa peralatan/panel yang terdapat pada SDP ATAP antara lain: PP Obstruction, PP Atap, PP Gondola, dan PK Boster Pump. Untuk perhitungan beban PP Gondola dan PK Boster Pump hanya bersifat asumsi, berikut adalah tabel SDP ATAP:

Tabel 4. 28 Hasil perhitungan arus beban pada panel SDP ATAP:

No	Nama Panel	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL				
			KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T
1	PP OBSTRUCTION	LT. ATAP	0.1	0.1	0.6	0.0	0.0	1.0	0.4	0.4	0.6	0.0	0.0
2	PP ATAP	LT. ATAP	18.8	14.5	25.4	37.3	23.0	0.7	13.3	10.0	17.8	26.1	16.1
3	PP GONDOLA	LT. ATAP	15.7	11.0	23.9	23.9	23.9	0.8	11.1	9.4	19.1	19.1	19.1
4	PK BOSTER PUMP	LT. ATAP	8.6	6.0	13.0	13.0	13.0	0.5	3.8	3.2	6.5	6.5	6.5
<b>JUMLAH</b>			<b>43.3</b>	<b>31.6</b>	<b>63.0</b>	<b>74.2</b>	<b>59.9</b>		<b>28.6</b>	<b>23.0</b>	<b>44.1</b>	<b>51.7</b>	<b>41.7</b>
<b>SATUAN</b>			<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

#### 1) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut:

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 63,0 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 74,2 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 59,9 A

#### 2) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang (P) = 31,6 kW (total semua grup)
- ✓ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$

- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 74,2 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ):
 
$$I_{KHA} = I * 125\% = 74,2 * 125\% = 92,75A$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 92,75 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 100 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

### 3) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke SDP ATAP.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 100A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 35mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 149A.

### 4) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke SDP ATAP.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 25mm^2 * 50\% = 12,5mm^2$

- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 16mm<sup>2</sup>.

#### 5) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCCB cadangan 2 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ MCB 4P 10A untuk Surge Arrester
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Volt meter lengkap dengan selector switch, berfungsi sebagai indicator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.

#### 4.4.2.22. SDP LIFT

SDP LIFT merupakan Sub Distribution Panel yang mensuplai daya ke masing-masing panel lift. Terdapat 4 unit lift di Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta. Untuk SDP LIFT, Beban yang didapat hanya bersifat asumi, berikut adalah tabel SDP LIFT:

Tabel 4. 29 Hasil perhitungan arus beban pada panel SDP LIFT

No	Nama Panel	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY				
			KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T	KVA	KW	R	S	T
1	PP LIFT 1	LT. ATAP	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9	1.0	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9
2	PP LIFT 2	LT. ATAP	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9	0.8	16.8	11.3	25.4	25.4	25.4	16.8	11.3	25.4	25.4	25.4
3	PP LIFT 3	LT. ATAP	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9	0.8	16.8	11.3	25.4	25.4	25.4	16.8	11.3	25.4	25.4	25.4
4	PP LIFT 4	LT. ATAP	22.4	15.0	33.9	33.9	33.9	0.6	13.4	9.0	20.3	20.3	20.3	13.4	9.0	20.3	20.3	20.3
<b>JUMLAH</b>			<b>89.6</b>	<b>60.0</b>	<b>135.6</b>	<b>135.6</b>	<b>135.6</b>		<b>69.4</b>	<b>46.5</b>	<b>105.1</b>	<b>105.1</b>	<b>105.1</b>	<b>69.4</b>	<b>46.5</b>	<b>105.1</b>	<b>105.1</b>	<b>105.1</b>
<b>SATUAN</b>			<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

**TOTAL BEBAN  
LISTRIK  
NORMAL**

<b>TOTAL KVA</b>	<b>69.4</b>	<b>TOTAL KVA</b>	<b>69.4</b>
<b>TOTAL KW</b>	<b>46.5</b>	<b>TOTAL KW</b>	<b>46.5</b>

**TOTAL BEBAN  
LISTRIK  
EMERGENCY**



### 1) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 135,6 A

✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 135,6 A

✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 135,6 A

### 2) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 60 kW (total semua grup)

✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,67$

✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 135,6 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)

✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 135,6 * 125\% = 169,5A$$

✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.

✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 169,5 A$ ).

✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 200 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

### 3) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke SDP LIFT.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan Mica, XLPE isolasi PVC, yaitu kabel FRC.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 200 A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah FRC 4 x 95mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 309A.

### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke SDP LIFT.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 95\text{mm}^2 \times 50\% = 47,5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 50mm<sup>2</sup>.

### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCCB cadangan 2 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ MCB 4P 10A untuk Surge Arrester
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

- ✓ Volt meter lengkap dengan selector switch, berfungsi sebagai indikator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.
- ✓ DOL (direct online) motor starter lengkap dengan tombol on dan off, berfungsi sebagai saklar ventilasi mekanik.

#### 4.4.2.23. PP PRESSURISE FAN

Tabel 4. 30 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP PRESSURISE FAN

No	Nama Panel	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					BEBAN EMERGENCY				
			KVA	KW	R	S	T	KVA	KW	R	S	T
1	PC Pressurise Fan	LANTAI 1	18.75	15	28.5	28.5	28.5	18.75	15	28.5	28.5	28.5

TOTAL BEBAN LISTRIK TERSAMBUNG		TOTAL BEBAN LISTRIK EMERGENCY	
TOTAL KVA	18.8	TOTAL KVA	18.8
TOTAL KW	15.0	TOTAL KW	15.0

#### 1) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 28,5 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 28,5 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 28,5 A

#### 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang (P) = 15 kW (total semua grup)
- ✓ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)

- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,8$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 28,5 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :
 
$$I_{KHA} = I * 125\% = 28,5 * 125\% = 35,625A$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (MCB Grup 50A) dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 35,625 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 60 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

#### 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke PP Pressurise Fan.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan Mica, XLPE, dan isolasi PVC, yaitu kabel FRC.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 60A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah FRC  $4 \times 16\text{mm}^2$  dengan KHA sebesar 99A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP Pressurise Fan.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):

- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 16\text{mm}^2 \times 50\% = 8\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 16mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCCB cadangan 1 buah dan MCB cadangan 2 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Volt meter lengkap dengan selector switch, berfungsi sebagai indicator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.
- ✓ SD (singel direct ) motor starter lengkap dengan tombol on dan off, berfungsi sebagai saklar ventilasi mekanik.

