

## BAB IV

### ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada bab ini akan membahas mengenai kelistrikan pada blok Kondotel Borobudur Blimbing di Kota Malang. Karena pada dasarnya kamar-kamar kondotel merupakan milik per orang atau pribadi, maka untuk kebutuhan daya listrik juga dibatasi seperti layaknya apartemen. Kondotel Borobudur ini menyediakan 4 tipe kamar dengan daya listrik yang berbeda. Daya setiap jenis kamar dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Daya Setiap Jenis Kamar

NO	Jenis Kamar	Daya (VA)
1	<i>President suite</i>	2200
2	<i>Suite room</i>	2200
3	<i>Standart room type A</i>	3500
4	<i>Standart room type B</i>	1300

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Pada apartemen, kebutuhan konsumsi daya listrik diserahkan kepada pihak pemilik. Sehingga pada setiap ruangan apartemen akan terdapat Kwh meter yang berfungsi sebagai pencatat dan pembatas arus. Ada beberapa keuntungan dari sistem ini :

1. Pengendalian penggunaan listrik dapat lebih baik, karena pembayaran yang dilakukan di awal dapat digunakan untuk membatasi konsumsi.
2. Perbaikan sistem pengukuran karena perangkat elektronik yang digunakan adalah elektronik dengan ketelitian dan keamanan yang lebih tinggi.
3. Mengurangi kesalahan penagihan yang disebabkan *human error*.

Akan tetapi, konsep kondotel ini merupakan konsep hunian investasi. Dimana segala pengelolaan penuh diserahkan pada pengelola hotel. Hal ini dikarenakan untuk pemerataan pembagian hasil dan biaya pengelolaan. Biaya pengelolaan ini meliputi kebutuhan daya listrik, air dan kebersihan.

Biaya untuk kebutuhan daya listrik tidak ditanggung masing-masing pemilik tetapi ditanggung oleh keseluruhan pemilik yang telah disepakati sejak awal. Perancangan pencatatan kebutuhan daya listrik atau Kwh meter menjadi terpusat.

Sehingga pembatasan arus pada masing-masing kamar hanya menggunakan MCB atau pembatas arus sesuai dengan daya yang telah ditentukan.

#### 4.1 Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan adalah untuk menyiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam merealisasikan ide atau gagasan yang akan dicapai berdasarkan teori pendukung, dengan memperhatikan semua aspek yang berkaitan dengan perencanaan tersebut.

Tujuan dari perancangan instalasi listrik adalah

1. Merancang instalasi listrik yang sesuai dengan kebutuhan dan melindungi manusia maupun hewan yang berada di daerah sekitar instalasi listrik aman dari sengatan listrik serta menghindari kebakaran yang diakibatkan karena kesalahan dalam instalasi.
2. Membuat perancangan instalasi gedung
3. Menentukan jumlah lampu dan armature lampu penerangan yang diperlukan
4. Menentukan jumlah dan jenis AC yang diperlukan
5. Menentukan kebutuhan daya dan memperkirakan beban
6. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan seting pengaman
7. Membuat single line diagram
8. Membuat diagram rekapitulasi daya
9. Menganalisa besarnya drop tegangan pada penghantar

#### 4.2 Spesifikasi Fungsi Bangunan dan Luas Bangunan

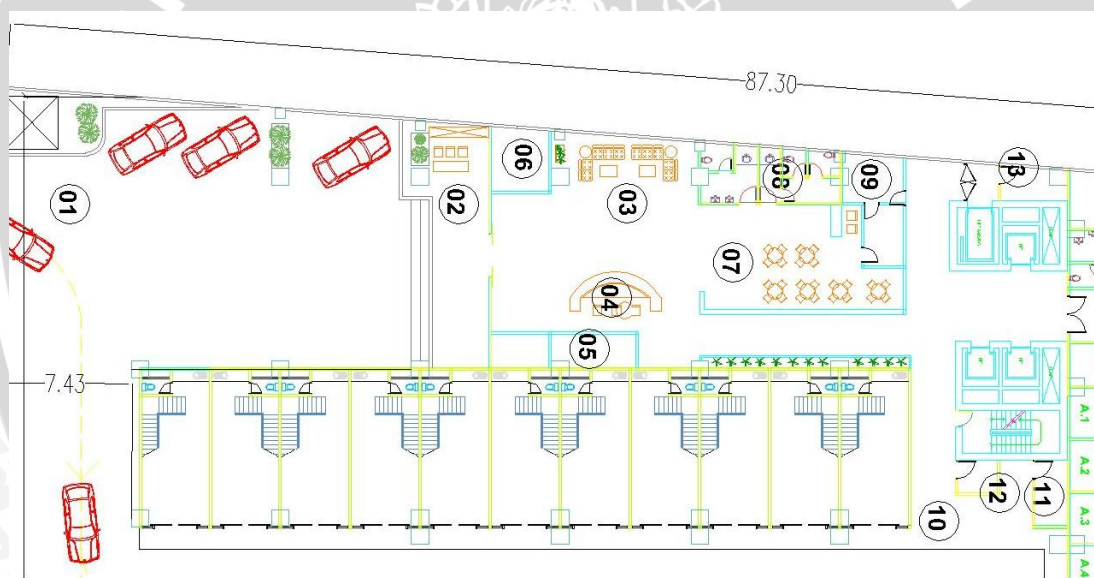
Pada kawasan Malang Trade Center Blimbing ini terdiri dari beberapa blok, yaitu blok pasar modern dan apartemen, blok ruko dan pasar modern, blok kondotel, dan blok pasar tradisional. Blok Kondotel Borobudur ini terdiri dari 15 lantai. Spesifikasi fungsi bangunan dan luas bangunan ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi beban dari setiap ruang, sehingga dapat diketahui daya yang dibutuhkan untuk setiap lantai dan seluruh gedung. Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 1

No	Lantai	Keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 1	tempat parkir (1&2)	22.17	14.26	316.1442
2		vallet	4.93	13.78	67.9354
3		lobby	8.37	3.9	32.643
4		resepsionis	5.5	3.5	19.25
5		ruang accounting	8.4	2.08	17.472
6		minishop	3.27	3.58	11.7066
7		coffe shop	11.5	5.93	68.195
8		toilet	7.8	3.3	25.74
9		food storage	2.67	3.4	9.078
10		loading dock	6	3	18
11		ruang penyimpanan barang	3.87	3.85	14.8995
12		ruang keamanan	2	2	4
13		ruang MEE	3.75	1.85	6.9375

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.2, dapat dilihat pada Gambar 4.1 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.1 Denah Lantai 1

Sumber: UUK-BPP-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

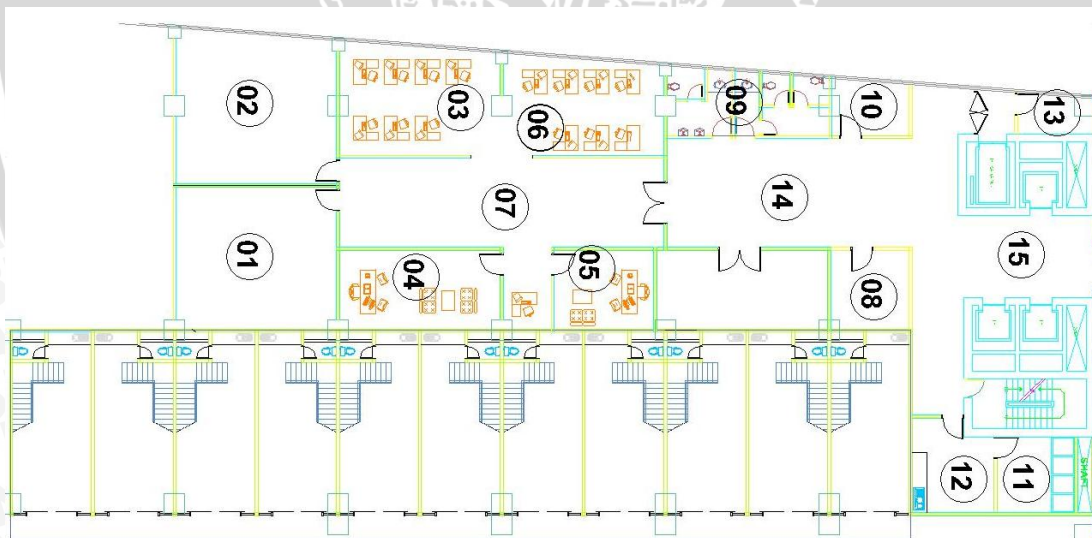
Spesifikasi ruang pada kondotel lantai 2 dapat dilihat di Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 2

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 2	meeting room	7.75	6.92	53.63
2		training room	7.75	7.7	59.675
3		rental office 1	8.15	5.71	46.5365
4		rental office 2	8.15	3.78	30.807
5		rental office 3	4.89	3.78	18.4842
6		rental office 4	8.02	5.06	40.5812
7		koridor rental	15.85	4.35	68.9475
8		mushola	3.85	3.9	15.015
9		toilet	7.9	3.25	25.675
10		room boy	3.78	2.88	10.8864
11		laundry	4.5	3.5	15.75
12		pantry	4	4.5	18
13		ruang mee	3.75	1.85	6.9375
14		koridor	12.6	5.33	67.158
15		koridor lift	8.94	4	35.76

Sumber: UUK-BPPBPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.3 dapat dilihat pada Gambar 4.2 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.2 Denah Lantai 2

Sumber: UUK-BPP-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

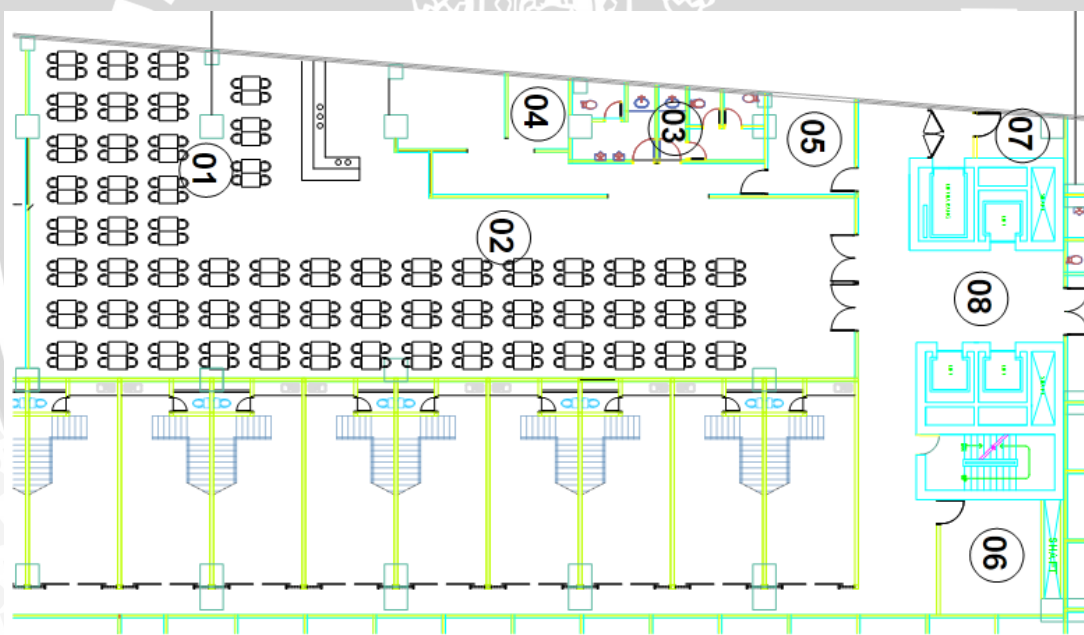
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 3

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 3	restaurant 1	11.8	7.3	86.14
2		restaurant 2	36	8	288
3		toilet	7.9	3.25	25.675
4		food storage	7	3	21
5		gas storage	3.76	4.14	15.5664
6		public area	4.5	4.9	22.05
7		ruang mee	3.75	1.85	6.9375
8		koridor lift	8.94	4	35.76

Sumber: UUK-BPP-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.4 dapat dilihat pada Gambar 4.3 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.3 Denah Lantai 3

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

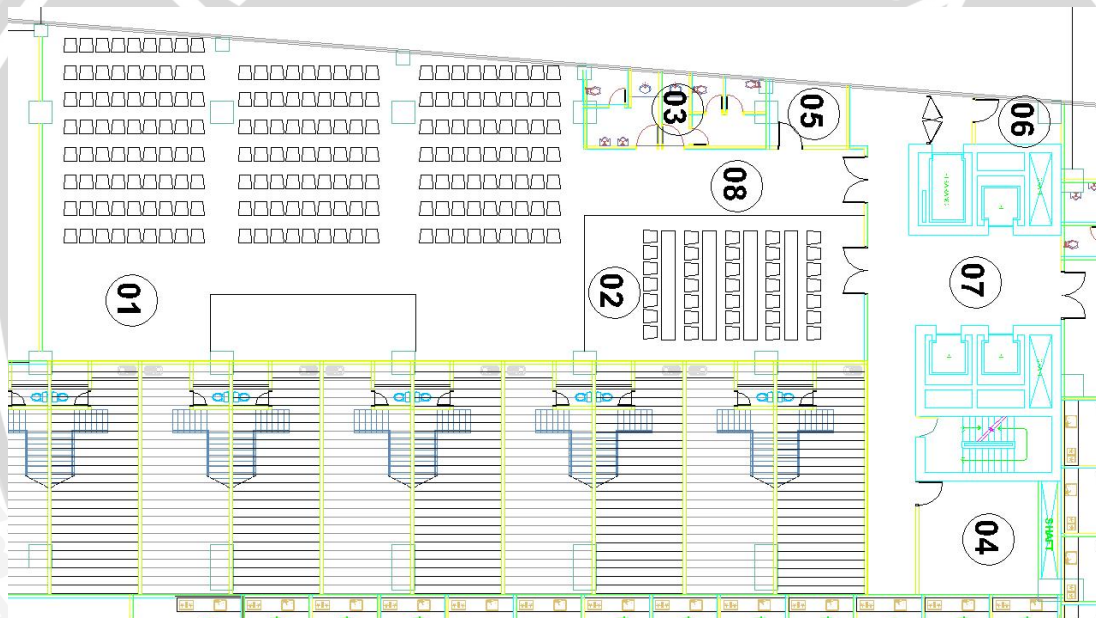
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 4

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 4	convention hall 200 person	23.94	15	359.1
2		convention hall 50 person	12.4	6.4	79.36
3		toilet	7.9	3.25	25.675
4		mushola	5.5	5	27.5
5		pantry	3.4	2.8	9.52
6		ruang MEE	3.75	1.85	6.9375
7		koridor lift	8.94	4	35.76
8		koridor	12.38	2.91	36.0258

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.5 dapat dilihat pada Gambar 4.4 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.4 Denah Lantai4

