

*Naskah Publikasi Tugas Akhir*

*Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

## **PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK GEDUNG RUMAH SAKIT**

### **BHAKTI ASIH BREBES**

Yuki Adilah<sup>1</sup>, Agus Jamal<sup>2</sup>, Ramadoni Syahputra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Mahasiswa (20150120127)*, <sup>2</sup>*Dosen Pembimbing I*, <sup>3</sup>*Dosen Pembimbing II*

Gedung Rumah Sakit Bhakti Asih Brebes adalah gedung yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kesehatan bagi masyarakat. Dalam rangka memenuhi kebutuhan dalam pelayanan kesehatan, pengobatan, radiologi, dan pemeriksaan medis lainnya tidak terlepas dari kebutuhan energy listrik. Kebutuhan energy listrik yang diperlukan antara lain adalah instalasi penerangan, kotak-kontak, pendingin ruangan (Air Conditioner), pompa pemadam kebakaran, pompa air, dan lift. Demi memenuhi standar keamanan, kenyamanan, dan ketenangan bagi penghuni gedung Rumah Sakit dan menghindari pemasangan instalasi listrik dengan kondisi over design yang tidak efektif maka perancangan dan pemasangan instalasi listrik harus sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan mengutamakan perhitungan kebutuhan beban secara rinci dan teliti. Perancangan instalasi listrik bertujuan untuk merancang kebutuhan instalasi mekanikal dan elektrik pada gedung Rumah Sakit Bhakti Asih. Setelah dilakukannya perancangan instalasi listrik, serta perhitungan total kebutuhan daya beban pada Rumah Sakit Bhakti Asih, maka hasil perhitungan yang dirancang menunjukkan total daya semu (S) yang tersambung sebesar 868,5 kVA dan daya aktif (P) yang tersambung sebesar 661,3 kW dengan faktor daya sebesar 0,78. Setelah dilakukannya faktor keserempakan didapat total daya semu beban normal sebesar 533,2 kVA dan total daya aktif beban normal sebesar 404,4 kW. Dalam upaya perbaikan faktor daya sebesar 0,9 dipasang kapasitor bank dengan kapasitas sebesar 450 kVAR sehingga didapat total daya setelah perbaikan sebesar 449,3 kVA. Berdasarkan perhitungan total perhitungan beban setelah perbaikan factor daya, kapasitas generator yang akan dipasang sebesar 1000 kVA dan kapasitas trafo yang akan dipasang sebesar 1000kVA.

**Kata Kunci: Instalasi Listrik, Pencahayaan, Pendingin Udara, Rumah Sakit**

## 1. PENDAHULUAN

Sistem instalasi tenaga listrik memiliki peran yang sangat penting pada perkembangan industri. Semakin tinggi perkembangan suatu industri, maka tenaga listrik yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan industri tersebut pula semakin tinggi. Kebutuhan tenaga listrik dapat dilihat dalam kehidupan manusia, bahkan kehidupan manusia saat ini tidak bisa terlepas dari kebutuhan tenaga listrik.

Gedung bertingkat Rumah Sakit Bhakti Asih merupakan salah satu gedung bertingkat yang memberikan pelayanan kesehatan bagi masyarakat. Bangunan yang berlokasi di Brebes, Jawa Tengah ini terdiri dari 3 lantai dengan jenis pelayanan yang meliputi pelayanan medis umum, antara lain Instalasi Gawat Darurat (IGD) dan Poliklinik Dokter Umum. Terdapat pula fasilitas pelayanan rawat inap yang diberikan rumah sakit ini kepada para pasien diantaranya ruang ICU, rawat inap VIP, dan ruang operasi.. Agar pelayanan tersebut dapat diberikan dengan maksimal, maka perancangan sistem instalasi listrik yang akan dipasang harus memenuhi standar berdasarkan peraturan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2000.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Sistem Penerangan

#### 2.1.1 Prinsip Dasar Sistem Penerangan

##### a. Tingkat Pencahayaan

Sebagai standar pemasangan instalasi penerangan, maka data tingkat pencahayaan minimum dan renderasi warna berdasarkan SNI 03-6575-2001 pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat Pencahayaan SNI

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
<b>Rumah Tinggal :</b>			
Teras	60	1 atau 2	
Ruang tamu	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	
Ruang kerja	120 ~ 250	1	
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	
Kamar mandi	250	1 atau 2	
Dapur	250	1 atau 2	
Garasi	60	3 atau 4	
<b>Perkantoran :</b>			
Ruang Direktur	350	1 atau 2	
Ruang kerja	350	1 atau 2	
Ruang komputer	350	1 atau 2	
Ruang rapat	300	1 atau 2	
Ruang gambar	750	1 atau 2	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Gudang arsip	150	3 atau 4	
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2	
<b>Lembaga Pendidikan :</b>			
Ruang kelas	250	1 atau 2	
Perpustakaan	300	1 atau 2	
Laboratorium	500	1	
Ruang gambar	750	1	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar.
Kantin	200	1	
<b>Hotel dan Restoran</b>			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik.
Ballroom/ruang sidang.	200	1	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian 'switching' dan 'dimming' dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan.	250	1	
Cafeteria.	250	1	
Kamar tidur.	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin.
Dapur.	300	1	
<b>Rumah Sakit/Balai pengobatan</b>			
Ruang rawat inap.	250	1 atau 2	
Ruang operasi, ruang bersalin.	300	1	Gunakan pencahayaan setempat pada tempat yang diperlukan.
Laboratorium	500	1 atau 2	
Ruang rekreasi dan rehabilitasi.	250	1	
<b>Pertokoan/Ruang pameran.</b>			
Ruang pameran dengan obyek berukuran besar (misalnya mobil).	500	1	Tingkat pencahayaan ini harus dipenuhi pada lantai. Untuk beberapa produk tingkat pencahayaan pada bidang vertikal juga penting.
Toko kue dan makanan.	250	1	
Toko buku dan alat tulis/gambar.	300	1	
Toko perhiasan, arloji.	500	1	
Toko Barang kulit dan sepatu.	500	1	
Toko pakaian.	500	1	
Pasar Swalayan	500	1 atau 2	Pencahayaan pada bidang vertikal pada rak barang.
Toko alat listrik (TV, Radiotape, mesin cuci, dan lain-lain).	250	1 atau 2	
<b>Stri (Umum).</b>			
Ruang Parkir	50	3	
Gudang	100	3	
Pekerjaan kasar.	100 ~ 200	2 atau 3	
Pekerjaan sedang	200 ~ 500	1 atau 2	
Pekerjaan halus	500 ~ 1000	1	
Pekerjaan amat halus	1000 ~ 2000	1	
Pemeriksaan warna.	750	1	
<b>Rumah ibadah.</b>			
Mesjid	200	1 atau 2	Untuk tempat-tempat yang mem butuhkan tingkat pencahayaan yang lebih tinggi dapat digunakan pencahayaan setempat.
Gereja	200	1 atau 2	idem
Vihara	200	1 atau 2	idem

Sumber : SNI 2001

### b. Koefisien Penggunaan (Kp)

Koefisien penggunaan sebagian cahaya yang mengalami penyerapan akibat pancaran penerangan ke segala arah. Koefisien penggunaan ini didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminous yang sampai di bidang kerja terhadap lingkungan di sekitar pancaran cahaya penerangan. Besarnya koefisien penggunaan ini dipengaruhi oleh faktor distribusi intensitas cahaya dari armature serta reflektansi cahaya terhadap dimensi ruang dari dinding, lantai, dan langit-langit.

Tabel 2. Nilai koefisien penggunaan

▪ Kp = 1; jika ruangan berwarna cerah (putih) semua.
▪ Kp = 0.8 - 0.9; jika ruangan berwarna 80-90% berwarna cerah
▪ Kp = 0.3 – 0.7; jika ruangan berwarna didominasi gelap (hitam, coklat, biru, merah tua, coklat tua).