#### 4.4.2.24. PP ELEKTRONIK

PP Elektronik merupakan panel yang terpasang sebagai pensuplai daya dari SDP Gedung. Beberapa peralatan yang terdapat pada PP. Elektronik seperti Fire Alarm, Sound System dan beberapa peralatan lainnya. untuk mendukung kinerja agar lebih efektif dan tidak terjadi gangguan listrik maka pada PP Elektronik ini di berikan UPS sebagai *Back up* ketika terjadigangguan listrik baik dari PLN maupun GENSET. Untuk perhitungan beban pada PP Elektronik hanya bersifat asumsi, berikut adalah tabel PP Elektronik:

Tabel 4. 31 Hasil perhitungan arus beban pada panel PP Elektronik

No	Nama Panel	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY				
			KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T	KVA	KW	R	S	T
1	FIRE ALARM	FIRE ALARM	1.2	1.0			5.3	0.7	0.8	0.7			3.7	0.8	0.7			3.7
2	SOUND SYSTEM	SOUND SYSTEM	1.8	1.5	8.0			0.7	1.2	1.1	5.6			1.2	1.1	5.6		
3	TELEPHONE	TELEPHONE	1.2	1.0		5.3		0.7	0.8	0.7		3.7	0.8	0.7		3.7		
4	DATA	DATA	1.8	1.5			8.0	0.7	1.2	1.1			5.6	1.2	1.1			5.6
5	CCTV	CCTV	1.4	1.2	6.4			0.7	1.0	0.8	4.5			1.0	0.8	4.5		
<b>JUMLAH</b>			<b>7.3</b>	<b>6.2</b>	<b>14.4</b>	<b>5.3</b>	<b>13.4</b>		<b>5.1</b>	<b>4.3</b>	<b>10.1</b>	<b>3.7</b>	<b>9.4</b>	<b>5.1</b>	<b>4.3</b>	<b>10.1</b>	<b>3.7</b>	<b>9.4</b>
<b>SATUAN</b>			<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

**TOTAL BEBAN LISTRIK  
NORMAL**

**TOTAL BEBAN LISTRIK  
EMERGENCY**

<b>TOTAL KVA</b>	<b>5.1</b>	<b>TOTAL KVA</b>	<b>5.1</b>
<b>TOTAL KW</b>	<b>4.3</b>	<b>TOTAL KW</b>	<b>4.3</b>

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 14,4 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 5,3 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 13,4 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang ( $P$ ) = 6,2 kW (total semua grup)
- ✓ Tegangan ( $V$ ) / Fasa / Frekuensi ( $F$ ) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 14,4 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :  

$$I_{KHA} = I * 125\% = 14,4 * 125\% = 18A$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 18 A$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 50 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

## 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari SDP Gedung ke PP Elektronik..

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan Mica, XLPE, dan isolasi PVC, yaitu kabel FRC.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 50A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah FRC 4 x 10mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 74A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari SDP Gedung ke PP Elektronik.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 10\text{mm}^2 * 50\% = 5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 10mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari. MCB 4P 10A untuk Surge Arrester
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Volt meter lengkap dengan selector switch, berfungsi sebagai indicator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.



#### 4.4.2.25. SDP POMPA

SDP Pompa merupakan panel sub distribution listrik menuju ruang pompa untuk mensuplai daya listrik ke pompa. Beberapa peralatan yang terdapat diruang pompa yaitu pompa air bersih, pompa kurus, pompa *deep well*, dan *equipment filter*. Untuk perhitungan pada SDP Pompa, beban yang didapatakan hanya bersifat asumsi, berikut adalah tabel distribusi listrik SDP Pompa:

Tabel 4. 32 Hasil perhitungan arus beban pada panel SDP Pompa

No	Nama Panel	FUNGSI	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL				
			KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T
1	PK POMPA AB	RUMAH POMPA	25.7	18.0	39.1	39.1	39.1	0.5	12.9	10.9	19.5	19.5	19.5
2	PK KURAS GWT	RUMAH POMPA	2.9	2.0	4.3	4.3	4.3	0.5	1.4	1.2	2.2	2.2	2.2
3	PK DEEP WELL	RUMAH POMPA	9.3	6.5	14.1	14.1	14.1	1.0	9.3	7.9	14.1	14.1	14.1
4	PK FWT	RUMAH POMPA	4.3	3.0	6.5	6.5	6.5	0.7	3.0	2.6	4.6	4.6	4.6
<b>JUMLAH</b>			<b>42.1</b>	<b>29.5</b>	<b>64.0</b>	<b>64.0</b>	<b>64.0</b>		<b>26.6</b>	<b>22.6</b>	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>	<b>40.4</b>
<b>SATUAN</b>			<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

#### TOTAL BEBAN LISTRIK NORMAL

<b>TOTAL KVA</b>	<b>26.6</b>
<b>TOTAL KW</b>	<b>22.6</b>

#### 1) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Beban dari semua grup dibagi ke dalam fasa R, S dan T, sehingga arus beban terpasang pada ketiga fasa tersebut seimbang atau mendekati. Pembagian beban selengkapnya dapat dilihat pada bab lampiran, masing-masing nilai arus beban terpasang per fasenya dari jumlah semua grup antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 64,0 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 64,0 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 64,0 A

## 2) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Total daya beban terpasang (P) = 29,5 kW (total semua grup)
- ✓ Tegangan (V) / Fasa / Frekuensi (F) = 380V / 3 / 50Hz (PLN)
- ✓ Asumsi  $\cos \Phi = 0,85$
- ✓ Arus beban terpasang (I) = 64,0 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :
 
$$I_{KHA} = I * 125\% = 64,0 * 125\% = 80 \text{ A}$$
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup dan KHA kabel instalasi ( $I_{KHA} = 80 \text{ A}$ ).
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 100 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

## 3) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari LVMDP ke SDP Pompa.

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 100A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 35mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 149A.

#### 4) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari LVMDP ke SDP Pompa..

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 35\text{mm}^2 \times 50\% = 17,5\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 25mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCB surge Arrester 1 buah dan MCB cadangan 2 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Digital Power Meter berfungsi sebagai indicator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.

#### 4.4.2.26. SDP GEDUNG

SDP Gedung merupakan panel sub distribution listrik menuju ruang kontrol untuk mensuplai daya listrik ke beban yang ada dalam gedung. Beberapa peralatannya yaitu beban penerangan, kotak kontak, power AC, PP elektronik, SDP Lift, PP Presurrise Fan, SDP Atap. Berikut adalah tabel distribusi listrik SDP Gedung:

Tabel 4. 33 Hasil perhitungan arus beban pada panel SDP GEDUNG

No	Nama Panel	LOKASI	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY				
			KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T	KVA	KW	R	S	T
1	SDP LIFT	LANTAI ATAP	89.6	60.0	135.6	135.6	135.6	0.8	69.4	46.5	105.1	105.1	105.1	69.4	46.5	105.1	105.1	105.1
2	PC Pressurise Fan	LANTAI 1	18.8	15.0	28.5	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	15.0	28.5	28.5	28.5
3	PP ELEKTRONIK	LANTAI 1	7.3	6.2	14.4	5.3	13.4	0.7	5.1	4.3	10.1	3.7	9.4	5.1	4.3	10.1	3.7	9.4
4	LP & PP Lantai SB	LANTAI SB	6.3	5.4	10.8	10.7	10.8	0.7	5.0	4.2	7.5	7.5	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	LP & PP Lantai 1	LANTAI 1	9.8	8.4	14.8	14.9	15.1	0.7	6.8	5.8	10.3	10.4	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	PP AC Lantai 1	LANTAI 1	88.5	75.2	165.7	162.4	161.5	0.7	76.3	64.9	116.0	113.7	113.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	LP & PP Lantai 2	LANTAI 2	8.9	7.6	13.7	15.3	14.4	0.7	6.3	5.4	9.6	10.7	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	PP AC Lantai 2	LANTAI 2	46.6	39.6	86.2	86.2	85.6	0.7	39.7	33.8	60.4	60.4	59.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	LP & PP Lantai 3	LANTAI 3	9.4	8.0	14.3	13.7	14.5	0.7	6.6	5.6	10.0	9.6	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	PP AC Lantai 3	LANTAI 3	60.6	51.5	110.9	111.5	112.8	0.7	51.1	43.4	77.6	78.0	78.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	PP SERVER	LANTAI 3	11.5	9.8	15.0	15.0	22.5	0.7	6.9	5.9	10.5	10.5	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	LP & PP Lantai 4	LANTAI 4	12.6	10.7	19.0	18.8	19.3	0.7	8.7	7.4	13.3	13.1	15.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	PP AC Lantai 4	LANTAI 4	57.6	48.9	102.4	102.4	113.8	0.7	47.2	40.1	71.6	71.6	79.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	LP & PP Lantai 5	LANTAI 5	13.2	11.2	20.6	20.6	18.6	0.7	9.5	8.1	14.4	14.4	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	PP AC Lantai 5	LANTAI 5	56.7	48.2	112.1	110.7	114.1	0.7	51.7	43.9	78.5	77.5	79.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	LP & PP Lantai 6	LANTAI 6	13.2	11.2	20.6	20.6	18.6	0.7	9.5	8.1	14.4	14.4	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	PP AC Lantai 6	LANTAI 6	56.7	48.2	108.3	120.2	108.5	0.7	38.6	32.8	58.7	69.1	54.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	LP & PP Lantai 7	LANTAI 7	19.6	16.7	29.6	30.3	29.3	0.7	13.6	11.6	20.7	21.2	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	PP AC Lantai 7	LANTAI 7	54.1	46.0	92.9	93.4	92.9	0.7	42.8	36.4	65.1	65.4	65.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	LP & PP Lantai 8	LANTAI 8	19.6	16.6	29.6	30.9	28.4	0.7	13.7	11.6	20.7	21.6	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	PP AC Lantai 8	LANTAI 8	58.0	49.3	153.7	148.5	147.6	0.7	70.8	60.2	107.6	104.0	103.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	SDP ATAP	LANTAI ATAP	43.3	31.6	63.0	74.2	59.9	0.8	28.6	23.0	44.1	51.7	41.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>JUMLAH</b>			<b>761.7</b>	<b>625.2</b>	<b>1361.7</b>	<b>1369.7</b>	<b>1365.6</b>		<b>607.9</b>	<b>502.9</b>	<b>926.3</b>	<b>933.7</b>	<b>927.0</b>	<b>93.3</b>	<b>65.8</b>	<b>143.7</b>	<b>137.3</b>	<b>142.9</b>
<b>SATUAN</b>			<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

