

Perancangan Sistem dan Instalasi Listrik Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta

System Desidn and Electrical Installation of Aisyiyah University New Building Yogyakarta

Wahyu Nugroho Wicaksono, Agus Jamal, Slamet Suripto.

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Intisari. Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta adalah salah satu bangunan komersial yang bergerak bidang pendidikan di Yogyakarta. Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta terdiri dari 10 lantai, termasuk lantai *basement*, lantai utama dan lantai atap. Beban-beban listrik yang terpasang pada Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta antara lain beban penerangan (lampu-lampu) serta beban tenaga (stop kontak) dan beban tenaga motor-motor listrik (AC, lift dan lain-lain), yang tentunya membutuhkan suplai daya listrik yang cukup besar. Daya listrik yang terpasang di Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta sebesar 1010,9 kVA. Daya yang disuplai sebesar 800 kVA dari PLN dan kapasitas total daya pada transformator sebesar 1000 kVA dan generator-set berkapasitas sebesar 1000 kVA. Dimana sistem *back up* suplai daya listriknya di suplai penuh oleh generator-set.

Kata Kunci: Instalasi Listrik, Pencahayaan Buatan, Arus hubung singkat, Distribusi Listrik, Drop Tegangan.

Abstact. New Building Aisyiyah University Yogyakarta is one of the commercial buildings that move the field of education in Yogyakarta. The New Building of Aisyiyah University Yogyakarta consists of 10 floors, including the basement floor, main floor and roof floor. Electric loads installed at the New Building of Aisyiyah University Yogyakarta include lighting loads (lights) and power loads (socket) and the power load of electric motors (air conditioners, elevators and others), which of course requires power supply big enough electricity. Electricity installed in the New Building of Aisyiyah University in Yogyakarta is 1010.9 kVA. The power supplied is 800 kVA from PLN and the total power capacity of the transformer is 1000 kVA and a generator-set with a capacity of 1000 kVA. Where the backup power supply system is fully supplied by the generator set.

Keywords: Electrical Installation, Artificial Lighting, Short-circuit Current, Power Distribution, Drop Voltage

1. Pendahuluan

Sebagai salah satu sarana dan prasarana penunjang proses pembelajaran, sebuah perguruan tinggi perlu memperhatikan kualitas pelayanan sarana dan prasarana agar memberikan rasa nyaman dan tenang bagi mahasiswa dan civitasnya. Rasa nyaman dan tenang tersebut tidak akan didapatkan tanpa adanya sarana dan prasarana pendukung yang

baik dari perguruan tinggi. Dalam pembangunan sebuah gedung pada umumnya dan perguruan tinggi pada khususnya, tidak terlepas dari kebutuhan energi listrik. Pada sebuah gedung, energi listrik sangatlah diperlukan, mulai dari sistem penerangan hingga sistem penangkal petir. Maka dari itu,

perlu dilakukan perancangan sebuah sistem dan instalasi listrik pada perguruan tinggi.

Dalam perancangan instalasi listrik sebuah perguruan tinggi harus sesuai dengan ketentuan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) agar energi listrik dapat digunakan secara aman, handal dan efektif. Perancangan ini dibuat dengan maksud dan tujuan untuk memahami peraturan umum instalasi listrik dan dapat mempelajari serta mengetahui cara perancangan, pemasangan, pemeriksaan, pengujian, pemeliharaan maupun pengawasan suatu instalasi listrik. Sebuah perancangan instalasi listrik perguruan tinggi perlu dirancang secara rinci agar tidak terjadi *over design*.

2. Dasar Teori

Instalasi Listrik

Secara umum instalasi listrik dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Instalasi pencahayaan buatan
2. Instalasi daya listrik

Instalasi pencahayaan buatan adalah suatu upaya untuk memberikan daya listrik pada lampu sehingga dapat dijadikan sumber cahaya buatan. Pencahayaan buatan ini meliputi saklar, armatur lampu, kabel / penghantar dan lampu. Instalasi pencahayaan buatan ini bertujuan untuk memberikan kenyamanan dan ketentraman pada penghuni sebuah gedung dalam menjalankan aktivitas keseharian.

