

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Pada penelitian ini, akan dilakukan perancangan instalasi listrik, tujuannya adalah untuk menjadi pedoman dalam pemasangan instalasi listrik gedung FIP UPI. Adapun perancangan yang dilakukan adalah berupa gambar tata letak titik lampu, kotak kontak, dan PHB di gedung FIP UPI. Selain itu, perancangan dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap jumlah armatur berdasarkan kebutuhan intensitas penerangan, penempatan KKB, perhitungan kebutuhan kapasitas *air conditioner* (AC), perhitungan daya terpasang, perhitungan arus pengenal pengaman, perhitungan kapasitas hantar arus (KHA) penghantar, perhitungan tegangan jatuh, perhitungan sistem pembumian instalasi, dan perhitungan metode penempatan terminal udara sistem proteksi petir yang akan dipasang.

#### 3.2 Perangkat Penunjang Penelitian

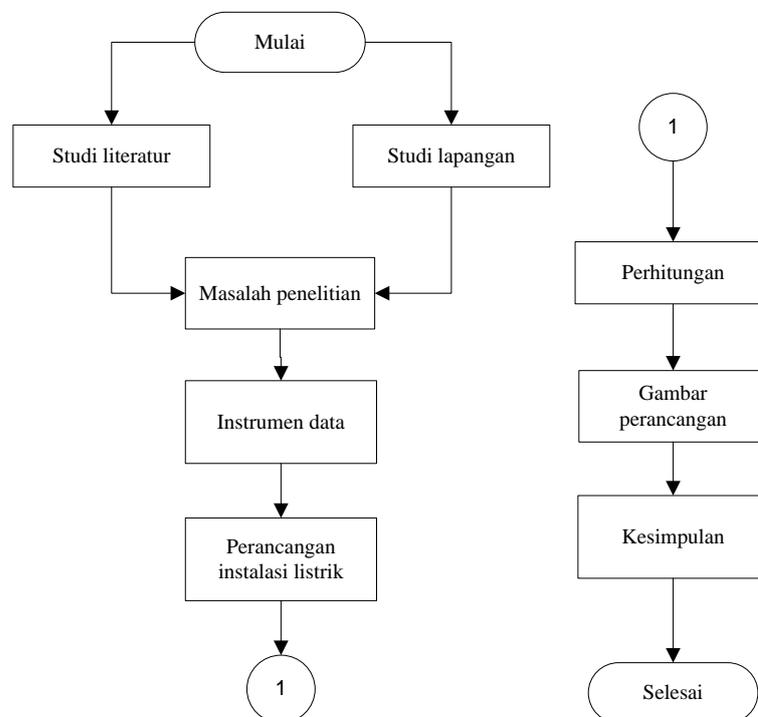
Hasil penelitian yang baik tentu saja tidak terlepas dari peran perangkat penunjang yang memfasilitasi proses penelitian serta penyusunan laporan penelitian yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras penunjang penelitian ini ialah 1 *set* komputer dengan spesifikasi sistem *Processor Intel(R) Core™ i3 @3.70GHz*, *RAM 8Gb*, *System Type 64-bit Operating System Windows 10 Professional* dan *Solid State Drive 120Gb*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan data dan keperluan penelitian lainnya ialah *AutoCAD 2013.*, *Microsoft Excel 2010*, dan *Microsoft Visio 2007*.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini penulis memiliki 7 langkah prosedur penelitian, yaitu:

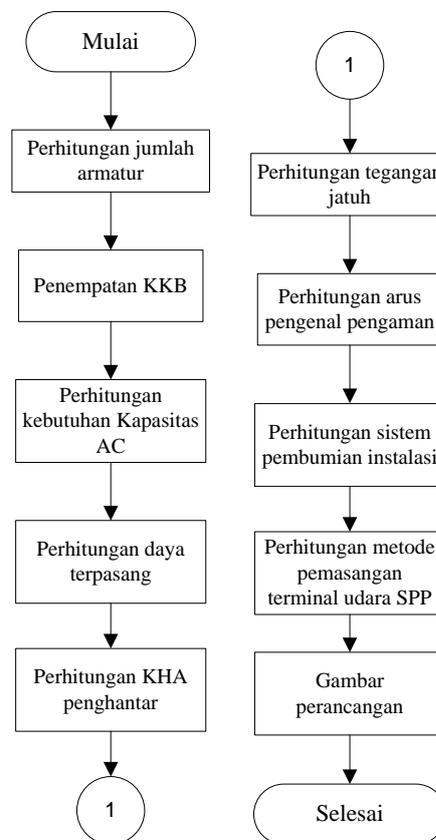
- Langkah pertama, yaitu melaksanakan studi literatur dan studi lapangan.
- Langkah kedua, yaitu menentukan masalah penelitian berupa perancangan instalasi listrik yang akan dijadikan pedoman dalam pemasangan instalasi listrik gedung FIP UPI.
- Langkah ketiga, instrumen data berupa denah gedung FIP UPI dan spesifikasi komponen perancangan
- Langkah keempat, yaitu merancang instalasi listrik gedung FIP UPI sesuai dengan standar.
- Langkah kelima, dilakukan perancangan dengan perhitungan pada langkah ini, seperti pada diagram alir gambar 3.2.
- Langkah keenam, menggambar perancangan instalasi listrik hasil perhitungan di denah gedung FIP UPI.
- Langkah ketujuh, mengambil kesimpulan dari hasil penelitian.

Langkah-langkah di atas dapat dilihat dalam bentuk diagram alir pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Untuk prosedur perancangan dapat dilihat pada diagram alir gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir perancangan

### 3.4 Denah Perencanaan Gedung FIP UPI

Denah perencanaan gedung FIP UPI tiap lantai dapat dilihat pada lampiran gambar instalasi penerangan, kotak kontak, dan AC.

#### 3.4.1 Data Ruang

Gedung FIP UPI memiliki 10 lantai sesuai dengan data denah yang didapat. Data ruangan berupa panjang, lebar serta fungsi tiap ruangan tiap lantai di gedung FIP UPI dengan ketinggian tipikal tiap lantai 3,5m (langit-langit ke lantai). Fungsi ruangan berdasar fungsi ruangan yang ada pada standar penerangan:

Tabel 3.1 Data ruangan FIP UPI lt. 1

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Genset & Pompa	9,85	7,85	Gudang
2	Ruang Security	4,95	3,8	Ruang kerja
3	Gudang 1 (lt.1)	11,85	9,85	Gudang
4	Gudang 2 (lt.1)	7,8	1,9	Gudang
5	Ruang Panel	7,35	2,85	Gudang
6	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
7	Koridor 1	23,4	2,85	Koridor
8	Koridor 2	10	4	Koridor

Tabel 3.2 Data ruangan FIP UPI lt.2

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	9,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	R.Panel & R.Fasilitas Mhs.	1,85	3,85	Gudang
7	Gudang	1,85	3,85	Gudang
8	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
9	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
10	Koridor 2	12,15	3,85	Koridor
11	Koridor 3	10	3,85	Koridor
12	Lobby Timur	10,85	7,85	Lobby
13	Lobby Barat	7,85	6,85	Lobby

Tabel 3.3 Data ruangan FIP UPI lt.3

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	9,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Lab.Spesialisasi Tunalaras	10,5	7,85	Laboratorium
7	Lab. Sp. Hiperaktif & Autistik	6,85	5,85	Laboratorium
8	Lab. Sp. Tunanetra&Rungu	6,85	3,85	Laboratorium
9	R. Spesialisasi Tipikal 1	7,85	6,85	Ruang operasi
10	R. Spesialisasi Tipikal 2	5,85	4,75	Ruang operasi
11	R. Spesialisasi Tipikal 3	4,25	3,5	Ruang operasi
12	Lab. Sp. Tunagrahita&Daksa	4,85	4,25	Laboratorium
13	R.Panel & R.Fasilitas Mhs.	1,85	3,85	Gudang
14	R. Staff Administrasi	9,85	7,85	Ruang kerja
15	Khazanah	9,85	3,85	Ruang kerja