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

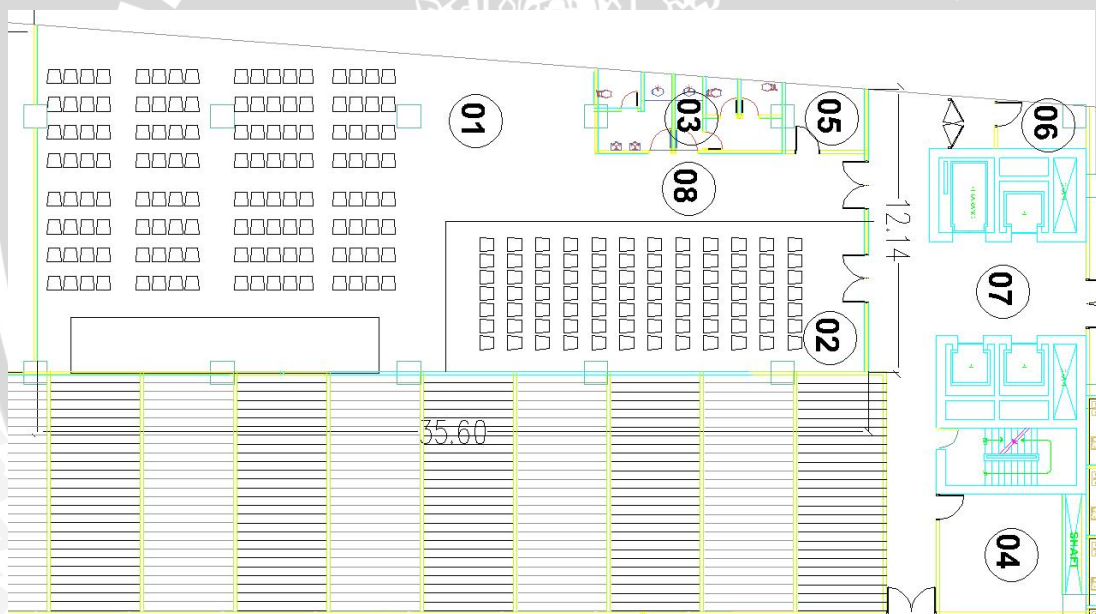
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.6 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 5

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 5	convention hall 150 person	23.87	14.02	334.6574
2		convention hall 100 person	17.6	6.49	114.224
3		toilet	7.9	3.25	25.675
4		mushola	5.5	5	27.5
5		pantry	3.4	2.8	9.52
6		ruang MEE	3.75	1.85	6.9375
7		koridor lift	8.94	4	35.76
8		koridor	17.93	2.9	51.997

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.6 dapat dilihat pada Gambar 4.5 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.5 Denah Lantai 5

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

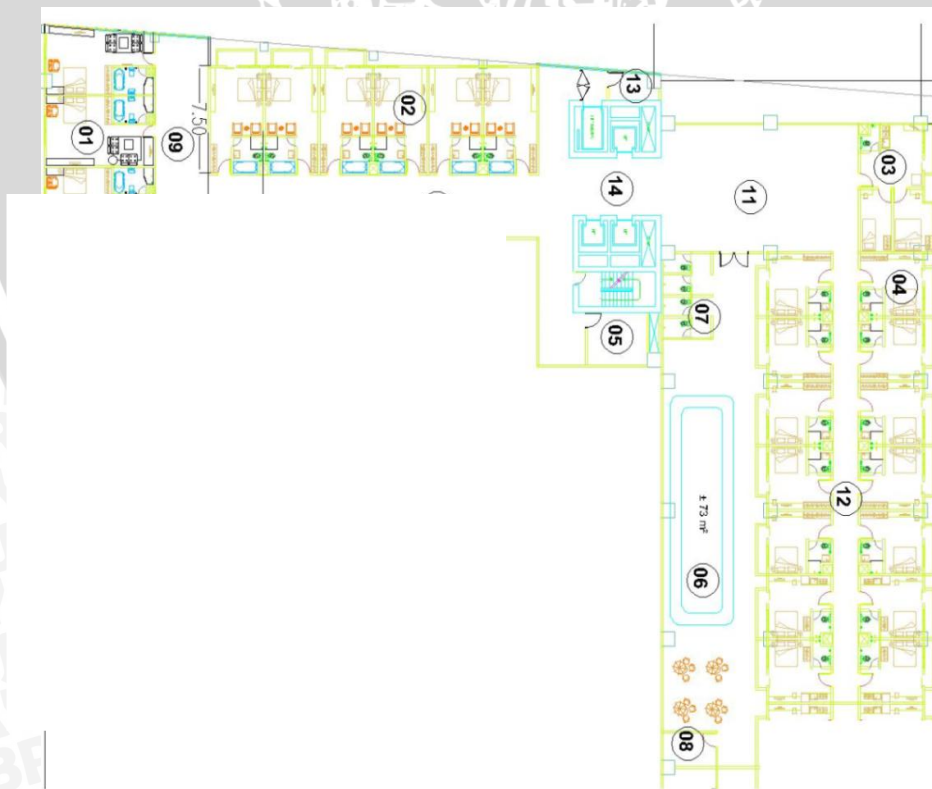
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 6

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 6	president suite (3room)			0
2		suite room (6room)			0
3		standart room type A (1)			0
4		standart room type B (14)			0
5		room boy	5.5	5	27.5
6		swimming pool kondotel	6.7	27.35	183.245
7		kamar mandi swimming pool	3.5	5.81	20.335
8		rumah pompa	3.85	2.35	9.0475
9		koridor 1	3.85	14.14	54.439
10		koridor 2	24.15	4.35	105.0525
11		koridor 3	14.42	8.88	128.0496
12		koridor 4	69.68	1.85	128.908
13		ruang mee	3.75	1.85	6.9375
14		koridor lift	8.94	4	35.76

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.7 dapat dilihat pada Gambar 4.6 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.6 Denah Lantai 6

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya



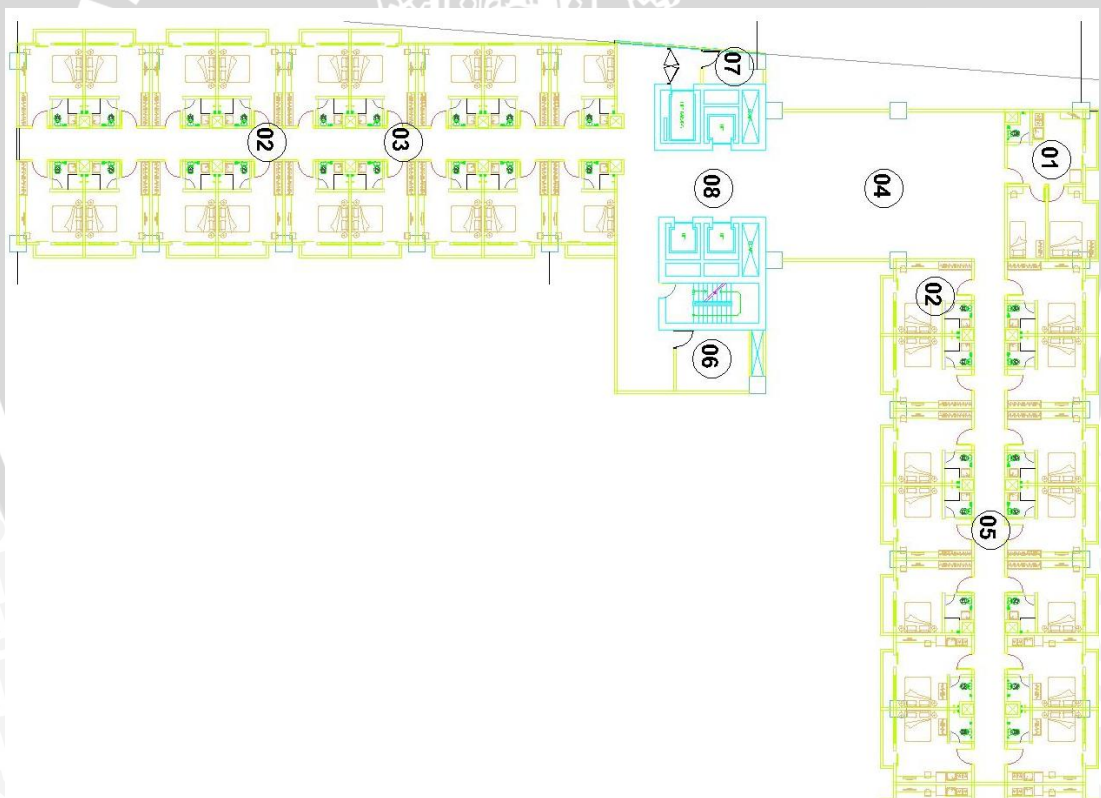
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 7-14

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	lantai 7-14	standart room type A (1)			0
2		standart room type B (32)			0
3		koridor 1	36	1.85	66.6
4		koridor 2	14.42	8.88	128.0496
5		koridor 3	69.68	1.85	128.908
6		room boy	5.5	5	27.5
7		ruang mee	3.75	1.85	6.9375
8		koridor lift	8.94	4	35.76

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.8 dapat dilihat pada Gambar 4.7 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.7 Denah Lantai 7-14

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

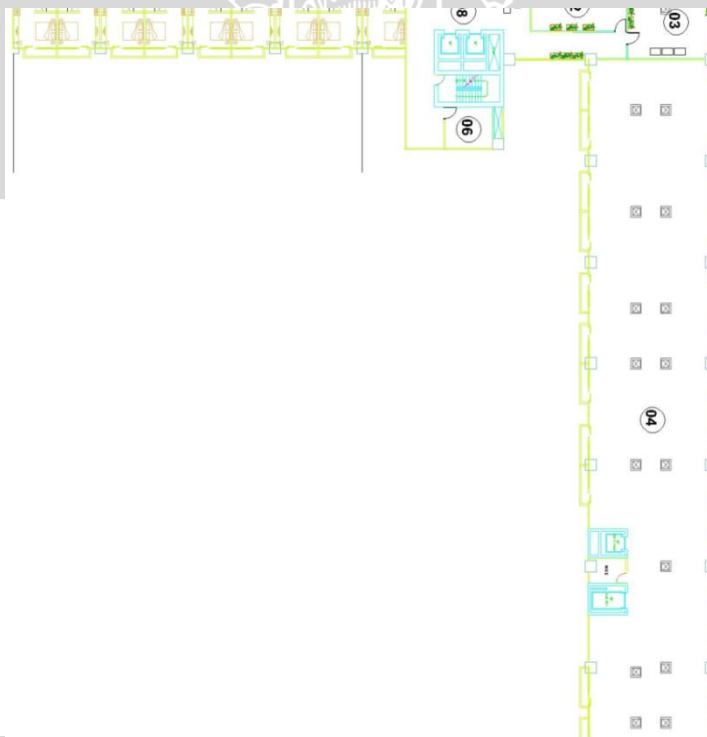
Spesifikasi ruang pada kondotel dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Data Spesifikasi Ruang pada Kondotel Lantai 15

No	lantai	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	lantai 15	standart room type B (18)			0
2		ruang spa	8.66	6.37	55.1642
3		ruang refleksi	7.74	8.93	69.1182
4		penthouse	11.4	67.5	769.5
5		koridor 1	36	1.85	66.6
6		room boy	5.5	5	27.5
7		ruang mee	3.75	1.85	6.9375
8		koridor lift	8.94	4	35.76

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.9 dapat dilihat pada Gambar 4.8 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.8 Denah Lantai 15

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

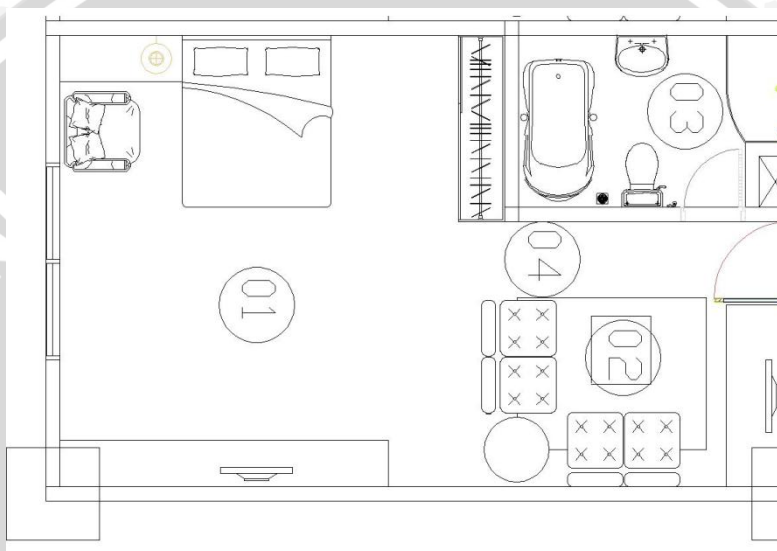
Pada blok Kondotel Borobudur ini terbagi menjadi 4 jenis kamar, yaitu *President suite* sejumlah 3 kamar, *suite room* sejumlah 6 kamar, *standart room type A* sejumlah 9 kamar, *standart room type B* sejumlah 288 kamar. Perincian spesifikasi fungsi kamar dan luas kamar dapat dilihat pada tabel tabel 4.10

Tabel 4.10 Data Spesifikasi Ruang *President suite*

No	jenis kamar	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	president suite (3room)	kamar tidur	4.28	4.85	20.76
2		ruang TV	3.52	1.95	6.86
3		kamar mandi	2.91	1.82	5.30
4		koridor	3.52	0.83	2.92

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.10 dapat dilihat pada Gambar 4.9 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.9 Denah Kamar *President suite*

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

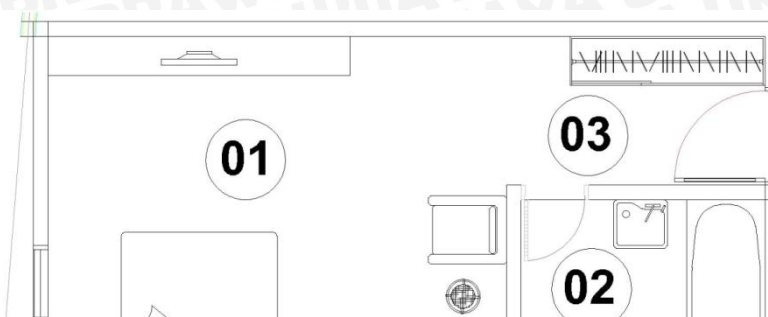
Perincian spesifikasi fungsi kamar dan luas kamar dapat dilihat pada tabel tabel 4.11

Tabel 4.11 Data Spesifikasi Ruang *Suite room*

No	jenis kamar	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	suite room (6room)	kamar tidur	3.85	4.70	18.10
2		kamar mandi	2.33	2.65	6.17
3		koridor	1.52	2.58	3.92

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.11 dapat dilihat pada Gambar 4.10 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.10 Denah Kamar *Suite room*

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

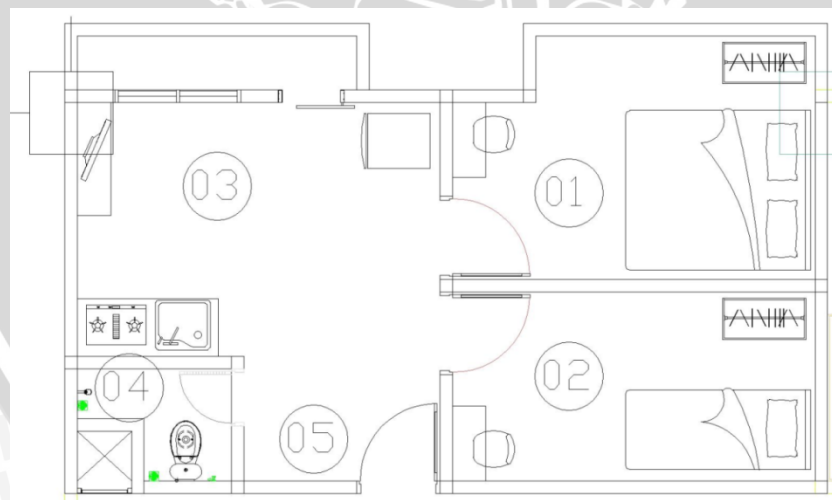
Perincian spesifikasi fungsi kamar dan luas kamar dapat dilihat pada tabel tabel 4.12