**TOTAL BEBAN  
LISTRIK  
NORMAL**

<b>TOTAL KVA</b>	<b>607.9</b>	<b>TOTAL KVA</b>	<b>93.3</b>
<b>TOTAL KW</b>	<b>502.9</b>	<b>TOTAL KW</b>	<b>65.8</b>

**TOTAL BEBAN  
LISTRIK  
EMERGENCY**

## 2) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Setelah dikalikan dengan faktor keserempakan, estimasi beban yang tadinya sebesar 761,7 kVA (beban listrik terpasang) menjadi 607,9 kVA (beban maksimum normal). Maka, arus listriknya dapat dihitung, antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 926,3 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 933,7 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 927,0 A

## 3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 933,7 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 1000 A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

## 4) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari Sumur *Grounding* ke SDP Gedung.

- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 933,7 * 125\% = 1167,125 \text{ A}$$

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.

- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 1000A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 3 x (4 x 1 x 240 )mm<sup>2</sup> dengan KHA sebesar 1509A.

#### 5) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari sumur *grounding* ke SDP Gedung.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 240\text{mm}^2 \times 50\% = 120\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 150mm<sup>2</sup>.

#### 6) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCCB cadangan 3 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.
- ✓ Volt meter lengkap dengan selector switch, berfungsi sebagai indicator Tegangan listrik dari PLN.
- ✓ Ampere meter lengkap dengan trafo CT, berfungsi sebagai indikator arus listrik per fasa.

#### 4.4.3 Pembagian Beban Normal dan Beban *Emergency*

Pembebanan pada SDP Gedung (Sub distribution panel gedung) terbagi menjadi dua, yaitu beban normal dan *emergency*. Kedua busbar (beban normal dan *emergency*) dihubungkan dengan MCCB yang disebut dengan bus coupler. Pada saat keadaan normal, bus coupler menutup dan beban normal aktif. Pada saat keadaan normal, beban *emergency* pun dapat digunakan. Ketika terjadi gangguan, bus coupler terbuka, beban normal mati dan beban *emergency* tetap on. Adapun pembagiannya antara lain sebagai berikut.

##### A. Beban Normal

Berikut ini adalah panel-panel listrik yang termasuk dalam kelompok beban normal.

- |                     |                    |                              |
|---------------------|--------------------|------------------------------|
| - LP & PP Lantai SB | - LP & PP Lantai 5 | - SDP ATAP                   |
| - LP & PP Lantai 1  | - PP AC Lantai 5   | ▪ PP Obstruction             |
| - PP AC Lantai 1    | - LP & PP Lantai 6 | ▪ PP Atap                    |
| - LP & PP Lantai 2  | - PP AC Lantai 6   | ▪ PK Gondola                 |
| - PP AC Lantai 2    | - LP & PP Lantai 7 | ▪ PK Boster Pump             |
| - LP & PP Lantai 3  | - PP AC Lantai 7   | - SDP POMPA                  |
| - PP AC Lantai 3    | - LP & PP Lantai 8 | ▪ PK Pompa Air Bersih        |
| - PP Server         | - PP AC Lantai 8   | ▪ PK Pompa Kuras             |
| - LP & PP Lantai 4  | - PP Power House   | ▪ PK <i>Deepwell</i>         |
| - PP AC Lantai 4    | - PK STP           | ▪ PK <i>Equipmemt Filter</i> |

##### B. Beban *Emergency*

Berikut ini adalah panel-panel listrik yang termasuk dalam kelompok beban *emergency*.

- |            |                 |                     |
|------------|-----------------|---------------------|
| - SDP LIFT | - PP Elektronik | - PC Presurrise Fan |
|------------|-----------------|---------------------|

#### 4.4.4 Faktor keserempakan

Faktor keserempakan adalah perbandingan antara beban maksimum dari suatu kumpulan beban dari sistem terhadap jumlah beban maksimum dari masing-masing unit beban. Faktor keserempakan ditunjukkan dalam persentase, misalnya: faktor keserempakan untuk panel PP AC Lantai 1 adalah 70%. Faktor keserempakan ini nantinya akan menjadi faktor pengali beban listrik terpasang (VA) untuk menghitung beban listrik maksimum. Rumus perhitungannya antara lain sebagai berikut.

$$S_{Max} = FK * S_{TERPASANG}$$

Dimana,  $S_{MAX}$  = Beban listrik maksimum (VA)  
 $S_{TERPASANG}$  = Beban listrik terpasang (VA)  
 FK = Faktor keserempakan (%)

#### 4.4.5 Skedul Beban LVMDP

LVMDP merupakan sumber dari semua panel yang terdapat pada gedung. Dari LVMDP lalu disuplai menuju ke panel-panel diseluruh area gedung, berikut adalah tabel 4.34 perhitungan skedul beban LVMDP:



Tabel 4. 34 Perhitungan skedul beban LVMDP

No	Nama Panel	BEBAN TERSAMBUNG					FK	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY				
		KVA	KW	R	S	T		KVA	KW	R	S	T	KVA	KW	R	S	T
1	SDP GEDUNG	761.7	625.2	1,361.7	1,369.7	1,365.6	0.7	607.9	502.9	926.3	933.7	927.0	93.3	65.8	143.7	137.3	142.9
2	SDP POMPA	42.1	29.5	64.0	64.0	64.0	0.7	26.6	22.6	40.4	40.4	40.4					
3	PK STP	22.9	16.0	34.7	34.7	34.7	0.7	16.0	11.2	24.3	24.3	24.3					
4	PP POWER HOUSE	13.3	10.0	20.3	20.3	20.3	1.0	13.3	10.0	20.3	20.3	20.3					
<b>JUMLAH</b>		<b>840.0</b>	<b>680.7</b>	<b>1,480.7</b>	<b>1,488.7</b>	<b>1,484.6</b>		<b>663.8</b>	<b>546.7</b>	<b>1,011.2</b>	<b>1,018.6</b>	<b>1,011.9</b>	<b>93.3</b>	<b>65.8</b>	<b>143.7</b>	<b>137.3</b>	<b>142.9</b>
<b>SATUAN</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>		<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

