

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN SISTEM DAN INSTALASI LISTRIK RUMAH SAKIT
QUEEN LATIFA YOGYAKARTA

INTISARI

Rumah Sakit merupakan tempat yang disediakan oleh pemerintah ataupun swasta untuk masyarakat sebagai sarana pelayanan kesehatan bagi masyarakat. Sebagai tempat untuk memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat, bangunan rumah sakit harus dibangun dengan baik, aman dan nyaman guna memberikan keamanan dan kenyamanan terhadap pasien untuk tinggal didalam bangunan rumah sakit. Rasa aman dan nyaman dari pasien dapat timbul oleh baiknya sarana dan prasarana dalam rumah sakit, salah satunya dalam pemasangan instalasi listrik rumah sakit. Instalasi listrik dalam rumah sakit mencakup pencahayaan buatan, pemasangan kotak-kontak, perancangan sistem grounding dan proteksi bangunan dari sambaran petir. Untuk menghindari pemasangan instalasi listrik yang *over design* dan tidak efektif pada Rumah Sakit Queen Latifa, maka dirancanglah sebuah sistem instalasi untuk mengitung beban listrik rumah sakit secara terperinci dan akurat. Setelah dilakukannya perancangan, serta perhitungan total daya beban pada Rumah Sakit Queen Latifa, maka didapat total daya yang tersambung pada Rumah Sakit Queen Latifa sebesar 1761,6 kVA dan daya aktif tersambung sebesar 1342,8 kW dengan faktor daya sebesar 0,78. Setelah dikalikan dengan faktor kebersamaan didapat total beban listrik normal sebesar 991,6 kVA dan daya aktif normal sebesar 769,1 kW dengan faktor daya masing masing 0,78. Dalam upaya perbaikan faktor daya sebesar 0,92 dipasang kapasitor bank sebesar 298,2 kVAR sehingga didapat total beban sebesar 836 kVA. Berdasarkan dari total beban yang didapat setelah perbaikan faktor daya, kapasitas generator yang akan dipasang yaitu sebesar 1000 kVA dan kapasitas tranformator yang digunakan sebesar 1000 kVA.

Kata Kunci: *Instalasi Listrik, Pencahayaan, Kotak Kontak, Rumah Sakit, Sarana dan Prasarana*

ABSTRACT

Hospital is a place provided by the government or private for the community as a means of health services for the community. As a place to provide health services to the public, hospital buildings must be built properly, safely and comfortably to provide security and comfort to patients to stay in hospital buildings. Safety and comfort from the patient can arise by the good facilities and infrastructure in the hospital, one of them in the installation of hospital electrical installation. Electrical installation within the hospital includes artificial lighting,

installation of contacts, grounding system design and building protection from lightning strikes. To avoid installation of over-designed and ineffective electrical installations at Queen Latifa Hospital, an installation system was designed to calculate the hospital's electrical load in detail and accurately. After the design, and calculation of total load power at Queen Latifa Hospital, the total power connected at Queen Latifa Hospital is 1761,6 kVA and active power is 1342,8 kW with power factor equal to 0,78. After multiplied by togetherness factor obtained total of normal electrical load equal to 991,6 kVA and active power equal to 769,1 kW with power factor respectively 0,78. In an effort to improve the power factor of 0.92 installed a bank capacitor of 298.2 kVAR to obtain a total load of 836 kVA. Based on the total load obtained after the power factor improvement, the generator capacity to be installed is 1000 kVA and the transformer capacity used is 1000 kVA.

Keywords: *Electricity Installation, Lighting, Contact box, Hospital, Facilities and Infrastructure*

1.1 Latar Belakang Masalah

Bertambah pesatnya jumlah penduduk yang ada di negeri ini baik di perkotaan ataupun pedesaan menjadikan sarana kesehatan untuk hidup yang baik menjadi lebih banyak dibutuhkan agar dapat menampung jumlah masyarakat yang sedang membutuhkan sarana kesehatan serta bertambahnya jumlah virus penyakit pada manusia menuntut masyarakat untuk dapat diobati baik dengan rawat inap ataupun rawat jalan, untuk itu dibangunnya sebuah rumah sakit merupakan kebutuhan yang sangat tepat dan sangat dibutuhkan.

Sebagai salah satu sarana pelayanan kesehatan masyarakat, sebuah Rumah Sakit juga harus memperhatikan kualitas dari pelayanannya agar dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi masyarakat yang sedang berobat. Rasa aman dan nyaman tersebut tidak akan di dapat tanpa adanya sarana dan prasarana pendukung yang baik dari sebuah Rumah Sakit. Dalam pembangunan sebuah gedung pada umumnya dan Rumah Sakit pada khususnya, tidak terlepas dari kebutuhan energi listrik. Pada sebuah gedung, energi listrik sangat diperlukan mulai dari sistem penerangan hingga untuk keperluan peralatan medis. Maka dari itu, perlu dilakukan perancangan sebuah sistem instalasi listrik pada Rumah Sakit.

Dalam perancangan instalasi listrik sebuah Rumah Sakit 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 tujuan untuk memahami peraturan umum instalasi listrik dan dapat mempelajari serta mengetahui cara perencanaan, pemasangan, pemeriksaan, pengujian, pemeliharaan maupun pengawasan suatu instalasi listrik. Sebuah perancangan instalasi listrik Rumah Sakit perlu dirancang secara rinci agar tidak terjadi over design sehingga dapat berpotensi menimbulkan kerugian bagi pemilik gedung.

Perancangan ini dilakukan dengan menghitung seluruh beban yang akan di pakai, lalu merekapitulasinya hingga mengetahui jumlah daya yang terpasang. Dari jumlah daya yang terpasang dapat ditentukan kapasitas genset dan kapasitas trafo step down yang dibutuhkan. Selain itu juga dapat ditentukan besarnya perbaikan faktor daya yang diperlukan sehingga daya berlangganan dari PLN dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan meminimalisir adanya daya reaktif. Tanpa mengabaikan proteksi gedung dari sambaran petir, dalam perancangan ini juga dirancang sebuah sistem penyalur petir dan grounding. Maka dari itu disusunlah sebuah karya tulis skripsi dengan judul “**Perancangan Sistem Instalasi Listrik Rumah Sakit Queen Latifa**”. Rumah Sakit Queen Latifa memiliki total 12 lantai yang terdiri dari 1 lantai *basement*, 1 lantai *semi basement*, 9 lantai untuk klinik, rawat inap, ruang operasi dan berbagai ruangan dserta fasilitas lainnya dan 1 lantai atap. Gedung yang akan dirancang sistem instalasi listrik didalamnya merupakan sebuah gedung Rumah Sakit Queen Latifa yang berlokasi di Jl. Ring Road Barat, Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55592, dengan tenaga ahli mekanikal pada proyek perancangan ini adalah Konsultan Mekanikal dan Elektrikal Ir. Agus Jamal, M.Eng. Perancangan sistem instalasi listrik ini hanya sebatas pada perhitungan beban listrik yang terpasang tanpa perhitungan secara materiil (RAB).

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah diatas didapat beberapa rumusan masalah yang akan dibahas oleh penulis, yaitu sebagai berikut:

1. Berapa daya total yang dibutuhkan untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik bangunan rumah sakit ?
2. Berapa kapasitas Generator dan Trafo yang dibutuhkan untuk dapat menyuplai kebutuhan beban di bangunan rumah sakit ?
3. Berapa kapasitas daya yang dibutuhkan dari PLN untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik bangunan ?

4. Berapa besar *drop* tegangan yang terjadi pada masing-masing panel di Rumah Sakit Queen Latifa ?
5. Berapa besar arus hubung singkat (*breaking capacity*) di masing-masing panel di Rumah Sakit Queen Latifa ?
6. Jenis penangkal petir yang akan digunakan pada proteksi Rumah Sakit Queen Latifa ?

1.3 Dasar Teori

1.3.1 Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah sistem saluran listrik yang dibuat untuk menyalurkan daya listrik untuk memenuhi kebutuhan manusia. Pada perancangan sistem instalasi listrik didalam sebuah gedung, instalasinya dibagi menjadi 2 yaitu instalasi dan pencahayaan buatan instalasi daya listrik

Perancangan instalasi pencahayaan buatan guna memenuhi upaya untuk menghantarkan daya listrik pada lampu dan dapat dijadikan sumber cahaya ketika pencahayaan mengalami kendala waktu dan lingkungan. Instalasi pencahayaan buatan ini meliputi sakelar, kaber penghantar, armateur lampu dan lampu yang akan digunakan. Tujuan dari sistem instalasi pencahayaan buatan ini

untuk mengetahui jumlah kebutuhan intensitas cahaya yang dibutuhkan sehingga nantinya dapat memberikan rasa nyaman kepada penghuni untuk menjalankan aktivitas kesehariannya.

Instalasi daya listrik merupakan instalasi daya listrik yang bertujuan untuk memberikan suplai kepada seluruh peralatan dan mesin mesin yang membutuhkan daya listrik pada sebuah gedung. Instalasi daya listrik.

Sebuah sistem instalasi listrik harus memenuhi standar dan undang-undang yang diterapkan di Indonesia. Ketentuan mengenai komponen instalasi listrik sudah terangkum semua dalam Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Adapun ketentuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. SNI 03-6197-2000, atau edisi pertama, Konservasi energi pada sistem pencahayaan.
2. SNI 03-6575-2001, atau edisi terakhir, Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung.
3. SNI 04-7018-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga.
4. SNI 04-7019-2004, atau edisi terakhir, Sistem pasokan daya listrik darurat dan menggunakan energi tersimpan.