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

16	Umum & Keuangan	11,85	9,85	Ruang kerja
17	R. Wakil Dekan	9,35	7,85	Ruang kerja

Tabel 3.3 Data ruangan FIP UPI lt.3

18	R.SDM	12,85	9,35	Ruang kerja
19	R.SKRS	12,85	9,35	Ruang kerja
20	R.Sekretaris	7,85	3,85	Ruang kerja
21	R. Dekan	12,85	7,85	Ruang kerja
22	R. Rapat Dekan	15,8	9,85	Ruang kerja
23	Gudang	1,85	3,85	Gudang
24	Toilezt 1	2,6	2,4	Kamar mandi
25	Toilet 2	8,85	2,15	Kamar mandi
26	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
27	Koridor 2	12	3,85	Koridor
28	Koridor 3	20	3,45	Koridor
29	Koridor 4	20,85	2,85	Koridor
30	Koridor 5	9,65	2,85	Koridor
31	Lobby 1	10,85	7,85	Lobby
32	R.Tunggu	7,85	6,85	Lobby

Tabel 3.4 Data ruangan FIP UPI lt.4

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	R. Pusat Tunanetra&Display	9,85	7,85	Ruang operasi
7	Klinik Speech&FisioTherapy	9,85	7,85	Ruang operasi
8	K. Occu.&Behavior Therapy	11,85	7,85	Ruang operasi
9	Klinik HydroTherapy	11,85	3,85	Ruang operasi
10	R. Orientasi&R.PIJ PKh	9,85	3,85	Ruang kerja
11	R.FGD, Kajian, Micro,&PPG	8,87	3,85	Ruang kerja
12	Ruang Prodi bag. 1 (Tip.1)	7	3,85	Ruang kerja
13	Ruang Prodi bag. 2 (Tip.1)	5,85	5,35	Ruang kerja
14	Ruang Prodi Tipikal 2	7,85	7	Ruang kerja
15	Ruang Dosen	4,85	3,35	Ruang kerja
16	R. Kelas Besar 1	16,85	11,9	Ruang kelas
17	R. Kelas Besar 2	19,85	11,9	Ruang kelas
18	Kantor	15,85	9,85	Ruang kerja
19	R.Panel & R.Fasilitas Mhs.	1,85	3,85	Gudang
20	Pantry	9,85	5,85	Dapur
21	Gudang 1	1,85	3,85	Gudang

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

22	Toilet 1	2,6	2,4	Kamar mandi
22	Toilet 2	6,85	2,35	Kamar mandi

Tabel 3.4 Data ruangan FIP UPI lt.4

23	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
24	Koridor 2	12	3,85	Koridor
24	Koridor 3	23,85	3,85	Koridor
24	Koridor 4	23,85	2,85	Koridor
25	Koridor 5	55,85	2,85	Koridor
26	Koridor 6	22,5	3,85	Koridor
26	Koridor 7	9,85	6,85	Koridor
27	Lobby 1	10,85	7,85	Lobby
28	R. Tunggu	7,85	6,85	Lobby

Tabel 3.5 Data Ruangan FIP UPI lt.5

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Ruang Prodi bag. 1 (Tip.1)	7	3,85	Ruang kerja
7	Ruang Prodi bag. 2 (Tip.1)	5,85	5,35	Ruang kerja
8	Ruang Prodi Tipikal 2	7,85	7	Ruang kerja
9	Ruang Dosen	4,85	3,35	Ruang kerja
10	Pantry	9,85	5,85	Dapur
11	Gudang 1	9,85	5,85	Gudang
12	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
13	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
14	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
15	Koridor 2	23,85	3,85	Koridor
16	Koridor 3	12	3,85	Koridor
17	Koridor 4	56,15	2,85	Koridor
18	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Tabel 3.6 Data ruangan FIP UPI lt.6

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Ruang Prodi Tipikal 2	5,85	5,35	Ruang kerja

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

7	Ruang Dosen	4,85	3,35	Ruang kerja
8	Ruang Kantor Tipikal 1	12,35	9,85	Ruang kerja

Tabel 3.6 Data ruangan FIP UPI lt.6

9	Ruang Kantor Tipikal 2	12,35	7,85	Ruang kerja
10	Gudang 1	9,85	5,85	Gudang
11	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
12	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
13	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
14	Koridor 2	12	3,85	Koridor
15	Koridor 3	23,85	3,85	Koridor
16	Koridor 4	56,15	2,85	Koridor
17	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Tabel 3.7 Data ruangan FIP UPI lt.7