Instalasi daya listrik merupakan instalasi untuk menjalankan mesin-mesin listrik yang ada dalam gedung untuk memberikan *supply* daya listrik pada seluruh peralatan yang membutuhkan daya listrik dalam sebuah gedung. Sebuah rancangan instalasi listrik harus memenuhi standar dan undang-undang yang berlaku di Indonesia.

Distribusi Listrik dalam Gedung

Berdasarkan sumber energinya sistem kelistrikan pada bangunan gedung dibagi menjadi dua sumber yaitu sumber listrik dari PLN dan sumber listrik dari genset, dimana sumber listrik gedung ini memprioritaskan PLN sebagai sumber utama dan genset sebagai

cadangan (*back up*) bagian-bagian dari sistem kelistrikan pada sistem bangunan gedung ini adalah sebagai berikut: Panel Utama/MDP (*Main Distribution Panel*), Panel Cabang/SDP (*Sub Distribution Panel*), dan Panel Beban/SSDP : (*Sub-Sub Distribution Panel*).

Sistem Penerangan

Penentuan Jumlah Titik Armatur Lampu

Penerangan untuk ruangan harus dirancang sehingga pengaruh dari penerangan tidak membuat mata cepat lelah. maka dapat ditentukan jumlah armatur lampu yang digunakan sesuai dengan persamaan berikut:

$$N = \frac{E \times L \times W}{\emptyset \times LLF \times CU \times n}$$

dengan:

- N = jumlah titik lampu
- E = kuat penerangan (lux)
- L = panjang ruang(meter)
- W = lebar ruang (meter)
- \emptyset = total lumen lampu (lumen)
- LLF = faktor cahaya rugi (0,7-0,8)
- CU = faktor pemanfaatan (50-65 %)
- n = jumlah lampu dalam 1 titik lamp

Drop Tegangan

Drop Tegangan atau jatuh Tegangan adalah Tegangan yang hilang pada suatu saluran penghantar. Jatuh tagangan disaluran listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran, besarnya beban berbanding terbalik luas penampang. Besar dari jatuh Tegangan dapat dinyatakan dalam persen maupun dalam besaran volt. Ketentuan batas atas dan bawah Tegangan sudah ditentukan oleh kebijakan dari perusahaan kelistrikan. Berdasarkan IEC 60364-7-714 rumus yang digunakan untuk mencari drop Tegangan pada saluran 3 fasa yaitu:

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

Keterangan:

- ΔV = Drop Tegangan (V)
- I = Arus (A)
- l = panjang kabel penghantar (kM)
- R = Resistansi (Ω /kM)
- X = Reaktansi kabel (Ω /kM)
- $\cos \Phi$ = Faktor daya
- n = Jumlah kabel

Arus Hubung Singkat

Arus Hubung singkat merupakan terjadinya hubungan antar penghantar bertegangan atau tidak secara langsung sehingga akan terjadi aliran arus yang besar atau tidak normal. Arus Hubung singkat berpotensi menimbulkan percikan api jika tidak segera diatasi, maka dari pada itu diperlukan sebuah proteksi untuk arus atau beban lebih yaitu MCB (*Miniatur Circuit Breaker*). Besarnya kapasitas circuit breaker ditentukan dari nilai KHA. Kapasitas breaker harus lebih besar dari nilai KHA tersebut.

Berdasarkan IEC 60909 perhitungan arus hubung singkat pada jaringan 3 fasa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$I^n K = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z}$$

Keterangan:

$I^n K$ = Arus hubung (A)