BAB IV ANALISA PERANCANGAN

4.1 Objek Perancangan

Bangunan yang menjadi objek perancangan sistem instalasi listrik dari tugas akhir ini adalah

Rumah Sakit Queen Latifa yang berlokasi di Jl. Ring Road Barat, Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55592

Analisa Kotak Kontak dan Penerangan

4.1.1 Analisis Perancangan Titik Lampu

Untuk menentukan jumlah titik lampu pada setiap ruangan harus memenuhi kriteria pencahayaan yang telah ditentukan oleh Peraturan Umum Instalasi Listrik tahun 2000. Untuk itu, rumus yang digunakan untuk menentukan jumlah titik lampu sebagai berikut:

$$N = \frac{E \cdot A}{\emptyset \cdot LLF \cdot CU} \dots\dots\dots 4.1$$

Keterangan:

N = Jumlah titik lampu

E = Lux min ruangan (SNI)

A = Luas Ruangan (m²)

∅ = Fluks luminus lampu (lumen)

LLF = Faktor rugi-rugi cahaya (0,7 - 0,8)

CU = Faktor utilitas (50% - 100%)

Setelah melakukan pengumpulan data untuk pencahayaan minimum, luas ruangan, lumen lampu, faktor rugi cahaya, dan faktor utilitas,

didapat hasil perhitungan untuk setiap ruangan yaitu sebagai berikut:

1. Lantai Basement

Dibawah adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai basement:

A. Gudang Rekam Medis

- Jenis lampu yang dipasang = RM TL LED 2 x 18W
- Fluks luminus lampu (∅) = 2280
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100
- Luas ruangan (A) = 77 m²
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8 (estimasi)
- Faktor utilitas (CU) = 100% (estimasi)

$$N = \frac{E \cdot A}{\emptyset \cdot LLF \cdot CU} = \frac{100 \cdot 77}{2280 \cdot 0,8 \cdot 100\%} = 4,221$$

Maka, jumlah titik lampu ideal yang dibutuhkan adalah sebanyak 4 titik.

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

Tabel 0.1 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai basement:

Nama ruangan	lux minimal ruangan	luas ruangan	fluks luminus	faktor rugi cahaya	faktor utilitas	jumlah titik lampu
Gudang Rekam Medis	100	77	2280	0,8	100%	4,221491228
Lobby Lift	100	17,112	900	0,8	100%	2,376666667
Lorong lobby	100	88,24	900	0,8	100%	12,25555556
Ruang panel	150	5,5829	600	0,8	100%	1,74465625
Tangga umum	100	14,4571	1000	0,8	100%	1,8071375

Gudang Logistic	100	42,312	900	0,8	100%	5,876666667
Workshop	100	160,855	2280	0,8	100%	8,818804825
kantor isprs	60	36,644	1000	0,8	100%	2,7483
Ruang server	200	55,357	1800	0,8	100%	7,688472222
Ruang pompa	150	27,128	900	0,8	100%	5,651666667
Ruang security	100	30,8401	1800	0,8	100%	2,141673611
S.F.L	100	7,528	600	0,8	100%	1,568333333
Tangga darurat	100	17,893	1000	0,8	100%	2,236625

2. Lantai Semi Basement

Dibawah adalah perhitungan salah satu ruangan yang berada di lantai semi basement:

A. Gudang Farmasi

- Jenis lampu yang dipasang = RM TL LED 3 x 9W
- Fluks luminus lampu (Φ) = 1800
- Lux ruangan sesuai SNI (E) = 100
- Luas ruangan (A) = 131,0837 m²
- Faktor rugi-rugi cahaya (LLF) = 0,8 (estimasi)
- Faktor utilitas (CU) = 100% (estimasi)

$$N = \frac{E \cdot A}{\Phi \cdot LLF \cdot CU} = \frac{100 \cdot 131,0837}{1800 \cdot 0,8 \cdot 100\%} = 9,103$$

Maka, jumlah titik lampu ideal yang dibutuhkan adalah sebanyak 9 titik.

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

Tabel 0.2 Perhitungan jumlah titik lampu pada lantai semi basement:

Nama ruangan	lux minimal ruangan	Luas ruangan	fluks luminus	faktor rugi cahaya	faktor utilitas	jumlah titik lampu
Gudang farmasi	100	131,0837	1800	0,8	100%	9,103034722
Lobby lift	100	17,1108	900	0,8	100%	2,3765
Lobby lift medis	100	7,476	900	0,8	100%	1,038333333
Ruang panel	150	5,56	600	0,8	100%	1,7375
Tangga umum	100	12,3824	1000	0,8	100%	1,5478
R.Penerimaan kotor	100	11,1119	900	0,8	100%	1,543319444
R.dekontaminasi	200	7,6202	900	0,8	100%	2,116722222
R. Perendaman	100	5,82	900	0,8	100%	0,808333333
R. Cuci	100	27,8325	900	0,8	100%	3,865625
Gudang chemical	100	7,656	900	0,8	100%	1,063333333
R. Pengeringan	100	16,6772	1800	0,8	100%	1,158138889
R. Staff	100	10,1144	900	0,8	100%	1,404777778
R. Troli	150	40,4277	900	0,8	100%	8,4224375
R. Setrika	100	11,5344	900	0,8	100%	1,602
R. Reparasi	100	7,52	900	0,8	100%	1,044444444
R. Distribusi	100	12,2672	900	0,8	100%	1,703777778
R. Distribusi	100	17,2235	900	0,8	100%	2,392152778

Dapur Besar	200	44,3466	1800	0,8	100%	6,15925
Gudang bersih	100	32,1732	1800	0,8	100%	2,23425
R. Cuci alat masak	100	6,736	900	0,8	100%	0,935555556
G. Alat masak	100	14	900	0,8	100%	1,963333333
R. Ka-Ins	100	9,0402	900	0,8	100%	1,255583333
Lanjutan Tabel 4.2						
Nama ruangan	lux minimal ruangan	Luas ruangan	fluks luminus	faktor rugi cahaya	faktor utilitas	jumlah titik lampu
R. Karyawan	100	17,86	900	0,8	100%	2,480555556
R. Cuci Alat Makan	100	7,3168	900	0,8	100%	1,016222222
G. Alat Makan	100	7,8487	900	0,8	100%	1,090097222
R. Persiapan	100	8,088	1800	0,8	100%	0,561666667
G. Penyimpanan kering	100	8,2799	1800	0,8	100%	0,574993056
G. Penyimpanan basah	100	7,7498	1800	0,8	100%	0,538180556
Penerimaan Barang	100	8,3491	1800	0,8	100%	0,579798611
Loker karyawan	100	18,4546	900	0,8	100%	2,563138889
Loker karyawan	100	32,8768	900	0,8	100%	4,566222222
Gudang LPG	60	5,3751	900	0,8	100%	0,447925
koridor/lorong	150	14,4099	900	0,8	100%	3,0020625
S.F.L	100	7,528	600	0,8	100%	1,568333333
Tangga darurat	100	17,893	1000	0,8	100%	2,236625
Garasi	60	18,25	1000	0,8	100%	1,36875
Parkir Troli	60	57,5251	1000	0,8	100%	4,3143825

4.2 Distribusi Listrik

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

- LP adalah singkatan dari *lighting panel* yang digunakan sebagai panel penerangan
- PP adalah singkatan dari *power panel* yang digunakan sebagai panel power kotak kontak dan sebagian juga digunakan pada lantai tipikal untuk power AC Split
- PPAC merupakan singkatan dari *power panel air conditioning* yang digunakan untuk power outdoor AC VRV

Adapun pembagian dari Power Panel terdapat bagian-bagian khusus seperti Power panel untuk ruang ICU, Kemoterapi dan beberapa

ruangan penting lainnya. Ruangan-ruangan tersebut memakai masing-masing power panel sendiri dan tidak tergabung dengan power panel pada setiap lantainya.

Pada setiap lantainya, disediakan masing-masing minimal 1 LP, PP, dan PPAC ataupun beban lainnya. Pada PP elektronik, Kemoterapi, OK (Ruang Operasi), SDP Lift, Radiologi dan ICU dipasang UPS sebagai *back-up* untuk mensuplai daya jika terjadinya gangguan dari PLN ataupun generator. Adapun hasil perancangan distribusi listrik ke setiap lantainya, dapat dilihat pada lembar lampiran.

4.3 Skedul Beban Listrik

Pada perancangan skedul beban listrik, meliputi kabel untuk instalasi penerangan, instalasi kotak kontak, dan rumus rumus yang digunakan

untuk menentukan besarnya arus beban yang mengalir melewati masing-masing MCB.

4.3.1 Prinsip Perancangan Skedul Beban Listrik

Untuk menentukan besarnya luas penampang kabel pada instalasi listrik, harus mengacu pada aturan yang tertera pada PUIL 2000. Luas penampang kabel untuk instalasi penerangan minimal 1,5 mm² dan untuk instalasi kotak kontak kabel yang digunakan minimal 2,5mm². Berikut merupakan kabel yang digunakan untuk instalasi kotak kontak dan penerangan pada Rumah Sakit Queen Latifa:

- Instalasi penerangan menggunakan kabel NYM 3 x 1,5 mm² untuk fasa, netral, dan ground
- Instalasi kotak kontak menggunakan kabel NYM 3 x 2,5 mm² untuk fasa, netral, dan ground.