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Gudang 1	6,83	3,82	Gudang
7	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
8	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
9	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
10	Koridor 2	12	3,85	Koridor
11	Koridor 3	15,5	3,85	Koridor
12	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Tabel 3.8 Data ruangan FIP UPI lt.8

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Gudang 1	6,83	3,82	Gudang
7	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
8	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
9	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
10	Koridor 2	12	3,85	Koridor
11	Koridor 3	15,5	3,85	Koridor
12	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Tabel 3.9 Data ruangan FIP UPI lt.9

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Kelas Tipikal 3	11,85	11,85	Ruang kelas
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Gudang 1	6,83	3,82	Gudang
7	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
8	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
9	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
10	Koridor 2	12	3,85	Koridor
11	Koridor 3	15,5	3,85	Koridor
12	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Tabel 3.10 Data ruangan FIP UPI lt.10

No.	Ruangan	p(m)	l(m)	Fungsi ruangan
1	Ruang Kelas Tipikal 1	9,85	7,85	Ruang kelas
2	Ruang Kelas Tipikal 2	7,85	6,85	Ruang kelas
3	Ruang Auditorium	27,85	11,85	<i>Ballroom</i>
4	Ruang Sidang Tipikal 1	4,85	3,85	Ruang kelas
5	Ruang Sidang Tipikal 2	6,8	3,85	Ruang kelas
6	Gudang 1	6,83	3,82	Gudang
7	Gudang 2	1,85	3,85	Gudang
8	Toilet	2,6	2,4	Kamar mandi
9	Koridor 1	15,85	2,85	Koridor
10	Koridor 2	12	3,85	Koridor
16	R.Tunggu	7,85	6,5	Lobby

Keterangan tabel:

p = panjang ruangan (meter)

l = lebar ruangan (meter)

### 3.5 Spesifikasi Komponen

#### 3.5.1 Spesifikasi Lampu

Pada perancangan ini penulis menggunakan lampu LED dari Philips. Lampu

LED dipilih karena memiliki banyak keunggulan dari segi spesifikasi

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS  
PENDIDIKAN INDONESIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dibandingkan dengan lampu konvensional seperti yang tertera pada tabel 2.8. Untuk jenis armatur yang digunakan dapat dilihat pada bagian lampiran spesifikasi lampu.

### 3.5.2 Spesifikasi Kabel

Kabel yang akan digunakan pada perancangan ini adalah kabel buatan PT Kabelindo. Data KHA untuk menentukan luas penampang dan data impedansi kabel untuk menghitung tegangan jatuh mengacu pada katalog PT Kabelindo yang ada pada bagian lampiran.

### 3.5.3 Spesifikasi Pengaman

Pengaman yang digunakan pada perancangan ini adalah *Circuit Breaker* (CB) buatan Schneider Electric. Nilai arus pengenal yang ada lampiran *one line diagram* dan *wiring diagram* disesuaikan dengan nilai yang ada pada bagian lampiran spesifikasi pengaman.

### 3.5.4 Spesifikasi AC

AC yang digunakan pada perancangan ini adalah AC Daikin. AC yang digunakan adalah AC *Split*, tipe *wall mounted* dan *cassette*. AC tipe *wall mounted* adalah AC yang dipasang pada dinding, sedangkan tipe *cassette* dipasang pada langit-langit. Nilai BTU/h dan Watt AC pada perancangan dapat dilihat pada bagian lampiran spesifikasi AC.

## 3.6 Perancangan

### 3.6.1 Perhitungan Jumlah Armatur

Pada perencanaan gedung FIP UPI terdapat berbagai ruangan untuk semua staf yang berada dalam gedung tersebut, seperti ruang kelas untuk mahasiswa dan ruang dekan untuk dekan fakultas. Setiap ruangan yang ada memiliki kebutuhan intensitas penerangan yang berbeda, sehingga perhitungan kebutuhan intensitas penerangan dibutuhkan agar pengguna ruangan tidak merasa gelap atau silau. Intensitas penerangan yang dihitung adalah intensitas penerangan yang berasal dari lampu.