**TOTAL BEBAN LISTRIK NORMAL****(TANPA KAPASITOR BANK)**

TOTAL KVA	663.8
TOTAL KW	546.7

**TOTAL BEBAN LISTRIK****EMERGENCY**

TOTAL KVA	93.3
TOTAL KW	65.8

**TOTAL BEBAN LISTRIK NORMAL****JIKA FAKTOR DAYA = 0.92 (KAPASITOR BANK)**

TOTAL KVA	594.2
TOTAL KW	546.7

**PERBAIKAN FAKTOR DAYA**

Faktor daya Instalasi	0.82
Faktor Daya Yang Dinginkan (Dikondisikan)	0.95
Kapasitor Yang Diperlukan (Kvar)	143.7

**INSTALASI KAPASITOR BANK**

Total Kapasitor Dipasang (kVAR)	300
Kapasitas Maksimal Yang Diaktifkan (kVAR)	125
Faktor Daya Dihasilkan	0.87

**BEBAN NORMAL DENGAN KAPASITOR BANK**

<b>SEMU</b>	<b>AKTIF</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
594.2	546.7	879.9	886.4	880.5
<b>KVA</b>	<b>KW</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

### 1) Pembagian Beban ke Fasa R, S, dan T

Setelah dikalikan dengan faktor keserempakan, estimasi beban yang tadinya sebesar 840,0 kVA (beban listrik terpasang) menjadi 663,8 kVA (beban maksimum normal). Maka, arus listriknya dapat dihitung, antara lain sebagai berikut.

- ✓ Fasa R ( $I_R$ ) = 1011,2 A
- ✓ Fasa S ( $I_S$ ) = 1018,6 A
- ✓ Fasa T ( $I_T$ ) = 1011,9 A

### 2) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- ✓ Arus beban terpasang ( $I$ ) = 1018,6 A pada fasa S (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- ✓ Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*miniature circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- ✓ Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 1250A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

### 3) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari Trafo ke LVMDP

- ✓ Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi ( $I_{KHA}$ ) :

$$I_{KHA} = I * 125\% = 1018,6 * 125\% = 1273,25 \text{ A}$$

- ✓ Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- ✓ Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- ✓ KHA kabel tidak boleh kurang dari 1250A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.

- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x (4 x 1 x 300mm<sup>2</sup>) dengan KHA sebesar 2208A.

#### 4) Kabel *grounding*

Kabel *grounding*, ditarik dari Sumur *Grounding* ke LVMDP.

- ✓ Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- ✓ Luas penampang minimal kabel ( $A_{GROUND}$ ):
- ✓  $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = (4 \times 300)\text{mm}^2 \times 50\% = 2 \times 300\text{mm}^2$
- ✓ Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah 2 BCC 300mm<sup>2</sup>.

#### 5) Komponen Lainnya

- ✓ Box panel, berfungsi sebagai wadah utama.
- ✓ Busbar untuk fasa R, fasa S, fasa T, netral, dan *grounding* ; berfungsi sebagai terminal.
- ✓ MCCB 4P cadangan 2 buah dan MCCB 3P cadangan 2 buah, untuk kebutuhan tertentu di kemudian hari.
- ✓ Pilot lamp lengkap dengan sekring, berfungsi sebagai lampu indicator setiap fasa.

Setelah melakukan perhitungan skedul beban seluruh yang terdapat dalam gedung, kemudian didapatkan besaran kebutuhan daya dan arus untuk gedung.

Total Daya Aktif dan Daya Semu

- Estimasi total daya semu yang tersambung = 994,9 kVA
- Estimasi total daya aktif yang tersambung = 805,7 kW
- Estimasi total beban normal = 688,9 kVA
- Estimasi total daya aktif normal = 567,4 kW

Dengan demikian dapat dihitung kebutuhan perbaikan faktor daya, menentukan kapasitas generator dan menentukan kapasitas transformator.

#### **4.4.6 Perbaikan Faktor Daya**

Setelah didapatkan besarnya total daya semu dan daya aktif, kemudian dapat dilakukan perhitungan daya reaktif agar dapat menentukan besarnya kapasitas kapasitor bank yang dibutuhkan sebagai upaya dalam memperbaiki daya pada gedung tersebut. Adapun rumus yang akan dipakai dalam menghitung daya reaktif yaitu:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Keterangan:

Q = Daya reaktif (VAR)

S = Daya semu (VA)

P = Daya aktif (W)

a. Menentukan total daya reaktif (VAR)

Menentukan besar daya reaktif diperoleh dari daya semu dan daya aktif yang telah dikalikan dengan faktor kebersamaan (estimasi). Adapun daya semu = 663,9 kVA dan daya aktif = 546,7 kW sehingga didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{663,9^2 - 546,7^2}$$

$$Q = 376,54 \text{ Kvar}$$

b. Menentukan besar nilai Cos  $\Phi$  (phi) sebelum perbaikan daya

Besar nilai Cos  $\Phi$  (phi) sebelum dilakukan perbaikan faktor daya didapatkan dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Cos } \Phi = \frac{P}{S}$$

$$\text{Cos } \Phi = \frac{546,7}{663,9}$$

$$\text{Cos } \Phi = 0,82$$

c. Perbaikan faktor daya

Dari hasil perhitungan diatas, Cos  $\Phi$  awal yang terdapat pada kampus Universitas Aisyiyah Yogyakarta yaitu sebesar 0.82 sedangkan Cos  $\Phi$  yang diperlukan untuk gedung yaitu sebesar 0,92. Perhitungan kapasitas kapasitor bank yang akan dipaang yaitu:

$$S1 = \frac{P}{0,92}$$

$$S1 = \frac{546,7}{0,92}$$

$$S1 = 594,2 \text{ kVA}$$

Sehingga perhitungan daya reaktif jika  $\cos \Phi$  sebesar 0,92 yaitu:

$$Q1 = \sqrt{S1^2 - P^2}$$

$$Q1 = \sqrt{594,2^2 - 546,7^2}$$

$$Q1 = 232,89 \text{ kVAR}$$

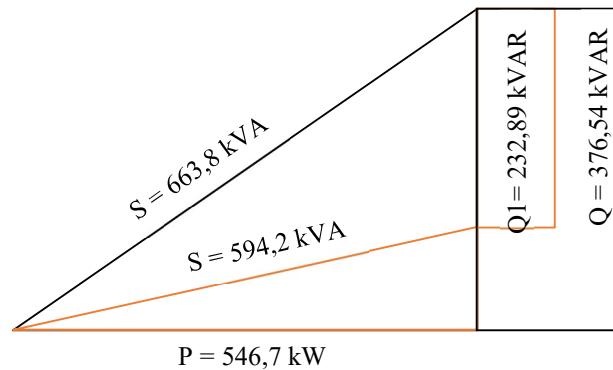
Dari perhitungan  $\cos \Phi$  sebesar 0,92 dapat ditentukan besarnya kapasitor bank yang akan digunakan yaitu:

$$C = Q - Q1$$

$$C = 376,54 - 232,89$$

$$C = 143,7 \text{ kVAR}$$

Perhatikan segitiga phasor di bawah ini.