Tabel 4.12 Data Spesifikasi Ruang *Standart room type A*

No	jenis kamar	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m2)
1	standart room type A (2)	kamar tidur 1	2.07	4.35	9.00
2		kamar tidur 2	2.21	4.35	9.61
3		ruang TV	3.05	4.35	13.27
4		kamar mandi	1.44	1.85	2.66
5		koridor	1.44	2.28	3.28

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.12 dapat dilihat pada Gambar 4.11 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.11 Denah Kamar *Standart room type A*

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

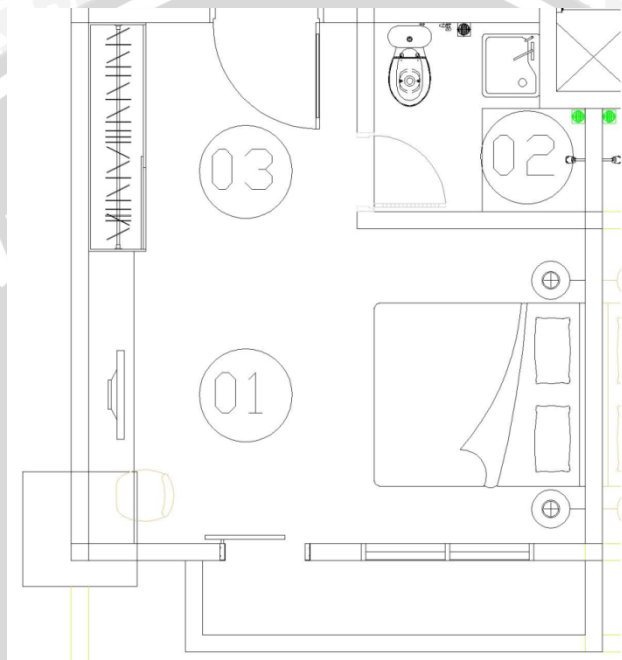
Perincian spesifikasi fungsi kamar dan luas kamar dapat dilihat pada tabel tabel 4.13.

Tabel 4.13 Data Spesifikasi Ruang *Standart room type B*

No	jenis kamar	keterangan	Data ruangan		
			panjang (m)	lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
13	standart room type B (64)	kamar tidur	2.75	3.85	10.59
14		kamar mandi	1.62	1.84	2.98
15		lorong	1.62	1.85	3.00

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Untuk memperjelas keterangan pada tabel 4.13 dapat dilihat pada Gambar 4.12 terdapat nomer- nomer ruangan yang sesuai dengan tabel.



Gambar 4.12 Denah Kamar *Standart room type B*

Sumber: UUK-BPP- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

#### 4.3 Penentuan Kebutuhan Daya

Pada penelitian ini penentuan kebutuhan beban dibedakan menjadi 4, yaitu beban penerangan, beban AC, beban Stop Kontak, dan beban motor pompa air. Penentuan beban ini berdasarkan kebutuhan fungsi ruang.

##### 4.3.1 Instalasi Penerangan

Perhitungan luas (A) pada setiap tipe ruangan selalu dihitung dari ukuran bujur sangkar. Juga kalau sebagian dari ruangan digunakan untuk keperluan lain, misalnya untuk serambi depan luas A tetap dihitung dari panjang dan lebar bujursangkar.

Perhitungan jumlah lampu dan armature pada sebuah ruangan, bertujuan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang baik. Untuk referensi penggunaan armature

dan lampu menggunakan katalog produk dari Philips. Dari hasil perhitungan jumlah lampu, maka digunakan software DIALux untuk menentukan titik lampu demi mendapatkan sistem pencahayaan yang merata.

#### 4.3.1.1 Perhitungan penerangan setiap jenis kamar

Pada Kondotel Boroobudur terdapat 4 jenis kamar, yaitu *President suite* sejumlah 3 kamar, *suite room* sejumlah 6 kamar, *standart room type A* sejumlah 9 kamar, *standart room type B* sejumlah 288 kamar.

##### 4.3.1.1.1 Data Pada Area Ruang *President suite*

Terbagi menjadi 3 bagian ruang, yaitu kamar tidur, kamar mandi, ruang TV, dan koridor.

1. Data ruangan kamar tidur:

- Panjang (p) = 4,28 m
- Lebar (l) = 4,85 m
- Luas (A) = 20,76m<sup>2</sup>
- Tinggi ruangan = 3 m
- Tinggi bidang kerja (tb) = 3-0,8 = 2,2 m

a. Menentukan faktor refleksi suatu warna (P. Van Harten II,1974:48)

- Faktor refleksi dinding (rp) = 0,7
- Faktor refleksi langit-langit (rw) = 0,5
- Faktor refleksi lantai (rm) = 0,1

b. Penentuan indeks ruang (k)

$$k = \frac{p \times l}{tb(p + l)}$$

$$k = \frac{20,76}{2,2(4,28 + 4,85)}$$

$$k = 1,03$$

c. Kemudian efisiensi penerangan mengacu pada tabel (lampiran) dengan nilai-nilai k, rp, rw, rm seperti tersebut. Dari tabel dapat dibaca :

$$k_1 = 1 \qquad kp_1 = 0,48$$

$$k_2 = 1,2 \qquad kp_2 = 0,52$$

d. Penentuan faktor utility ( $kp$ ), yaitu:

$$kp = kp_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,48 + \frac{(1,03 - 1)}{(2 - 1)}(0,52 - 0,48)$$

$$kp = 0,49$$

e. Asumsi penentuan lampu dan armatur, yaitu:

- 1) Menggunakan lampu Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C 17 watt (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 2) Fluks cahaya lampu ( $F$ ) 1050 lumen (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 3) Kuat penerangan ( $E$ ) sebesar 150 lux (tabel pencahayaan minimum)
- 4) Faktor depreciasi ( $kd$ ) = 0,8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)
- 5) Menggunakan sistem armature penerangan langsung

f. Dari data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini adalah:

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times kd}$$

$$n = \frac{150 \times 20,76}{1050 \times 0,49 \times 0,8}$$

$$n = 7,62 \approx 8 \text{ lampu}$$

g. Penentuan daya terpakai ( $St$ )

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi}$$

$$St = \frac{8 \times 17}{0,9} = 151,11 \text{ VA}$$

h. Daya pencahayaan permeter persegi ( $Pa$ )

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{St \times \cos\phi}{A}$$

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{151,11 \times 0,9}{20,76} = 6,55 \text{ watt/m}^2$$

Maka ditentukan jumlah lampu yang dibutuhkan adalah 8 lampu 17 watt beserta armaturnya dengan besar daya per  $m^2$  sebesar  $6,55 \text{ watt/m}^2$ . Hal ini sebagai acuan dimana batas maksimal daya pencahayaan per meter persegi untuk sejenis kamar tamu untuk hotel adalah  $17 \text{ watt/m}^2$  yang diijinkan menurut SNI.

2. Data ruangan ruang TV :

$$\text{Panjang (p)} = 3,52 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (l)} = 1,95 \text{ m}$$

$$\text{Luas (A)} = 6,86 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi ruangan} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi bidang kerja (tb)} = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ m}$$

a. Menentukan faktor refleksi suatu warna (P. Van Harten II, 1974:48)

$$\text{Faktor refleksi dinding (rp)} = 0,7$$

$$\text{Faktor refleksi langit-langit (rw)} = 0,5$$

$$\text{Faktor refleksi lantai (rm)} = 0,1$$

b. Penentuan indeks ruang (k)

$$k = \frac{p \times l}{tb(p + l)}$$

$$k = \frac{6,86}{2,2(3,52 + 1,95)}$$

$$k = 0,57$$

c. Kemudian efisiensi penerangan mengacu pada tabel (lampiran) dengan nilai-nilai k, rp, rw, rm seperti tersebut. Dari tabel dapat dibaca :

$$k_1 = 0,5 \quad kp_1 = 0,28$$

$$k_2 = 0,6 \quad kp_2 = 0,33$$



d. Penentuan faktor utility ( $kp$ ), yaitu:

$$kp = kp_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,28 + \frac{(0,57 - 0,5)}{(0,33 - 0,5)}(0,33 - 0,28)$$

$$kp = 0,32$$

e. Asumsi penentuan lampu dan armatur, yaitu:

- 1) Menggunakan lampu Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C 17 watt (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 2) Fluks cahaya lampu (F) 1050 lumen (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 3) Kuat penerangan (E) sebesar 150 lux (tabel pencahayaan minimum)
- 4) Faktor depreciasi ( $kd$ ) = 0,8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)
- 5) Menggunakan sistem armature penerangan langsung

f. Dari data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini adalah:

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times kd}$$

$$n = \frac{150 \times 6,86}{1050 \times 0,32 \times 0,8}$$

$$n = 3,89 \approx 4 \text{ lampu}$$

g. Penentuan daya terpakai ( $St$ )

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi}$$

$$St = \frac{4 \times 17}{0,9} = 75,56 \text{ VA}$$

h. Daya pencahayaan permeter persegi ( $Pa$ )

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{St \times \cos \varphi}{A}$$

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{75,56 \times 0,9}{6,86} = 9,91 \text{ watt}/m^2$$

Maka ditentukan jumlah lampu yang dibutuhkan adalah 4 lampu 17 watt beserta armaturnya dengan besar daya per  $m^2$  sebesar  $9,91 \text{ watt}/m^2$ . Hal ini sebagai acuan dimana batas maksimal daya pencahayaan per meter persegi untuk sejenis kamar tamu untuk hotel adalah  $17 \text{ watt}/m^2$  yang diijinkan menurut SNI.

3. Data ruangan kamar mandi:

Panjang (p) = 2,91 m

Lebar (l) = 1,82 m

Luas (A) =  $5,3 \text{ m}^2$

Tinggi ruangan = 3 m

Tinggi bidang kerja (tb) =  $3 - 0,8 = 2,2 \text{ m}$

a. Menentukan faktor refleksi suatu warna (P. Van Harten II, 1974:48)

Faktor refleksi dinding (rp) = 0,7

Faktor refleksi langit-langit (rw) = 0,5

Faktor refleksi lantai (rm) = 0,1

b. Penentuan indeks ruang (k)

$$k = \frac{p \times l}{tb(p + l)}$$

$$k = \frac{5,3}{2,2(2,91 + 1,82)}$$

$$k = 0,51$$

c. Kemudian efisiensi penerangan mengacu pada tabel (lampiran) dengan nilai-nilai k, rp, rw, rm seperti tersebut. Dari tabel dapat dibaca :

$$k_1 = 1 \qquad kp_1 = 0,48$$

$$k_2 = 1,2 \qquad kp_2 = 0,52$$

d. Penentuan faktor utility (kp), yaitu:



$$kp = kp_1 + \frac{(k - k_1)}{(k_2 - k_1)}(kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,48 + \frac{(0,51 - 1)}{(1,2 - 1)}(0,52 - 0,48)$$

$$kp = 0,28$$

e. Asumsi penentuan lampu dan armatur, yaitu:

- 1) Menggunakan lampu Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C 17,3 watt (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 2) Fluks cahaya lampu (F) 1050 lumen (*Philips Lighting Catalogue Lamp*, 2009)
- 3) Kuat penerangan (E) sebesar 100 lux (tabel pencahayaan minimum)
- 4) Faktor depreciasi (kd) = 0,8 (bila tingkat pengotoran tidak diketahui)
- 5) Menggunakan sistem armature penerangan langsung

f. Dari data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini adalah:

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times kd}$$

$$n = \frac{100 \times 5,3}{1050 \times 0,28 \times 0,8}$$

$$n = 2,22 \approx 2 \text{ lampu}$$

g. Penentuan daya terpakai (St)

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi}$$

$$St = \frac{2 \times 17,3}{0,9} = 38,44 \text{ VA}$$

h. Daya pencahayaan permeter persegi (Pa)

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{St \times \cos \varphi}{A}$$

$$Pa = \left(\frac{P}{A}\right) = \frac{38,44 \times 0,9}{5,3} = 6,53 \text{ watt/m}^2$$

Maka ditentukan jumlah lampu yang dibutuhkan adalah 2 lampu 17,3 watt beserta armaturnya dengan besar daya per  $m^2$  sebesar  $6,53 \text{ watt}/m^2$ . Hal ini sebagai acuan dimana batas maksimal daya pencahayaan per meter persegi untuk sejenis toilet yang diijinkan menurut SNI.

Jadi setiap kamar akan dibagi menurut fungsi ruangnya, hal ini bertujuan agar pencahayaan merata. Untuk perhitungan keseluruhan jenis kamar hampir sama, sehingga bisa dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data Penggunaan Lampu Setiap Kamar

No	Jenis Kamar	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	president suite	kamar tidur	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
2		ruang TV	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
3		kamar mandi	Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C	17.3	2
TOTAL					14
5	suite room (6room)	kamar tidur	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	7
6		kamar mandi	Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C	17.3	2
TOTAL					9
8	standart room type A	kamar tidur 1	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
9		kamar tidur 2	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
10		ruang TV	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
11		kamar mandi	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	1
TOTAL					17
13	standart room type B	kamar tidur	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
14		kamar mandi	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	2
TOTAL					7

#### 4.3.1.2 Perhitungan Penerangan Lantai 1

Perhitungan keseluruhannya hampir sama dengan perhitungan pada masing-masing kamar. Maka pada tabel 4.15 menjelaskan hasil dari masing-masing ruangan yang terdapat pada lantai 1.

Tabel 4.15 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 1

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	tempat parkir (1&2)	master ecotone high lumen twister (cool white)	65	20
2	vallet	genie (cool white) E27	18	15
3	lobby	tornado timable e27 (warm white)	20	7
4	resepsionis	FBS270 1xPL-T/4P32W HFP C	32	2
5	ruang accounting	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	5
6	minishop	Ambiance Standart Shape E27	11	8
7	coffe shop	Master PLC 2-Pin 26w/830/2p	26	10
8	toilet	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	9
9	food storage	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
10	loading dock	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
11	ruang penyimpanan barang	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
12	ruang keamanan	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	3
13	ruang MEE	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
TOTAL				96

Ruang toilet terbagi menjadi 2 ruang, yaitu toilet wanita dan toilet pria. Karena sekat tembok pembatas pada toilet tidak menyeluruh sampai atap plavon, maka seluruh ruang toilet dianggap jadi satu. Hal ini disebabkan untuk mengurangi penggunaan lampu yang terlalu banyak pada toilet.