Untuk ruang kelas (semua tipikal) dibutuhkan intensitas penerangan sebesar 250 lux. Sehingga, kebutuhan armatur lampu untuk ruangan tersebut adalah:

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

Dengan data ruang kelas tipikal 1 di lt.2 – lt.10:

$$p = 9,85 \text{ m}$$

$$l = 7,85 \text{ m}$$

$$h = 2,7 \text{ m}$$

Indeks ruang:

$$k = \frac{p \times l}{h(p + l)} = \frac{9,85 \times 7,85}{2,7 \times (9,85 + 7,85)} = 1,62$$

Dari indeks ruangan di atas dengan mengacu pada tabel yang ada pada lampiran *data sheet* lampu.

Faktor langit-langit ( $r_w$ ) = 0.7 (diasumsikan langit-langit berwarna putih)

Faktor dinding ( $r_p$ ) = 0.5 (diasumsikan dinding berwarna warna terang)

Faktor lantai ( $r_m$ ) = 0.1

Di tabel tidak ada nilai faktor utilitas untuk  $k = 1,62$ , sehingga harus dilakukan interpolasi (Harten & Setiawan, 1985a) antara nilai 1,5 dan 2 untuk mendapat faktor utilitas. Maka:

$$k_1 = 1,50, \text{ CU}_1 = 0,83$$

$$k_2 = 2,00, \text{ CU}_2 = 0,89$$

$$\text{CU} = 0,83 + \frac{1,62 - 1,50}{2,00 - 1,50} (0,89 - 0,83) = 0,84$$

Maka, jumlah armatur yang akan dipasang, dengan data:

$$E = 250 \text{ lux}$$

$$A = (9,85 \times 7,85) \text{ m}^2$$

$$Q = 4200 \text{ lumen (data sheet lampu)}$$

$$\text{CU} = 0,84$$

$$\text{LLF} = 0,8$$

adalah :

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

**PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$n = \frac{250 \times (9,85 \times 7,85)}{4200 \times 0,84 \times 0,8} = 6,849 \approx 8$$

Jadi, jumlah armatur yang dipasang sebanyak 8 buah yang terdiri dari 1 buah lampu LED 1x40W di tiap armatur. Untuk ruangan lain digunakan perhitungan yang sama, akan tetapi dengan intensitas penerangan yang berbeda.

### 3.6.2 Penempatan KKB

Pada perancangan ini KKB ditempatkan tidak jauh dari sudut ruangan dan tidak dekat pintu. KKB pada perancangan ini diasumsikan melayani beban sebesar 200 VA (Harten & Setiawan, 1991) dengan  $\cos \phi = 0,8$  (Schneider Electric, 2015).

### 3.6.3 Perhitungan Kebutuhan Kapasitas AC

Untuk perhitungan kebutuhan kapasitas AC digunakan rumus 2.21:

$$\text{Kebutuhan BTU/h} = \frac{p \times l \times t \times E \times I}{60}$$

Ruang kelas tipikal 1 pada perancangan ini berimpit dengan ruangan lain dan memiliki dinding terpanjang menghadap ke barat, sehingga  $I = 10$  dan  $E = 20$ .

Nilai panjang, lebar, dan tinggi ruangan harus dikonversi dahulu ke dalam satuan feet. Maka:

$$p = 9,85 \times 3,28 = 32,308 \text{ feet}$$

$$l = 7,85 \times 3,28 = 25,748 \text{ feet}$$

$$t = 3,5 \times 3,28 = 11,48 \text{ feet}$$

Jadi, Kebutuhan kapasitas AC ruang kelas tipikal 1 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan kapasitas AC} &= \frac{32,308 \times 25,748 \times 11,48 \times 10 \times 20}{60} \\ &= 31832,756 \text{ BTU/h} \end{aligned}$$

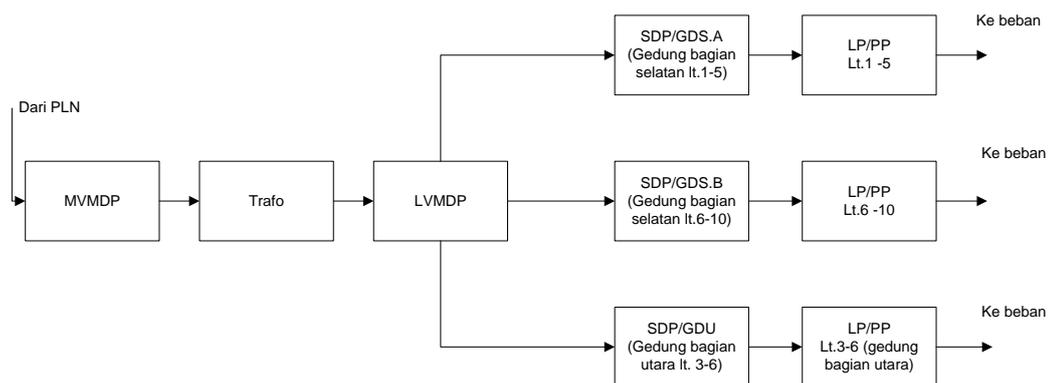
Seihngga, dibutuhkan daya listrik (dalam watt) :