Gambar 4. 1 Segitiga Phasor

Maka besar kapasitor bank yang akan digunakan pada kampus Universitas Aisyiyah Yogyakarta yaitu sebesar 143,7 kVAR dengan kombinasi 12x25 kVAR. Dipilih kombinasi 12x25 kVAR, karena sisanya digunakan sebagaimana cadangan apabila di suatu hari terjadi kerusakan atau over daya reaktif.

#### 4.4.7 Kapasitas Genset dan Transformator

Prinsip utama dalam menentukan kapasitas genset dan trafo adalah beban normal maksimal tidak boleh melebihi 75% kapasitas trafo dan genset. Perhitungan yang akan digunakan untuk menentukan kapasitas generator dan transformator yaitu sebagai berikut:

- a. Beban normal maksimal bangunan setelah perbaikan faktor daya yaitu sebesar 594,2 kVA

- b. Kapasitas Generator

$$\frac{594,2}{75\%} = 792,27 \text{ kVA}$$

Sesuai dengan brosur yang terdapat dan beredar dipasaran, kapasitas generator yang digunakan adalah sebesar 1000 kVA

- c. Kapasitas Transformator

$$\frac{594,2}{75\%} = 792,27 \text{ kVA}$$

Sesuai dengan brosur yang terdapat dan beredar dipasaran, kapasitas transformator yang digunakan adalah sebesar 1000 kVA.

#### 4.4.8 Daya Berlangganan PLN

Untuk menentukan besarnya daya langganan yang akan terhubung dari PLN harus mengacu pada estimasi beban normal maksimal dan dari brosur daya langganan PLN. Dari hasil perhitungan, beban normal maksimal Universitas Aisdiyah Yogyakarta sebesar 594,2 kVA, sehingga sesuai dengan daya yang tersedia dibrosur PLN, daya yang akan dihubungkan yaitu sebesar 800 kVA.



#### 4.5 Perhitungan Drop Tegangan Akibat Pengaruh Kabel Penghantar

Drop Tegangan adalah menyusutnya besar Tegangan pada ujung saluran yang disebabkan oleh impedansi yang terkandung pada kabel penghantar. Akibatnya Tegangan pada ujung saluran nilainya akan lebih kecil dibandingkan Tegangan yang ada pada saluran yang dekat dengan sumber Tegangan. Besarnya drop Tegangan berbanding lurus dengan panjang saluran dan berbanding terbalik dengan luas penampang saluran. Untuk menyatakan dalam bentuk presentase atau Volt, berdasarkan IEC 60364-7-714 rumus yang akan digunakan untuk mencari drop Tegangan pada saluran 3 fasa yaitu:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times I \times l \times (R \cos\Phi + X \sin\Phi)}{n}$$

Keterangan:

$\Delta V$  = Drop Tegangan (V)

$X$  = Reaktansi kabel ( $\Omega/\text{kM}$ )

$I$  = Arus (A)

$\cos \Phi$  = Faktor daya

$l$  = panjang kabel penghantar (kM)

$n$  = Jumlah kabel

$R$  = Resistansi ( $\Omega/\text{kM}$ )

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Keterangan:

$Z$  = impedansi ( $\Omega$ )

$X_L$  = Induktansi kabel ( $\Omega$ )

$R$  = Resistansi ( $\Omega$ )

$X_C$  = Kapasitif kabel ( $\Omega$ )

Untuk mencari nilai reaktansi induktif dapat menggunakan rumus:

$$X_L = \omega * L$$

Dimana  $\omega = 2 * \pi * f$

Keterangan:

$L$  = Induktansi kabel (H/kM)

$f$  = Frekuensi (50 Hz)

$\pi = 22/7$  atau 3,14

$$\text{Jadi } \omega = 2 * 3,15 * 50 = 314$$

Berikut adalah contoh perhitungan drop Tegangan dari Trafo ke Panel LVMDP:

Jenis kabel : NYY 4x(4x1x300 mm<sup>2</sup>)      R = 0.075 Ω/kM  
 Panjang Kabel: 5 Meter = 0.005kM      L = 0.000305 H/kM  
 I = 1488,7 A

$$X_L = \omega * L$$

$$X_L = 2 * 3,15 * 50 * 0.000305$$

$$X_L = 0.09577 \Omega/kM$$

Cos Φ = 0.78 (Asumsi)

$$\sin\Phi = \sqrt{1 - \cos^2\Phi}$$

$$\sin\Phi = \sqrt{1 - \cos^2 0.78^2}$$

$$\sin\Phi = 0,62$$

Drop Tegangan:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times I \times l \times (R \cos\Phi + X \sin\Phi)}{n}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 1484,6 \times 0.005 \times (0.075 \cos 0.78 + 0.000305 \sin 0.62)}{1}$$

$$\Delta V = 1.519670 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

$$\Delta V = \frac{1.51555}{380} \times 100\%$$

$$\% \Delta V = 0.003999131 \%$$

Untuk tinggi setiap lantai diasumsikan sebesar 4 sehingga panjang kabel dari satu lantai ke lantai lainnya di tambah 5 meter. Adapun perhitungan untuk impedansi dan drop Tegangan untuk panel lain ditampilkan pada tabel 4.35 seperti berikut:

Tabel 4. 35 Hasil Perhitungan drop Tegangan pada beban

No	Nama Panel	l(KM)	TIPE	Ukuran Kabel	R ( $\Omega$ /Km)	L (H/KM)	X ( $\Omega$ /KM)	n	I (A)	V (A)	$\Delta V$ (V)	$\Delta V$ (%)
<b>Outgoing LVMDP</b>												
1	SDP GEDUNG	0.096	NY Y	3x(4x1x300mm <sup>2</sup> )	0.075	0.000305	0.096	12	1369.7	380	2.511	0.006607695
2	SDP POMPA	0.010	NY Y	4x35mm <sup>2</sup>	0.627	0.000246	0.077	4	64.0	380	0.148868	0.000391759
3	PK STP	0.010	NY Y	4x16mm <sup>2</sup>	1.376	0.000255	0.080	4	34.7	380	0.168856	0.000444357
4	PP POWER HOUSE	0.010	NY Y	4x16mm <sup>2</sup>	1.376	0.000255	0.080	4	20.3	380	0.098499	0.000259208
<b>1 SDP GEDUNG</b>												
1	SDP LIFT	0.048	FRC	4x95mm <sup>2</sup>	0.247	0.000224	0.070	4	135.6	380	0.665882	0.001752320
2	PC Pressurise Fan	0.005	FRC	4x16mm <sup>2</sup>	1.467	0.000238	0.075	4	28.5	380	0.073431	0.000193239
3	PP ELEKTRONIK	0.005	FRC	4x10mm <sup>2</sup>	2.334	0.000248	0.078	4	14.4	380	0.058418	0.000153730
4	LP & PP Lantai SB	0.040	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	10.8	380	0.328458	0.000864364
5	LP & PP Lantai 1	0.015	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	14.9	380	0.170239	0.000447998
6	PP AC Lantai 1	0.015	NY Y	4x70mm <sup>2</sup>	0.321	0.000238	0.075	4	165.7	380	0.319234	0.000840091
7	LP & PP Lantai 2	0.020	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	15.3	380	0.232693	0.000612350
8	PP AC Lantai 2	0.020	NY Y	4x35mm <sup>2</sup>	0.627	0.000246	0.077	4	86.2	380	0.400941	0.001055107
9	LP & PP Lantai 3	0.024	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	14.5	380	0.265828	0.000699547
10	PP AC Lantai 3	0.024	NY Y	4x70mm <sup>2</sup>	0.321	0.000238	0.075	4	112.8	380	0.347713	0.000915035
11	PP SERVER	0.024	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	22.5	380	0.410922	0.001081375
12	LP & PP Lantai 4	0.028	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	19.3	380	0.412749	0.001086181
13	PP AC Lantai 4	0.028	NY Y	4x50mm <sup>2</sup>	0.464	0.000247	0.078	4	113.8	380	0.565592	0.001488401
14	LP & PP Lantai 5	0.032	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	20.6	380	0.503282	0.001324427
15	PP AC Lantai 5	0.032	NY Y	4x50mm <sup>2</sup>	0.464	0.000247	0.078	4	114.1	380	0.648195	0.001705776
16	LP & PP Lantai 6	0.036	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	20.6	380	0.565459	0.001488049
17	PP AC Lantai 6	0.036	NY Y	4x50mm <sup>2</sup>	0.464	0.000247	0.078	4	120.2	380	0.768230	0.002021658
18	LP & PP Lantai 7	0.040	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	30.3	380	0.925391	0.002435239
19	PP AC Lantai 7	0.040	NY Y	4x50mm <sup>2</sup>	0.464	0.000247	0.078	4	93.4	380	0.662977	0.001744675
20	LP & PP Lantai 8	0.044	NY Y	4x10mm <sup>2</sup>	2.190	0.000269	0.084	4	30.9	380	1.036764	0.002728326
21	PP AC Lantai 8	0.044	NY Y	4x50mm <sup>2</sup>	0.464	0.000247	0.078	4	153.7	380	1.200454	0.003159090
22	SDP ATAP	0.048	NY Y	4x35mm <sup>2</sup>	0.627	0.000246	0.077	4	74.2	380	0.828414	0.002180036