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menganalisis skedul beban listrik, kabel dan *circuit breaker*:

1. Rumus menghitung arus per fasa untuk listrik 1 fasa:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\emptyset} \dots\dots\dots \text{Rumus 4.2}$$

Keterangan:

- I = Arus listrik (Ampere)
- P = Daya listrik (Watt)
- V = Tegangan listrik PLN (line to netral = 220V)
- cos∅ = Faktor daya listrik

2. Rumus menghitung arus per fasa untuk listrik 3 fasa:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot VLL \cdot \cos\Phi} \dots\dots\dots \text{Rumus 4.3}$$

Keterangan:

- I = Arus listrik (Ampere)
- P = Daya listrik (Watt)
- VLL = Tegangan listrik PLN (line to line = 380V)
- Cos Φ = Faktor daya listrik

3. Rumus menghitung kapasitas hantar arus minimal kabel:

$$I_{KHA} = \text{Rating}_{MCCB} \cdot 125\% \dots\dots\dots \text{Rumus 4.4}$$

Keterangan:

I_{KHA} = Kapasitas hantar arus minimal untuk kabel (Ampere)

4.4 Analisis Perancangan dan Perhitungan Skedul Beban

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

4.4.1 MCB Grup Panel Basement 1

A. Panel LP B1 (penerangan)

1. MCB Grup 1 (LP)

- Beban yang terpasang:
 - LED Downlight 13W x 5 buah = 65W
 - Baret Circular 12W 1 buah = 12W
 - Baret Circular 12W + Batteray 1 buah = 12W
 - RM 2 TL LED 18W x 9 buah = 324 W
 - EXIT Lamp 10W 1 buah = 10W
 - TL LED Bambu 18W x 2 buah = 36W
 - TL LED Weather Proof 18W 1 buah = 18W
 - TL LED Weather Proof 18W + Batteray 1 buah = 18W
- Total beban terpasang = 495 W
- Fasa / Tegangan (V) / Frekuensi (F) = 1 / 220 / 50 Hz (PLN)
- Asumsi untuk cos Φ = 0,85
- Arus beban yang terpasang (I):

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\emptyset} = I = \frac{495}{220 \cdot 0,85} = 2,647 A$$

Untuk perhitungan skedul beban Grup MCB selanjutnya dengan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.13 seperti berikut:

Tabel 0.3 Hasil perhitungan arus beban pada lighting panel di lantai basement 1

Grup Panel	Jenis Lampu Terpasang	Total Daya Lampu (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos Φ	Arus Beban Terpasang (A)
Panel MCB Grup 2	- Downlight LED 13W x 14 buah	- 182	224	220	50	0,85	1,197
	- Baret Circular 12W x 2 buah	- 24					
	- TL LED Bambu 18W x 1 buah	- 18					
Panel MCB Grup 3	- Downlight LED 13W x 6 buah	- 78	465	220	50	0,85	2,486
	- RM 3 TL LED 9W x 9 buah	- 243					
	- RM 2 TL LED 18W x 4 buah	- 144					

2. Pembagian Arus Beban ke Setiap Fasa R, S, dan T

Pembagian arus beban ke setiap fasanya harus seimbang atau besarnya mendekati. Skedul pembagian arus beban dapat dilihat di lampiran, besar masing-masing arus beban yang terpasang pada setiap fasanya dari seluruh grup di lantai *Basement* 1 yaitu sebagai berikut:

- Fasa R (I_R) = 2,6 A
- Fasa S (I_S) = 1,2 A
- Fasa T (I_T) = 2,5 A

3. MCCB (*Moulded case circuit breaker*) utama

- Arus beban terpasang = 2,6 A (diambil dari arus fasa tertinggi)
- Jenis MCCB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa tipe fix, karena tipe fix lebih tahan terhadap panas.
- Rating MCCB yang dipilih adalah 15 A. Pemilihan rating 15 A berdasarkan besar arus pada beban yang ditambah dengan asumsi beban spare jika pada masa yang akan datang akan ditambah beban listrik.

4. Kabel *Feeder*

- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal untuk kabel (I_{KHA}):

$$I_{KHA} = Rating_{MCCB} \cdot 125\% = 15 \cdot 125\% = 18,75 \text{ A}$$
- Jenis kabel yang dipilih (sesuai PUIL 2000)

NYY (Cu/PVC/PVC) 4 inti untuk fasa R, S, T dan N

- Luas penampang kabel yang digunakan adalah = 4 mm² (KHA = 34A)

5. Kabel Grounding

- Kabel grounding yang digunakan (sesuai dengan PUIL 2000) = BCC (*Bare Copper Conductor*) 1 inti
- Luas penampang yang digunakan untuk kabel grounding ($A_{Grounding}$) = A_{Feeder} (untuk $A_{Feeder} \leq 16 \text{ mm}^2$), maka $A_{Grounding} = 10 \text{ mm}^2$)

6. Komponen Lain

- Kotak panel yang berfungsi sebagai wadah
- Busbar masing masing fasa R, S, T, netral, dan grounding yang digunakan untuk terminal
- MCCB cadangan sebanyak 3 buah yang dipasang untuk kebutuhan pengembangan kedepannya.
- Pilot lamp beserta sekering yang berfungsi sebagai lampu indikator fasa di panel.

B. PP B1 (kotak kontak)

1. MCB Grup 1

- Beban terpasang:
 - Kotak kontak dinding 100W x 5 buah = 500W
- Total beban terpasang = 500W
- Fasa / Tegangan (V) / Frekuensi (F) = 1 / 220 / 50 Hz (PLN)

- Asumsi untuk $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban yang terpasang (I):

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \Phi} = I = \frac{500}{220 \cdot 0,85} = 2,673 \text{ A}$$

Adapun perhitungan untuk grup MCB selanjutnya dengan asumsi daya setiap kotak kontak sebesar 100W dan menggunakan rumus yang sama, akan ditampilkan pada tabel 4.14 sebagai berikut:

Tabel 0.4 Hasil perhitungan arus beban pada power panel di lantai basement 1

Grup Panel	Jumlah Kotak Kontak (Buah)	Asumsi Daya Per Kotak Kontak (W)	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos Φ	Arus Beban Terpasang (A)
Panel MCB Grup 2	6	100	600	220	50	0,85	3,20
Panel MCB Grup 3	4	100	400	220	50	0,85	2,139
Panel MCB Grup 4	5	100	500	220	50	0,85	2,67
Panel MCB Grup 5	5	100	500	220	50	0,85	2,67
Panel MCB Grup 6	8	100	800	220	50	0,85	4,278

2. Pembagian Arus Beban ke Fasa R, S, dan T

Pembagian arus beban ke setiap fasanya harus seimbang atau besarnya mendekati. Skedul pembagian beban dapat dilihat di lampiran, besar masing-masing arus beban yang terpasang pada setiap fasanya dari seluruh grup di lantai *Basement* 1 yaitu sebagai berikut:

- Fasa R (I_R) = 5,3 A
- Fasa S (I_S) = 5,9 A
- Fasa T (I_T) = 6,4 A

3. MCCB (*Moulded case circuit breaker*) utama

- Arus beban terpasang = 6,4 A (diambil dari arus fasa tertinggi)
- Jenis MCCB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa tipe fix, karena tipe fix memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.

- Rating MCCB yang dipilih adalah 15 A. Pemilihan rating 15 A berdasarkan besar arus pada beban yang ditambah dengan asumsi beban spare jika pada masa yang akan datang akan ditambah beban listrik.

4. Kabel *Feeder*

- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal untuk kabel (I_{KHA}):
 $I_{KHA} = Rating_{MCCB} \cdot 125\% = 15 \cdot 125\% = 18,75 \text{ A}$
- Jenis kabel yang dipilih (sesuai PUIL 2000) NYY (Cu/PVC/PVC) 4 inti untuk fasa R, S, T dan N
- Luas penampang kabel yang digunakan adalah = 4 mm^2 (KHA = 34A)

5. Kabel Grounding

- Kabel grounding yang digunakan (sesuai dengan PUIL 2000) = BCC (*Bare Copper Conductor*) 1 inti
- Luas penampang yang digunakan untuk kabel grounding ($A_{\text{Grounding}} = A_{\text{Fedder}}$ (untuk $A_{\text{Fedder}} \leq 16 \text{ mm}^2$), maka $A_{\text{Grounding}} = 10 \text{ mm}^2$)

6. Komponen Lain

- Kotak panel yang berfungsi sebagai wadah
- Busbar masing masing fasa R, S, T, netral, dan grounding yang digunakan untuk terminal
- MCB cadangan sebanyak 3 buah yang dipasang untuk kebutuhan pengembangan kedepannya.
- Pilot lamp beserta sekering yang berfungsi sebagai lampu indikator fasa di panel.