Penerangan pada tempat parkir memiliki intensitas penerangan rata-rata (E) sebesar 50 lux. Dengan lahan parkir seluas  $316,14m^2$  maka membutuhkan 20 lampu sebesar 65watt jenis *master ecotone high lumen twister (cool white)*. Lampu jenis ini dipilih dengan pertimbangan menggunakan lampu *outdoormerk philips*. Dengan daya pencahayaan per meter persegi sebesar  $4,11 watt/m^2$ . Jumlah tersebut masih diperbolehkan karena masih dibawah standart SNI, dimana batas maksimal daya pencahayaan per meter persegi untuk sejenis tempat parkir yang diijinkan menurut SNI yaitu sebesar  $5 watt/m^2$ .

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan bedasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Sehingga total kebutuhan daya penerangan pada lantai 1 membutuhkan 96 lampu dengan total daya sebesar 3138,89 VA. Besar daya penerangan pada lantai 1 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 1.

#### 4.3.1.3 Perhitungan Penerangan pada Lantai 2

Perhitungan keseluruhannya hampir sama dengan perhitungan pada masing-masing kamar. Maka pada tabel 4.16 menjelaskan hasil dari masing-masing ruangan yang terdapat pada lantai 2.

Tabel 4.16 Daya dan Jumlah Lampu pada Rental office

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	rental office 1	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	10
2	rental office 2	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	7
3	rental office 3	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	5
4	rental office 4	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	9
	TOTAL			38

Ruangan rental office terbagi oleh sekat-sekat tembok. Maka untuk memudahkan perhitungan luas penerangan pada Rental Office, maka akan dibagi menjadi 4 bagian yaitu rental office 1, rental office 2, rental office 3, dan rental office 4. Hal ini bertujuan agar pencahayaan dapat merata sesuai bidang kerja.

Untuk penentuan jenis lampu pada rental office 1 sampai rental office 4 menggunakan lampu FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C sebesar 42 watt. Serta terdapat koridor yang menghubungkan ke empat ruang tersebut. Pada koridor rental office menggunakan lampu jenis Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C sebesar 17 watt. Sehingga total daya pada ruang rental office sejumlah 1730VA.

Untuk hasil perhitungan keseluruhan ruang pada lantai dua dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 2

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	meeting room	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	11
2	training room	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	12
3	rental office	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	38
7	koridor rental	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	15
8	mushola	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	8
9	toilet	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	6
10	room boy	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	6
11	laundry	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	7
12	pantry	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	7
13	ruang mee	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	4
14	koridor	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	14
15	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP	17	8
	TOTAL			129

Pada lantai 2 terdapat beberapa koridor ruangan, untuk memudahkan perhitungan maka dibagi menjadi 3. Masing-masing adalah koridor rental, koridor ruang, dan koridor lift. Setiap koridor menggunakan jenis lampu *Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C* sebesar 17watt.

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Sehingga total kebutuhan daya penerangan pada lantai 2 membutuhkan 129

lampu dengan total daya sebesar 3631 VA. Besar daya penerangan pada lantai 2 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 2.

#### 4.3.1.4 Perhitungan penerangan pada Lantai 3

Untuk hasil perhitungan keseluruhan pada ruang *Restaurant* dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Daya dan Jumlah Lampu pada *Restaurant*

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	restaurant 1	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	8
2	restaurant 2	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	26
TOTAL				34

Ruangan *Restaurant* yang cukup besar yaitu seluas  $390m^2$  dan berbentuk leter L. Maka untuk memudahkan perhitungan luas penerangan pada *Restaurant*, maka akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu *Restaurant 1* dan *Restaurant 2*. Hal ini bertujuan agar pencahayaan dapat merata sesuai bidang kerja.

Keseluruhan lampu pada *Restaurant* adalah 34 lampu 42 watt FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C. Maka untuk total daya pada ruang *Restaurant* sebesar 1586,66VA.

Sedangkan untuk hasil perhitungan keseluruhan ruang pada lantai 3 dapat dilihat pada 4.19.

Tabel 4.19 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 3

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	restaurant 1	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	8
2	restaurant 2	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	26
3	toilet	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
7	food storage	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
8	gas storage	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
9	public area	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
10	ruang mee	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
11	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
TOTAL				70

Pada lantai 3 terdapat ruangan public area yang berfungsi untuk ruang bersantai pengunjung. Ruang public area hanya terdapat pada lantai 3 saja. Pada ruang ini menggunakan jenis lampu Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C sebesar 17 watt.

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Sehingga total kebutuhan daya penerangan pada lantai 3 membutuhkan 70 lampu dengan total daya sebesar 2266,67 VA. Besar daya penerangan pada lantai 3 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 3.

#### 4.3.1.5 Perhitungan penerangan pada Lantai 4 dan 5

Untuk hasil perhitungan keseluruhan pada ruang *Restaurant* dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Daya dan Jumlah Lampu pada *Restaurant*

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
1	convention hall 200 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	40
2	convention hall 50 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	10
3	convention hall 150 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	38
4	convention hall 100 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	14
	TOTAL			102

Kondotel Borobudur mempunyai fasilitas *convention hall* sebesar 2 lantai yang terdapat pada lanti 4 dan lantai 5. Ruang ini digunakan untuk acara-acara tertentu yang membutuhkan ruang besar dengan fasilitas hotel. Terbagi menjadi 4 bagian dengan kapasitas berbeda. Pada lantai 5 terdapat *convention hall* 1 berkapasitas 200 orang dan *convention hall* 2 berkapasitas 50 orang. Sedangkan pada lantai 6 terdapat *convention hall* 1 berkapasitas 150 orang dan *convention hall* 2 berkapasitas 100 orang.

Keseluruhan lampu pada *Convention hall* adalah 102 lampu 42 watt jenis FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C. Maka untuk total daya pada ruang *convention hall* sebesar 4760VA.

Hasil Perhitungan keseluruhan ruang pada lantai 4 dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.21 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 4



No	Keterangan	Jenis Lampu		Jumlah (n)
			Daya (w)	
1	convention hall 200 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	40
2	convention hall 50 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	10
3	toilet	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
4	mushola	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	13
5	pantry	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
6	ruang MEE	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
7	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
8	koridor	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
<b>TOTAL</b>				<b>94</b>

Sedangkan untuk hasil perhitungan keseluruhan pada lantai 5 dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.22 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 5

No	Keterangan	Jenis Lampu		Jumlah (n)
			Daya (w)	
1	convention hall 150 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	38
2	convention hall 100 person	FBS291 1xPL-TT/4P42W HFP C	42	14
3	toilet	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	6
4	mushola	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	11
5	pantry	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
6	ruang MEE	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
7	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
8	koridor	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	12
<b>TOTAL</b>				<b>98</b>

Perhitungan penerangan dan penentuan jenis lampu pada lantai 4 dan lantai 5 memiliki persamaan. Perbedaannya hanya bentuk ruang convention hall, karena kapasitas yang berbeda pada setiap ruangannya

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Sehingga total kebutuhan daya penerangan pada lantai 4 dan lantai 5 membutuhkan 192 lampu dengan total daya sebesar 6460 VA. Besar daya penerangan pada lantai 4 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 4. Dan besar daya penerangan pada lantai 5 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 5.

#### 4.3.1.6 Perhitungan penerangan pada Lantai 6

Untuk hasil perhitungan keseluruhan ruang pada lantai 6 dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.23 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 6

No	Keterangan	Jenis	Daya (w)	Jumlah
		Lampu		(n)
1	room boy	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	10
2	swimming pool condotel	Master TLD Xtra 840 slv	18	67
3	kamar mandi swimming pool	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
4	rumah pompa	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	5
5	koridor 1	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	12
6	koridor 2	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	22
7	koridor 3	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	24
8	koridor 4	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	36
9	ruang mee	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
10	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
TOTAL				196

Pasa area swimming pool tidak hanya sebatas kolam renang seluas  $73m^2$  saja, tetapi meliputi semua area teras pada kondotel lantai 6. Area ini berada di luar bangunan / *outdoor*. Dibagi menjadi dua bagian, yaitu area swimming pool dan area kamar mandi swimming pool.

Ruang toilet terbagi menjadi 2 ruang, yaitu toilet wanita dan toilet pria. Karena sekat tembok pembatas pada toilet tidak menyeluruh sampai atap plavon, maka seluruh ruang toilet dianggap jadi satu. Hal ini disebabkan untuk mengurangi penggunaan lampu yang terlalu banyak pada toilet.

Perhitungan penerangan dan penentuan jenis lampu pada tabel 4.22 tanpa perhitungan kamar kondotel. Untuk perhitungan kamar kondotel sudah dijelaskan diatas. Sedangkan pada koridor lantai 6 dibagi menjadi 5 bagian seperti yang dicantumkan pada tabel diatas.

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Sehingga total kebutuhan daya penerangan pada lantai 6 tanpa kamar membutuhkan 196 lampu dengan total daya sebesar 3776,67 VA. Besar daya penerangan pada lantai 6 akan disuplai oleh panel SSDP lantai 6.

#### 4.3.1.7 Perhitungan penerangan pada Lantai 7-14

Lantai 7 sampai lantai 14 pada kondotel Borobudur hanya terdiri dari kamar-kamar. Terdapat dua jenis kamar pada lantai ini yaitu *standart room type A* sejumlah 8 kamar dan *standart room type B* sejumlah 256 kamar. Tidak terdapat ruang-ruang yang memiliki fungsi khusus seperti pada lantai-lantai sebelumnya.

Hasil perhitungan keseluruhan ruang pada lantai 7-14 dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.24 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 7-14

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
		Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C		
1	koridor 1	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	19
2	koridor 2	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	24
3	koridor 3	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	36
4	room boy	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	10
5	ruang mee	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
6	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
TOTAL				101

Perhitungan penerangan dan penentuan jenis lampu diatas tanpa perhitungan kamar kondotel. Untuk perhitungan kondotel sudah dijelaskan diatas. Sedangkan pada koridor lantai 7 sampai lantai 14, per lantainya dibagi menjadi 4 bagian seperti yang dicantumkan pada tabel diatas.

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing ruang. Total kebutuhan daya penerangan pada lantai 7-14 membutuhkan 808 lampu dengan total daya sebesar 15262,24 VA, perhitungan tersebut tidak termasuk kamar. Besar daya penerangan pada lantai 7-14 akan disuplai oleh panel SSDP yang terdapat pada masing-masing lantai.

#### 4.3.1.8 Perhitungan penerangan pada Lantai 15

Untuk hasil perhitungan keseluruhan ruang pada lantai 15 dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.25 Daya dan Jumlah Lampu pada Lantai 15

No	Keterangan	Jenis Lampu	Daya (w)	Jumlah (n)
		decotwist lux e27		
1	ruang spa	decotwist lux e27	25	28
2	ruang refleksi	decotwist lux e27	25	34
3	penthouse	decotwist lux e27	25	180
4	koridor 1	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	19
5	room boy	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	10
6	ruang mee	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	4
7	koridor lift	Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C	17	8
				283

Penentuan jenis lampu dan besarnya daya lampu mengacu pada katalog philips. Penentuan tersebut juga disesuaikan berdasarkan fungsi dari masing-masing

ruang. Total kebutuhan daya penerangan pada lantai 15 membutuhkan 283 lampu dengan total daya sebesar 7496,67 VA, perhitungan tersebut tidak termasuk kamar. Besar daya penerangan pada lantai 15 akan disuplai oleh panel SSDP yang terdapat pada lantai 15.

#### 4.3.2 Penempatan Titik Saklar Penerangan

Penempatan saklar pada dinding biasanya dipasang kurang lebih 120cm diatas lantai. Jika penempatan saklar harus dilalui dengan membuka pintu terlebih dahulu, maka saklar dinding ditempatkan didekat disisi daun pintu yang membuka. Rating saklar yang dipilih yaitu harus mampu untuk menghantarkan arus 115% dari arus nominal yang melewatinya.

Pemasangan tata letak saklar dapat dilihat pada perancangan instalasi listrik pada lampiran. Spesifikasi teknis dari saklar yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Rating tegangan 500 V
2. Rating arus minimal 10 A
3. Tipe pemasangan, dipasang pada dinding (*recessed*) dan menggunakan doss dengan ketinggian 120cm diatas permukaan lantai yang sudah jadi.
4. Saklar harus dilengkapi dengan label yang menunjukkan lampu dari kelompok mana yang dilayaninya.

#### 4.3.3 Perhitungan Kapasitas AC

Untuk perhitungan kapasitas AC ini akan digunakan AC split yang merupakan salah satu AC yang digunakan untuk hunian yang tidak memiliki daya listrik tidak terlalu besar. Mengingat besar daya tiap kamar adalah 2200 VA dan 1300VA, maka diperlukan perhitungan yang tepat agar tercapai efisiensi dalam pemakaian AC. Karena jika kapasitas AC yang terlalu kecil akan mengakibatkan ruangan tersebut kurang dingin, akan tetapi apabila kapasitas AC terlalu besar maka akan mengakibatkan konsumsi daya yang terlalu berlebihan.

Perhitungan kapasitas AC kamar tidur kondotel *suite room*

$$P = \frac{p \times l \times t}{3} \times 500$$

$$P = \frac{3,85 \times 4,70 \times 3}{3} \times 500$$

$$= 9047,5 \frac{\text{Btu}}{\text{H}} \text{ setara } 1 \text{ pk}$$

Pemilihan AC yang digunakan harus lebih besar dari perhitungan, sehingga dipilih AC 1pk pada kamar *suite room*. Sedangkan sistem pendingin yang digunakan adalah sistem pendinginan merata. Berikut adalah konversi kapasitas AC (pk menjadi watt).

$$1 \text{ Hp} = 1,04 \text{ pk}$$

$$1\text{pk} = 736 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan pada kamar suite room sebesar:

$$1\text{pk} = 1 \times 736 = 736 \text{ watt}$$

$$P(\text{VA}) = 736 \div 0,9 = 817,78 \text{ VA}$$

Setiap kamar akan dibagi menurut fungsi ruangnya, hal ini bertujuan agar pendinginan merata. Untuk perhitungan keseluruhan jenis kamar hampir sama, sehingga bisa dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.26 Pemilihan AC yang Digunakan pada Setiap Jenis Kamar

No	Jenis Kamar	Keterangan	AC yang digunakan (pk)	Daya (VA)
1	president suite	kamar tidur	1	817.78
2		ruang TV	0,5	408.89
	TOTAL			1227
1	suite room (6room)	kamar tidur	1	817.78
	TOTAL			818
1	standart room type A	kamar tidur 1	0,5	408.89
2		kamar tidur 2	0,5	408.90
3		ruang TV	1	817.78
	TOTAL			1636
1	standart room type B	kamar tidur	1	817.78
	TOTAL			818

Sedangkan untuk bagian diluar kamar, tidak semuanya menggunakan AC. Mengacu kepada spesifikasi ruang, maka hanya bagian-bagian tertentu saja yang menggunakan AC. Penentuan jenis AC yang digunakan juga sama dengan penentuan AC pada kamar. Perhitungan kapasitas AC selain kamar bisa dilihat pada lampiran.

#### 4.3.4 Penentuan Pompa Air

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dalam hotel, biasanya dibutuhkan pompa air untuk mendistribusi air dari sumber ke seluruh titik air (sumber air dapat berupa sumur atau penampungan air di bawah). Untuk memudahkan konsumsi air, biasanya dibangun tower air dengan ketinggian tertentu. Dalam kondisi ini air dihisap dari sumber air di bawah dengan pompa untuk disimpan pada tower air. Selanjutnya dengan tower air, kita memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk membuat air mengalir melalui pipa tanpa perlu bantuan pompa lagi.