### c. Koefisien Depresiasi (Kd)

Koefisien depresiasi atau sering disebut sebagai koefisien rugi cahaya didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada instalasi baru. Besarnya koefisien

depresiasi dipengaruhi oleh faktor kebersihan dari lampu dan armature, kebersihan dan permukaan ruangan, serta penurunan keluaran cahaya lampu.

Koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan nilai estimasi. Pada umumnya apabila ruangan dan armature dengan pemeliharaan yang baik maka nilai koefisien depresiasi diambil sebesar 80% atau 0,8 (SNI 03-6575-2001 hal 3).

Tabel 3. Nilai koefisien depresiasi

▪ Kd = 100%; jika benda tegak lurus terhadap sinar datang cahaya lampu, pada ketinggian 1m dari posisi lampu.
▪ Kd = 80%; jika posisi benda tidak diketahui terhadap titik sinar lampu, sinar lampu mengenai benda dengan kondisi sinar langsung.
▪ Kd = 70%; jika posisi benda berada 45° terhadap titik sinar lampu.

### d. Titik Lampu

$$N = \frac{E \times A}{\Phi \times Kp \times Kd}$$

Keterangan:

N = Jumlah titik lampu

E = Tingkat Pencahayaan (lux)

A = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

Φ = Fluks luminous lampu (lumen)

Kd = Koefisien Depresiasi

Kp = Koefisien Penggunaan

## 2.2 Sistem AC (Air Conditioner)

### 2.2.1 Prinsip Dasar Sistem AC

$$Total\ Btu/h = A \times k$$

Keterangan:

Btu/h = Kapasitas AC

A = Luas ruangan (m<sup>2</sup>)

k = Ketetapan keadaan ruang (btu)

Tabel 4. Nilai ketetapan keadaan ruang

Ketetapan Keadaan Ruang	Keterangan
k = 500 btu	AC dipasang hanya untuk koridor kantor, koridor lift, dan tempat yang tidak membutuhkan suhu ruangan dingin, suhu yang diinginkan sekitar 26-27°C
k = 600 btu	Keadaan ruang terkena sinar matahari langsung dilantai dasar atau tidak terkena sinar matahari langsung dilantai atas, ruangan ditempati oleh maksimal 2 orang dewasa, suhu ruangan yang diinginkan sekitar 24-25°C.  Berdasarkan PMK-No.24-2016 hal 128 bahwa salah satu ruangan fasilitas kesehatan ruang fisioterapi dan kebutuhan terapi lainnya memiliki standar temperature minimal sekitar 24-27°C.  Berdasarkan PMK-No.24-2016 hal 170 dan 175 bahwa salah satu ruangan fasilitas kesehatan ruang penyimpanan obat dan <i>clean room</i> lainnya memiliki standar temperature minimal sekitar 24-27°C.
k = 700 btu	Ruangan dilantai dasar tapi ada jendela besar, banyak jendela, dan tembok terkena sinar matahari secara langsung saat siang/sore, kamar terletak dilantai atas terkena sinar matahari, ruangan ditempati oleh lebih dari 2 orang dewasa, suhu ruangan yang diinginkan sekitar 22-23°C.

k = 800 btu	Ruangan memiliki atap berupa beton atau bahan asbes dengan kondisi panas saat siang hari, suhu ruangan yang diinginkan sekitar 21-24°C.  Berdasarkan PMK-No.24-2016 hal 75 dan 93 bahwa ruangan fasilitas kesehatan bagi pasien Operasi dan Bersalin memiliki standar temperature minimal sekitar 19-24°C.
k = 1000 btu	Ruangan terkena sinar matahari secara langsung, suhu ruangan yang diinginkan sekitar lebih dari 21°C.

## 2.3 Sistem Proteksi Petir (SPP)

### 2.3.1 Prinsip Dasar Sistem Proteksi Petir

Adapun perkiraan frekuensi sambaran petir langsung berdasarkan (IEC 1024-1-1) dengan persamaan sebagai berikut:

$$Nd = Ng \times Ae \times 10^{-6}$$

$$Ng = 4 \times 10^{-2} \times T_d^{1,26}$$

$$Ae = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2$$

Keterangan:

Ng = Densitas sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan

Ae = Area cakupan ekivalen dari bangunan gedung

Td = Hari guruh rata-rata pertahun daerah setempat

a = Panjang atap gedung (m)

b = Lebar atap gedung (m)

h = Tinggi atap gedung (m)

Adapun pertimbangan penentuan perlu atau tidaknya SPP pada suatu bangunan melalui perbandingan sebagai berikut:

- 1) Jika,  $N_d \leq N_c$ , tidak diperlukan SPP.
- 2) Jika,  $N_d > N_c$ , diperlukan SPP.

Efisiensi Sistem Proteksi Petir sebagai berikut:

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

Tabel 5 Tingkat Proteksi SPP

Tingkat proteksi	Efisiensi SPP <i>E</i>
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Sumber: SNI 03-7015-20014 tab. 5.4.4.

Tabel 6. Tingkat Isokeraunik Indonesia

No	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata Per Tahun	IKL	Tingkat Kerawanan Petir
1.	Banyuwangi	101	27.56	Sedang
2.	Bawean	141	38.68	Sedang
3.	Bogor	201	55.15	Tinggi
4.	Cilacap	85	23.29	Rendah
5.	Citeko	227	62.30	Tinggi
6.	Curug	220	60.22	Tinggi
7.	Indramayu	187	51.23	Tinggi
8.	Jakarta	193	52.88	Tinggi
9.	Jatiwangi	189	51.78	Tinggi
10.	Kalianget	166	45.45	Sedang
11.	Lembang	132	36.05	Sedang
12.	Semarang	148	40.63	Sedang
13.	Serang	112	30.61	Sedang
12.	Surabaya	159	43.56	Sedang
15.	Tegal	198	54.34	Tinggi

Sumber: Data BMG, 1999

Maka untuk arus puncaknya (I) dapat dicari melalui persamaan:

$$R (m) = 10 \times I^{0,65}$$

Keterangan:

R = Jari-jari bola gulir

I = Arus puncak petir

Adapun luas daerah proteksi/zona proteksi dapat dicari melalui persamaan:

$$Ax = \pi \times R^2$$

Keterangan:

R = Jari-jari bola gulir

Ax = Luas zona proteksi

$\pi = 3,14$

Dengan sudut lindung sebesar:

$$a^\circ = \text{Sin}^{-1} \left( 1 - \frac{h}{R} \right)$$

Keterangan:

R = Jari-jari bola gulis

$a^\circ$  = Sudut Lindung

h = tinggi bangunan

Jarak antar terminasi dapat ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$p = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

Keterangan:

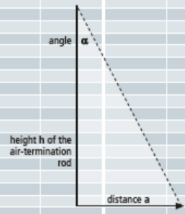
R = Jari-jari bola gulir

d = Jarak antar terminasi udara

p = Jarak puncak tertinggi terminasi udara dengan bola gulir

Berikut dibawah ini merupakan tabel persamaan sudut lindung dan tinggi terminasi udara berdasarkan tingkat proteksinya:

Height of the air-termination rod in m	Class of LPS I		Class of LPS II		Class of LPS III		Class of LPS IV	
	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m	Angle α	Distance a in m
1	71	2.90	74	3.49	77	4.33	79	5.14
2	71	5.81	74	6.97	77	8.66	79	10.29
3	66	6.74	71	8.71	74	10.46	76	12.03
4	62	7.52	68	9.90	72	12.31	74	13.95
5	59	8.32	65	10.72	70	13.74	72	15.39
6	56	8.90	62	11.28	68	14.85	71	17.43
7	53	9.29	60	12.12	66	15.72	69	18.24
8	50	9.53	58	12.90	64	16.40	68	19.80
9	48	10.00	56	13.34	62	16.93	66	20.21
10	45	10.00	54	13.76	61	18.04	65	21.45
11	43	10.26	52	14.08	59	18.31	64	22.55
12	40	10.07	50	14.30	58	19.20	62	22.57
13	38	10.16	49	14.95	57	20.02	61	23.45
14	36	10.17	47	15.01	55	19.96	60	24.25
15	34	10.12	45	15.00	54	20.65	59	24.96
16	32	10.00	44	15.45	53	21.23	58	25.61
17	30	9.81	42	15.31	51	20.99	57	26.18
18	27	9.17	40	15.10	50	21.45	56	26.69
19	25	8.86	39	15.39	49	21.86	55	27.13
20	23	8.49	37	15.07	48	22.21	54	27.53
21			36	15.26	47	22.52	53	27.87
22			35	15.40	46	22.78	52	28.16
23			36	16.71	47	24.66	53	30.52
24			32	15.00	44	23.18	50	28.60
25			30	14.43	43	23.31	49	28.76
26			29	14.41	41	22.60	48	29.91
27			27	13.76	40	22.66	48	29.99
28			26	13.66	39	22.67	47	30.03
29			25	13.52	38	22.66	46	30.03
30			23	12.73	37	22.61	45	30.00
31					36	22.52	44	29.94
32					35	22.41	44	30.90
33					35	23.11	43	30.77
34					34	22.93	42	30.61
35					33	22.73	41	30.43
36					32	22.50	40	30.21
37					31	22.23	40	31.50
38					30	21.94	39	30.77
39					29	21.62	38	30.47
40					28	21.27	37	30.14
41					27	20.89	37	30.90
42					26	20.48	36	30.51
43					25	20.05	35	30.11
44					24	19.59	35	30.81
45					23	19.10	34	30.35
46							33	29.87
47							32	29.37
48							32	29.99
49							31	29.44
50							30	28.87
51							30	29.44
52							29	28.82
53							28	28.18
54							27	27.51
55							27	28.02
56							26	27.31
57							25	26.58
58							25	27.05
59							24	26.27
60							23	25.47



Gambar 1. Persamaan sudut lindung dan tinggi terminasi udara SPP (Sumber: IEC 62305-3)

Langkah selanjutnya menentukan komponen konduktor penyalur, berdasarkan IEC 62305 bahwa jarak pemisahan minimal antar konduktor dapat ditentukan sebagai berikut:

Tabel 7 Jarak pemisahan minimal antar konduktor penyalur

Class of LPS	Typical distance
I	10 m
II	10 m
III	15 m
IV	20 m

(Sumber: IEC 62305-3)

Kemudian menentukan ikatan penyama potensial (IPP), berikut tabel luas penampangnya:

Tabel 8 Luas penampang minimum konduktor IPP

Tingkat Proteksi	Bahan	Luas Penampang minimum konduktor IPP penyalur sebagian besar arus petir (mm <sup>2</sup> )	Luas Penampang minimum konduktor IPP penyalur sebagian arus petir lebih kecil (mm <sup>2</sup> )
I sampai IV	Cu	16	6
	Al	25	10
	Fe	50	16

(Sumber: SNI 03-7015-2004 tabel 5 dan 6)

Menentukan nilai kedekatan instalasi ke SPP melalui persamaan berikut:

$$s = k_i \times \frac{k_c}{k_m} \times \Delta h$$

Keterangan:

s = Jarak pemisah antara SPP dan instalasi logam

Δh = Jarak konduktor penyalur dari titik terdekatnya yang dipertimbangkan ke titik IPP terdekat.

Tabel 9 kedekatan instalasi ke SPP, nilai koefisien k<sub>i</sub>

Tingkat proteksi	k <sub>i</sub>
I	0.1
II	0.075
III dan IV	0.05

(Sumber: SNI 03-7015-2004 tabel 7 hal. 36)

Tabel 10 kedekatan instalasi ke SPP, nilai koefisien k<sub>m</sub>

Bahan	k <sub>m</sub>
Udara	1
Padat	0.5

(Sumber: SNI 03-7015-2004 tabel 8 hal. 36)

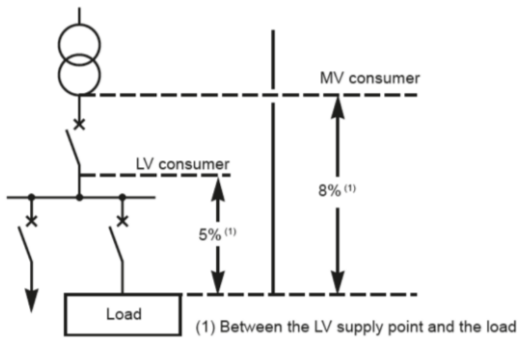
## 2.4 Drop Tegangan

### 2.4.1 Prinsip Dasar Drop Tegangan

Pada IEC 60364-7-714 rumus yang digunakan untuk mencari nilai *drop* tegangan pada saluran 3 fasa yaitu:

Circuit	Voltage drop ( $\Delta U$ )	
	In volts	In %
Phase/phase	$\Delta U = 2I \alpha (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Phase/neutral	$\Delta U = 2I \alpha (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{V_n}$
Balanced 3-phase: 3 phases (with or without neutral)	$\Delta U = \sqrt{3} I \alpha (R \cos \varphi + X \sin \varphi) L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$

Gambar 2. Persamaan drop voltage



Gambar 3. Nilai maksimum drop voltage

Perhitungan Drop Tegangan memperhatikan besar kabel konduktor berdasarkan tipe insulation dan bahan konduktornya, adapun apabila luas penampang kabel konduktor  $\geq 500 \text{ mm}^2$  maka besarnya resistansi dihiraukan.

$$R = \frac{23.7^{(1)} \Omega \text{ mm}^2 / \text{km}}{S(\text{c.s.a. in mm}^2)} \text{ for copper}$$

$$R = \frac{37.6^{(1)} \Omega \text{ mm}^2 / \text{km}}{S(\text{c.s.a. in mm}^2)} \text{ for aluminium}$$

Dimana (1) merupakan ketentuan nilai dari IEC 60909 berikut:

	20 °C	PR/XLPE 90 °C	PVC 70 °C
Copper	18.51	23.69	22.21
Alu	29.41	37.65	35.29

## 2.5 Breaking Capacity

### 2.5.1 Prinsip Dasar Breaking Capacity

Supply network Figure G34	$R_s = 0.1$ $X_s = 0.1$	$X_s = 0.096 Z_s$ , $Z_s = \frac{U_{sc}^2}{P_{sc}}$
Transformer Figure G35	$R_T = \frac{P_{cu} \times 10^3}{3I_n^2}$ where $I_n = \frac{S_n \times 10^3}{U_{20} \sqrt{3}}$ $R_T$ is often negligible compared to $X_T$ for transformers $> 100 \text{ kVA}$	$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$ with $Z_T = \frac{U_{sc}^2}{P_n} \times \frac{1}{100}$
Circuit-breaker	Not considered in practice	
Busbars	Negligible for $S > 200 \text{ mm}^2$ in the formula: $R = \rho \frac{L}{S}$	$X_B = 0.15 \text{ m}\Omega/\text{m}$
Circuit conductors <sup>(1)</sup>	$R = \rho \frac{L}{S}$	Cables: $X_C = 0.08 \text{ m}\Omega/\text{m}$
Motors	See Sub-clause 4.2 Motors (often negligible at LV)	
Three-phase maximum short circuit current in kA	$I_{sc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R^2 + X^2}}$	

Gambar 4. Arus Hubung Singkat pada Instalasi MV/LV (Schneider Guide Book)

Adapun dibawah ini contoh perhitungan breaking capacity:

LV installation	R (mΩ)	X (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	$I_{sc} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R^2 + X^2}}$
MV network $P_{sc} = 500 \text{ MVA}$	0.035	0.351			
Transformer 20 MVA/0.4 kV $P_n = 1000 \text{ kVA}$ $U_{sc} = 5 \text{ kV}$ $P_{cu} = 13.3 \times 10^3 \text{ watts}$	2.35	8.5			
Single-core cables 0 m copper 4 x 240 mm <sup>2</sup> /phase	$R_c = \frac{18.51 \times 5}{4 \times 240} = 0.10$	$X_c = 0.08 \times 5 = 0.40$	2.48	9.25	$I_{sc1} = 25 \text{ kA}$
Main circuit-breaker	Not considered in practice				
Busbars 10 m	Not considered in practice				
Three-core cable 100 m 95 mm <sup>2</sup> copper	$R = 18.51 \times \frac{100}{95} = 19.5$	$X_c = 100 \times 0.08 = 8$	22	17.3	$I_{sc2} = 8.7 \text{ kA}$
Three-core cable 20 m 10 mm <sup>2</sup> copper final circuits	$R = 18.51 \times \frac{20}{10} = 37$	$X_c = 20 \times 0.08 = 1.6$	59	18.9	$I_{sc3} = 3.9 \text{ kA}$

RT: Total resistance, XT: Total reactance,  $I_{sc}$ : 3-phase maximum short-circuit current  
Calculations made as described in figure G36

Gambar 5. Arus Hubung Singkat pada instalasi LV (Schneider Guide Book)

(IEC 60364-5-52 tabel G.52.1)

## 2.6 Perbaikan Faktor Daya

### 2.6.1 Prinsip Dasar Perbaikan Faktor Daya

Faktor daya atau Cos Phi dapat dihitung melalui perbandingan Daya Aktif dan Daya Semu (rumus 2.28):

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

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

Daya semu baru setelah perbaikan melalui persamaan:

$$S1 = \frac{P}{\cos \phi}$$

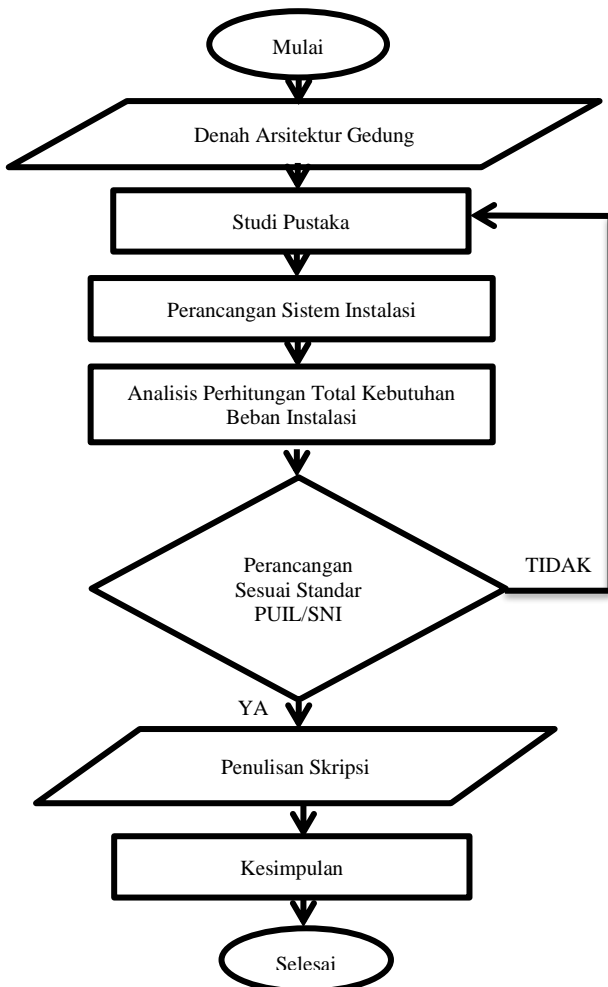
Sehingga, didapatkan nilai daya reaktif baru sebesar:

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

maka besar kapasitor bank yang akan dipasang melalui persamaan:

$$QC = Q - Q1$$

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

## 4. ANALISIS PERHITUNGAN

### 4.1 Analisis Perhitungan Penerangan

Dibawah adalah analisis perhitungan beban Penerangan di Ruang Tindakan salah satu ruangan yang berada di lantai dasar, dimana:

- Led Light Panel 1200x300 mm<sup>2</sup> 43Watt
- Fluks luminous lampu = 4100 lumen
- Lux ruangan sesuai SNI = 500 lux
- Luas ruangan (A) = 18 m<sup>2</sup>

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times Kp \times Kd}$$

$$N = \frac{500 \times 18}{4100 \times 100\% \times 80\%}$$

$$N = 2,7 \approx 3 \text{ titik lampu}$$

Tabel 11 Rekapitulasi Data Penerangan

Letak Lantai	Ruangan	A (m <sup>2</sup> )	E (lux)	φ (lumen)	N
LANTAI 1	R. Dekontaminasi	12	200	1250	2
	R. Isolasi	16	350	4100	2
	R. Resusitasi	12	200	4100	1
	R. Observasi	9	200	4100	1
	R. Transit Jenazah	16	200	1250	3
	R. Spoel Hook	12	200	1250	2
	R. Tindakan	4	200	1250	1
	R. Triage	18	500	4100	3
	R. Triage	76	150	1250	11
	R. Adm. IGD	18	350	4100	2
	R. Adm. IGD	1.5	350	350	2
	R. Tunggu Adm. IGD	32	250	1250	8
	R. KA. IGD	9	200	4100	1
	R. Obat / Alat IGD	9	300	4100	1
	R. Tindakan	18	500	4100	3
	R. Security CCTV	18	300	4100	2
	R. ATM	3	200	1250	1
	R. Tunggu Admisi	58.5	300	1250	18
	R. Admisi	28	350	4100	3
	R. Pembayaran	16.8	350	4100	2
	R. Nurse Station	24.75	350	4100	3
	R. Apoteker	9	300	4100	1
	R. Simpan Obat	12	300	4100	1
	R. Racik Obat	12	500	4100	2
	R. Apotek	7.5	300	1250	2
	R. Tunggu Apotek	20	200	1250	4
	R. Resusitasi Bayi	15.75	150	1250	2
	R. Pembayaran	17.5	300	4100	2
	R. Steril Alat	4	350	1250	1
	R. Rekam Medik	37.5	500	4100	6
	R. Klinik Paru	10.5	300	1250	3
	R. Klinik Paru	15.75	300	4100	1
	R. Tunggu Klinik Paru	8	300	1250	2
	R. Laktasi	8	300	4100	1
	R. Laktasi	8	250	1250	2
	R. Janitor	8	150	750	2
	R. Tunggu Poliklinik	78	250	1250	20
	R. Tindakan	18	500	4100	3
	R. Poliklinik. 1	14	200	1250	3
	R. Poliklinik. 1	14	200	4100	1