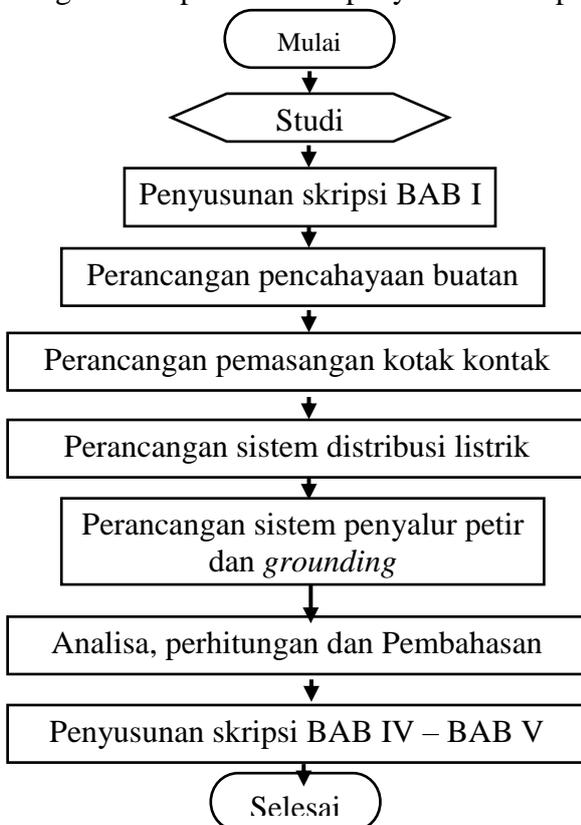
C_{max} = Konstanta (1,1)

U_n = Tegangan nominal saluran (400V)

Z = Impedansi transformator (Ω)

3. Metode Perancangan

Diagram alir pelaksanaan penyusunan skripsi:



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan penyusunan skripsi.

4. Hasil dan Pembahasan

Penentuan Jumlah Titik Armatur Lampu

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

1. Ruang Utama

- Jenis lampu yang akan dipasang = LED Lamps 14 Watt
- Fluks luminus lampu (Φ) = 1400 Lumen
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 350 Lux
- Luas ruangan (A) = 290 m²
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8
- Faktor utilitas (CU) = 100 % (estimasi)

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

$$N = \frac{350 \times 290}{1400 \times 0,8 \times 100\% \times 1} = 90,625$$

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

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

No	Nama Ruang	Luas	Lux	Jumlah ideal
1	Ruang Utama	290	350	91
2	Area Tangga 2	24	100	3
3	Area Tangga 1	21	100	3
4	Lobby Service Samping	23.5	100	3
5	Koridor	160	100	20
6	Toilet Pria	11	250	4
7	Toilet Wanita	13	250	4
8	Janitor	3.5	100	1
9	Toilet Khusus	4	250	1
10	Ruang Wudhu Pria	1.3	250	1
11	Ruang Wudhu Wanita	1.3	250	1
12	Ruang Menyusui	2	250	1
13	Ruang Panel	3	250	1
14	Ruang 01	102	250	23
15	Ruang 02	98	250	22
16	Ruang 03	98	250	22
17	Ruang 04	101	250	23
18	Ruang 05	59	250	13
19	Ruang 06	59	250	13

Tabel 1. Perhitungan Jumlah Titik Lampu Lantai 4

Skedul Beban Panel

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

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

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

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

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya dengan daya asumsi setiap kotak kontak dinding sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, sebagai berikut:

No	Grup Panel	Jenis Beban Terpasang	Beban (W)	Arus Beban
1	PL-4/01	Led lamps 14W + Battery	1302 98	7.49
2	PL-4/02	Led lamps 10W + Battery	360 60	2.25
3	PL-4/03	Led lamps 10W + Battery Led T8 9W + Battery	120 20 18 9	0.89
4	PL-4/04	Led lamps 14W + Battery	406 14	2.25
5	PL-4/05	Led lamps 14W + Battery	406 14	2.25
6	PL-4/06	Led lamps 14W + Battery	406 14	2.25
7	PL-4/07	Led lamps 14W + Battery	406 14	2.25
8	PL-4/08	Led lamps 14W + Battery	224 14	1.27
9	PL-4/09	Led lamps 14W + Battery	224 14	1.27
10	KK-4/01	KK Dinding 40 cm KK Dinding 150 cm	400 100	2.67