C. PPAC B1

1. MCB Grup 1

- Beban terpasang:
 - AC Split Ceiling Cassette 4150W x 1 buah = 4150W
- Total beban terpasang = 4150W
- Fasa / Tegangan (V) / Frekuensi (F) = 220 / 1/ 50 Hz (PLN)
- Asumsi untuk $\cos \Phi = 0,85$
- Arus beban yang terpasang (I):

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \Phi} = I = \frac{4150}{220 \cdot 0,85} = 22,2 \text{ A}$$

Untuk hasil perhitungan Grup MCB PPAC selanjutnya dengan rumus yang sama akan ditampilkan pada tabel 2.15 sebagai berikut:

Tabel 0.5 Hasil perhitungan arus beban pada PPAC di lintai basement 1

Grup Panel	Jenis Beban Terpasang	Total Beban Terpasang (W)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)	Cos Φ	Arus Beban Terpasang (A)
Panel MCB Grup 2	- AC Split Wall Mounted 1090W x 1 buah = 1090W	1090	220	50	0,85	5,8
Panel MCB Grup 3	- AC Split Ceiling Cassette 4150W x 1 buah = 4150W	4150	220	50	0,85	22,2
Panel MCB Grup 4	- AC Split Wall Mounted 340W x 1 buah = 340W	340	220	50	0,85	1,8
Panel MCB Grup 5	- AC Split Wall Mounted 2100W x 1 buah = 2100W	2100	220	50	0,85	11,2
Panel MCB Grup 6	- AC Duct 5600W x 1 buah = 5600W	5600	220	50	0,85	29,9
Panel MCB Grup 7	- AC Split Wall Mounted 1832W x 1 buah = 1832W	1832	220	50	0,85	9,8
Panel MCB Grup 8	- AC Split Ceiling Cassette 2730W x 1 buah = 2730W	2730	220	50	0,85	14,6
Panel MCB Grup 9	- AC Split Wall Mounted 1832W x 1 buah = 1832W	1832	220	50	0,7/3	4,0

Panel MCB Grup 10	- AC Split Wall Mounted 1832W x 1 buah = 1832W	1832	220	50	0,7/3	4,0
Panel MCB Grup 11	- AC Split Wall Mounted 340W x 1 buah = 340W	340	220	50	0,7/3	0,7
Panel MCB Grup 12	- Axial Fan 500W 1 buah = 500W	500	220	50	0,7	3,2
Panel MCB Grup 13	- Axial Fan 500W 1 buah = 500W	500	220	50	0,85	2,7
Panel MCB Grup 14	- Axial Fan 500W 1 buah = 500W	500	220	50	0,85	2,7

2. Pembagian Arus Beban ke Fasa R, S, dan T

Pembagian arus beban ke setiap fasanya harus seimbang atau besarnya mendekati. Skedul pembagian beban dapat dilihat di lampiran, besar masing-masing arus beban yang terpasang pada setiap fasanya dari seluruh grup di lantai *Basement* 1 yaitu sebagai berikut:

- Fasa R (I_R) = 52,4 A
- Fasa S (I_S) = 50 A
- Fasa T (I_T) = 49,8 A

3. MCCB (*Moulded case circuit breaker*) Utama

- Arus beban terpasang = 52,4 A (diambil dari arus fasa tertinggi)
- Jenis MCCB yang dipilih adalah MCCB 3 fasa tipe fix, karena tipe fix memiliki daya tahan yang cukup tinggi terhadap panas.
- Rating MCCB yang dipilih adalah 60 A. Pemilihan rating 60 A berdasarkan besar arus pada beban yang ditambah dengan asumsi beban spare jika pada masa yang akan datang akan ditambah beban listrik.

4. Kabel *Feeder*

- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal untuk kabel (I_{KHA}):

$$I_{KHA} = Rating_{MCCB} \cdot 125\% = 60 \cdot 125\% = 75 \text{ A}$$
- Jenis kabel yang dipilih (sesuai PUIL 2000) NYY (Cu/PVC/PVC) 4 inti untuk fasa R, S, T dan N

- Luas penampang kabel yang digunakan adalah = 10mm^2 (KHA = 34A)

5. Kabel Grounding

- Kabel grounding yang digunakan (sesuai dengan PUIL 2000) = BCC (Bare Copper) 1 inti
- Luas penampang yang digunakan untuk kabel grounding ($A_{\text{Grounding}} = A_{\text{Feeder}}$ (untuk $A_{\text{Feeder}} \leq 16 \text{ mm}^2$), maka $A_{\text{Grounding}} = 10\text{mm}^2$)

6. Komponen Lain

- Kotak panel yang berfungsi sebagai wadah
- Busbar masing masing fasa R, S, T, netral, dan grounding yang digunakan untuk terminal
- MCB cadangan sebanyak 3 buah yang dipasang untuk kebutuhan pengembangan kedepannya.
- Pilot lamp beserta sekering yang berfungsi sebagai lampu indikator fasa di panel.

4.4.2 LVMDP

LVMDP merupakan sumber dari semua panel yang terdapat pada gedung. Dari LVMDP lalu di suplai menuju panel panel di seluruh lantai gedung, berikut adalah tabel perhitungan beban LVMDP:

Tabel 0.6 LVMDP

NO	PANEL / FUNGSI	LOKASI	BEBAN TERSAMBUNG					FK %	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY (KEBAKARAN)				
			(KVA)	(KW)	R	S	T		(KVA)	(KW)	R	S	T	(KVA)	(KW)	R	S	T
1	PP HYDRANT	BASEMENT 1	121,1	79,0	183,5	183,5	183,5	0,05	5,7	4,0	8,7	8,7	8,7	115,4	75,0	174,8	174,8	174,8
2	SDP LIFT & PRESS FAN	LANTAI ATAP	136,0	96,0	206,1	206,1	206,1	0,6	77,2	51,7	116,9	116,9	116,9	114,7	81,7	173,7	173,7	173,7
3	PP ELEKTRONIK	LANTAI 1	12,4	10,5	21,4	21,4	13,4	0,7	8,6	7,4	15,0	15,0	9,4	-	-	-	-	-
4	PP GAS MEDIS	LANTAI 1	57,1	40,0	86,6	86,6	86,6	0,5	28,6	20,0	43,3	43,3	43,3	-	-	-	-	-
5	SDP POMPA	BASEMENT 1	22,9	16,0	34,6	34,6	34,6	0,5	11,4	8,0	17,3	17,3	17,3	-	-	-	-	-
6	LP B1	BASEMENT 1	1,4	1,2	2,6	1,2	2,5	0,7	1,0	0,8	1,9	0,8	1,7	-	-	-	-	-
7	PP B1	BASEMENT 1	3,9	3,3	5,3	5,9	6,4	0,7	2,7	2,3	3,7	4,1	4,5	-	-	-	-	-
8	PPAC B1	BASEMENT 1	33,5	27,5	52,4	50,0	49,8	0,7	23,4	19,2	36,7	35,0	34,9	-	-	-	-	-
9	LP SB	SEMI BASEMENT	1,6	1,3	3,5	2,1	1,5	0,7	1,1	0,9	2,4	1,5	1,0	-	-	-	-	-
10	PP SB	SEMI BASEMENT	4,5	3,8	8,6	7,0	4,8	0,7	3,1	2,7	6,0	4,9	3,4	-	-	-	-	-
11	PPAC SB	SEMI BASEMENT	44,1	35,6	75,6	62,6	62,1	0,7	30,8	24,9	52,9	43,8	43,5	-	-	-	-	-
12	PP KITCHEN	SEMI BASEMENT	24,3	17,0	49,8	30,3	30,3	0,7	17,0	11,9	34,8	21,2	21,2	-	-	-	-	-
13	LP 1	LANTAI 1	2,8	2,4	4,2	4,2	4,2	0,7	1,9	1,7	2,9	2,9	2,9	-	-	-	-	-
14	PP 1	LANTAI 1	11,4	9,7	17,3	17,3	17,3	0,7	8,0	6,8	12,1	12,1	12,1	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.5.7

NO	PANEL / FUNGSI	LOKASI	BEBAN TERSAMBUNG					FK %	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY (KEBAKARAN)				
			(KVA)	(KW)	R	S	T		(KVA)	(KW)	R	S	T	(KVA)	(KW)	R	S	T
15	PPAC 1	LANTAI 1	44,8	36,3	63,6	77,7	62,5	0,7	31,4	25,4	44,5	54,4	43,7	-	-	-	-	-
16	PP RADIOLOGI	LANTAI 1	160,0	128,0	242,4	242,4	242,4	0,7	80,0	64,0	121,2	121,2	121,2	-	-	-	-	-
17	LP 2	LANTAI 2	2,5	2,1	3,7	3,7	3,7	0,7	1,7	1,5	2,6	2,6	2,6	-	-	-	-	-
18	PP 2	LANTAI 2	9,2	7,8	13,9	13,9	13,9	0,7	6,4	5,5	9,7	9,7	9,7	-	-	-	-	-
19	PPAC 2	LANTAI 2	40,7	33,6	65,7	59,8	59,7	0,7	28,5	23,5	46,0	41,9	41,8	-	-	-	-	-
20	LP 3	LANTAI 3	2,4	2,1	3,7	3,7	3,7	0,7	1,7	1,4	2,6	2,6	2,6	-	-	-	-	-
21	PP 3	LANTAI 3	7,1	6,0	10,7	10,7	10,7	0,7	4,9	4,2	7,5	7,5	7,5	-	-	-	-	-
22	PPAC 3	LANTAI 3	40,3	34,1	57,4	57,6	68,1	0,7	28,2	23,8	40,2	40,3	47,7	-	-	-	-	-
23	PP KEMOTERAPI	LANTAI 3	10,7	7,5	19,5	19,5	9,7	0,7	7,5	5,3	13,6	13,6	6,8	-	-	-	-	-
24	LP 4	LANTAI 4	2,9	2,5	4,5	4,5	4,5	0,7	2,1	1,8	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-
25	PP 4	LANTAI 4	21,8	18,5	33,0	33,0	33,0	0,7	15,2	13,0	23,1	23,1	23,1	-	-	-	-	-
26	PPAC 4	LANTAI 4	42,1	35,7	64,8	65,2	61,5	0,7	29,5	25,0	45,4	45,6	43,0	-	-	-	-	-
27	LP 5	LANTAI 5	2,9	2,5	4,5	4,5	4,5	0,7	2,1	1,8	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-
28	PP 5	LANTAI 5	23,1	19,6	34,9	34,9	34,9	0,7	16,1	13,7	24,5	24,5	24,5	-	-	-	-	-
29	PPAC 5	LANTAI 5	41,8	35,4	63,0	62,3	64,5	0,7	29,2	24,8	44,1	43,6	45,1	-	-	-	-	-
30	LP 6	LANTAI 6	2,2	1,9	3,4	3,4	3,4	0,7	1,6	1,3	2,4	2,4	2,4	-	-	-	-	-
31	PP 6	LANTAI 6	14,2	12,1	21,6	21,6	21,6	0,7	10,0	8,5	15,1	15,1	15,1	-	-	-	-	-
32	PPAC 6	LANTAI 6	37,3	31,6	53,6	57,2	58,9	0,7	26,1	22,1	37,5	40,0	41,3	-	-	-	-	-
33	LP 7	LANTAI 7	2,2	1,9	3,4	3,4	3,4	0,7	1,6	1,3	2,4	2,4	2,4	-	-	-	-	-
34	PP 7	LANTAI 7	14,4	12,2	21,7	21,7	21,7	0,7	10,0	8,5	15,2	15,2	15,2	-	-	-	-	-
35	PPAC 7	LANTAI 7	37,3	31,6	53,6	57,2	58,9	0,7	26,1	22,1	37,5	40,0	41,3	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.57