LANTAI 2	R. Poliklinik 2	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 3	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 4	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 5	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 6	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 7	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Poliklinik 8	14	200	1250	3
		14	200	4100	1
	R. Lobby Lift Depan	15	200	1250	3
		10	500	4100	2
	R. Laboratorium	2.25	500	1250	1
		2.25	500	1250	1
	R. Adm. Laboratorium	7	350	4100	1
	R. Tunggu Lab.	20.25	300	1250	6
	R. Sampling Station	14	500	4100	2
		1.5	500	750	1
	R. KA. Lab.	6.75	300	4100	1
	R. Simpan Reageen	8.1	150	1250	1
	R. USG	12.8	200	4100	1
		12.8	200	1250	3
	R. Adm. Radiologi	11.2	350	4100	1
	R. Tunggu Radiologi	16.2	250	1250	4
	R. Dark Room	2.25	150	1250	1
	R. X-Ray	27.5	350	4100	3
	R. Operator X-Ray	7.29	350	4100	1
	R. CT. Scan	39	500	4100	6
	R. Operator CT. Scan	13.5	350	4100	2
	R. Panel Utama	8.4	200	800	3
	R. Toilet Ruang	3.24	250	750	1
		4	250	750	2
	R. Toilet Umum P/L	9	250	1250	2
		3.24	250	1250	1
	R. Toilet Diffabel	3.24	250	1250	1
	R. Kantin	40	200	1250	8
		72	200	1250	14
	R. Entrance	8	200	350	6
	R. Tangga Depan	5	250	1000	2
	R. Tangga Belakang	5	250	1000	2
R Taman	18	200	1250	4	
	4	200	300	3	
R. Lobby Lift Belakang	29.25	200	1250	6	
<b>Letak Lantai</b>	<b>Ruangan</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>E (lux)</b>	<b>φ (lumen)</b>	<b>N</b>
LANTAI 2	R. Panel dan UPS	12	200	1600	2
	R. Dekontaminasi	12	200	1250	2
	R. Setting Packaging	14.4	350	4100	2
	R. Administrasi	16	350	4100	2
	R. Penerimaan	12	350	4100	1
	R. OK 1	48	500	4100	14
	R. OK 2	42	500	4100	12
	R. OK 3	38.5	500	4100	12
	R. Disty Aisle	10.5	350	1250	4
	R. Resusitasi Bayi	8.75	200	1250	2
	R. Steriller	11.2	200	1250	2
	R. Loket Distribusi	15	350	1250	5
	R. Koridor OK	88	250	4100	7
	R. Adm + Nurse Station	10	350	4100	1
		24	200	4100	1
	R. Pre-Ops	21	200	1250	4
	R. Transfer Bay	12	200	1250	2
		9	200	4100	1
	R. Recovery	14	200	1250	3
	R. Lounge Dokter	17.1	200	1250	3
	R. Lobby Lift Depan	11.2	200	1250	2
	R. Waiting Area	32	250	1250	8
	R. Konsultasi	7.5	350	4100	1
	R. Istirahat Dokter	7.5	200	1250	1
	R. Perawat	12.96	250	1250	3
	R. Obat	8.4	300	4100	1
	R. Lobby Obat	11.4	300	1250	3
	R. Istirahat Perawat	7.29	200	1250	1
	R. Tindakan Obsgyn	20	500	4100	3
	R. Spoel Hook	2.25	200	750	1
		12	300	4100	1
	R. Bersalin	22.5	300	1250	7
	R. Dokter	5.5	350	4100	1
	R. Nurse Station	15	350	4100	2
	R. Administrasi	12	350	4100	1

LANTAI 3	R. Post Partum	24	200	4100	1	
		15	200	1250	3	
	R. Tunggu	10.5	200	1250	2	
	R. Direktur	16	250	1250	4	
	R. Receptionist	7.2	350	1250	2	
	R. Kerja	52	350	4100	6	
	R. Rapat	24	350	4100	3	
	R. Administrasi RS	24	350	4100	3	
	R. Pantry	6	250	1250	2	
	R. Panel	6	200	1000	2	
	R. Tunggu Ibu Menyusui	7	200	1250	1	
	R. Server	9	350	4100	1	
	R. Toilet Diff	2.7	250	750	1	
		6	250	750	3	
	R. Toilet Umum P/L	16	250	1250	4	
	R. Resusitasi Bayi	12.25	200	1250	2	
	R. Spoel Hook	6.25	200	1250	1	
	R. Bayi Sakit (Infectius)	22	250	4100	2	
	R. Perinatologi	18	300	1250	5	
	R. Bayi 1	20	250	4100	2	
	R. Bayi 2	20	250	4100	2	
	R. Nurse Station	17.5	350	4100	2	
	R. Dokter	12.25	350	4100	1	
	R. Toilet Ruang	5	250	1250	1	
	R. Air Lock	13.5	150	1250	2	
	R. Tangga Depan	5	250	1000	2	
	R. Tangga Belakang	4	250	1000	1	
	R. Shaft	86	250	1250	22	
	R. Panel Utama	11.2	300	1600	3	
		22	200	1250	4	
	R. Lobby Lift Belakang	6	150	800	1	
	<b>Letak Lantai</b>	<b>Ruangan</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>E (lux)</b>	<b>φ (lumen)</b>	<b>N</b>
	LANTAI 3	R. Panel dan UPS	7	200	800	2
		R. View to Patient	24	200	1250	5
		R. Isolasi	24.96	350	4100	3
		R. Ante Room	5	200	1250	1
		R. P. ICU 1	18	500	4100	3
		R. P. ICU 2	18	500	4100	3
		R. Transit Jenazah	12.8	200	1250	2
R. ICU 1		24	350	4100	3	
R. ICU 2		24	350	4100	3	
R. ICU 3		24	350	4100	3	
R. Lobby ICU		48	200	1250	10	
R. Shalat P/L		8	150	1250	1	
		56	200	1250	11	
R. Tunggu Pasien ICU		10.5	200	1250	2	
R. Nurse Station		13.5	300	1250	4	
R. Clean		4	200	750	1	
R. Dirty		4	200	750	1	
R. Dokter		11.2	300	1250	3	
R. Obat		10.5	200	4100	1	
R. Konsultasi		12.25	300	4100	1	
R. Administrasi		8.75	350	4100	1	
R. Transfer Bay		8	200	1250	1	
R. Perawat ICU		7	200	1250	1	
R. Lobby Lift Depan		20	200	1250	4	
R. PT		33	350	4100	4	
		4	200	1250	1	
R. Kelas 2.1		4	200	750	1	
		15	200	1250	3	
		4	200	1250	1	
R. Kelas 2.2		4	200	750	1	
		15	200	1250	3	
		4	200	1250	1	
R. Kelas 2.3		4	200	750	1	
		15	200	1250	3	
		4	200	1250	1	
R. Kelas 2.4		4	200	750	1	
		15	200	1250	3	
R. Dirty Utility		4	150	750	1	
R. Clean Utility		4	150	750	1	
R. Ante Room		7	200	1250	1	
R. Isolasi		4	200	750	1	
		16	350	4100	2	
R. Tindakan		17.64	500	4100	3	
R. Nurse Station		20	300	4100	2	
	15	200	1250	3		
R. VIP 1	4	200	750	1		
	4	200	750	1		
	15	200	1250	3		
R. VIP 2	4	200	750	1		
	4	200	750	1		
R. VIP 3	4	200	750	1		
	15	200	1250	3		
R. VIP 4	4	200	750	1		

	R. VIP 5	4	200	750	1
		15	200	1250	3
		4	200	750	1
		4	200	750	1
	R. VIP 6	15	200	1250	3
		4	200	750	1
		4	200	750	1
	R. VIP 7	15	200	1250	3
		4	200	750	1
		4	200	750	1
	R. Nurse Station	12.16	200	1250	2
		14	200	4100	1
	R. Perawat	4	200	750	1
		12	200	1250	2
	R. Tangga Depan	5	250	1000	2
	R. Tangga Belakang	4	250	1000	1
R. Toilet	3	250	750	1	
R. Panel Utama	12	300	1600	3	
R. Lobby Lift Belakang	22	200	1250	4	
	4	200	800	1	
<b>Letak Lantai</b>	<b>Ruangan</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>E (lux)</b>	<b>Φ (lumen)</b>	<b>N</b>
<b>LANTAI ATAP</b>	R. Tangga Depan	9	150	1000	2
		3	150	300	2
		5	150	800	1
	R. Tangga Belakang	9	150	1000	2
		4	150	300	3
		12.25	150	800	3