$$\frac{31832,756}{9000} = 3,54 \text{ pk} \approx 3,5 \text{ pk} \approx 2576 \text{ watt}$$

Pada perancangan ini daya listrik yang dibutuhkan AC berasal dari *datasheet*

### 3.6.4 Perhitungan Daya Terpasang

Untuk menentukan daya yang akan dipasang pada gedung FIP UPI, maka harus diketahui nilai total beban yang terpasang pada perancangan. Beban yang terpasang pada perancangan ini, yaitu lampu, KKB, dan AC. Beban tersebut mendapat sumber dari panel LP/PP (untuk penerangan dan KKB) dan dari PP/AC (untuk AC). LP/PP dan PP/AC tidak mendapat sumber listrik langsung dari sumber, akan tetapi dari sambungan berbagai PHB. Gambar 3.2 memperlihatkan sambungan antar PHB utama hingga beban.



Gambar 3.3 Sambungan antar PHB dari sumber hingga beban pada perancangan instalasi listrik FIP UPI

Nilai beban total pada perancangan ini adalah sebesar 572,302 kW. Nilai faktor daya atau  $\cos \phi$  pada perancangan ini diasumsikan sebesar 0,85 agar tidak terkena denda KVARh PLN (Lumenta, 2008). Maka, daya yang akan dipasang pada perancangan ini adalah sebesar:

$$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{572,032}{0,85} = 672,979 \text{ kVA}$$

Dengan faktor keserempakan sebesar 0,7 (Suhadi & Wrahatnolo, 2008), maka perkiraan daya yang akan dipakai adalah:

$$672,979 \times 0,7 = 471,085 \text{ kVA}$$

Untuk mengantisipasi perkembangan pemakaian dan penambahan beban ke depan, dicadangkan daya sebesar 20% dari daya yang akan dipakai, sehingga:

$$471,085 \times 0,2 = 94,217 \text{ kVA}$$

Jadi, total perkiraan penggunaan daya:

$$471,085 + 94,217 = 565,302 \text{ kVA}$$

Jadi, daya kontrak PLN yang akan dipasang adalah 630 kVA. Karena daya yang terpasang >197 kVA, maka gedung FIP UPI akan berlangganan listrik TM sesuai dengan aturan PLN.

Pelanggan TM memiliki trafo distribusi di luar tanggung jawab PLN, sehingga dibutuhkan trafo dengan kapasitas disesuaikan dengan daya yang terpasang. Umumnya trafo dibebani 80% dari kapasitas trafo tersebut (Syafriyudin, 2011), sehingga kapasitas trafo untuk perancangan ini adalah sebesar:

$$\text{Kapasitas trafo} = \frac{\text{kVA terpasang}}{0,8}$$

$$\frac{630}{0,8} = 787,5 \text{ kVA} \approx 800 \text{ kVA}$$

Sedangkan kapasitas genset yang akan dipasang sebesar 630 kVA.

### 3.6.5 Perhitungan KHA Penghantar

Penghantar yang digunakan pada perancangan ini adalah kabel NYFGbY, kabel dalam ruangan NYM dan NYY. Untuk penghantar proteksi digunakan kabel NYA. Hasil perhitungan KHA akan menentukan luas penghantar yang akan digunakan. Dari hasil perhitungan bagian 3.6.1 digunakan lampu dengan daya 40W untuk ruang kelas tipikal 1. Maka, KHA kabel:

$$I_{KHA} = I_L \times 125\%$$

Nilai  $I_L$  harus dicari terlebih dahulu dengan rumus:

$$I_L = \frac{P}{V \times \cos \varphi}$$

Nilai  $\cos \varphi$  untuk lampu LED diasumsikan sebesar 0,95 (Nair dkk., 2016). Maka:

$$I_L = \frac{40}{220 \times 0,95} = 0,191A$$

Oleh karena itu, KHA :

$$I_{KHA} = 0,191 \times 125\% = 0,24A$$

Nilai KHA hasil perhitungan kemudian disesuaikan dengan luas penampang kabel yang memiliki KHA  $\geq 0,24A$  pada *datasheet* kabel. Sehingga, dipilih NYM 3x2,5 mm<sup>2</sup>. Semua beban satu fasa pada perancangan ini menggunakan kabel NYM 3x2,5 mm<sup>2</sup> karena masih memenuhi standar minimum luas penampang untuk beban satu fasa (PUIL, 2011). Selanjutnya, perhitungan KHA dibatasi hanya untuk perhitungan KHA penghantar antar panel. Rumus untuk menghitung KHA tersebut juga bisa diterapkan untuk menentukan luas penampang *busbar*. Ukuran *busbar* dapat dilihat pada bagian lampiran ukuran dan KHA *busbar*.

### 3.6.6 Perhitungan Tegangan Jatuh

Untuk menghitung tegangan jatuh dibutuhkan data resistans (R) dan reaktansi induktif ( $X_L$ ) penghantar. Nilai R penghantar didapat dari *datasheet* kabel. Nilai  $X_L$  diasumsikan sebesar 0,08  $\Omega/km$  karena tidak ada pada *datasheet* kabel (Schneider Electric, 2015). Perhitungan tegangan jatuh dari hasil perhitungan pada bagian 3.6.2 adalah (panjang penghantar  $\pm 30m$  dan  $R = 7,41 \Omega/km$ ) :

$$\Delta U_{1\phi} = 2 \times I_L \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$\Delta U_{1\phi} = 2 \times 0,24 \times 30 \times (7,41 \times 10^{-3} \times 0,95 + 0,08 \times 10^{-3} \times 0,31) = 0,101V$$

Jika dinyatakan dalam bentuk persen, maka:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100\% = \frac{0,101}{220} \times 100\% = 0,045\%$$

Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa nilai tegangan jatuh hingga beban lampu memenuhi standar karena bernilai  $< 4\%$ . Perhitungan tegangan jatuh pada hitungan selanjutnya hanya terbatas pada tegangan jatuh antar penghantar panel.

### 3.6.7 Perhitungan Arus Pengenal Pengaman

Pengaman yang digunakan untuk mengamankan beban pada perancangan ini adalah MCB. MCB tidak hanya mengamankan satu buah beban saja, akan tetapi melindungi grup beban (kecuali AC). Dengan kata lain, satu grup beban = satu MCB.

Dari hasil perhitungan pada bagian 3.6.1 suatu ruang kelas membutuhkan 8 armatur lampu dengan masing-masing armatur terdiri dari lampu LED 1x40W. Sehingga, daya total untuk lampu di ruang tersebut adalah 8x40W atau sebesar 320W. Jika 8 lampu tersebut dibuat dalam satu grup, maka arus pengenal (*rating*) MCB untuk grup tersebut adalah:

$$I_r = I_L \times 115\%$$

$I_L$  untuk satu buah lampu LED adalah sebesar 0,191A, jadi untuk 8 buah lampu  $I_L$  sebesar 1,528A. Maka, *rating* MCB yang digunakan adalah:

$$I_r = 1,528 \times 115\% = 1,752A \approx 4A$$

Hasil perhitungan  $I_r$  tersebut adalah hasil perhitungan terhadap kapasitas pengaman terhadap gangguan arus beban lebih.