NO	PANEL / FUNGSI	LOKASI	BEBAN TERSAMBUNG					FK %	BEBAN NORMAL					BEBAN EMERGENCY (KEBAKARAN)				
			(KVA)	(KW)	R	S	T		(KVA)	(KW)	R	S	T	(KVA)	(KW)	R	S	T
36	LP 8	LANTAI 8	2,6	2,2	3,9	3,9	3,9	0,7	1,8	1,5	2,7	2,7	2,7	-	-	-	-	-
37	PP 8	LANTAI 8	6,5	5,5	9,8	9,8	9,8	0,7	4,5	3,9	6,9	6,9	6,9	-	-	-	-	-
38	PPAC 8	LANTAI 8	38,5	32,6	56,2	59,4	59,5	0,7	27,0	22,8	39,3	41,5	41,7	-	-	-	-	-
39	LP 9	LANTAI 9	2,9	2,4	4,3	4,3	4,3	0,7	2,0	1,7	3,0	3,0	3,0	-	-	-	-	-
40	PP 9	LANTAI 9	9,8	8,3	14,8	14,8	14,8	0,7	6,8	5,8	10,4	10,4	10,4	-	-	-	-	-
41	PPAC 9	LANTAI 9	39,4	33,4	55,7	61,8	61,8	0,7	27,6	23,4	39,0	43,2	43,3	-	-	-	-	-
42	PP OK TOTAL	LANTAI 9	19,5	16,6	32,1	26,7	29,9		11,7	10,0	19,3	16,0	18,0					
43	PP PH	POWER HOUSE	6,1	4,5	10,0	13,3	4,5	1,0	6,1	4,5	10,0	13,3	4,5	-	-	-	-	-
44	PP LAB	LANTAI 3	19,6	18,8	29,8	29,8	29,8	0,7	13,8	13,2	20,8	20,8	20,8	-	-	-	-	-
45	PP CSSD	LANTAI 9	45,1	36,1	68,3	68,3	68,3	0,7	31,6	25,2	47,8	47,8	47,8	-	-	-	-	-
46	PP ICU	LANTAI 8	11,3	9,6	19,3	16,0	16,0	1,0	11,3	9,6	19,3	16,0	16,0	-	-	-	-	-
47	SDP ATAP	LANTAI ATAP	523,5	366,6	809,0	786,7	784,0	0,8	266,7	186,8	412,1	401,0	399,1	-	-	-	-	-

1761,6	1342,8	2707,1	2665,4	2635,0		991,6	769,1	1526,5	1502,4	1478,2	230,0	156,7	348,6	348,6	348,6
KVA	KW	A	A	A		KVA	KW	A	A	A	KVA	KW	A	A	A

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

**TOTAL BEBAN LISTRIK
EMERGENCY**

TOTAL KVA	991,6	TOTAL KVA	230,0
TOTAL KW	769,1	TOTAL KW	156,7

**TOTAL BEBAN LISTRIK
NORMAL
JIKA FAKTOR DAYA = 0,92 (KAPASITOR
BANK)
(DENGAN KAPASITOR BANK)**

TOTAL KVA	836,0
TOTAL KW	769,1

**PERBAIKAN FAKTOR
DAYA**

Faktor Daya Instalasi	0,78
Faktor Daya Yang Diinginkan (Dikondisikan)	0,92
Kapasitor Diperlukan (kVAR)	298,2

INSTALASI KAPASITOR BANK

Total Kapasitor Dipasang (kVAR)	480,0
Kapasitas Maksimal Yang Diaktifkan (kVAR)	240,0
Faktor Daya Dihasilkan	0,89

BEBAN NORMAL DENGAN KAP. BANK

S	P	R	S	T
860,5	769,1	1324,7	1303,8	1282,7
KVA	KW	A	A	A

BEBAN LISTRIK NORMAL DENGAN KAP. BANK	
TOTAL KVA	860,5
TOTAL KW	769,1

1. Pembagian Arus Beban ke Fasa R, S, dan T

Pembagian arus beban ke setiap fasanya harus seimbang atau besarnya mendekati. Skedul pembagian beban dapat dilihat di lampiran, besar masing-masing arus beban yang terpasang pada setiap fasanya dari seluruh grup di PP Hydrant yaitu sebagai berikut:

- Fasa R (I_R) = 1526,5 A
- Fasa S (I_S) = 1502,4 A
- Fasa T (I_T) = 1478,2 A

2. CB Utama

- Arus beban terpasang = 1526,5 1 A (arus fasa tertinggi)
- Rating ACB yang dipilih adalah 1600A. Pemilihan rating 1600 A berdasarkan besar arus pada beban yang ditambah dengan asumsi beban spare jika pada masa yang akan datang akan ditambah beban listrik.

3. Kabel Feeder

- Kapasitas hantar arus (KHA) minimal untuk kabel (I_{KHA}):
 $I_{KHA} = Rating_{MCCB} \cdot 125\% = 1600 \cdot 125\% = 2000 \text{ A}$
- Jenis kabel yang dipilih (sesuai PUIL 2000) NYY (Cu/PVC/PVC) 4 inti untuk fasa R, S, T dan N
- Luas penampang kabel yang digunakan adalah = 3 x 300 mm² (KHA = 3270A)

4. Kabel Grounding

- Kabel grounding yang digunakan (sesuai dengan PUIL 2000) = BCC (*Bare Copper Conductor*) 1 inti
- Luas penampang yang digunakan untuk kabel grounding ($A_{Grounding}$) = A_{Fedder} (untuk $A_{Fedder} \leq 16 \text{ mm}^2$), maka $A_{Grounding} = 200\text{mm}^2$)

5. Komponen Lain

- Kotak panel yang berfungsi sebagai wadah
- Busbar masing masing fasa R, S, T, netral, dan grounding yang digunakan untuk terminal
- MCB cadangan sebanyak 3 buah yang dipasang untuk kebutuhan pengembangan kedepannya.

- Pada masing-masing ruangan menggunakan MCB Box Switch untuk memudahkan perbaikan jika terjadinya sebuah kerusakan dan tidak mengganggu ruangan lain di lantai yang sama.
- Pilot lamp beserta sekering yang berfungsi sebagai lampu indikator fasa di panel.

4.5 Analisis Perhitungan Beban pada LVMDP

Setelah melakukan perhitungan skedul beban seluruh yang terdapat dalam gedung, maka kemudian didapatkan besarnya kebutuhan daya dan arus untuk gedung. Dengan demikian, dapat dihitung kebutuhan perbaikan faktor daya, menentukan kapasitas generator, dan menentukan kapasitas transformator.

4.5.1 Arus Total Pada Masing-Masing Fasa

- Total arus pada fasa R = 1526,5
- Total arus pada fasa S = 1502,4
- Total arus pada fasa T = 1478,2

4.5.2 Total Daya Semu dan Daya Aktif

- Estimasi total beban normal yang tersambung = 1761,6 kVA
- Estimasi total daya aktif tersambung = 1342,8 kW
- Estimasi total beban normal tersambung = 991,6 kVA
- Estimasi total daya aktif normal = 769,1 kW

4.5.3 Perbaikan Faktor Daya

Setelah didapat besarnya total daya semu dan daya aktif, maka selanjutnya dapat melakukan perhitungan daya reaktif agar dapat dilakukan perhitungan kapasitas Kapasitor Bank sebagai upaya perbaikan daya. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung daya reaktif yaitu:

$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$Rumus 4.5

Keterangan:

Q = Daya reaktif (VAr)

S = Daya semu (VA)

P = Daya aktif (W)

A. Menentukan Total Daya Reaktif (VAr)

Menentukan besar daya reaktif didapat dari daya semu dan daya aktif yang telah dikalikan dengan faktor kebersamaan (estimasi). Adapun daya semu = 991,6 kVA dan daya aktif = 769,1 kW sehingga didapat perhitungan daya reaktif sebagai berikut:

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

$$Q = \sqrt{991,6^2 - 769,1^2}$$

$$Q = 625,8 \text{ kVAr}$$

B. Menentukan Besar Nilai Cos Φ Sebelum Perbaikan Daya

Besar nilai Cos Φ sebelum dilakukannya perbaikan faktor daya didapat dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

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

$$\text{Cos } \Phi = \frac{769,1}{991,6}$$

$$\text{Cos } \Phi = 0,78$$

C. Perbaikan Faktor Daya

Dari hasil perhitungan diatas, cos Φ awal yang terdapat pada Rumah Sakit Queen Latifa Yogyakarta yaitu sebesar 0,78 sedangkan cos Φ yang diinginkan untuk gedung yaitu sebesar 0,92. Perhitungan kapasitas kapasitor bank yang akan dipasang yaitu:

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

$$S1 = \frac{769,1}{0,92}$$

$$S1 = 836,0 \text{ kVA}$$

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

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

$$Q1 = \sqrt{836^2 - 769,1^2}$$

$$Q1 = 327,6 \text{ kVAr}$$

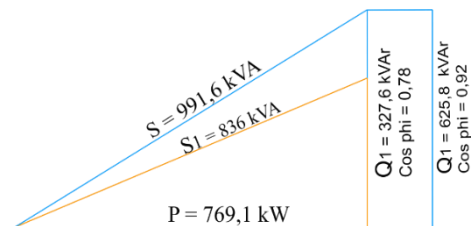
Dari perhitungan cos Φ 0,92, dapat ditentukan besar kapasitor bank yang akan digunakan yaitu :

$$C = Q - Q1$$

$$C = 625,8 \text{ kVAr} - 327,6 \text{ kVAr}$$

$$C = 298,2 \text{ kVAr}$$

Maka besar kapasitor bank yang akan digunakan pada Rumah Sakit Queen Latifa yaitu sebesar 298,2 kVAR dengan kombinasi 6 x 50 kVAR.