11	KK-4/02	KK Dinding 40 cm KK Lantai KK Projector	400 125 250	4.14
12	KK-4/03	KK Dinding 40 cm KK Lantai KK Projector	400 125 250	4.14
13	KK-4/04	KK Dinding 40 cm KK Lantai KK Projector	400 125 250	4.14
14	KK-4/05	KK Dinding 40 cm KK Lantai KK Projector	400 125 250	4.14
15	KK-4/06	KK Dinding 40 cm KK Dinding 150 cm KK Lantai	200 200 125	4.14
16	KK-4/07	KK Dinding 40 cm	400	2.14
17	KK-4/08	KK Dinding 40 cm	400	2.14
18	KK-4/09	KK Lantai KK Projector	125 500	3.34
19	KK-4/10	KK Dinding 40 cm	600	3.21
20	KK-4/11	KK Dinding 40 cm KK Dinding 150 cm KK Lantai	200 200 125	4.14

Tabel 2. Perhitungan Skedul Beban Panel Lantai 4

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

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

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

3) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

- Arus beban terpasang (I) = 19,3 A pada fasa R (diambil hanya dari fasa yang memiliki nilai paling tinggi)
- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi (I_{KHA}) :
- $I_{KHA} = I * 125\% = 19,3 * 125\% = 24,2 \text{ A}$
- Jenis CB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa (*moulded case circuit breaker*) tipe fix, karena memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- Rating MCCB harus lebih tinggi dari rating MCB grup (16A) dan KHA kabel instalasi ($I_{KHA} = 24,125 \text{ A}$).
- Untuk cadangan pertumbuhan beban di kemudian hari, rating yang dipilih adalah 30A, sesuai dengan brosur yang tersedia di pasaran.

4) Kabel Feeder

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

- Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- KHA kabel tidak boleh kurang dari 30A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x 6mm² dengan KHA sebesar 50A.

5) Kabel *grounding*

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

- Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- Luas penampang minimal kabel (A_{GROUND}):
- $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = 6\text{mm}^2 * 50\% = 3\text{mm}^2$
- Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah BCC 6mm².

Skedul Beban LVMDP

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

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

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

2) Circuit breaker (CB) Utama

CB utama adalah pemutus sirkit utama untuk panel ini.

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

3) Kabel Feeder

Kabel feeder, ditarik dari Trafo ke LVMDP

- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal kabel instalasi (I_{KHA}) :
- $I_{KHA} = I * 125\% = 1018,6 * 125\% = 1273,25 \text{ A}$
- Kabel feeder yang digunakan adalah kabel tembaga dengan isolasi PVC ganda, yaitu kabel NYY.
- Kabel yang digunakan terdiri dari empat inti; yaitu untuk fasa R, fasa S, fasa T, dan netral.
- KHA kabel tidak boleh kurang dari 1250A (rating MCCB utama) dan harus mempertimbangkan drop Tegangan pada kabel.
- Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel yang dipilih adalah NYY 4 x (4 x 1 x 300mm²) dengan KHA sebesar 2208A.

4) Kabel *grounding*

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

- Kabel *grounding* yang digunakan adalah kabel tembaga telanjang, yaitu kabel BCC.
- Luas penampang minimal kabel (A_{GROUND}):
- $A_{GROUND} = A_{FEEDER} * 50\% = (4 \times 300)mm^2 \times 50\% = 2 \times 300mm^2$
- Sesuai dengan brosur yang tersedia, maka kabel *grounding* yang dipilih adalah 2 BCC 300mm².

Perbaikan Faktor Daya

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

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

Keterangan:

Q = Daya reaktif (VAR)

S = Daya semu (VA)

P = Daya aktif (W)

a. Menentukan total daya reaktif (VAR)

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

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$
$$Q = \sqrt{663,9^2 - 546,7^2}$$
$$Q = 376,54 \text{ Kvar}$$

b. Menentukan besar nilai Cos Φ (phi) sebelum perbaikan daya

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

$$\text{Cos } \Phi = \frac{546,7}{663,9}$$
$$\text{Cos } \Phi = 0,82$$

Dari hasil perhitungan diatas, Cos Φ awal yang terdapat pada kampus Universitas Aisyiyah Yogyakarta yaitu sebesar 0,82 sedangkan Cos Φ yang diperlukan untuk gedung yaitu sebesar 0,92. Perhitungan kapasitas kapasitor bank yang akan dipaang yaitu:

$$S1 = \frac{P}{0,92}$$
$$S1 = \frac{546,7}{0,92}$$
$$S1 = 594,2 \text{ kVA}$$

Sehingga perhitungan daya reaktif jika Cos Φ sebesar 0,92 yaitu:

$$Q1 = \sqrt{S1^2 - P^2}$$
$$Q1 = \sqrt{594,2^2 - 546,7^2}$$
$$Q1 = 232,89 \text{ kVAR}$$