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.2 Analisis Perhitungan AC

Analisis perhitungan beban AC di Ruang Rekam Medik salah satu ruangan yang berada di lantai dasar:

Diketahui:

- Split Wall Mounted
- Ketetapan keadaan ruang = 500 btu
- Luas ruangan (A) = 37,5 m<sup>2</sup>

Perhitungan beban AC berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Total Btu/h} = A \times k$$

$$\text{Total Btu/h} = 37,5 \times 500$$

$$\text{Total Btu/h} = 18750$$

$$\text{Konversi PK} = \frac{\text{Total Btu/h}}{9000}$$

$$\text{Konversi PK} = \frac{18750}{9000}$$

$$\text{Konversi PK} = 2,08 \text{ PK}$$

Maka, kapasitas beban AC yang akan terpasang sebesar:

$$2 \text{ PK} \times 9000 \text{ Btu/hr} = 18000 \text{ Btu/hr}$$

Tabel 12 Rekapitulasi Data AC

Letak Lantai	Ruangan	A	k	Banyak	Btu/h AC	
LANTAI I I	R. Isolasi	16	500	1	9000	
	R. Observasi	45	500	1	31500	
	R. Tindakan	18	500	1	9000	
	R. Triage	76	700	2	31500	
	R. KA. IGD	9	500	1	4500	
	R. Obat / Alat IGD	9	500	1	4500	
	R. Tindakan	18	500	1	9000	
	R. Security CCTV	18	500	1	9000	
	R. ATM	3	500	1	4500	
	R. Tunggu Admisi	58.5	500	1	36000	
	R. Pembayaran	16.8	500	1	9000	
	R. Apoteker	9	500	1	4500	
	R. Racik Obat	12	500	1	9000	
	R. Tunggu Apotek	56	500	1	36000	
	R. Rekam Medik	37.5	500	1	18000	
	R. Klinik Paru	26	500	1	13500	
	R. Tunggu Klinik Paru	16	500	1	9000	
	R. Laktasi	8	500	1	4500	
	R. Tunggu Poliklinik	144	500	2	36000	
	R. Tindakan	18	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 1	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 2	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 3	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 4	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 5	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 6	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 7	14	500	1	9000	
	R. Poliklinik. 8	14	500	1	9000	
	R. Laboratorium	14.5	500	1	9000	
	R. Adm. Laboratorium	7	500	1	4500	
	R. Triage Lab	64	500	1	36000	
	R. Tunggu Lab.	20	500	1	9000	
	R. Sampling Station	15.5	500	1	9000	
	R. KA. Lab.	6.75	500	1	4500	
	R. Simpan Reageen	8.1	500	1	4500	
	R. USG	20	500	1	9000	
	R. Tunggu Radiologi	20	700	1	18000	
	R. X-Ray	27.5	500	1	13500	
	R. Operator X-Ray	20.8	500	1	18000	
	R. CT. Scan	39	500	1	18000	
	Letak Lantai	Ruangan	A	k	Banyak	Btu/h AC
	LANTAI I 2	R. Administrasi	28	500	1	18000
		R. Lounge Dokter	28	500	1	13500
		R. Waiting Area	64	700	1	45000
		R. Konsultasi	7.5	500	1	4500
		R. Istirahat Dokter	7.5	500	1	4500
		R. Perawat	17.5	500	1	9000
		R. Obat	8.4	500	1	4500
R. Lobby Obat		12	500	1	6750	
R. Istirahat Perawat		9	500	1	4500	
R. Tindakan Obsgyn		20	500	1	9000	
R. Bersalin		80	800	2	36000	
R. Dokter		9	500	1	4500	
R. Administrasi		9.8	500	1	4500	
R. Post Partum		40	500	1	22500	
R. Tunggu		19	700	1	13500	
R. Direktur		16	500	1	9000	
R. Kerja		48	500	1	22500	
R. Rapat		30	500	1	18000	
R. Administrasi RS		20	500	1	9000	
R. Tunggu Ibu Menyusui		9	500	1	4500	
R. Server		12	500	1	6750	
R. Bayi Sakit (Infectius)		20	500	1	9000	
R. Perinatologi		48	500	1	27000	
R. Bayi 1		20	500	1	9000	
R. Bayi 2		20	500	1	9000	
R. Dokter		12.25	500	1	6750	
R. Lobby Post Partum		52	500	1	27000	
R. Lobby Lift Belakang		12	500	1	6750	
Letak Lantai		Ruangan	A	k	Banyak	Btu/h AC
LANTAI I 3		R. Tunggu Pasien ICU	60.5	500	1	31500
		R. Dokter	12.2	500	1	6750
		R. Obat	9	500	1	4500
	R. Konsultasi	12.2	500	1	6750	
	R. Administrasi	8.75	500	1	4500	
	R. Perawat ICU	12	500	1	6750	
	R. PT	30	500	1	13500	
	R. Kelas 2.1	36	500	1	18000	
	R. Kelas 2.2	36	500	1	18000	
	R. Kelas 2.3	36	500	1	18000	
R. Kelas 2.4	36	500	1	18000		

	R. Tunggu Ruang Kelas	60	700	1	45000
	R. Isolasi	20	500	1	9000
	R. Tindakan	17,6	500	1	9000
	R. VIP 1	23	500	1	13500
	R. VIP 2	23	500	1	13500
	R. VIP 3	23	500	1	13500
	R. VIP 4	23	500	1	13500
	R. VIP 5	23	500	1	13500
	R. VIP 6	23	500	1	13500
	R. VIP 7	23	500	1	13500
	R. Tunggu VIP	96	500	1	45000
	R. Perawat	16	500	1	9000
Letak Lantai	Ruangan	A	k	Banyak	Btu/h AC
LANTA I ATAP	R. Tangga Depan Lt.1	12,6	500	1	6750
	R. Tangga Depan Lt.2	12,6	500	1	6750
	R. Tangga Belakang Lt.3	12,6	500	1	6750
	R. Tangga Belakang Lt.4	12,6	500	1	6750

(Sumber: Hasil Perhitungan)

### 4.3 Analisis Perhitungan Proteksi Petir

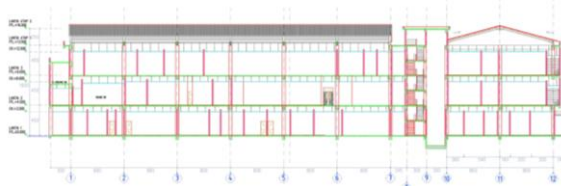
Maka kerapatan sambaran petir ke tanah

( $N_g$ ) (rumus 2.8) sebesar:

$$N_g = 4 \times 10^{-2} \times T_d^{1,26}$$

$$N_g = 4 \times 10^{-2} \times 198^{1,26}$$

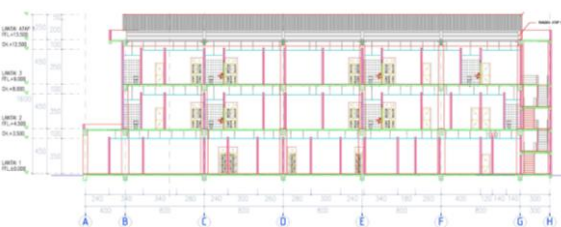
$$N_g = 31,32 \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$



Gambar 7. Bangunan RS. Bhakti Asih Tampak Panjang



Gambar 8. Bangunan RS. Bhakti Asih Tampak Lebar Depan



Gambar 9. Bangunan RS. Bhakti Asih Tampak Lebar Belakang

Luas daerah yang masih memiliki angka sambaran petir ( $A_e$ ) sebesar:

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9\pi h^2$$

$$A_e = 22614,5 \text{ m}^2$$

Rata-rata frekuensi sambaran petir langsung per tahun ( $N_d$ ) sebesar::

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

$$N_d = 31,32 \times 22614,56 \times 10^{-6} = 0,7$$

Maka Efisiensi SPP ( $E$ ) sebesar:

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

$$E \geq 1 - \frac{10^{-1}}{0,7}$$

$$E \geq 0,86$$

Diketahui  $E$  sebesar 0,86 dengan nilai presentasi  $80\% < E \leq 90\%$ . Oleh karena itu tingkat proteksi yang sesuai adalah tingkat III.