Spesifikasi mesin pompa air yang digunakan pada Kondotel Borobudur yaitu:

Motor	: Ms 7000
Seri pompa	: Sp 55.10
Debit air (Q)	: $55 \text{ m}^3/\text{jam}$
Total Head	: 718,77 m
Pipa	: 4"
Daya	: 11,2 kW
Tegangan	: 3 fasa 380 volt
Frekuensi	: 50 Hz
cos phi	: 0,9

Spesifikasi motor tersebut digunakan untuk menyuplai kebutuhan sehari-hari dan kolam renang. Dengan asumsi kebutuhan air perhari sebesar  $44 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan untuk kolam renang sebesar  $109,5 \text{ m}^3$ , maka digunakanlah 3 motor pompa air.

#### 4.3.5 Penempatan Stop Kontak

Penempatan Stop Kontak harus memenuhi standart internasional (SII) dan sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada PUIL 2000. Dimana dalam PUIL dijelaskan, bahwa untuk kontak biasa, kebutuhan maksimum diambil 200 VA atau 200 VA per fasa untuk kotak kontak dengan kemampuan setinggi-tingginya 16 A atau 16 A per fasa.

Pemasangan stop kontak harus seminimal mungkin terjadi sentuhan pada bagian aktif yang tidak sengaja, serta harus mudah untuk dijangkau. Stop Kontak ditempatkan didekat ujung dinding, hal ini dimaksudkan untuk menghindari terhalang karena penempatan mebel atau lemari. Stop kontak pada Kondotel

dipasang 30 cm diatas lantai dengan dilengkapi penutup atau 30 cm diatas landasan bidang kerja meja. Untuk tata letak stop kontak dapat dilihat pada perancangan instalasi listrik.

#### 4.4. Penempatan Titik Lampu

Perencanaan suatu pencahayaan bangunan merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan oleh seorang perancang dalam proses desain untuk menghasilkan suatu pencahayaan yang baik dan ekonomis. Namun ditemui beberapa kenyataan bahwa sistim penerangan dalam suatu ruangan tidak optimal, misalnya terasa kurang terang, atau silau atau pemakaian warna lampu yang tidak sesuai makna ruang. Perencanaan dan perancangan tata cahaya yang tidak baik pada suatu ruangan, dapat menyebabkan terjadi kesalahan fungsi pada ruang yang bersangkutan.

Untuk penerangan pada kamar menggunakan 3 jenis lampu yaitu Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C dengan daya 17 watt ; Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C dengan daya 17,3 watt ; Philips FBS270 2xPL-R/4P14W HFP C dengan daya 34 watt. Gambar untuk ke 3 jenis beserta amarturnya dapat dilihat pada gambar 4.13, 4.14 dan 4.15.



Gambar 4.13 Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C

Sumber: Katalog Philips



Gambar 4.14 Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C

Sumber: Katalog Philips



Gambar 4.15 Philips FBS270 2xPL-R/4P14W HFP C

Sumber: Katalog Philips

Suatu ruangan yang semestinya dipakai untuk tempat membaca, apabila tidak diberi terang yang mencukupi, maka akan mempersulit pemakai dalam melakukan kegiatan membaca, sehingga ruang tersebut dapat dinilai gagal dalam menjalankan fungsinya sebagai tempat kegiatan membaca.

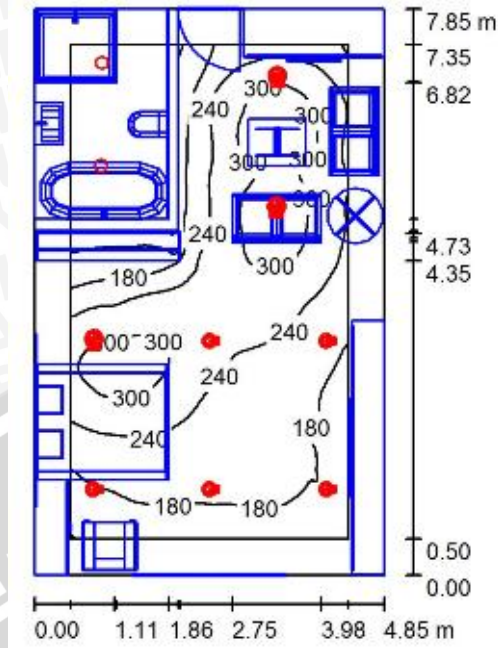
Untuk itu agar sistem penerangan lebih merata, maka menggunakan software DIALUx 4.12. Hasil dari penggunaan software dialux dapat dilihat pada gambar 4.16.





Gambar 4.16 Sketsa Kamar *President suite* Pada Lantai 6

Hasil dengan menggunakan software DIALUx 4.12, ditampilkan dalam bentuk gambar dan tabel, sebagaimana pada Gambar 4.16. Nampak pada Gambar 4.17, disajikan kontur nilai kuat penerangan (lux) pada posisi bidang kerja. Pada Gambar 4.17 ditunjUUK-BPPan pula bahwa rata-rata kuat penerangan pada bidang kerja/ work plane (E Average) adalah sebesar 240-300 lux, yang berarti sesuai dengan standar kuat penerangan sangat baik untuk sebuah kamar yaitu 250 – 500 lux. Pada Gambar 4.16 ditampilkan visualisasi intensitas cahaya oleh DIALUx 4.12. Database armature dan lampu diperoleh dari yang sudah ada pada DIALUx 4.12. Konsumsi energy pada kasus ini sebesar 8,43 W/m<sup>2</sup>, yang masih berada dibawah standar maksimum (tidak lebih dari 17 W/m<sup>2</sup>). Kontur pada gambar 4.17 berada pada ketinggian 80cm diatas tanah.



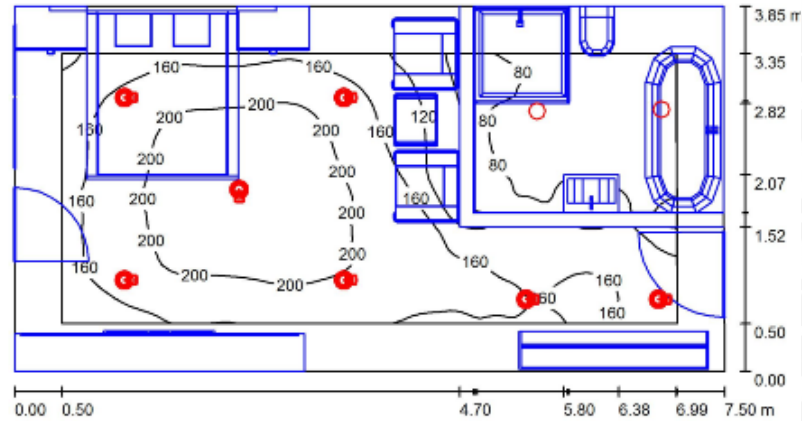
Gambar 4.17 Posisi Titik Lampu Kamar *President suite* Pada Lantai 6

Pada gambar 4.18 merupakan visualisasi kamar *Suite Room* dimana pada kamar ini menggunakan 2 jenis lampu yaitu Philips FBS290 1xPL-C/2P13W C sejumlah 2 lampu dan Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C sejumlah 7 lampu.



Gambar 4.18 Sketsa Kamar *Suite Room* pada Lantai 6

Pada gambar 4.19 merupakan kontur penerangan pada kamar *Suite room*. Ditunjukkan pada gambar bahwa rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 120-200 Lux. Hal ini masi memenuhi standar tingkat pencahayaan minimum untuk sebuah kamar 250- 500 Lux.



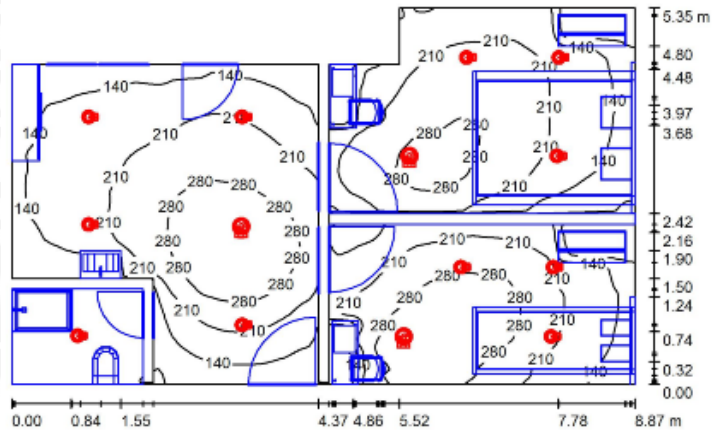
Gambar 4.19 Posisi Titik Lampu Kamar *Suite Room* Pada Lantai 6

Pada gambar 4.20 merupakan visualisasi kamar *Standart Room type A* dimana pada kamar ini menggunakan 2 jenis lampu yaitu Philips FBS270 2xPL-R/2P13W C sejumlah 3 lampu dan Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C sejumlah 11 lampu. Pada tipe kamar ini mempunyai 2 kamar tidur.



Gambar 4.20 Sketsa Kamar *Standart Room type A* pada Lantai 6

Pada gambar 4.21 merupakan kontur penerangan pada *Standart Room type A*. Ditunjukkan pada gambar bahwa rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 210-280 Lux. Hal ini masi memenuhi standar tingkat pencahayaan minimum untuk sebuah kamar 250- 500 Lux.



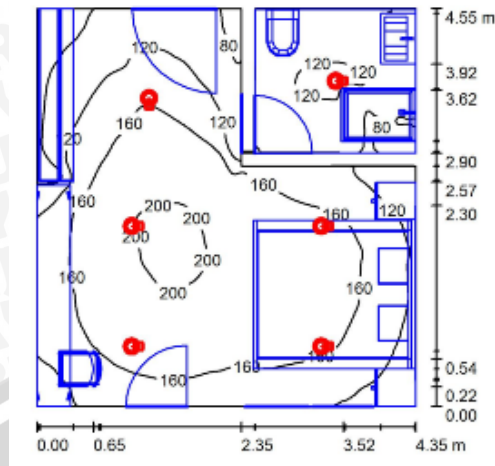
Gambar 4.21 Posisi Titik Lampu Kamar *Standart Room type A* Pada Lantai 6

Pada gambar 4.22 merupakan visualisasi kamar *Standart Room type B* dimana pada kamar ini menggunakan 1 jenis lampu yaitu Philips FBS261 1xPL-R/4P14W HFP C sejumlah 6 lampu.



Gambar 4.22 Sketsa Kamar *Standart Room type B* pada Lantai 6

Pada gambar 4.23 merupakan kontur penerangan pada *Standart Room type B*. Ditunjukkan pada gambar bahwa rata-rata tingkat pencahayaan sebesar 160-200Lux. Hal ini masi memenuhi standar tingkat pencahayaan minimum untuk sebuah kamar 250- 500 Lux.



Gambar 4.23 Posisi Titik Lampu Kamar *Standart Room type B* Pada Lantai 6

#### 4.5 Lampu Darurat

Pada sebuah bangunan bertingkat, diperlukan adanya sebuah catuan daya cadangan. Hal ini dikarenakan untuk dapat memberikan suplai daya yang tidak terganggu untuk beban penerangan. Maka dari itu pada bangunan gedung Kondotel Borobudur ini digunakan UPS (*uninterruptible power supply*) untuk memberikan energi listrik sementara ketika terjadi kegagalan daya pada listrik utama.

Spesifikasi UPS yang digunakan pada Kondotel Borobudur yaitu:

- UPS : CYBERPOWER BU600E
- Daya Keluar : 600VA / 360W
- Voltase Masuk : Rentang Voltase : 140~300Vac
- Frekuensi : 50Hz / 60 Hz +/- 3(*Auto-sensing*)
- Voltase Keluar : 220Vac +/-5%
- Frekuensi : 50Hz +/- 1%
- Proteksi : Fuse
- Baterai : RBP0043 x1

Spesifikasi UPS tersebut digunakan untuk memberikan cukup waktu untuk segera menghidupkan genset sebagai pengganti listrik utama. UPS ini ditempatkan pada ruang MEE setiap lantai (lantai 1 – lantai 15).

Lampu darurat jika terjadi gangguan menggunakan lampu 4 x Philips LED Bohlam - 3W – Kuning (0,75W). Lampu ini dipilih karena mempunyai daya yang kecil, sehingga memberikan waktu cukup lama pada UPS. Pada keadaan gangguan, kurang

lebih lampu darurat dapat bertahan selama 1jam. Gambar untuk lampu darurat dapat dilihat pada Gambar 4.24



Gambar 4.24 4 x Philips LED Bohlam - 3W – Kuning (0,75W)

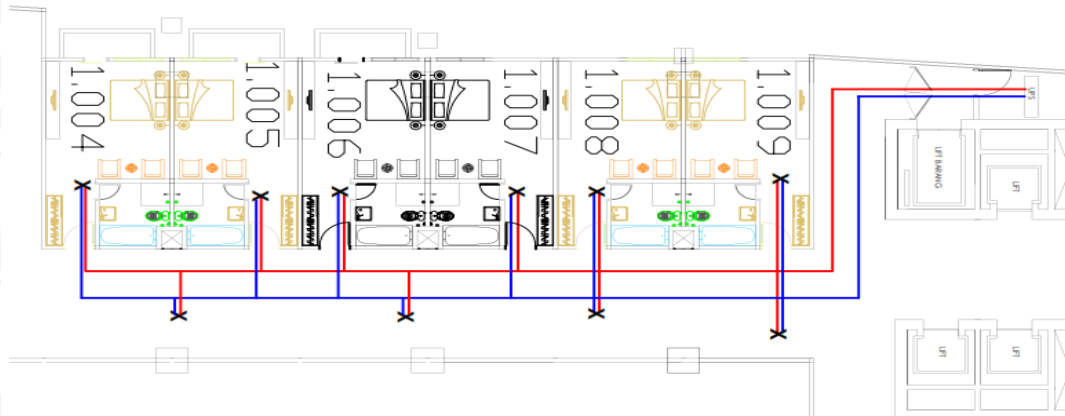
Sumber : Katalog Philips

Penempatan lampu darurat ini pada titik-titik tertentu dimana tempat tersebut sangat penting untuk akses yang dilalui. Sehingga penggunaan lampu darurat ini juga terbatas. Untuk tabel lampu darurat bisa dilihat pada tabel 4.27

Tabel 4.27 Penggunaan lampu darurat pada Lantai 6

NO	NAMA RUANG	jumlah	daya (watt)	daya (VA)
1	president suite (3room)	12	0.75	10.00
2	suite room (6room)	18	0.75	15.00
3	standart room type A (1)	5	0.75	4.17
4	standart room type B (14)	42	0.75	35.00
5	room boy	2	0.75	1.67
6	swimming pool condotel	2	0.75	1.67
7	kamar mandi swimming pool	2	0.75	1.67
8	rumah pompa	2	0.75	1.67
9	koridor 1	3	0.75	2.50
10	koridor 2	6	0.75	5.00
11	koridor 3	6	0.75	5.00
12	koridor 4	7	0.75	5.83
13	ruang mee	1	0.75	0.83
14	koridor lift	2	0.75	1.67
JUMLAH		110		91.67

Pada Lantai 6 terdapat 110 lampu darurat, yang tersebar di berbagai titik pada setiap ruang. Dan besar daya yang dibutuhkan untuk mensuplai lampu darurat pada lantai 6 sebesar 91,67 VA. Sedangkan untuk penempatan posisi lampu darurat dapat dilihat pada gambar 4.25.