Kemudian untuk menentukan kapasitas pemutusan pengaman perlu dihitung nilai arus hubung pendek pada titik gangguan. Pada perancangan ini titik gangguan berada pada penghantar. Untuk menghitung arus hubung pendek digunakan rumus:

$$I_{sc} = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z_T}$$

Pertama, dilakukan perhitungan  $I_{sc}$  untuk pemutusan jika terjadi gangguan pada penghantar menuju beban yang ada pada LP/PP-1, dengan nilai  $Z_T$ :

$$Z_T = Z_{tr} + Z_{p1} + Z_{p2} + Z_{p3} + Z_{p4}$$

$Z_{tr}$  adalah  $Z$  trafo, dimana untuk kapasitas 800 kVA,  $Z_{tr}$  diasumsikan bernilai 13,2 m $\Omega$  (Schneider Electric, 2015). Pada perhitungan hanya nilai  $Z$  penghantar ( $Z_p$ ) dan trafo yang ada dalam perhitungan  $Z_T$ .

$$\begin{aligned} Z_T &= 0,0132 + 0,001 + 0,003 + 0,015 + 0,03705 \\ &= 0,06925 \Omega \end{aligned}$$

Maka:

$$I_{sc} = \frac{220}{0,06925} = 3176,895 \text{ A} \approx 3,2 \text{ kA}$$

Jadi, kapasitas pemutusan MCB untuk beban adalah sebesar 4,5 kA. Kapasitas pemutusan MCB untuk penghantar menuju beban yang lain akan sama sebesar 4,5 kA karena perhitungan sebelumnya merupakan perhitungan dengan nilai  $Z_T$  terkecil (dari trafo hingga beban terdekat).

### 3.6.8 Perhitungan Sistem Penumian Instalasi

Untuk mengamankan pengguna dari tegangan sentuh sebesar 50 volt, maka nilai resistans penumian pada perancangan ini adalah sebesar:

$$R_p = \frac{50}{I_a} = \frac{50}{972,513} = 0,0514\Omega$$

Jadi, nilai resistans penumian yang dibutuhkan untuk menghindari tegangan sentuh sebesar 50 volt pada perancangan ini adalah sebesar 0,0514 $\Omega$ . Namun, dalam perancangan akan dipasang sistem penumian dengan nilai resistans maks. 5 $\Omega$ . Untuk mendapat nilai resistans 5 $\Omega$ , digunakan elektrode batang dengan panjang 5m yang ditanam pada jenis tanah yang mengandung pasir basah, maka  $R$  elektrode sebesar (Ratnata, 2014, bab IV hlm.4):

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{200}{100} = 2$$

$$R = 2 \times 20 = 40 \Omega$$

Jadi, untuk mendapat nilai resistans sebesar  $5\Omega$  dipasang 8 buah elektrode batang secara paralel:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{40} + \frac{1}{40} = \frac{8}{40} = \frac{1}{5} \Omega$$

$$R_p = 5\Omega$$

### 3.6.9 Perhitungan Metode Pemasangan Terminal Udara SPP

Untuk menentukan kebutuhan SPP, maka ditentukan dulu nilai  $N_d$  dengan terlebih dahulu menghitung nilai  $N_g$ . Dengan  $T_d$  sebesar 132 (SNI 03-7015, 2004, hlm.96).

$$N_g = 0,04 T_d^{1,25} = 0,04 \times 132^{1,25} = 17,90/\text{km}^2/\text{tahun}$$

Selanjutnya, dihitung area cakupan ekivalen ( $A_e$ ):

$$\begin{aligned} A_e &= ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2 \\ &= 128,255 \times 49 + 6 \times 49 (128,255 + 49) + 9 \times 3,14 \times 49^2 \\ &= 6284,495 + 52112,97 + 67852,26 = 126249,725 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Lalu, dihitung nilai  $N_d$ :

$$\begin{aligned} N_d &= N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} N_g \\ N_d &= 17,90 \times 126249,725 \times 10^{-6} = 2,26 \end{aligned}$$

Karena nilai  $N_d > N_c$ , yaitu  $N_c = 0,1$  (Hosea, Iskanto, & Luden, 2004), maka gedung FIP UPI membutuhkan sistem proteksi petir. Dengan efisiensi SPP sebesar:

$$E \geq 1 - N_c/N_d = 1 - 0,1/2,26 = 0,96$$

### 3.6.10 Gambar Perancangan

Gambar perancangan digambar dengan *software* AutoCAD 2013 dan dicetak pada kertas A3. Gambar perancangan hanya gambar instalasi penerangan, instalasi KKB, instalasi AC, bagan pengawatan, dan bagan satu garis instalasi listrik. Gambar tersebut dapat dilihat pada bagian lampiran 1-37.

Rizal Guntur Dzikri Hendarmin, 2017

PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG FAKULTAS ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