Dari perhitungan Cos Φ sebesar 0,92 dapat ditentukan besarnya kapasitor bank yang akan digunakan yaitu:

$$C = Q - Q1$$

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

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

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

Kapasitas Genset dan Trafo

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

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

b. Kapasitas Generator

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

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

c. Kapasitas Transformator

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

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

d. Daya PLN

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

Drop Tegangan

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

Jenis kabel : NYY 4x(4x1x300 mm²)

- Panjang Kabel: 5 Meter = 0.005kM
- R = 0.075 Ω/kM
- L = 0.000305 H/kM
- I = 1488,7 A
- X_L = 0.09577 Ω/kM
- Cos Φ = 0.78 (Asumsi)
- SinΦ = 0,62

Drop Tegangan:

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

$$\Delta V = 1.519670 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$$

$$\Delta V = \frac{1.51555}{380} \times 100\%$$

$$\% \Delta V = 0.003999131 \%$$

Untuk tinggi setiap lantai diasumsikan sebesar 4 sehingga panjang kabel dari satu lantai ke lantai lainnya di tambah 5 meter. Adapun perhitungan untuk impedansi dan drop Tegangan untuk panel lain ditampilkan pada tabel 4.35 seperti berikut:

No	Nama Panel	ΔV (V)	ΔV (%)
Outgoing LVMDP			
1	SDP GEDUNG	2.511	0.006607695
2	SDP POMPA	0.148868	0.000391759
3	PK STP	0.168856	0.000444357
4	PP POWER HOUSE	0.098499	0.000259208
1 SDP GEDUNG			
1	SDP LIFT	0.665882	0.001752320
2	PC Pressurise Fan	0.073431	0.000193239
3	PP ELEKTRONIK	0.058418	0.000153730
4	LP & PP Lantai SB	0.328458	0.000864364
5	LP & PP Lantai 1	0.170239	0.000447998
6	PP AC Lantai 1	0.319234	0.000840091
7	LP & PP Lantai 2	0.232693	0.000612350
8	PP AC Lantai 2	0.400941	0.001055107
9	LP & PP Lantai 3	0.265828	0.000699547
10	PP AC Lantai 3	0.347713	0.000915035
11	PP SERVER	0.410922	0.001081375
12	LP & PP Lantai 4	0.412749	0.001086181
13	PP AC Lantai 4	0.565592	0.001488401
14	LP & PP Lantai 5	0.503282	0.001324427
15	PP AC Lantai 5	0.648195	0.001705776
16	LP & PP Lantai 6	0.565459	0.001488049
17	PP AC Lantai 6	0.768230	0.002021658
18	LP & PP Lantai 7	0.925391	0.002435239
19	PP AC Lantai 7	0.662977	0.001744675
20	LP & PP Lantai 8	1.036764	0.002728326
21	PP AC Lantai 8	1.200454	0.003159090
22	SDP ATAP	0.828414	0.002180036

Tabel 3. Perhitungan Drop Tegangan

Arus Hubung Singkat

1. Perhitungan arus hubung singkat pada trafo:
2. Berikut merupakan spesifikasi yang tertera pada trafo:
 - Daya semu trafo (S_{rT}) = 1000 kVA
 - Tegangan trafo (U_{rT}) = 20 kV / 0.4 kV
 - Jumlah fasa = 3
 - Tegangan hubung singkat (U_{kr}) = 5%
 - Total rugi trafo (P_{krT}) = 13 kW