Gambar 4.1 Segitiga Daya

4.5.4 Kapasitas Generator dan Transformator

Untuk menentukan kapasitas generator dan tranformator yang akan digunakan pada sebuah gedung, asumsi beban normal maksimal tidak dapat melebihi 95% dari kapasitas generator dan 85% dari kapasitas trafo. Perhitungan yang digunakan untuk menentukan kapasitas generator dan trafo yaitu sebagai berikut:

- Beban normal maksimal bangunan setelah perbaikan daya
= 836 kVA
- Kapasitas Generator
 $= \frac{836 \text{ kVA}}{95\%} = 880 \text{ kVA}$

Sesuai dengan brosur yang beredar dipasaran, kapasitar generator yang digunakan adalah 1000 kVA

- Kapasitas Transformator
 $= \frac{836 \text{ kVA}}{85\%} = 983,5 \text{ kVA}$

Sesuai dengan brosur yang beredar dipasaran, kapasitar transformator yang digunakan adalah 1000 kVA

4.5.5 Daya PLN

Untuk menentukan besarnya daya langganan yang akan terhubung dari PLN harus mengacu pada estimasi beban normal maksimal dan dari brosur dari PLN. Dari hasil perhitungan, beban normal maksimal Rumah Sakit Queen Latifa sebesar 836 kVA, sehingga sesuai dengan daya yang tersedia dibrosur PLN, daya yang akan dihubungkan yaitu sebesar 1000 kVA.

4.6 Perhitungan Drop Tegangan

Drop tegangan adalah menyusutnya besar tegangan pada ujung saluran yang disebabkan oleh impedansi yang terkandung pada kabel penghantar. Akibatnya, tegangan pada pada ujung saluran nilainya akan lebih kecil dibandingkan tegangan yang tegangan pada saluran yang dekat dengan sumber pembangkit. Besar *drop* tegangan berbanding lurus dengan panjang saluran dan berbanding terbalik dengan luas penampang saluran. Untuk menyatakannya dapat dalam bentuk persentase atau volt. Berdasarkan IEC 60364-7-714 rumus yang digunakan untuk mencari drop tegangan pada saluran 3 fasa yaitu:

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

Keterangan:

ΔV = Drop tegangan (V)

I = Arus (Ampere)

l = panjang kabel penghantar (m)

R = Resistansi (Ω)

X = Reaktansi kabel (Ω)

$\cos \Phi$ = Faktor daya

Keterangan:

Z = Impedansi (Ω)

R = Resistansi kabel (Ω)

X_L = Induktansi kabel (Ω)

Untuk mencari nilai reaktansi induktif dapat menggunakan rumus:

$$X_L = \omega \cdot L \text{ } \Omega/\text{km} \dots \dots \dots \text{Rumus 4.6}$$

$$\text{Dimana } \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

Keterangan:

L = Induktansi kabel (H/km)

f = Frekuensi (50 Hz)

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

$$\begin{aligned} \text{Jadi } \omega &= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \\ &= 314 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan drop tegangan pada panel LVMDP:

A. Panel LVMDP

- Jenis kabel : NYY 3 x 300mm²
- Panjang kabel : 15 meter
- $R = 0,075 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $L = 0,231 \text{ H/km}$
- $X_L = 0,0726 \text{ } \Omega/\text{m}$
- $I = 1526,5 \text{ A}$
- $\cos \Phi = 0,78$
- Drop tegangan:

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

$$\begin{aligned} \sin \Phi &= \sqrt{1 - 0,78^2} \\ &= 0,62 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times 1526,5 \times 15 \times (((0,075 \cdot 0,78) \\ &\quad /1000) \\ &\quad + ((0,0725 \cdot 0,62)/1000)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V &= \sqrt{3} \times 1526,5 \times 15 \times 0,0001035 \\ &= 4,1 \text{ V} \end{aligned}$$

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

$$\% \Delta V = \frac{4,1}{400} \times 100\%$$

$$\% \Delta V = 0,01025 \%$$

Untuk tinggi setiap lantainya diasumsikan sebesar 3 meter sehingga panjang kabel dari satu lantai ke lantai lainnya ditambah 3 meter. Adapun perhitungan untuk impedansi dan drop tegangan untuk panel lain akan ditampilkan pada tabel seperti berikut:

Tabel 0.7 Hasil perhitungan drop tegangan pada setiap panel

Panel	Ukuran Kabel	l (m)	R (Ω/Km)	L (H/Km)	X(Ω)	I (A)	V (V)	ΔV (V)	ΔV (%)
PP Hydrant	4x95mm ²	36	0,232	0,238	0,0747	183,5	400	2,6	0,0065
SDP Lift & Press Fan	4x95mm ²	57	0,232	0,238	0,0747	206,1	400	4,62	0,01155
PP Elektronik	4x10mm ²	30	2,19	0,269	0,0845	21,4	400	1,96	0,0049
PP Gas Medis	4x25mm ²	30	0,87	0,255	0,0801	86,6	400	3,28	0,0082
SDP Pompa	4x25mm ²	36	0,87	0,255	0,0801	34,6	400	1,57	0,003925
LP B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	2,6	400	0,71	0,001775
PP B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	6,4	400	1,74	0,00435
PPAC B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	52,4	400	14,25	0,035625
LP SB	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,0951	3,5	400	0,87	0,002175
PP SB	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,0951	8,6	400	2,14	0,00535
PPAC SB	4x25mm ²	33	0,87	0,255	0,0801	75,6	400	3,15	0,007875
PP Kitchen	4x10mm ²	33	2,19	0,269	0,0845	49,8	400	5,01	0,012525
LP 1	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,0951	4,2	400	0,95	0,002375
PP 1	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,0951	17,3	400	3,92	0,0098
PPAC 1	4x25mm ²	30	0,87	0,255	0,0801	77,7	400	2,94	0,00735
PP Radiologi	4x120mm ²	30	0,184	0,233	0,0732	242,4	400	2,38	0,00595
LP 2	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,0951	3,7	400	0,92	0,0023
PP 2	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,0951	13,9	400	3,47	0,008675
PPAC 2	4x16mm ²	33	1,376	0,255	0,0801	65,7	400	4,22	0,01055
LP 3	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	3,7	400	1,01	0,002525
PP 3	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	10,7	400	2,91	0,007275
PPAC 3	4x16mm ²	36	1,376	0,255	0,0801	68,1	400	4,77	0,011925
PP Kemoterapi	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	19,5	400	5,3	0,01325
LP 4	4x4mm ²	39	5,516	0,303	0,0951	4,5	400	1,33	0,003325
PP 4	4x6mm ²	39	3,685	0,288	0,0904	33	400	6,53	0,016325
PPAC 4	4x16mm ²	39	1,376	0,255	0,0801	65,2	400	4,95	0,012375
LP 5	4x4mm ²	42	5,516	0,303	0,0951	4,5	400	1,43	0,003575
PP 5	4x6mm ²	42	3,685	0,288	0,0904	34,9	400	7,44	0,0186
PPAC 5	4x16mm ²	42	1,376	0,255	0,0801	64,5	400	5,27	0,013175
LP 6	4x4mm ²	45	5,516	0,303	0,0951	3,4	400	1,16	0,0029
PP 6	4x6mm ²	45	3,685	0,288	0,0904	21,6	400	4,93	0,012325
PPAC 6	4x16mm ²	45	1,376	0,255	0,0801	58,9	400	5,16	0,0129

LP 7	4x4mm ²	48	5,516	0,303	0,0951	3,4	400	1,23	0,003075
PP 7	4x4mm ²	48	5,516	0,303	0,0951	21,7	400	7,87	0,019675
PPAC 7	4x16mm ²	48	1,376	0,255	0,0801	58,9	400	5,5	0,01375
LP 8	4x4mm ²	51	5,516	0,303	0,0951	3,9	400	1,5	0,00375
PP 8	4x4mm ²	51	5,516	0,303	0,0951	9,8	400	3,78	0,00945
PPAC 8	4x16mm ²	51	1,376	0,255	0,0801	59,5	400	5,9	0,01475
LP 9	4x4mm ²	54	5,516	0,303	0,0951	4,3	400	1,75	0,004375
PP 9	4x4mm ²	54	5,516	0,303	0,0951	14,8	400	6,04	0,0151
PPAC 9	4x16mm ²	54	1,376	0,255	0,0801	61,8	400	6,49	0,016225
PP OK Total	4x10mm ²	54	2,19	0,269	0,0845	32,1	400	5,29	0,013225
PP PH	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,0951	13,3	400	3,01	0,007525
PP LAB	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,0951	29,8	400	8,1	0,02025
PP CSSD	4x16mm ²	54	1,376	0,255	0,0801	68,3	400	7,17	0,017925
PP ICU	4x6mm ²	51	3,685	0,288	0,0904	19,3	400	5	0,0125
SDP ATAP	4x240mm ²	57	0,093	0,232	0,0728	809	400	9,4	0,0235