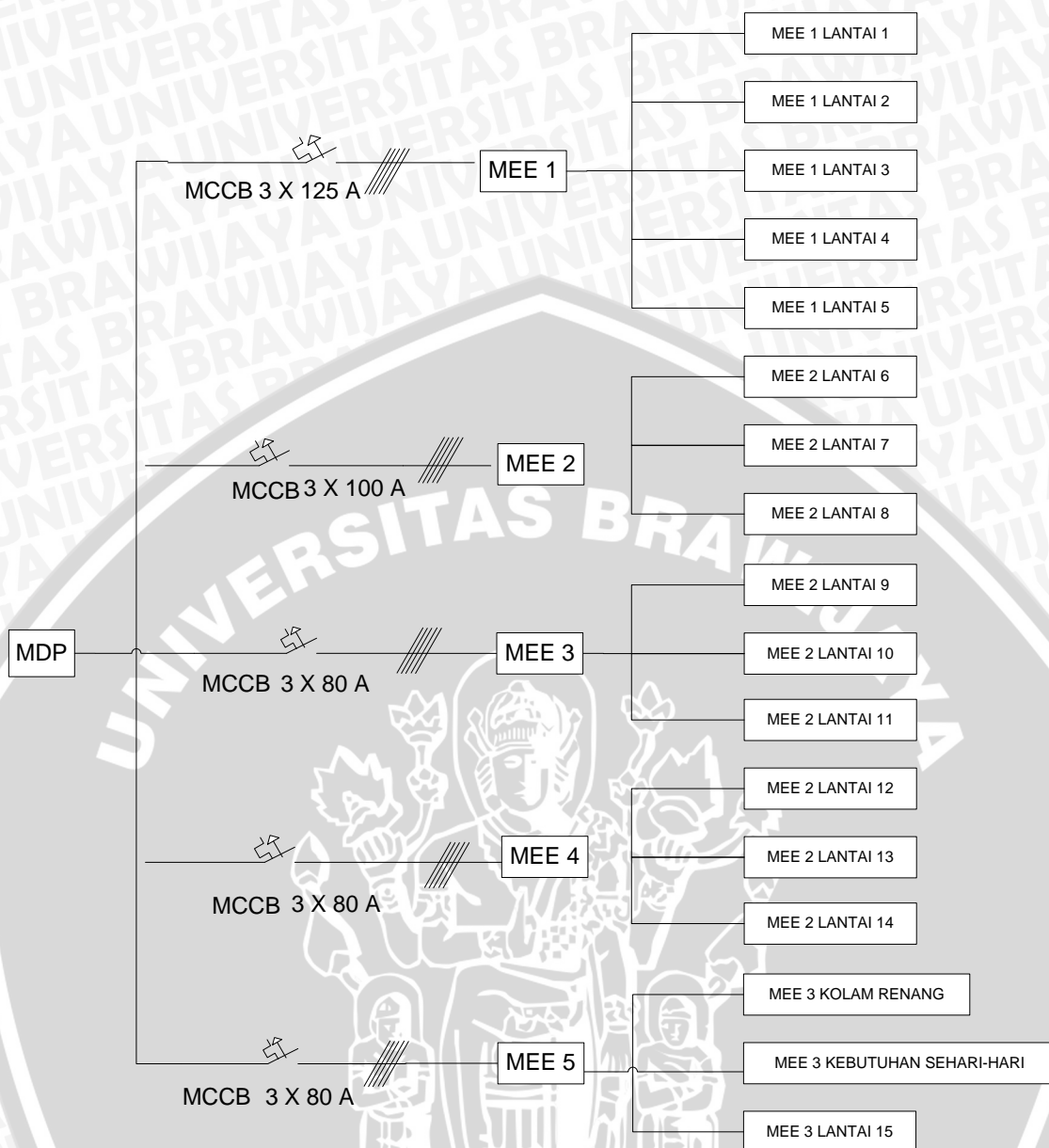
Gambar 4.25 Penempatan lampu darurat pada Lantai 6

Pada Gambar 4.25 merupakan penempatan titik lampu darurat pada Lantai 6. Dimana setiap kamar hanya terpasang satu buah lampu darurat, dan sisanya berada pada koridor. Hal ini juga berlaku pada semua lantai, dimana hanya terdapat satu buah titik lampu pada setiap ruang, dan sisanya berada pada koridor.

#### 4.6 Pembagian Kelompok Beban

Mengingat kebutuhan daya yang besar, maka perlu dilakukan pembagian kelompok beban. Suplay energi listrik gedung ini menggunakan system 3 fasa dengan tegangan suplai 220/380 v. Tujuan pembagian kelompok beban antara lain:

- Menjaga keseimbangan beban tiap fasa
- Menjaga agar gangguan yang timbul tidak mempengaruhi kerja sistem secara keseluruhan
- Mempermudah dalam pemasangan, pemeriksaan, pengoperasian dan perbaikan



Gambar 4.26 Pembagian Kelompok Beban

Jika ada gangguan pada suatu kelompok, maka kelompok lain tetap tidak akan terpengaruh oleh gangguan tersebut. Pada gedung Kondotel Borobudur dibagi menjadi 5 MEE. MEE1 – MEE4 untuk menyuplai daya pada lantai 1-14, sedangkan MEE3 untuk menyuplai motor pompa dan lantai 15.

Dengan total keseluruhan daya gedung mencapai 638503,78 VA, maka perlu dibagi menjadi 5 MEE. MEE 1 menyuplai 109985.56 VA, MEE 2 menyuplai 138194.89 VA, MEE 3 menyuplai 137893.33 VA, MEE 4 menyuplai 137893.33 VA, dan MEE 5 menyuplai 114536.67 VA.

Dari tiap MEE, akan disalurkan ke masing SSDP yang terdapat pada tiap lantai. Dari SSDP ini akan dibagi menjadi 3 fasa yaitu fasa R, fasa S, dan fasa T.

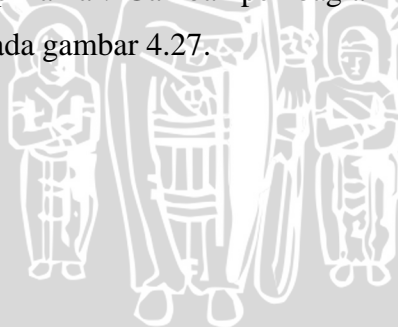


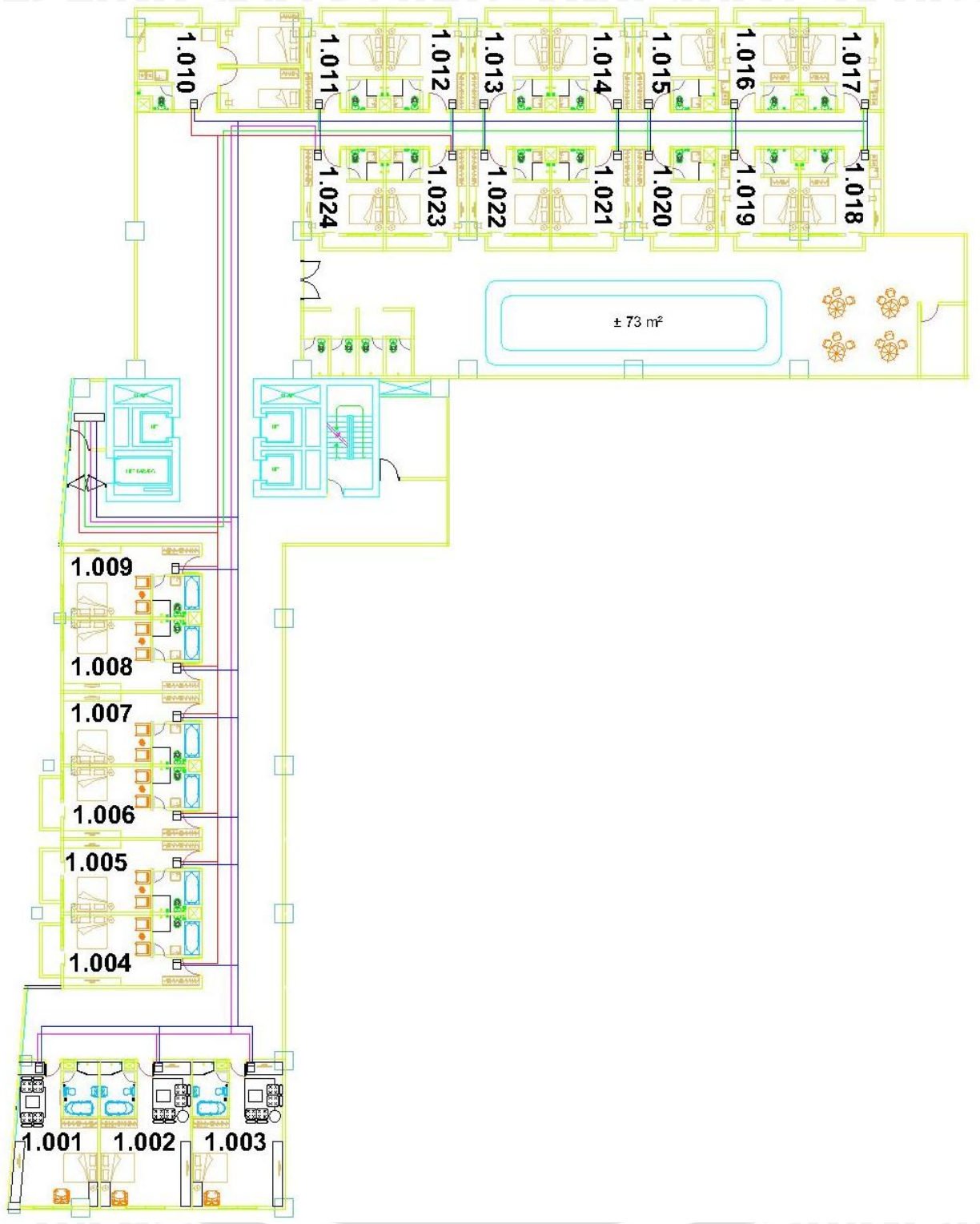
Beban akan dibagi secara merata untuk masing-masing fasa, selisih maksimal antar fasa ialah sebesar 5%.

Tabel 4.28 Pembagian Daya pada Lantai 6

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	suite room 1.004 - 1.009	12530.67	1	standart room 1.011 - 1.022	15000.00	1	president suite 1.001 - 1.003	6275.33
2	standart room 1..010	3456.67				2	standart room 1.023-1.024	2500.00
						3	room boy	1615.56
						4	swimming pool	1840.00
						5	kamar mandi	351.11
						6	rumah pompa	94.44
						7	koridor 1	326.67
						8	koridor 2	515.56
						9	koridor 3	553.33
						10	koridor 4	780.00
						11	ruang mee	175.56
						12	koridor lift	251.11
total		15987.33	total		15000.00	total		15278.67

Dari tabel 4.28 dapat diketahui pembagian beban pada lantai 6. Dengan fasa R sebesar 15987,33VA, fasa S sebesar 15000VA, dan fasa T sebesar 15278,67VA maka selisih antar fasa kurang dari 5%. Pembagian daya pada lantai 6 berdasarkan letak dan besar daya setiap kamar. Gambar pembagian daya lantai 6 pada kamar 1.004-1.024 dapat dilihat pada gambar 4.27.





Gambar 4.27 Pembagian Daya pada Lantai 6

Berdasarkan gambar 4.14 bisa dilihat pembagian beban pada lantai 6 terdiri dari 3 fasa. Yaitu fasa R yang ditunjukkan dengan warna merah, fasa S yang ditunjukkan dengan warna hijau, dan fasa T yang ditunjukkan dengan warna ungu.

Fasa R terdiri dari kamar 1.004-1.009 dan 1.010. Fasa S terdiri dari kamar 1.011-1.022. Dan fasa T terdiri dari 1.001-1.003 dan 1.023-1.024.

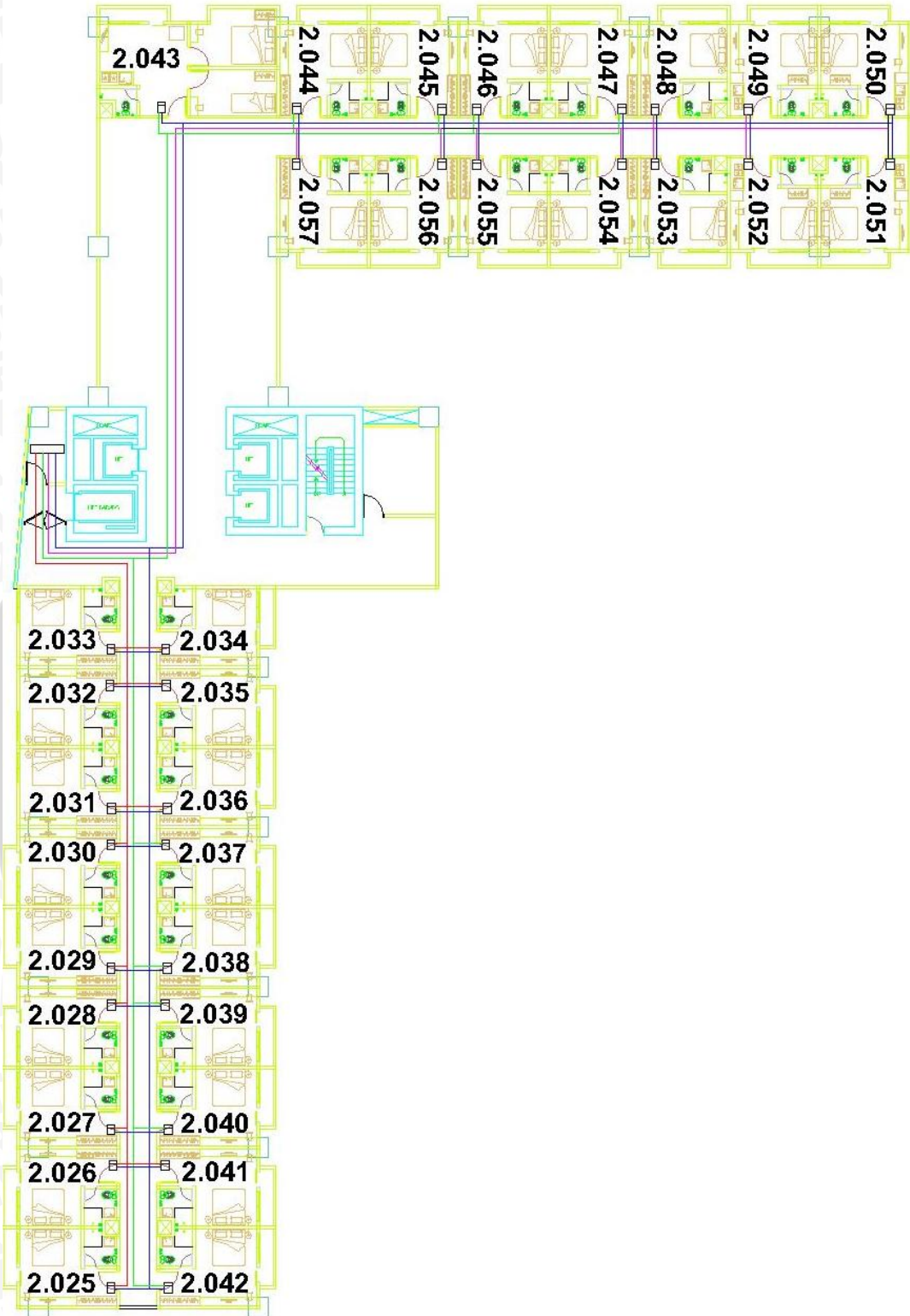
Sedangkan untuk pembagian beban pada lantai 7-15 hampir sama, perbedaannya hanya terletak pada nama kamar. Untuk itu, pembagian daya pada lantai 7 bisa dilihat di tabel 4.29.