Maka arus puncaknya ( $I$ ) sebesar:

$$R(m) = 10 \cdot I^{0,65}$$

$$I = \frac{0,75\sqrt{R}}{10} = \frac{0,75\sqrt{45}}{10} = \frac{349}{10} = 34,5 \text{ kA}$$

Luas daerah proteksi sebesar:

$$A_x = \pi \times R^2$$

$$A_x = (3,14) \times (45)^2 = 6358,5 \text{ m}^2$$

Dengan sudut lindung sebesar:

$$\alpha^\circ = \text{Sin}^{-1}\left(1 - \frac{h}{r}\right)$$

$$\alpha^\circ = \text{Sin}^{-1}\left(1 - \frac{16}{45}\right)$$

$$\alpha^\circ = \text{Sin}^{-1}(0,644)$$

$$\alpha^\circ = 40,1^\circ$$

Langkah selanjutnya menentukan nilai kedekatan instalasi ke SPP

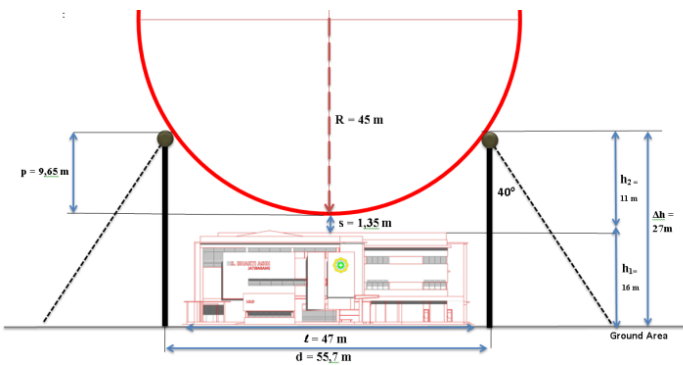
$$s = k_i \times \frac{k_c}{k_m} \times \Delta h$$

$$s = 0,05 \times \frac{1}{1} \times 27 = 1,35 \text{ m}$$

Kemudian menentukan jarak antar terminasi melalui persamaan (rumus 2.15) sebagai berikut:

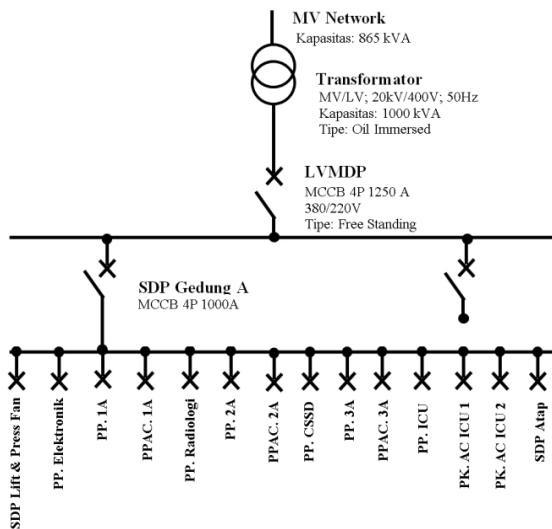
$$p = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$d = 55,7 \text{ m}$$

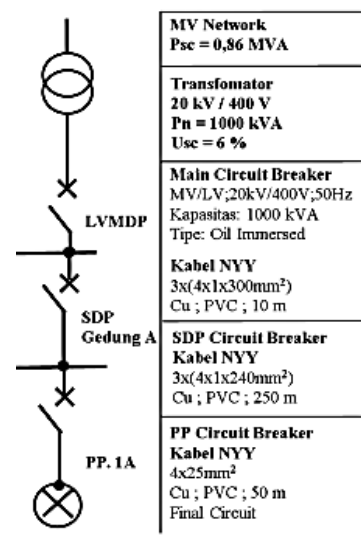


Gambar 10. Ilustrasi Instalasi SPP

#### 4.4 Analisis Breaking Capacity



Gambar 11. Diagram Line RS. Bhakti Asih



Gambar 12. Spesifikasi Saluran

Tabel 13 Perhitungan Arus Hubung Singkat

R (mΩ)	X (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	$I_{sc} = \frac{400}{\sqrt{3} \times \sqrt{R^2 + X^2}}$
0,995	1,04			
2,3	10,3			
$R_c = \frac{18,51}{4} \times \frac{10}{300} = 0,15$	$X_c = 0,07 \times 10 = 0,7$	3,445	12,04	<b>Isc1 = 18,4 kA</b>
$R_c = \frac{18,51}{4} \times \frac{250}{240} = 4,82$	$X_c = 0,07 \times 250 = 17,5$	8,265	29,54	<b>Isc2 = 7,53 kA</b>
$R_c = \frac{18,51}{4} \times \frac{50}{25} = 9,26$	$X_c = 0,08 \times 50 = 4$	17,52	33,54	<b>Isc3 = 6,1 kA</b>

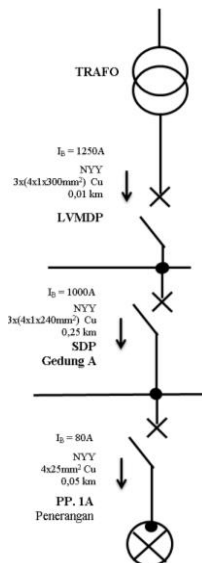
(sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 14 Rekapitulasi Arus Hubung Singkat

PANEL / FUNGSI	JENIS KABEL	l (m)	Re (mΩ)	Xc (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	Isc3 (kA)
SDP LIFT & PRESS FAN	FRC 4x50 mm <sup>2</sup>	50	4.63	3.64	12.89	33.18	6.49
PP. ELEKTRONIK	FRC 4x10 mm <sup>2</sup>	50	23.14	3.89	31.40	33.43	5.04
PP. 1A	NYV 4x25 mm <sup>2</sup>	50	9.26	4.00	17.52	33.54	6.11
PPAC. 1A	NYV 4x70 mm <sup>2</sup>	56	3.70	4.18	11.97	33.72	6.46
PP. RADIOLOGI	NYV 4x150 mm <sup>2</sup>	30	0.93	2.19	9.19	31.73	7.00
PP. 2A	NYV 4x25 mm <sup>2</sup>	53	9.81	4.24	18.08	33.78	6.03
PPAC. 2A	NYV 4x35 mm <sup>2</sup>	60	7.93	4.63	16.20	34.17	6.11
PP. CSSD	NYV 4x50 mm <sup>2</sup>	61	5.65	4.73	13.91	34.27	6.25
PP. 3A	NYV 4x25 mm <sup>2</sup>	61	11.29	4.88	19.56	34.42	5.84
PPAC. 3A	NYV 4x35 mm <sup>2</sup>	61	8.07	4.71	16.33	34.25	6.09
PP. ICU	NYV 3x16 mm <sup>2</sup>	61	17.64	4.88	25.91	34.42	5.37
PK AC ICU1 (15 PK)	NYV 4x35 mm <sup>2</sup>	62	8.20	4.79	16.46	34.33	6.07
PK AC ICU2 (12 PK)	NYV 4x25 mm <sup>2</sup>	62	11.48	4.96	19.74	34.50	5.82
SDP ATAP	NYV 4x16 mm <sup>2</sup>	65	18.80	5.20	27.06	34.74	5.25

(sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.5 Analisis Drop Tegangan



Gambar 13. Spesifikasi Kabel Saluran

Berapa drop tegangan pada saluran akhir PP. 1A?