Berdasarkan SPLN 50 : 1997 jatuh tegangan maksimum pada jaringan listrik tegangan menengah yaitu sebesar 5% sedangkan dari hasil perhitungan drop tegangan pada setiap panel di Rumah Sakit Queen Latifa, persentase jatuh tegangan masih dibawah 5% sehingga masih dalam kategori aman.

$$I''_K = \frac{C \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

- I''_K = Arus hubung singkat 3 fasa (KA)
 C_{max} = Konstanta (1.1)
 U_n = Tegangan nominal saluran (400V)
 Z = Impedansi tranformator (Ω)

4.7 Perhitungan *Breaking Capacity* (Arus Hubung Singkat)

Perhitungan *breaking capacity* dilakukan untuk dapat mengetahui besarnya arus hubung singkat yang kemungkinan akan mengalir, sehingga dapat ditentukan besar nilai rating MCCB yang harus dipasang sebagai pemutus arus ketika timbul arus hubung singkat. Berdasarkan IEC 60909 untuk mendapatkan kapasitas CB yang akan digunakan sebagai pemutus, terlebih dahulu mengetahui besar arus hubung singkat yang kemungkinan akan terjadi pada saluran tersebut, berikut adalah rumus yang digunakan mencari arus hubung singkat:

Berikut adalah perhitungan untuk menentukan besarnya *breaking capacity* pada masing-masing panel dalam gedung:

- Perhitungan *breaking capacity* pada trafo
Berikut merupakan spesifikasi yang tertera pada trafo:
 - Daya semu trafo (S_{rT})= 1000 kVA
 - Tegangan trafo (U_{rT}) = 20 kV/ 0,4 kV
 - Jumlah fasa = 3
 - Tegangan hubung singkat (U_{kr}) = 5%
 - Total rugi trafo (P_{krT}) = 14,6 kW

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

$$Z_{THV} = \frac{U_{kr}}{100\%} \times \frac{U_{rTHV}^2}{S_{rTHV}}$$

$$Z_{THV} = \frac{5\%}{100\%} \times \frac{20^2}{1000}$$

$$Z_{THV} = 0,02 \Omega$$

$$R_{rTHV} = P_{krT} \times \frac{C}{S_{rTHV}^2}$$

$$R_{rTHV} = 14,6 \times \frac{20^2}{1000^2}$$

$$R_{rTHV} = 0,00584 \Omega$$

$$X_{rTHV} = \sqrt{Z_{THV}^2 - R_{rTHV}^2}$$

$$X_{rTHV} = \sqrt{0,02^2 - 0,00584^2}$$

$$X_{rTHV} = 0,0191 \Omega$$

Jadi, dari hasil perhitungan impedansi

hubung singkat diatas didapat nilai sebesar:

$$Z_{rTHV} = R_{rTHV} + j X_{rTHV}$$

$$Z_{rTHV} = 0,00584 \Omega + j 0,0191 \Omega$$

Sehingga dapat dihitung nilai arus

hubung singkat simetris 3 fasa pada trafo

yaitu:

$$I''_K = \frac{C_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

$$I''_K = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot (0,00584 \Omega + j 0,0191 \Omega)}$$

$$= 3929,7 - j 12094,4 A$$

$$= 12716,8 A = 12,716 kA$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, besar arus hubung singkat awal yaitu sebesar 12,72 kA

2. Perhitungan *Breaking Capacity* dari trafo ke LVMDP

Panjang kabel = 15 m

Resistansi kabel = 0,075 Ω /km

Reaktansi kabel = 0,0725 Ω /m

$$R = 0,000075 \times 15$$

$$R' = 0,001125 \Omega/m$$

$$X_L = 0,0000725 \times 15$$

$$X'_L = 0,001087 \Omega/m$$

Sehingga besar impedansi pada kabel menuju LVMDP sebesar:

$$Z = R' + j X'_L \Omega/m$$

$$Z = 0,001125 + j 0,001087 \Omega/m$$

Maka didapat nilai impedansi dari trafo ke LVMDP yaitu sebesar:

$$Z_S = (0,00584 + j 0,0191)$$

$$+ (0,001125$$

$$+ j 0,001087) \Omega/m$$

$$Z_S = 0,006965 + j 0,0202 \Omega/m$$

Maka besar arus hubung singkat pada kabel trafo menuju kabel LVMDP yaitu sebesar:

$$I''_K = \frac{C_{max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

$$I''_K$$

$$= \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot (0,006965 \Omega + j 0,0202 \Omega)}$$

$$I''_K = 3871,7 - j 11244,1 A$$

$$I''_K = 11,89 kA$$

Untuk hasil perhitungan *Breaking Capacity* pada panel lain, akan ditampilkan pada tabel yaitu sebagai berikut:

Tabel 0.8 Arus Hubung Singkat pada masing-masing Panel

Panel	Ukuran Kabel	l (m)	R (Ω/Km)	L (H/Km)	Z Trafo		Z LVMDP		Z PER PANEL		Z TOTAL (Z Trafo + Z LVMDP + Z PER PANEL) (Ω)		I (A)	Isc (KA)	Kapasitas Breaker (KA)
					REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)			
PP Hydrant	4x95mm ²	36	0,232	0,238	0,00584	0,0191	0,006965	0,0202	0,015317	0,0229	0,021157	0,042	183,5	5,401780434	18 kA
SDP Lift & Press Fan	4x95mm ²	57	0,232	0,238	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,020189	0,0268	0,026029	0,0459	206,1	4,814293531	18 kA
PP Elektronik	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,172445	0,0254	0,178285	0,0445	21,4	1,382463213	7,5 kA
PP Gas Medis	4x25mm ²	30	0,87	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,033065	0,0249	0,038905	0,044	86,6	4,325215403	10 kA
SDP Pompa	4x6mm ²	36	3,685	0,288	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,139625	0,0258	0,145465	0,0449	34,6	1,668676285	7,5 kA
LP B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	2,6	1,175442532	7,5 kA
PP B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	6,4	1,175442532	7,5 kA
PPAC B1	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	52,4	1,175442532	7,5 kA
LP SB	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,188993	0,0256	0,194833	0,0447	3,5	1,27083815	7,5 kA
PP SB	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,188993	0,0256	0,194833	0,0447	8,6	1,27083815	7,5 kA
PPAC SB	4x25mm ²	33	0,87	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,035675	0,0251	0,041515	0,0442	75,6	4,189259359	10 kA
PP Kitchen	4x10mm ²	33	2,19	0,269	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,079235	0,0253	0,085075	0,0444	49,8	2,647177643	10 kA
LP 1	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,172445	0,0254	0,178285	0,0445	4,2	1,382463213	7,5 kA
PP 1	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,172445	0,0254	0,178285	0,0445	17,3	1,382463213	7,5 kA
PPAC 1	4x25mm ²	30	0,87	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,033065	0,0249	0,038905	0,044	77,7	4,325215403	10 kA
PP Radiologi	4x120mm ²	30	0,184	0,233	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,012485	0,0247	0,018325	0,0438	242,4	5,350463816	18 kA
LP 2	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,188993	0,0256	0,194833	0,0447	3,7	1,27083815	7,5 kA

Lanjutan Tabel 4.59

Panel	Ukuran Kabel	l (m)	R (Ω/Km)	L (H/Km)	Z Trafo		Z LVMDP		Z PER PANEL		Z TOTAL (Z Trafo + Z LVMDP + Z PER PANEL) (Ω)		I (A)	Isc (KA)	Kapasitas Breaker (KA)
					REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)			
PP 2	4x4mm ²	33	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,188993	0,0256	0,194833	0,0447	13,9	1,27083815	7,5 kA
PPAC 2	4x16mm ²	33	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,052373	0,0251	0,058213	0,0442	65,7	3,475554618	10 kA
LP 3	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	3,7	1,175442532	7,5 kA
PP 3	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	10,7	1,175442532	7,5 kA
PPAC 3	4x16mm ²	36	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,056501	0,0254	0,062341	0,0445	68,1	3,316629422	10 kA
PP Kemoterapi	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	19,5	1,175442532	7,5 kA
LP 4	4x4mm ²	39	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,222089	0,0262	0,227929	0,0453	4,5	1,093151146	7,5 kA
PP 4	4x6mm ²	39	3,685	0,288	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,15068	0,026	0,15652	0,0451	33	1,559562542	7,5 kA
PPAC 4	4x16mm ²	39	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,060629	0,0256	0,066469	0,0447	65,2	3,171410756	10 kA
LP 5	4x4mm ²	42	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,238637	0,0265	0,244477	0,0456	4,5	1,021475472	7,5 kA
PP 5	4x6mm ²	42	3,685	0,288	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,161735	0,0263	0,167575	0,0454	34,9	1,463194708	7,5 kA
PPAC 5	4x16mm ²	42	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,064757	0,0259	0,070597	0,045	64,5	3,034352207	10 kA
LP 6	4x4mm ²	45	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,255185	0,0268	0,261025	0,0459	3,4	0,958511079	7,5 kA
PP 6	4x6mm ²	45	3,685	0,288	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,17279	0,0266	0,17863	0,0457	21,6	1,377750843	7,5 kA
PPAC 6	4x16mm ²	45	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,068885	0,0261	0,074725	0,0452	58,9	2,908834428	10 kA
LP 7	4x4mm ²	48	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,271733	0,0271	0,277573	0,0462	3,4	0,902778029	7,5 kA
PP 7	4x4mm ²	48	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,271733	0,0271	0,277573	0,0462	21,7	0,902778029	7,5 kA
PPAC 7	4x16mm ²	48	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,073013	0,0263	0,078853	0,0454	58,9	2,791928372	10 kA