Tabel 4.29 Pembagian Daya pada Lantai 7

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	standart room 2.025 - 2.036	15000.00	1	standart room 2.043	3456.67	1	standart room 2.048 - 2.057	12500.00
			2	standart room 2.037 - 2.042 2.043 - 2.047	12500	2	koridor 1	458.89
						3	koridor 2	553.33
						4	koridor 3	780.00
						5	room boy	288.89
						6	ruang mee	175.56
						7	koridor lift	251.11
total		15000.00	total		15956.67	total		15007.78

Pada lantai 7 yang terdiri dari 39 kamar, pembagian beban terdiri dari fasa R pada kamar 2.025-2.036 sebesar 15000VA. Fasa S pada kamar 2.043, 2037-2.042, dan 2.043-2.047sebesar 15956,67VA. Dan fasa T pada kamar 2.048-2.057 sebesar 15007,78VA. Untuk gambar pembagian beban lantai 7 dapat dilihat pada gambar 4.28.

Sedangkan untuk pembagian daya selain lantai 6-14 dapat dilihat pada tabel 4.30 – tabel 4.35.



Gambar 4.28 Pembagian Daya pada Lantai 7



Tabel 4.30 Pembagian Daya pada Lantai 1

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	tempat parkir	1444.44	1	resepsionis	1497.78	1	coffe shop	1097.78
2	vallet	400.00	2	accounting	1411.11	2	toilet	778.89
3	lobby	1991.11	3	minishop	951.11	3	food storage	784.44
						4	loading dock	94.44
						5	penyimpanan	175.56
						6	keamanan	665.56
						7	ruang MEE	175.56
total		3835.56	total		3860.00	total		3772.22

Tabel 4.31 Pembagian Daya pada Lantai 2

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	meeting room	808.89	1	rental office 2	1995.56	1	meeting room	207.78
2	training room	1368.89	2	rental office 4	3304.44	2	mushola	817.78
3	rental office 1	1715.56	3	koridor rental	383.33	3	toilet	608.89
4	rental office 2	326.67	4	mushola	351.11	4	room boy	926.67
5	rental office 3	1820.00	5	toilet	113.33	5	laundry	2332.22
						6	pantry	432.22
						7	ruang mee	175.56
						8	koridor	364.44
						9	koridor lift	251.11
total		6040.00	total		6147.78	total		6116.67

Tabel 4.32 Pembagian Daya pada Lantai 3

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	restaurant 2	8177.78	1	restaurant 1	4862.22	1	restaurant 2	3648.89
			2	restaurant 2	3271.11	2	toilet	722.22
						3	food storage	1640.00
						4	gas storage	213.33
						5	public area	1440.00
						6	ruang mee	175.56
						7	koridor lift	251.11
total		8177.78	total		8133.33	total		8091.11

Tabel 4.33 Pembagian Daya pada Lantai 4

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	convention hall 200 person	8995.56	1	convention hall 200 person	8817.78	1	convention hall 200 person	1200.00
2	toilet	408.89	2	pantry	394.44	2	convention hall 50 person	4746.67
						3	toilet	313.33
						4	mushola	2081.11
						5	ruang MEE	175.56
						6	koridor lift	251.11
						7	koridor	251.11
total		9404.44	total		9212.22	total		9018.89

Tabel 4.34 Pembagian Daya pada Lantai 5

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	convention hall 150 person	8995.56	1	convention hall 150 person	8497.78	1	convention hall 100 person	6115.56
2	toilet	408.89	2	convention hall 100 person	653.33333	2	mushola	2043.33
			3	toilet	313.33	3	pantry	394.44
						4	ruang MEE	175.56
						5	koridor lift	251.11
						6	koridor	326.67
total		9404.44	total		9464.44	total		9306.67

Tabel 4.35 Pembagian Daya pada Lantai 15

Fasa R			Fasa S			Fasa T		
No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)	No	Nama Ruang	Daya (VA)
1	standart room 9.457 - 9.474	22500.00	1	penthouse	25351.11	1	ruang spa	4231.11
2	penthouse	3000	2	koridor 1	458.88889	2	ruang refleksi	5624.44
						3	penthouse	13995.56
						4	room boy	1615.56
						5	ruang mee	175.56
						6	koridor lift	251.11
total		25500.00	total		25810.00	total		25893.33

#### 4.7 Pemilihan Penghantar Kabel

Pemilihan kabel penghantar dapat dilihat pada tanda yang tertera pada kabel tersebut. Jangan menggunakan kabel polos, karena bisa dipastikan tidak memenuhi standart. Pastikan pemilihan kabel penghantar tertera tanda berikut:

1. Tanda pengenal standart (SNI, IEC, SPLN)
2. Tanda pengenal produsen
3. Jumlah dan ukuran inti

Spesifikasi kabel yang akan digunakan pada instalasi listrik kondotel Borobudur dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.8 Perhitungan Luas Penampang Penghantar

Berlebihnya arus yang melalui penghantar yang melebihi kapasitas KHanya dapat mengakibatkan kerusakan. Maka dari itu untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sebuah penghantar, besar luas penampang penghantar harus diperhitungkan dengan teliti. Karena jenis penghantar yang tepat akan sangat menentukan kemampuan dan keandalan untuk peralatan listrik yang bekerja.

Sesuai dengan PUIL 2000:

- Semua penghantar yang digunakan harus dibuat dari bahan yang memenuhi syarat PUIL 2000 7.1.1.1, sesuai dengan tujuan dan penggunaannya, serta telah diperiksa dan diuji menurut standart penghantar yang dikeluarkan atau diakui oleh instansi yang berwenang.
- Penghantar harus diamankan dengan alat pengaman (pengaman lebur atau pemutus daya) yang harus membuka sirkit dalam waktu yang tepat bila timbul bahaya bahwa suhu penghantar akan menjadi terlalu tinggi.

Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang akan mengalir pada penghantar tersebut.

##### 4.8.1 Perhitungan penghantar MDP

Untuk menentukan penghantar utama MDP, maka terlebih dahulu kita harus mencari  $I_n$ . Dari data maka KHA terbesar ada pada MDP yaitu:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}xV}$$

$$I_n = \frac{256909,58}{\sqrt{3 \times 380}} = 390,35 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 167,11 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 390,35 = 487,93 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYY 5 x 120mm<sup>2</sup>.

#### 4.8.2 Perhitungan penghantar pada panel utama MEE 1

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE 1, maka terlebih dahulu kita harus mencari  $I_n$ . Dari data maka KHA terbesar ada pada MEE 1 yaitu:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{109985,56}{\sqrt{3} \times 380} = 167,11 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 167,11 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 167,11 = 208,89 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE 1 ke SSDP lantai 5 yaitu:

$$I_n = \frac{28175,56}{\sqrt{3} \times 380} = 42,81 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE Kondotel) adalah sebesar 42,81 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$\text{KHA} = 1,25 \times 31,97 = 53,51 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 5 x 10mm<sup>2</sup>.

Untuk pemilihan penghantar yang digunakan pada MEE 1 ditunjukkan pada Tabel 4.36.



Tabel 4.36 Pemilihan Penghantar Yang Digunakan Pada MEE 1

No	keterangan	s (VA)	In (A)	KHA (A)	Kabel <i>mm</i> <sup>2</sup>
1	<b>panel utama MEE 1</b>	109985.56	167.11	208.89	NYN 5 x 70
2	<b>SSDP lantai 1</b>	11467.78	17.42	21.78	NYN 5 X 10
3	<b>SSDP lantai 2</b>	18304.44	27.81	34.76	NYN 5 X 10
4	<b>SSDP lantai 3</b>	24402.22	37.08	46.35	NYN 5 X 10
5	<b>SSDP lantai 4</b>	27635.56	41.99	52.49	NYN 5 X 10
6	<b>SSDP lantai 5</b>	28175.56	42.81	53.51	NYN 5 X 10

Pemilihan kabel penghantar yang menghubungkan antara SSDP ke masing-masing MCB yang terletak pada setiap jenis kamar menggunakan kabel NYM 3 x 16 *mm*<sup>2</sup>. Sedangkan kabel yang menghubungkan dari MCB ke beban menggunakan NYM 2,5*mm*<sup>2</sup>.

#### 4.8.3 Perhitungan penghantar pada panel utama MEE 2 – MEE 4

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE 2, maka terlebih dahulu kita harus mencari In. Dari data maka KHA terbesar ada pada MEE 2 yaitu:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{138194.89}{\sqrt{3} \times 380} = 209.97 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 209.97 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 629 = 262.46 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYN 5 x 70*mm*<sup>2</sup>.

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE 2 ke SSDP lantai 8 yaitu:

$$I_n = \frac{45964.44}{\sqrt{3} \times 380} = 69,84 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE Kondotel) adalah sebesar 69,84 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 69,84 = 87,3 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 5 x 16*mm*<sup>2</sup>.

Untuk pemilihan penghantar yang digunakan pada MEE 2 ditunjukkan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Pemilihan Penghantar Yang Digunakan Pada MEE 2 – MEE 4

No	keterangan	s (VA)	In (A)	KHA (A)	Kabel <i>mm</i> <sup>2</sup>
1	<b>panel utana MEE 2</b>	138194.89	209.97	262.46	NY 5 x 70mm <sup>2</sup>
2	<b>SSDP lantai 6</b>	46266.00	70.30	87.87	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>
3	<b>SSDP lantai 8</b>	45964.44	69.84	87.30	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>
4	<b>panel utana MEE 3</b>	137893.33	209.51	261.89	NY 5 x 70mm <sup>2</sup>
5	<b>SSDP lantai 9</b>	45964.44	69.84	87.30	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>
6	<b>SSDP lantai 11</b>	45964.44	69.84	87.30	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>
7	<b>panel utana MEE 4</b>	137893.33	209.51	261.89	NY 5 x 70mm <sup>2</sup>
8	<b>SSDP lantai 12</b>	45964.44	69.84	87.30	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>
9	<b>SSDP lantai 14</b>	45964.44	69.84	87.30	NY 5 X 16mm <sup>2</sup>

Pemilihan kabel penghantar yang menghubungkan antara SSDP ke masing-masing MCB yang terletak pada setiap jenis kamar menggunakan kabel NYM 3 x 16 mm<sup>2</sup>. Sedangkan kabel yang menghubungkan dari MCB ke beban menggunakan NYM 2,5mm<sup>2</sup>.

#### 4.8.4 Perhitungan penghantar pada panel utama MEE 5

Untuk menentukan penghantar utama dari MDP ke MEE 5, maka terlebih dahulu kita harus mencari In. Dari data maka KHA terbesar ada pada MEE 2 yaitu:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{125736,67}{\sqrt{3} \times 380} = 191,04 \text{ A}$$

Arus nominal dari MDP adalah sebesar 191,04 A, dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 191,04 = 238,80 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

Sedangkan untuk menentukan luas penampang penghantar dari MEE 3 ke SSDP lantai 15 yaitu:

$$I_n = \frac{77203,33}{\sqrt{3} \times 380} = 117,30 \text{ A}$$

Arus nominal dari SDP (MEE Kondotel) adalah sebesar 117,30 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA sebesar:

$$KHA = 1,25 \times 117,30 = 146,63 \text{ A}$$

Sesuai dengan lampiran, maka penghantar yang digunakan yaitu kabel NYAF 5 x 35mm<sup>2</sup>.

Untuk pemilihan penghantar yang digunakan pada MEE 3 ditunjukkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Pemilihan Penghantar Yang Digunakan Pada MEE 3

No	keterangan	s (VA)	In (A)	KHA (A)	Kabel mm <sup>2</sup>
1	<b>panel utana MEE 3</b>	125736.67	191.04	238.80	NY 5 x 70
2	<b>SSDP lantai 15</b>	77203.33	117.30	146.63	NY 5 X 35
3	<b>MCB panel motor</b>	37333.33	56.72	70.90	NY 5 X 16
4	<b>pada beban motor</b>	11200.00	17.02	21.27	NY 5 X 10

Pemilihan kabel penghantar yang menghubungkan antara SSDP ke masing-masing MCB yang terletak pada setiap jenis kamar menggunakan kabel NYM 3 x 16 mm<sup>2</sup>. Sedangkan kabel yang menghubungkan dari MCB ke beban menggunakan NYM 2,5mm<sup>2</sup>.

#### 4.9 Perhitungan Drop Tegangan

Adanya perbedaan tegangan antara tegangan disisi sumber dan disisi beban pada suatu instalasi disebabkan adanya drop tegangan di dalam instalasinya. Tegangan dari sisi sumber selalu lebih besar daripada sisi beban. Hal ini diperbolehkan jika susut tegangan antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak melebihi 5% dari tegangan pengenal pada terminal konsumen (PUIL 2004 4.2.3.1).

Persentase susut tegangan adalah 5% maka:

Untuk system 3 fasa

$$\Delta U = \frac{\Delta u}{100\%} U = \frac{5\%}{100\%} 380 = 19 \text{ V}$$

Untuk system 1 fasa

$$\Delta U = \frac{\Delta u}{100\%} U = \frac{5\%}{100\%} 220 = 11 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan luas penampang untuk arus bolak-balik tiga fasa (penampang minimum), yaitu  $\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos\phi + X_L \sin\phi)$

Diambil contoh perhitungan untuk jarak beban terjauh dari panel utama (MDP) ke beban terjauh pada masing-masing panel. Drop tegangan pada MDP ke SDP, dari SDP ke SSDP, SSDP ke MCB pada masing-masing lantai.