Berdasarkan SPLN 50:1997 jatuh Tegangan maksimum pada jaringan listrik Tegangan menengah yaitu sebesar 5% sedangkan dari hasil perhitungan drop Tegangan pada setiap panel di Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta, presentase jatuh Tegangan masih dibawah 5% sehingga masih dalam kategori yang aman.

#### 4.6 Perhitungan Arus hubung singkat

Perhitungan arus hubung singkat dilakukan untuk dapat mengetahui besarnya arus hubung singkat yang kemungkinan akan mengalir, sehingga dapat ditentukan besar nilai rating MCCB yang harus dipasang sebagai pemutus arus ketika timbul arus hubung singkat. Berdasarkan IEC 60909 untuk mendapatkan kapasitas CB yang akan digunakan sebagai pemutus, terlebih dahulu mengetahui besar arus hubung singkat yang kemungkinan akan terjadi pada saluran tersebut, berikut adalah rumus yang akan digunakan mencari arus hubung singkat:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z}$$

Keterangan:

$I^{nK}$  = Arus hubung singkat 3 fasa (KA)

$C_{max}$  = Konstanta (1,1)

$U_n$  = Tegangan nominal saluran (380V)

$Z$  = Impedansi transformator (m $\Omega$ )

Berikut adalah perhitungan untuk menentukan besarnya arus hubung singkat pada masing-masing panel dalam gedung:

1. Perhitungan arus hubung singkat pada trafo:

Berikut merupakan spesifikasi yang tertera pada trafo:

- Daya semu trafo ( $S_{rT}$ ) = 1000 kVA
- Tegangan trafo ( $U_{rT}$ ) = 20 kV / 0.4 kV
- Jumlah fasa = 3
- Tegangan hubung singkat ( $U_{kr}$ ) = 5%
- Total rugi trafo ( $P_{krT}$ ) = 13 kW

Untuk mendapatkan besar arus hubung singkat pada trafo, terlebih dahulu mencari nilai impedansi total pada trafo yaitu sebagai berikut:

$$Z_T = \frac{U_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rTLV}^2}{S_{rT}} = \frac{5\%}{100\%} \times \frac{0,4^2}{1000}$$

$$Z_{THV} = 8 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = P_{krT} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}^2} = 13 \times \frac{0,4^2}{1000^2}$$

$$R_T = 2,08 \text{ m}\Omega$$

$$U_{Rr} = 100\% \times \frac{P_{krT}}{S_{rT}} = 100\% \times \frac{13}{1000}$$

$$U_{Rr} = 1,3\%$$

$$U_{Xr} = \sqrt{U_{Kr}^2 - U_{Rr}^2} = \sqrt{5^2 - 1,3^2}$$

$$U_{Xr} = 4,828 \%$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{8^2 - 2,08^2}$$

$$X_T = 7,725 \text{ m}\Omega$$

$$K_T = 0,95 \frac{C_{max}}{1 + 0,6X_T} = 0,95 \frac{1,1}{1 + 0,6 * 7,725}$$

$$K_T = 1,015580404$$

Jadi hasil perhitungan impedansi hubung singkat simetris 3 fasa pada trafo yaitu:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{2,08^2 + 7,725^2}$$

$$Z_T = 8 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{TK} = Z_T * K_T = 8 * 1,015580404$$

$$Z_{TK} = 8,125 \text{ m}\Omega$$

Sehingga dapat dihitung nilai arus hubung singkat simetri 3 fasa pada trafo yaitu:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{TK}} = \frac{1,1 * 400}{\sqrt{3} * 8,125}$$

$$I^{nK} = 31,26711058 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat awal yaitu sebesar 31,27 kA

2. Perhitungan arus hubung singkat kabel dari trafo ke Incoming LVMDP:

- Jenis Kabel = NYY 4 x ( 4 x 1 x 300 mm<sup>2</sup> )
- Panjang kabel (*l*) = 5 m = 0.005 kM
- Resistansi kabel (*R*) = 0,075 Ω/kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,075 \times 0,005 \times 1000 = 0,375 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel (*L*) = 0,000305 Ω/kM
- Reaktansi kabel (*X*) = 0,096 Ω/kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,096 \times 0,005 \times 1000 = 0,479 \text{ m}\Omega$$

Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{0,375^2 + 0,479^2}$$

$$Z = 0,6082 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari trafo ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{Incoming\ Trafo} = Z_{TK} + Z = 8,125 + 0,6082$$

$$Z_{Incoming\ Trafo} = 8,7332 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{Incoming\ Trafo}}$$

$$I^{nK} = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 8,7332 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 27,6339 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat incoming dari Trafo yaitu sebesar 27,63 kA

## 3. Perhitungan arus hubung singkat dari Genset ke Incoming LVMDP:

- Jenis Kabel = NYY 4 x ( 4 x 1 x 300 mm<sup>2</sup> )
- Panjang kabel (*l*) = 10 m = 0.01 kM
- Resistansi kabel (*R*) = 0,075 Ω/kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,075 \times 0,01 \times 1000 = 0,75 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel (*L*) = 0,000305 Ω/kM
- Reaktansi kabel (*X*) = 0,096 Ω/kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,096 \times 0,01 \times 1000 = 0,958 \text{ m}\Omega$$

Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{0,75^2 + 0,958^2}$$

$$Z = 1,2164 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{Incoming \ Genset} = Z_{TK} + Z = 8,125 + 1,2164$$

$$Z_{Incoming \ Genset} = 9,3414 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{Incoming \ Genset}}$$

$$I^{nK} = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 9,3414 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 25,8346 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat incoming dari Genset yaitu sebesar 25,83 kA