Lanjutan Tabel 4.59

Panel	Ukuran Kabel	l (m)	R (Ω/Km)	L (H/Km)	Z Trafo		Z LVMDP		Z PER PANEL		Z TOTAL (Z Trafo + Z LVMDP + Z PER PANEL) (Ω)		I (A)	Isc (KA)	Kapabilitas Breaker (KA)
					REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)	REAL	IMAJINER (J)			
LP 8	4x4mm ²	51	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,288281	0,0274	0,294121	0,0465	3,9	0,853110198	7,5 kA
PP 8	4x4mm ²	51	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,288281	0,0274	0,294121	0,0465	9,8	0,853110198	7,5 kA
PPAC 8	4x16mm ²	51	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,077141	0,0266	0,082981	0,0457	59,5	2,681580739	10 kA
LP 9	4x4mm ²	54	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,304829	0,0276	0,310669	0,0467	4,3	0,808615412	7,5 kA
PP 9	4x4mm ²	54	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,304829	0,0276	0,310669	0,0467	14,8	0,808615412	7,5 kA
PPAC 9	4x16mm ²	54	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,081269	0,0268	0,087109	0,0459	61,8	2,580018936	10 kA
PP OK Total	4x10mm ²	54	2,19	0,269	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,125225	0,0271	0,131065	0,0462	32,1	1,827986948	7,5 kA
PP PH	4x4mm ²	30	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,172445	0,0254	0,178285	0,0445	13,3	1,382463213	7,5 kA
PP LAB	4x4mm ²	36	5,516	0,303	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,205541	0,0259	0,211381	0,045	29,8	1,175442532	7,5 kA
PP CSSD	4x16mm ²	54	1,376	0,255	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,081269	0,0268	0,087109	0,0459	68,3	2,580018936	7,5 kA
PP ICU	4x6mm ²	51	3,685	0,288	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,1949	0,0271	0,20074	0,0462	19,3	1,233248168	7,5 kA
SDP ATAP	4x240mm ²	57	0,093	0,232	0,00584	0,0191	0,006965	0,0225	0,012266	0,0267	0,018106	0,0458	809	5,158154461	18 kA

Berdasarkan hasil perhitungan *breaking capacity* pada tabel, dapat ditentukan kapasitas breaker yang akan digunakan. Untuk menentukannya dapat dilihat pada brosur produk yang terdapat di pasaran.

4.7 Sistem Penangkal Petir

Sistem penangkal petir merupakan suatu sistem yang akan menyalurkan muatan yang berasal dari petir yang mengenai sebuah bangunan. Dipasanginya penangkal petir adalah upaya untuk mencegah atau melindungi bangunan dari sambaran petir. Proteksi penyalur petir mengacu pada SNI 03-7015-2004 tentang sistem proteksi petir pada bangunan gedung. Pada Rumah Sakit Queen Latifa penyalur petir yang akan dipasang adalah *Flash Vectron* berbasis *Early Streamer Emission* (ESE). Penangkal petir sistem ESE ini cocok didaerah tropis seperti Indonesia.

4.7.1 Cara Kerja Penangkal Petir

Cara kerja dari *flash vectron* ini yaitu dengan mengumpulkan ion dan melepaskannya ke udara dalam jumlah yang relatif besar sebelum sambaran petir terjadi. Hal tersebut akan menyebabkan terbentuknya sebuah jalur yang akan menuntun petir untuk memilih ujung terminal penangkal petir dari pada area sekitarnya. Dengan demikian akan meningkatkan perlindungan dengan area yang lebih luas dibandingkan penangkal petir konvensional. Ketika awan mendung berada diatas bangunan yang dipasang penangkal petir, elektroda yang terdapat didalam peralatan akan menyimpan energi dari awan bermuatan listrik ke dalam kapasitor yang dapat diisi ulang. Jika muatan telah cukup, selanjutnya dikirim menuju unit ion generator. Muatan yang terdapat di ion generator inilah yang dimanfaatkan untuk memicu pelepasan energi. Proses pelepasan energi ini akan menghasilkan lidah api penuntun ke udara (*Streamer Leader*) melalui batang utama penangkal petir, kemudian petir akan ditarik oleh lidah api ini.

4.7.2 Perancangan Penangkal Petir

Terminal penangkal petir dipasang pada titik tertinggi bangunan. Berdasarkan luas bangunan, dipilih terminal yang memiliki radius perlindungan 135 meter dan tinggi 6 meter. Berdasarkan buku panduan manual instalasi penangkal petir *flash vectron*, Kabel grounding yang digunakan adalah BCC 50 mm² dan menggunakan kabel COAXIAL 2 x 35 mm² sebagai kabel penghantarnya. Jika terdapat kabel penghantar lain di area kabel grounding, maka sebaiknya diberi jarak sebesar 1 meter .

Sementara itu, rencana sumur grounding sebanyak 4 unit yang masing masing memiliki tahanan maksimum 3 Ω. Kabel grounding yang digunakan adalah kabel BCC 50 mm² dan 185mm² yang terhubung dari sistem pembeesian gedung menuju batang grounding yang berada didalam sumur. Untuk lebih lengkapnya, gambar sistem penangkal petir dapat dilihat pada lampiran.

BAB V PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya perancangan dan penulisan pada tugas akhir ini, didapat beberapa poin kesimpulan, antara lain:

1. Total daya yang tersambung pada Rumah Sakit Queen Latifa sebesar 1761,6 kVA dan daya aktif tersambung sebesar 1342,8 kW dengan faktor daya sebesar 0,78. Setelah dikalikan dengan faktor kebersamaan didapat total beban listrik normal sebesar 991,6 kVA dan daya aktif normal sebesar 769,1 kW dengan faktor daya masing masing 0,78. Dalam upaya perbaikan faktor daya sebesar 0,92 dipasang kapasitor bank sebesar 298,2 kVAR sehingga didapat total beban sebesar 836 kVA.
2. Berdasarkan dari total beban yang didapat setelah perbaikan faktor daya, kapasitas generator yang akan dipasang yaitu sebesar 1000 kVA dan kapasitas transformator yang digunakan sebesar 1000 kVA.

3. Daya berlangganan yang akan terhubung dengan PLN adalah sebesar 1000 kVA
4. Jatuh tegangan pada setiap panelnya besarnya masih jauh dibawah 5%.
5. Besar arus hubung singkat pada setiap panel besarnya lebih dari 5 kali lipat dari arus normal.
6. Sesuai peraturan SNI03-7015-2004 penangkal yang digunakan untuk melindungi bangunan dari sambaran petir adalah *Flash Vectron* berbasis Sangkar *Faraday* (*franklin rod*).

1.2 Saran

Dalam melakukan perancangan sistem instalasi listrik gedung bertingkat, analisis perhitungan dilakukan untuk meminimalisir asumsi yang dapat memberi nilai lebih atau *over design* pada suatu perancangan. Untuk itu, pada penulisan tugas akhir selanjutnya dengan judul yang sama dapat memberikan analisis perhitungan yang lebih rinci agar dapat lebih efisien dalam hal waktu dan biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandri, S. 2012. "*Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Gedung Bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman)*". Jurnal Teknik Elektro ITP. Volume 1, No. 2;
- BSN. 2001. "*Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan*".
- Krishna, Bangun DKK. 2016. "*Perbaikan Sistem Pentanahan Grounding Pada Gedung Listrik Politeknik Negeri Semarang*". Jurnal Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.
- Ma'rifatul, Rafi'ah. 2016. "*Perancangan Sistem Instalasi Listrik Royal Sanur Hospital Bali*". Skripsi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta: Yogyakarta.
- gedung". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Rachmat W, Firman. 2013. "*Analisa Drop Tegangan Menengah 20 kV pada penyulang Pagentenan di PT PLN (persero) Distribusi Jawa Timur Area Pamekasan*". Jurnal Teknik Kelistrikan Kapal Politeknik Perkapalan: Surabaya.
- Hari W, Syahrial. 2013. "*Perancangan Instalasi Listrik Aplikasi Sistem Pemilihan Kabel Dan Pemutus Pada Proses Pengeboran Minyak Dan Gas Di Daerah "X"*". Jurnal Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- IEC (*International Electrotechnical Commision*), <http://www.iec.ch/>, 2010.
- International Electrotechnical Commission, IEC (2001). *International Standard - IEC 60909-0:2001*.
- International Electrotechnical Commission, Publication 60909-0:2016 *Short-circuit Current in Three Phase A.C Systems, Part 0: Calculation of Systems*, 2016.
- Ikhsan, Kamil dan Indra Z. 2011. "*Analisis Sistem Instalasi Listrik Rumah Tinggal dan Gedung Untuk Mencegah Bahaya Kebakaran*". Jurnal Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta: Depok.
- Nurfitri, DKK. 2016. "*Studi Perancangan Instalasi Listrik Pada Gedung Bertingkat ONIH Bogor*". Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor: Bogor.
- P. Van Harten, Ir. E. Setiawan. 2002. "*Instalasi Listrik Arus Kuat 2*". Jakarta: Trimitra Mandiri.
- Santoso, Iksan. 2014. "*Perancangan Instalasi Listrik Pada Blok Pasar Modern Dan*

Apartemen Di Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang". Jurnal Fakultas Teknik Universitas Brawijaya: Malang.

Standar Nasional Indonesia, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, SNI 04-0225-2000, Jakarta, 2000.

Standar Nasional Indonesia, Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung 2004, SNI 03-7015-2004, Jakarta, 2004.