Untuk mendapatkan besar arus hubung singkat pada trafo, terlebih dahulu mencar nilai impedansi total pada trafo yaitu sebagai berikut:

$$Z_T = \frac{U_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rTLV}^2}{S_{rT}} = \frac{5\%}{100\%} \times \frac{0,4^2}{1000}$$

$$Z_{THV} = 8 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = P_{krT} \times \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}^2} = 13 \times \frac{0,4^2}{1000^2}$$

$$R_T = 2,08 \text{ m}\Omega$$

$$U_{Rr} = 100\% \times \frac{P_{krT}}{S_{rT}} = 100\% \times \frac{13}{1000}$$

$$U_{Rr} = 1,3\%$$

$$U_{Xr} = \sqrt{U_{Kr}^2 - U_{Rr}^2} = \sqrt{5^2 - 1,3^2}$$

$$U_{Xr} = 4,828 \%$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{8^2 - 2,08^2}$$

$$X_T = 7,725 \text{ m}\Omega$$

$$K_T = 0,95 \frac{C_{max}}{1 + 0,6X_T} = 0,95 \frac{1,1}{1 + 0,6 * 7,725}$$

$$K_T = 1,015580404$$

Jadi hasil perhitungan impedansi hubung singkat simetris 3 fasa pada trafo yaitu:

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{2,08^2 + 7,725^2}$$

$$Z_T = 8 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{TK} = Z_T * K_T = 8 * 1,015580404$$

$$Z_{TK} = 8,125 \text{ m}\Omega$$

Sehingga dapat dihitung nilai arus hubung singkat simetri 3 fasa pada trafo yaitu:

$$I^{nK} = \frac{C * U_n}{\sqrt{3} * Z_{TK}} = \frac{1,1 * 400}{\sqrt{3} * 8,125}$$

$$I^{nK} = 31,26711058 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat awal yaitu sebesar 31,27 kA

Tingkat Proteksi Bangunan

Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir di Indonesia besarnya keperluan pemasangan sistem penangkal petir terhadap sambaran petir pada suatu bangunan ditentukan dengan menjumlahkan indeks-indeks yang mewakili keadaan dilokasi struktur tersebut berada. Maka untuk bangunan tersebut diperoleh indeks-indeks sebagai berikut:

Indeks A, Penggunaan dan Isi

Perencanaan bangunan Universitas Aisyiyah Yogyakarta merupakan bangunan pendidikan dengan Nilai Indeks = 3.

Indeks B, Konstruksi Bangunan

Bangunan ini termasuk Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap bukan logam. Nilai Indeks = 2.

Indeks C, Tinggi Bangunan

Bangunan ini memiliki tinggi mencapai 35 meter. Nilai Indeks = 5

Indeks D, Situasi Bangunan

Gedung ini berada ditengah datar pada semua ketinggian dengan Nilai indeks = 0.

Indeks E, pengaruh kilat

Berdasarkan banyaknya hari guruh pertahun hingga mencapai 182,5 hari pertahun, maka Nilai Indeks E = 8.

Jumlah seluruh nilai indeks di atas sesuai dengan persamaan

$$R = A + B + C + D + E$$

diperoleh nilai R = 18

Maka perkiraan bahaya sambaran petir adalah sangat besar dan pengamanan sambaran petir terhadap gedung sangat perlu.

Pemilihan Penangkal Petir

Tingginya penangkal petir yang dipasang di suatu bangunan sangat berpengaruh kepada radius proteksinya, semakin tinggi pemasangan penangkal petir maka semakin luas daerah yang terproteksi.

Berdasarkan SNI 03-7015-2004 tentang sistem proteksi petir pada bangunan, pada Gedung Baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta akan dipasang penangkal petir Flash Vectron yang berbasis ESE (*Early Streamer Emission*).