## 4. Perhitungan arus hubung singkat LVMDP:

## a. Busbar LVMDP

$$\text{- Panjang kabel } (l) = 10 \text{ m} = 0,01 \text{ kM}$$

$$\text{- Resistansi kabel } (R) = 0,029 \text{ } \Omega/\text{kM}$$

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,029 \times 0,01 \times 1000 = 0,29 \text{ m}\Omega$$

$$\text{- Reaktansi kabel } (X) = 0,01 \text{ } \Omega/\text{kM}$$

$$X = X \times l \times 1000 = 0,01 \times 0,01 \times 1000 = 0,1 \text{ m}\Omega$$

Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{0,29^2 + 0,1^2}$$

$$Z = 0,3068 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{Busbar \text{ LVMDP}} = Z_{Incoming \text{ Trafo}} + Z_{Incoming \text{ Genset}} + Z$$

$$Z_{Busbar \text{ LVMDP}} = 8,7332 + 9,3414 + 0,3068$$

$$Z_{Busbar \text{ LVMDP}} = 18,3814 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{Busbar \text{ LVMDP}}}$$

$$I^{nK} = \frac{1,1 * 380}{\sqrt{3} * 18,3814 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 13,1292 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat Busbar LVMDP yaitu sebesar 13,13 kA

## b. Busbar Coupler

- Panjang kabel ( $l$ ) = 5 m = 0.005 kM
- Resistansi kabel ( $R$ ) = 0,00015  $\Omega$ /kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,00015 \times 0,005 \times 1000 = 0,00075 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{0,00075^2}$$

$$- Z = 0,00075 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{Busbar Coupler} = Z_{Busbar LVMDP} + Z = 18,3814 + 0,00075$$

$$Z_{Incoming Genset} = 18,3821 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^n K = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{Busbar Coupler}}$$

$$I^n K = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 18,3821 \text{ m}\Omega}$$

$$I^n K = 13,1286 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat Busbar Coupler yaitu sebesar 13,13 kA

## c. Kapasitor Bank

- Jenis Kabel = NYY 2 x ( 4 x 185 mm<sup>2</sup>)
- Panjang kabel (*l*) = 5 m = 0.005 kM
- Resistansi kabel (R) = 0,121 Ω/kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,121 \times 0,005 \times 1000 = 0,605 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel (L) = 0,000233 Ω/kM
- Reaktansi kabel (X) = 0,073 Ω/kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,073 \times 0,005 \times 1000 = 0,366 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{0,605^2 + 0,366^2}$$

$$Z = 0,7070 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{Kapasitor\ Bank} = Z_{Busbar\ Coupler} + Z = 18,3821 + 0,7070$$

$$Z_{Kapasitor\ Bank} = 19.0891 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^n K = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{Kapasitor\ Bank}}$$

$$I^n K = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 19.0891 \text{ m}\Omega}$$

$$- I^n K = 12,6424 \text{ kA}$$

- Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat Kapasitor Bank yaitu sebesar 12,64 kA

## d. Outgoing LVMDP

## i. SDP Gedung

- Jenis Kabel = NYY 3 x ( 4 x 1 x 240 mm<sup>2</sup> )
- Panjang kabel (*l*) = 96 m = 0.096 kM
- Resistansi kabel (*R*) = 0,093 Ω/kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,093 \times 0,096 \times 1000 = 8,928 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel (*L*) = 0,000307 Ω/kM
- Reaktansi kabel (*X*) = 0,096 Ω/kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,096 \times 0,096 \times 1000 = 9,254 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{8,928^2 + 9,254^2}$$

$$Z = 12,8588 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{SDP \text{ Gedung}} = Z_{Kapasitor \text{ Bank}} + Z = 19.0891 + 12,8588$$

$$Z_{SDP \text{ Gedung}} = 31,9480 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{SDP \text{ Gedung}}}$$

$$I^{nK} = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 31,9480 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 7,5539 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat SDP gedung yaitu sebesar 7,5539 kA

## ii. SDP POMPA

- Jenis Kabel = NYY 4 x 35 mm<sup>2</sup>
- Panjang kabel (*l*) = 10 m = 0.01 kM
- Resistansi kabel (R) = 0,627 Ω/kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 0,627 \times 0,01 \times 1000 = 6,270 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel (L) = 0,000246 Ω/kM
- Reaktansi kabel (X) = 0,077 Ω/kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,077 \times 0,01 \times 1000 = 0,772 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X'^2} = \sqrt{6,270^2 + 0,772^2}$$

$$Z = 6,3174 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{SDP \text{ Pompa}} = Z_{Kapasitor \text{ Bank}} + Z = 19,0891 + 6,3174$$

$$Z_{SDP \text{ Gedung}} = 25,4065 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{SDP \text{ Gedung}}}$$

$$I^{nK} = \frac{1,1 * 380}{\sqrt{3} * 25,4065 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 9,4988 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat SDP Pompa yaitu sebesar 9,4988 kA

## iii. PK STP

- Jenis Kabel = NYY 4 x 16 mm<sup>2</sup>
- Panjang kabel ( $l$ ) = 10 m = 0.01 kM
- Resistansi kabel ( $R$ ) = 1,376  $\Omega$ /kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 1,376 \times 0,01 \times 1000 = 13,760 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel ( $L$ ) = 0,000255  $\Omega$ /kM
- Reaktansi kabel ( $X$ ) = 0,080  $\Omega$ /kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,080 \times 0,01 \times 1000 = 0,801 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X^2} = \sqrt{13,760^2 + 0,801^2}$$

$$Z = 13,7833 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{PK\ STP} = Z_{Kapasitor\ Bank} + Z = 19,0891 + 13,7833$$

$$Z_{PK\ STP} = 32,8724 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{PK\ STP}}$$

$$I^{nK} = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 32,8724 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 7,3415 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat PK STP yaitu sebesar 7,3415 kA

## iv. PP Power House

- Jenis Kabel = NYY 4 x 16 mm<sup>2</sup>
- Panjang kabel ( $l$ ) = 10 m = 0.01 kM
- Resistansi kabel ( $R$ ) = 1,376  $\Omega$ /kM

$$R' = R \times l \times 1000 = 1,376 \times 0,01 \times 1000 = 13,760 \text{ m}\Omega$$

- Induktansi kabel ( $L$ ) = 0,000255  $\Omega$ /kM
- Reaktansi kabel ( $X$ ) = 0,080  $\Omega$ /kM

$$X = X \times l \times 1000 = 0,080 \times 0,01 \times 1000 = 0,801 \text{ m}\Omega$$

- Sehingga besar impedansi pada ujung kabel menuju incoming LVMDP sebesar:

$$Z = \sqrt{R'^2 + X^2} = \sqrt{13,760^2 + 0,801^2}$$

$$Z = 13,7833 \text{ m}\Omega$$

Maka didapat nilai impedansi dari Genset ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_{PK\ STP} = Z_{Kapasitor\ Bank} + Z = 19,0891 + 13,7833$$

$$Z_{PK\ STP} = 32,8724 \text{ m}\Omega$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{PK\ STP}}$$

$$I^{nK} = \frac{1.1 * 380}{\sqrt{3} * 32,8724 \text{ m}\Omega}$$

$$I^{nK} = 7,3415 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat PP Power House yaitu sebesar 7,3415 kA

Untuk hasil perhitungan arus hubung singkat pada panel lain, akan ditampilkan pada tabel 4.36 berikut ini:

Tabel 4. 36 Perhitungan arus hubung singkat pada masing masing panel

No	Nama Panel	$l(KM)$	$R(\Omega/Km)$	$L(H/KM)$	$X(\Omega/KM)$	$R(m\Omega)$	$X(m\Omega)$	$Z1(m\Omega)$	$Z2(m\Omega)$	$Cmax$	$Un$	akar 3	$Z$	$I''K(A)$
<b>1</b>	<b>SDP GEDUNG</b>													
1	SDP LIFT	0.048	0.247000	0.000224	0.070	11.856	3.376	31.9480	12.3273	1.1	380	1.732	44.2753	5.4507
2	PC Pressurise Fan	0.005	1.467000	0.000238	0.075	7.335	0.374	31.9480	7.3445	1.1	380	1.732	39.2925	6.1419
3	PP ELEKTRONIK	0.005	2.334000	0.000248	0.078	11.670	0.389	31.9480	11.6765	1.1	380	1.732	43.6245	5.5320
4	LP & PP Lantai SB	0.040	2.190000	0.000269	0.084	87.600	3.379	31.9480	87.6651	1.1	380	1.732	119.6131	2.0176
5	LP & PP Lantai 1	0.015	2.190000	0.000269	0.084	32.850	1.267	31.9480	32.8744	1.1	380	1.732	64.8224	3.7230
6	PP AC Lantai 1	0.015	0.321000	0.000238	0.075	4.815	1.121	31.9480	4.9438	1.1	380	1.732	36.8917	6.5416
7	LP & PP Lantai 2	0.020	2.190000	0.000269	0.084	43.800	1.689	31.9480	43.8326	1.1	380	1.732	75.7805	3.1846
8	PP AC Lantai 2	0.020	0.627000	0.000246	0.077	12.540	1.545	31.9480	12.6348	1.1	380	1.732	44.5828	5.4131
9	LP & PP Lantai 3	0.024	2.190000	0.000269	0.084	52.560	2.027	31.9480	52.5991	1.1	380	1.732	84.5470	2.8544
10	PP AC Lantai 3	0.024	0.321000	0.000238	0.075	7.704	1.794	31.9480	7.9100	1.1	380	1.732	39.8580	6.0548
11	PP SERVER	0.024	2.190000	0.000269	0.084	52.560	2.027	31.9480	52.5991	1.1	380	1.732	84.5470	2.8544
12	LP & PP Lantai 4	0.028	2.190000	0.000269	0.084	61.320	2.365	31.9480	61.3656	1.1	380	1.732	93.3136	2.5863
13	PP AC Lantai 4	0.028	0.464000	0.000247	0.078	12.992	2.172	31.9480	13.1722	1.1	380	1.732	45.1202	5.3487
14	LP & PP Lantai 5	0.032	2.190000	0.000269	0.084	70.080	2.703	31.9480	70.1321	1.1	380	1.732	102.0801	2.3641
15	PP AC Lantai 5	0.032	0.464000	0.000247	0.078	14.848	2.482	31.9480	15.0540	1.1	380	1.732	47.0020	5.1345
16	LP & PP Lantai 6	0.036	2.190000	0.000269	0.084	78.840	3.041	31.9480	78.8986	1.1	380	1.732	110.8466	2.1772
17	PP AC Lantai 6	0.036	0.464000	0.000247	0.078	16.704	2.792	31.9480	16.9357	1.1	380	1.732	48.8837	4.9369
18	LP & PP Lantai 7	0.040	2.190000	0.000269	0.084	87.600	3.379	31.9480	87.6651	1.1	380	1.732	119.6131	2.0176
19	PP AC Lantai 7	0.040	0.464000	0.000247	0.078	18.560	3.102	31.9480	18.8175	1.1	380	1.732	50.7655	4.7539
20	LP & PP Lantai 8	0.044	2.190000	0.000269	0.084	96.360	3.717	31.9480	96.4316	1.1	380	1.732	128.3796	1.8798
21	PP AC Lantai 8	0.044	0.464000	0.000247	0.078	20.416	3.413	31.9480	20.6992	1.1	380	1.732	52.6472	4.5840
22	SDP ATAP	0.048	0.627000	0.000246	0.077	30.096	3.708	31.9480	30.3235	1.1	380	1.732	62.2715	3.8755



## 4.7 Perancangan Sistem *Grounding* dan Penyalur Petir

### 4.7.1 Tingkat Proteksi Bangunan

Untuk merencanakan instalasi penangkal petir, maka terlebih dahulu ditentukan tingkat proteksi pada bangunan. Adapun caranya yaitu Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir di Indonesia besarnya keperluan pemasangan sistem penangkal petir terhadap sambaran petir pada suatu bangunan ditentukan dengan menjumlahkan indeks-indeks yang mewakili keadaan dilokasi struktur tersebut berada.

Maka untuk bangunan tersebut diperoleh indeks-indeks sebagai berikut:

- a) Indeks A, **Penggunaan dan Isi** (seperti terdapat pada tabel 2.7)  
Perencanaan bangunan Universitas Aisyiyah Yogyakarta merupakan bangunan pendidikan dengan **Nilai Indeks = 3**.
- b) Indeks B, **Konstruksi Bangunan** (seperti terdapat pada tabel 2.8)  
Bangunan ini termasuk Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap bukan logam. **Nilai Indeks = 2**.
- c) Indeks C, **Tinggi Bangunan** (seperti terdapat pada table 2.9)  
Bangunan ini memiliki tinggi mencapai 35 meter. **Nilai Indeks = 5**
- d) Indeks D, **Situasi Bangunan** (seperti terdapat pada tabel 2.10)  
Gedung ini berada ditanah datar pada semua ketinggian dengan **Nilai indeks = 0**.
- e) Indeks E, **pengaruh kilat** (seperti terdapat pada tabel 2.11)  
Berdasarkan banyaknya hari guruh pertahun hingga mencapai 182,5 hari pertahun, maka **Nilai Indeks E = 8**.

Jumlah seluruh nilai indeks di atas sesuai dengan persamaan

$$R = A + B + C + D + E$$

diperoleh nilai  $R = 18$

Maka perkiraan bahaya sambaran petir (seperti terdapat pada tabel 2.12) adalah sangat besar dan pengamanan sambaran petir terhadap gedung sangat perlu.

#### 4.7.2 Pemilihan Penangkal Petir

Tingginya penangkal petir yang dipasang di suatu bangunan sangat berpengaruh kepada radius proteksinya, semakin tinggi pemasangan penangkal petir maka semakin luas daerah yang terproteksi. Berdasarkan SNI 03-7015-2004 tentang sistem proteksi petir pada bangunan, pada Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta akan dipasang penangkal petir *Flash Vectron* yang berbasis ESE (*Early Streamer Emission*).

#### 4.7.3 Prinsip Kerja Sistem Penyalur Petir

Penangkal petir *Flash Vectron* bekerja dengan cara mengumpulkan ion dan melepaskan ion dalam jumlah yang relatif besar ke udara sebelum terjadinya sambaran petir yang mengakibatkan adanya jalur yang menuntun petir untuk memilih ujung terminal dari *Flash Vectron*. Pada saat awan melewati bangunan yang dipasang penangkal petir *Flash Vectron*, elektroda yang dipasang pada peralatan akan mnegumpulkan dan menyimpan energi dari awan yang bermuatan listrik ke dalam kapasitor yang dapat diisi ulang.

Setelah muatan memenuhi kapasitas dari kapasitor, kemudian muatan dikirim menuju ion generator. Di dalam ion generator, muatan diolah sehingga dapat digunkana sebagai pemicu pelepasan energi. Pelepasan energi yang menegjutkan mampu menghasilkan lidah api pada *stream leader* melalui batang utama penangkal petir. Lidah api inilah yang kemudian akan menarik muatan dari petir yang menyambar menuju bumi