- Drop Tegangan pada Trafo ke LVMDP:

$$R = \frac{22,21 \times 0,01}{300} = 0,00074 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,072534 \Omega/\text{km}$$

maka:

$\Delta U$  line [phase – to – phase]

$$\Delta U \text{ line} = 2 I_B (R \cos\phi + X \sin\phi) L$$

$$\Delta U \text{ line} = 0,969725 \text{ V}$$

sehingga:

$\Delta U$  [phase – to – netral]

$$\Delta U = \frac{0,969725 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 0,56 \text{ V}$$

- Drop Tegangan pada PP. 1A salah satu panel penerangan:

$$R = \frac{22,21 \times 0,05}{25} = 0,04442 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,08 \Omega/\text{km}$$

maka:

$\Delta U$  line [phase – to – phase]

$$\Delta U \text{ line} = 2 I_B (R \cos\phi + X \sin\phi) L$$

$$\Delta U \text{ line} = 0,6408 \text{ V}$$

sehingga:

$\Delta U$  [phase – to – netral]

$$\Delta U = \frac{0,6408 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 0,37 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U \text{ total}}{U_n} \times 100 = \Delta U\%$$

$$\frac{17,69}{380} \times 100 = 4,65 \%$$

Tabel 15. Rekapitulasi Arus Hubung Singkat

PANEL / FUNGSI	JENIS KABEL	l (km)	RT (Ω)	Xl (Ω)	I (A)	AU Total (volt)	U %
SDF LIFT & PRESS FAN	FRC 4x50 mm <sup>2</sup>	0.05	0.02221	0.073	125.0	17.73	4.67
PP. ELEKTRONIK	FRC 4x10 mm <sup>2</sup>	0.05	0.11105	0.078	30.0	17.55	4.62
PP. 1A	NYN 4x25 mm <sup>2</sup>	0.05	0.04442	0.080	80.0	17.69	4.66
PPAC. 1 A	NYN 4x70 mm <sup>2</sup>	0.056	0.01777	0.075	160.0	17.97	4.73
PP. RADIOLOGI	NYN 4x150 mm <sup>2</sup>	0.03	0.00444	0.073	225.0	17.69	4.66
PP. 2A	NYN 4x25 mm <sup>2</sup>	0.053	0.04709	0.080	80.0	17.72	4.66
PPAC. 2A	NYN 4x35 mm <sup>2</sup>	0.06	0.03807	0.077	100.0	17.87	4.70
PP. CSSD	NYN 4x50 mm <sup>2</sup>	0.061	0.02710	0.078	125.0	17.92	4.72
PP. 3A	NYN 4x25 mm <sup>2</sup>	0.061	0.05419	0.080	80.0	17.82	4.69
PPAC. 3A	NYN 4x35 mm <sup>2</sup>	0.061	0.03871	0.077	100.0	17.89	4.71
PP. ICU	NYN 3x16 mm <sup>2</sup>	0.061	0.08468	0.080	50.0	18.03	4.74
PK AC ICU1 (15 PK)	NYN 4x35 mm <sup>2</sup>	0.062	0.03934	0.077	100.0	17.90	4.71
PK AC ICU2 (12 PK)	NYN 4x25 mm <sup>2</sup>	0.062	0.05508	0.080	80.0	17.86	4.70
SDP ATAP	NYN 4x16 mm <sup>2</sup>	0.065	0.09023	0.080	50.0	17.77	4.68

(sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6 Analisis Perbaikan Faktor Daya

Nilai  $\cos\phi$  sebelum perbaikan sebesar:

$$\cos\phi = \frac{404,4}{533,2}$$

$$\cos\phi = 0,76$$

Nilai daya reaktif sebesar:

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

$$Q = \sqrt{533.2 \text{ kVA}^2 - 404.4 \text{ kW}^2}$$

$$Q = 347.5 \text{ kVAR}$$

Menghitung daya semu baru setelah perbaikan:

$$S1 = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{404.4 \text{ kW}}{0.9} = 449.3 \text{ kVA}$$

Sehingga, didapatkan nilai daya reaktif baru sebesar:

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

$$Q1 = \sqrt{449.3 \text{ kVA}^2 - 404.4 \text{ kW}^2}$$

$$Q1 = 195.8 \text{ kVAR}$$

Berdasarkan perhitungan daya reaktif baru setelah perbaikan dengan  $\cos \varphi = 0.9$  maka besar kapasitor bank yang akan dipasang sebesar:

$$QC = Q - Q1$$

$$QC = 347.5 \text{ kVAR} - 195.8 \text{ kVAR}$$

$$QC = 151.7 \text{ kVAR}$$

## 5. KESIMPULAN

Dibawah adalah analisis perhitungan beban Penerangan di Ruang Tindakan salah satu ruangan yang berada di lantai dasar, dimana:

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil analisis perhitungan mengenai perancangan instalasi listrik yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Total daya beban listrik yang tersambung pada Rumah Sakit Bhakti Asih adalah sebesar 868.5 kVA.
- Kapasitas transformator dan genset masing-masing sebesar 666,5 kVA sehingga transformator dan genset yang dipilih sebesar 1000kVA
- Dengan daya beban listrik yang tersambung sebesar 868.5 kVA, maka daya berlangganan PLN Rumah Sakit Bhakti Asih yang dipilih adalah sebesar 865 kVA.
- Arus hubung singkat pada transformator ke LVMDP sebesar 18,4 kA; arus hubung singkat pada LVMDP ke SDP sebesar 7,53 kA; arus hubung singkat pada SDP ke tiap PP memiliki nilai yang berbeda-beda dan berbanding terbalik dengan besarnya nilai impedansi,
- Berdasarkan SPLN 50:1997 nilai maksimum drop tegangan pada jaringan listrik tegangan menengah adalah 5%. Persentase drop tegangan di Rumah Sakit Bhakti Asih pada setiap panelnya memiliki nilai dibawah 5%, sehingga masih dalam kondisi aman.
- Faktor daya beban rata-rata pada semua panel yaitu sebesar 76% sehingga didapatkan nilai beban

normal maksimal sebesar 533.2 kVA dengan  $\cos \phi$  0.76. Untuk memperbaiki nilai  $\cos \phi$  0.76 menjadi 0.9; perlu dipasang kapasitor bank dengan kapasitas sebesar 450 kVAR. Setelah dilakukan perbaikan faktor daya maka total beban normal maksimum setelah dipasang kapasitor bank menjadi 449.3 kVA dengan  $\cos \phi$  0.9.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amrullah Arafat Samektowibowo. 2014. Tugas Akhir : *Perencanaan Sistem Elektrikal dan Elektronik Proyek Pembangunan Hotel Fave Yogyakarta*. Yogyakarta.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2000. *SNI 04-0225-2000: Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Jakarta.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2001. *SNI 03-6572-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung*. Jakarta.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. 2001. *SNI 03-6574-2001: Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda Arah dan Sistem Peringatan Bahaya Pada Bangunan Gedung*. Jakarta.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. 2001. *SNI 03-6575-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung*. Jakarta.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 03-7015-2004: Tata Cara Perancangan Sistem Proteksi Petir*. Jakarta.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 2009. *IEC 60898-1-2009: Pemurut Sirkuit untuk Proteksi Arus Lebih pada Instalasi*. Jakarta.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. 2011. *IEC 60364-7-714-2011: Low Voltage Electrical Installation*. Jakarta.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. 2012. *IEC 60831-1/2-2012: Low Voltage Capacitor Banks*. Jakarta.
- [10] Buku 2 PLN. 2010. *Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik*. Jakarta Selatan.
- [11] Ezar Kuntoro Khairy. 2016. *Perancangan Instalasi Listrik Gedung Rumah Sakit Al-Irsyad Surabaya*. Yogyakarta.