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada penelitian ini, diperoleh hasil bahwa:

1. Total daya aktif pada perencanaan pembangunan gedung baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta sebesar 680,7 kW dan total daya semu sebesar 840,0 kVA.
2. Dalam upaya untuk menaikkan cos phi dari 0,82 menjadi 0,92 maka diperlukan kapasitor bank dengan kapasitas 143,7 kVAR dan dipasang kapasitor bank dengan kapasitas 300 kVAR.
3. Total daya aktif setelah dikenai faktor kebersamaan pada perencanaan gedung baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta adalah sebesar 546,7 kW dan total daya semu setelah dilakukan perbaikan faktor daya adalah sebesar 594,2 kVA.
4. Total beban normal maksimal setelah dipasang kapasitor bank adalah sebesar 594,2 kVA. Maka dapat dipilih daya tersambung PLN-nya, yakni Tegangan menengah kapasitas 800 kVA, 3 fasa, 50Hz.
5. Kapasitas trafo dan kapasitas genset yang dipilih adalah 1000 kVA.
6. Sambaran petir terhadap gedung baru Universitas Aisyiyah Yogyakarta sangatlah besar dan pengamanan sambaran petir terhadap gedung sangat diperlukan, oleh karena itu dipilih penangkal petir yang untuk melindungi bangunan dari sambaran petir adalah *Flash Vectron* berbasis sangkar berbasis *Early Streamer Emission* (ESE)

6. Daftar Pustaka

- Al-Kamil, R.M.M., 2016, *Perancangan Instalasi Listrik Royal Sanur Hospital Bali* Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- BSN, 2000, SNI 04-0225-2000: *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2001, SNI 03-6574-2001: *Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan Sistem Peringatan*

- Bahaya Pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2001. SNI 03-6575-2001: *Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI 03-6652-2002: *Tata Cara Perencanaan Proteksi Bangunan dan Peralatan Terhadap Sambaran Petir*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2004, SNI 03-7015-2004: *Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional Jakarta.
- Direktori Listrik. (2008). Jenis-jenis Pentanahan (Sistem Grounding). <http://direktorilistrik.blogspot.co.id/2013/10/jenis-jenis-pentanahan-sistem-grounding.html> (diakses pada 8 Mei 2018 pukul 20.00 WIB)
- Hage. (2008). Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor. <http://dunia-listrik.blogspot.co.id/2008/12/perbaikannya-faktor-daya-menggunakan.html> (diakses pada 8 Mei 2018 pukul 20.30 WIB)
- IEC, Short Circuit Currents In There Phase, *Internasional Standart-IEC/TR 60909-0:2001*
- Internasional Standart-IEC/TR 60909-4:2000*
- Kementrian Kesehatan RI. 2014. *Pedoman Teknik di Bidang Sarana dan Prasarana Kesehatan*. Jakarta.
- Khairy, Ezar Kuntoro, 2016, *Perancangan Instalasi Listrik Gedung Rumah Sakit Al-Irsyad Surabaya*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Kantona, Erick, 2016, *Perancangan Pemasangan Grounding Penangkal Petir pada Bangunan CF-SILO Di Proyek Indarung IV PT.Semen Padang*, Tugas Akhir, Politeknik Negeri Padang, Padang.
- Zulkaromi, Muhammad., Hermawan, dan Juningtyastuti, 2017, Perancangan Instalasi Listrik Pasar Klewer Surakarta Menggunakan Software Simaris, *Transient*, Vol. 6, No. 3, Issn: 2302-9927, 260
- Putro, A.P., Karnoto, dan Winardi, Bambang., 2015, Analisis Tegangan Jatuh Sistem Distribusi Listrik Kabupaten Pelalawan

Dengan Menggunakan Etap 7.5.0,
Transient, Vol.4, No. 1, Issn: 2302-
9927, 123

- Rahman, Aulia. 2008. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. <http://dunia-listrik.com/2008/12/sistem-distribusi-tenaga-listrik.html> (diakses pada 10 Mei 2018 pukul 20.00 WIB)
- Rismanta, Bani, 2015, *Analisis Sistem Distribusi Energi Listrik Pada Gedung Pasca Sarjana Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Samektowibowo, A.A., 2014, *Perencanaan Sistem Elektrikal dan Elektronik Proyek Pembangunan Hotel Fave Yogyakarta*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Suripto, Slamet. 2014. *Diktat Mata Kuliah Teknik Instalasi Listrik 2014*. Yogyakarta: Tidak Diterbitkan
- Undang-Undang Nomer 15 tahun 2002 tentang ketenagalistrikan.