#### 4.9.1 Drop tegangan pada MDP

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 120mm<sup>2</sup>.

$$l = 30 \text{ m} = 0,03 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 1)}$$

$$I = 390,35 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,2 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 390,35 \times 0,03 \times 0,2 = 4,06 \text{ volt} \end{aligned}$$

#### 4.9.2 Drop tegangan pada SDP MEE 1

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

$$l = 30 \text{ m} = 0,03 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 1)}$$

$$I = 167,11 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,33 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 167,11 \times 0,03 \times 0,33 = 2,83 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan SSDP lantai 1 yang terhubung pada SDP MEE 1

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 10mm<sup>2</sup>.

$$l = 10 \text{ m} = 0,01 \text{ km} \text{ (jarak dari panel MEE 1 ke panel SSDP lantai 1)}$$

$$I = 17,42 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 1,99 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 17,42 \times 0,01 \times 1,99 = 0,60 \text{ volt} \end{aligned}$$

#### 4.9.3 Drop tegangan pada SDP MEE 2

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

$$l = 35 \text{ m} = 0,035 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 2)}$$

$$I = 209,97 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,33 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 209,97 \times 0,035 \times 0,33 = 4,15 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan SSDP lantai 8 yang terhubung pada SDP MEE 2

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 16mm<sup>2</sup>.

$$l = 10 \text{ m} = 0,01 \text{ km} \text{ (jarak dari panel MEE 2 ke panel SSDP lantai 6)}$$

$$I = 70.30 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 1,26 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 70.30 \times 0,01 \times 1,26 = 1,53 \text{ volt} \end{aligned}$$

#### 4.9.4 Drop tegangan pada SDP MEE 3 dan MEE 4

Drop tegangan MEE 3 yang terhubung pada MDP

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

$$l = 50 \text{ m} = 0,05 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 2)}$$

$$I = 209,51 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,33 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 209,51 \times 0,05 \times 0,33 = 5,91 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan MEE 4 yang terhubung pada MDP

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

$$l = 65 \text{ m} = 0,065 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 2)}$$

$$I = 209,51 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,33 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 209,51 \times 0,065 \times 0,33 = 7,69 \text{ volt} \end{aligned}$$

#### 4.9.5 Drop tegangan pada SDP MEE 5

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY 5 x 70mm<sup>2</sup>.

$$l = 35 \text{ m} = 0,035 \text{ km} \text{ (jarak dari panel utama ke panel MEE 3)}$$

$$I = 174.03 \text{ A}$$

$$(R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) = 0,33 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \varphi + X_L \sin \varphi) \\ &= \sqrt{3} \times 174,03 \times 0,035 \times 0,33 = 3,44 \text{ volt} \end{aligned}$$

Drop tegangan SSDP lantai 15 yang terhubung pada SDP MEE 5

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY  $5 \times 35\text{mm}^2$ .

$$l = 45 \text{ m} = 0,045 \text{ km (jarak dari panel MEE 3 ke panel SSDP lantai 15)}$$

$$I = 117,3 \text{ A}$$

$$(R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi) = 0,6 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi)$$

$$= \sqrt{3} \times 117,3 \times 0,045 \times 0,6 = 5,49 \text{ volt}$$

Drop tegangan SSDP Motor yang terhubung pada SDP MEE 5

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYY  $5 \times 16\text{mm}^2$ .

$$l = 10 \text{ m} = 0,01 \text{ km (jarak dari panel MEE 3 ke panel SSDP lantai 15)}$$

$$I = 56,72 \text{ A}$$

$$(R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi) = 0,81 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi)$$

$$= \sqrt{3} \times 56,72 \times 0,01 \times 0,81 = 0,8 \text{ volt}$$

Drop tegangan Motor Pompa Air yang terhubung pada SSDDP Motor

Dengan asumsi  $\cos \varphi = 0,9$  kabel NYAF  $5 \times 10\text{mm}^2$ .

$$l = 30 \text{ m} = 0,03 \text{ km (jarak dari panel Motor ke beban pompa air)}$$

$$I = 17,02 \text{ A}$$

$$(R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi) = 1,99 \frac{\Omega}{\text{km}} \text{ (lampiran)}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos\varphi + X_L \sin \varphi)$$

$$= \sqrt{3} \times 17,02 \times 0,03 \times 1,99 = 1,76 \text{ volt}$$

#### 4.10 Penentuan Sistem Penumbumian

Besarnya tahanan pertanahan maksimum berdasarkan PUIL 2000 adalah sebesar  $2\Omega$ . Tahanan pertanahan ini dipengaruhi oleh :

- Jenis tanah, dimana tahanan untuk elektroda bumi tergantung dari jenis dan keadaan tanah.
- Metoda pemasangan, pemasangan pertanahan dengan menggunakan elektroda batang.

Berdasarkan PUIL 2000, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanahnya. Jenis tanah diasumsikan jenis tanah liat dengan

tahanan jenis tanah 100Ω. Penanaman elektroda batang ditanam sedalam 6 m, dengan tahanan pentanahan sebesar 20Ω.

Tabel 4.39 Resistansi Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tanah Rawa	Tanah Liat, dan Tanah Ladang	Pasir Basah	Kerikil Basah	Pasir dan Kerikil Kering	Tanah Berbatu
Resistansi Jenis (ohm – m)	30	100	200	500	1000	3000

Sumber: PUIL 2000 tabel 3.18-1

Tabel 4.40 Resistansi pembumian pada resistansi jenis r1=100W-meter

Jenis Elektroda	Batang atau Pipa panjang (m)			
	1	2	3	5-6
Resistansi pembumian (ohm)	70	40	30	20

Sumber: PUIL 2000 tabel 3.18-2

Untuk tahanan jenis lain (Q), maka besar resistansi pembumian ialah :

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{Q}{100}$$

$$\frac{100}{Q_1} = \frac{20}{100}$$

$$Q_1 = 20\Omega$$

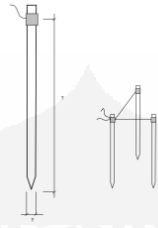
Untuk pemasanganya diparalel dengan tiga buah elektroda batang :

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_c} = 1,5$$

$$R_c = 6,67\Omega$$

Dari perhitungan diatas sehingga didapat tahanan pertanahan < 2Ω maka dipasang 4 titik pentanahan dengan masing-masing titik di paralel 3 buah elektroda batang dan elektroda ditanam sedalam 5m. Jarak antara masing-masing elektroda ditentukan berdasarkan PUIL 2000. Dimana jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjang elektroda batang yang dipasang secara paralel agar dapat harga tahanan lebih besar dari 2Ω.



Gambar 4.29 Elektroda Batang

Untuk menentukan diameter ( $d$ ) elektroda pentanahan dapat dihitung :

$$\rho = R \times \frac{2 \times \pi \times l}{\ln \left( 4 \times \frac{1}{d} \right)}$$

Diamana :

$\rho$  : Tahanan jenis tanah ( $\Omega$ )

$R$  : Tahanan Pentanahan ( $\Omega$ )

$\pi$  : konstanta

$l$  : Panjang elektroda yang ditanam (m)

$d$  : Diameter batang elektrodda pentanahan (m)

Diameter elektroda batang, dapat dihitung sebagai berikut :

$$100 = 20 \times \frac{2 \times 3,14 \times 6}{\ln \left( 4 \times \frac{1}{d} \right)}$$

$$d = 0,022 \text{ m}$$

$$d = 22 \text{ mm} (\text{tersedia dipasaran } 25 \text{ mm})$$

Jadi sistem pentanahan yang dipakai untuk Kondotel Borobudur ini menggunakan elektroda batang dengan diameter 25 mm dengan panjang masing-masing elektroda 6 m, dan dipasang sebanyak 4 titik pentanahan dan tiap titik terdiri dari tiga batang elektroda.

#### 4.11 Rating Arus Pengaman

Untuk dapat menentukan rating arus pengaman, kita harus terlebih dahulu menghitung arus nominal yang mengalir pada rangkaian. Rating arus pengaman, untuk instalasi penerangan adalah lebih besar atau sama dengan arus nominal.

Syarat pengaturan pengaman:

1. Tidak ada elemen pengaman yang memutuskan hubungan selama rangkaian dalam keadaan normal.





2. Jika terjadi gangguan pengaman yang harus bekerja adalah pengaman yang terdekat dengan titik gangguan, sedangkan rangkaian tidak mendapat gangguan harus tetap dapat beroperasi.
3. Apabila pengaman terdekat dari titik gangguan tidak dapat bekerja, maka pengaman pelindung yang harus bekerja.

#### 4.11.1 Seting Pengaman Setiap Kamar

Mencari seting pengaman, terlebih dahulu harus menentukan  $I_n$  yang mengalir pada beban total :

- $I_n$  Untuk beban pada Ruang President Suite :

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{2091.78}{220} = 9.51 \text{ A}$$

Maka dipilih Seting Pengaman (MCB) sebesar 10 A

- $I_n$  Untuk beban pada Ruang Suite Room :

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{2088.44}{220} = 9.49 \text{ A}$$

Maka dipilih Seting Pengaman (MCB) sebesar 10 A

- $I_n$  Untuk beban pada Ruang Standart Room Type A :

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{3456.67}{220} = 15.71 \text{ A}$$

Maka dipilih Seting Pengaman (MCB) sebesar 16 A

- $I_n$  Untuk beban pada Ruang Standart Room Type B :

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{1250.00}{220} = 5.68 \text{ A}$$

Maka dipilih Seting Pengaman (MCB) sebesar 6 A

#### 4.11.2 Seting Pengaman Utama Panel Setiap Lantai

Pada estimasi daya nyata terpasang, semua beban individu tidak perlu beroperasi pada beban penuh ( $ku$ : faktor utilitas) dan juga tidak perlu beroperasi pada waktu bersamaan ( $ks$ : faktor keserentakan). Berikut nilai faktor utilitas berdasarkan beban:

1.  $ku$  lampu = 1
2.  $ku$  ac = 1
3.  $ku$  stop kontak = 1

Faktor penggunaan faktor utilitas ( $ku$ ) dipakai untuk mengestimasi beban secara realistis. Sedangkan faktor keserentakan ( $ks$ ) diberikan karena tidak semua beban beroperasi bersamaan pada waktu yang sama. Berikut nilai faktor keserentakan berdasarkan beban:

1.  $ks$  lampu = 1
2.  $ks$  ac = 1
3.  $ks$  stop kontak = 0,2

##### 1. Perhitungan daya tersambung lantai 1

$$\begin{aligned} \text{Beban Lampu} &= \text{Beban Penuh} \times ku \times ks \\ &= 3138,89 \times 1 \times 1 \\ &= 3138,89 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban AC} &= \text{Beban Penuh} \times ku \times ks \\ &= 5928 \times 1 \times 1 \\ &= 5928 \text{ VA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Stopkontak} &= \text{Beban Penuh} \times ku \times ks \\ &= 3138,89 \times 1 \times 0,2 \\ &= 480 \text{ VA} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka total beban lantai 1 sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Beban Lantai 1} &= \text{beban lampu} + \text{beban AC} + \text{beban stopkontak} \\ &= 3138,89 + 5928 + 480 \\ &= 95747,78 \text{ VA} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan tabel nilai  $ks$  untuk panel distribusi yang tercantum pada lampiran, maka besar beban daya tersambung pada lantai 1:

$$\text{Daya tersambung lantai 1} = \text{beban lantai 1} \times 0,9$$

$$= 95747,78 \times 0,9$$

$$= 8593 \text{ VA}$$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCCB) Utama panel Lantai 1 sebesar 3Phasa 16A

Untuk perhitungan penentuan seting pengaman utama setiap lantai hampir sama, dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.41 Pemilihan Seting Pengaman Utama Setiap Lantai

Lantai	Beban Terpasang	Beban Tersambung	Setting Pengaman
1	11467.78	8593.00	3 x 16 A
2	18304.44	11650.00	3 x 20 A
3	24402.22	20450.00	3 x 35 A
4	27635.56	20316.44	3 x 35 A
5	28175.56	20748.44	3 x 35 A
6	46266.00	22660.15	3 x 35 A
7	45964.44	19632.02	3 x 35 A
8	45964.44	19632.02	3 x 35 A
9	45964.44	17450.69	3 x 35 A
10	45964.44	17450.69	3 x 35 A
11	45964.44	15269.35	3 x 35 A
12	45964.44	15269.35	3 x 35 A
13	45964.44	15269.35	3 x 35 A
14	45964.44	15269.35	3 x 35 A
15	77203.33	57244.53	3 x 100 A

#### 4.11.3 Seting Pengaman Panel SDP

Pada kondotel Borobudur ini panel SDP dibagi menjadi 3, yaitu MEE1, MEE2, dan MEE3. Dengan menggunakan tabel nilai *ks* untuk panel distribusi yang tercantum pada lampiran, maka besar beban daya tersambung pada panel setiap SDP

1. Daya tersambung SDP MEE 1 =  $81757,89 \times ks$   
 $= 81757,89 \times 0,9$   
 $= 73582,1 \text{ VA}$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCCB) Utama panel SDP MEE 1 sebesar 3Phasa 125A

2. Daya tersambung SDP MEE 2 =  $61924,19 \times ks$   
 $= 61924,19 \times 0,9$



$$= 55731,77 \text{ VA}$$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCB) Utama panel SDP MEE 2 sebesar 3Phasa 100A

$$\begin{aligned} 3. \text{ Daya tersambung SDP MEE 3} &= 50170,72 \times ks \\ &= 50170,72 \times 0,9 \\ &= 45153,65 \text{ VA} \end{aligned}$$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCCB) Utama panel SDP MEE 3 sebesar 3Phasa 80A

$$\begin{aligned} 4. \text{ Daya tersambung SDP MEE 4} &= 45808,05 \times ks \\ &= 45808,05 \times 0,8 \\ &= 36646,44 \text{ VA} \end{aligned}$$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCCB) Utama panel SDP MEE 3 sebesar 3Phasa 80A

$$\begin{aligned} 5. \text{ Daya tersambung SDP MEE 5} &= 57244,53 \times ks \\ &= 57244,53 \times 0,8 \\ &= 51520,08 \text{ VA} \end{aligned}$$

Sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman (MCCB) Utama panel SDP MEE 3 sebesar 3Phasa 80A

#### 4.11.4 Seting Pengaman Panel MDP

Untuk menentukan seting pengaman panel utama, berdasarkan Tabel standart daya PLN. Maka daya yang diajukan ke PLN untuk penyambungan sebesar 279000 VA. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan total beban terpasang sebesar 240493,36 VA.

$$\begin{aligned} \text{MDP} &= (\text{MEE1} + \text{MEE2} + \text{MEE3}) \times ks \\ &= (73582,1 + 55731,77 + 45153,65 + 36646,44 + 51520,08) \times 0,9 \\ &= 231218,63 \text{ VA} \end{aligned}$$

Maka sesuai Tabel 4.37 Standart Daya PLN. Maka dipilih Seting Pengaman Utama sebesar 3Phasa 425A

Seting pengaman pada setiap panel berdasarkan tabel standart PLN.

Tabel 4.42 Standart Langganan Tegangan Rendah

Langganan Tegangan Rendah 220/380 V			
Daya	Pembatas	Daya	Pembatas
450 VA	1 x 2 A	53000 VA	3 x 80 A
900 VA	1 x 4 A	66000 VA	3 x 100 A
1300 VA	1 x 6 A	82500 VA	3 x 125 A
2200 VA	1 x 10 A	105000 VA	3 x 160 A
3500 VA	1 x 16 A	131000 VA	3 x 200 A
4400 VA	1 x 20 A	147000 VA	3 x 225 A
3900 VA	3 x 6 A	164000 VA	3 x 250 A
6600 VA	3 x 10 A	197000 VA	3 x 300 A
10600 VA	3 x 16 A	233000 VA	3 x 355 A
13200 VA	3 x 20 A	279000 VA	3 x 425 A
16500 VA	3 x 25 A	329000 VA	3 x 500 A
23000 VA	3 x 35 A	414000 VA	3 x 630 A
33000 VA	3 x 50 A	526000 VA	3 x 800 A
41500 VA	3 x 63 A	630000 VA	3 x 1000 A