

INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT**Program Studi Teknik Elektro****Fakultas Teknologi Industri-ISTN****Sugianto. Abdul Muis****Sugianto2014@istn.ac.id , amuis_mt@istn.ac.id****ABSTRAK**

Gedung B STIKES (Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan) Panti Waluya Malang merupakan perluasan dari Gedung A yang berfungsi dalam bidang pendidikan dan juga sebagai tempat pelayanan publik bagi masyarakat umum yang harus memiliki fasilitas penunjang yang baik bagi pengguna. Dalam rangka memenuhi kebutuhan fasilitas belajar dan mengajar tidak terlepas dari kebutuhan daya listrik khususnya pada instalasi penerangan, stop kontak, pompa air, pompa pemadam kebakaran, dan lift.

Adanya pemasangan instalasi listrik yang baik, benar dan aman dalam pengoperasian akan menambah rasa nyaman, tenang, dan aman bagi pengguna gedung tersebut. Daya di gedung ini sebesar 313,97 kW dengan arus total sebesar 999,1A dan setelah dikalikan faktor safety menjadi 1248A maka digunakan kabel NYFGBY 3x(4x300mm²) sedangkan pemakaian trafo dan genset masing-masing sebesar 1000kVA dan 500kVA. Dan permintaan daya ke PLN sebesar 555kVA

Sasaran dan tujuan utama yang ingin dicapai dari sebuah perancangan instalasi listrik pada gedung bertingkat ini ialah kebutuhan daya listrik di gedung bertingkat tersebut tercukupi sampai dengan penambahan daya di masa datang, terjaminnya keamanan seluruh pengguna daya listrik di gedung tersebut, memperlancar seluruh kegiatan dan aktifitas yang dilakukan di gedung tersebut, sistem pendistribusian listrik yang hemat energi dan sangat efisien.

Kata Kunci : Instalasi Listrik, Daya Listrik, Kuat Hantar Arus

ABSTRACT

Building B STIKES (College of Health Sciences) Panti Waluya Malang is an extension of Building A which functions in the field of education and also as a place of public service for the general public who must have good supporting facilities for users. In order to meet the needs of learning and teaching facilities, it is inseparable from the need for electrical power, especially in lighting installations, electrical outlets, water pumps, fire pumps, and elevators.

The existence of proper, correct and safe electrical installation in operation will add to the feeling of comfort, calm, and safety for building users. The power in this building is 313.97 kW with a total current of 999.1A and after multiplying the safety factor to 1248A, NYFGBY cable 3x (4x300mm²) is used, while the use of transformers and generators is 1000 kVA and 500 kVA, respectively. And the demand for power to PLN is 555kVA.

The main goals and objectives to be achieved from designing an electrical installation in this multi-storey building is that the need for electrical power in the multi-storey building is sufficient until the addition of power in the future, guarantees the safety of all electrical power users in the building, expediting all activities and activities carried out in the building, an energy-efficient and highly efficient electricity distribution system.

Keywords: Electrical Installation, Electrical Power, Current Conductivity

I. Pendahuluan

Sekarang ini sering kali terjadi kebakaran, baik rumah ataupun gedung-gedung yang diduga penyebabnya karena hubung singkat atau kelebihan beban sehingga ketidak mampuan isolasi kabel shg menyebabkan panas dan terjadi kebakaran.. Pada suatu gedung pun banyak sekali ditemukan instalasi listrik yang mengabaikan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Dan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan tidak memperhatikan ketentuan dan keamanan dan teknologi modern dan estetika keindahan.

Perencanaan system instalasi listrik pada suatu bangunan haruslah mengacu pada peraturan dan ketentuan yang berlaku sesuai dengan PUIL 2000 dan undang-undang ketenagalistrikan 2002. Pada gedung bertingkat biasanya diperlukan daya listrik yang cukup besar. Oleh karena itu pendistribusian daya listriknya harus diperhatikan sebaik mungkin agar daya listrik dapat terpenuhi dengan baik dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pada Tugas Akhir ini, penulis akan merancang instalasi listrik pada gedung bertingkat yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan juga Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). Pada perencanaan instalasi listrik gedung ini, penulis akan menggunakan metoda perhitungan dan analisa sebagai pendekatan untuk menentukan spesifikasi komponen-komponen yang akan digunakan yang mengacu pada peraturan dan ketentuan berdasarkan PUIL 2000 dan Undang- Undang Ketenagalistrikan tahun 2002

2.

1.1. Pokok Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, terdapat beberapa masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Menentukan rekapitulasi daya masing- masing pekerjaan?
2. Menentukan luas penghantar (kabel) yang digunakan
3. Menentukan rating arus pengaman (MCB/MCCB)
4. Kebutuhan kapasitas trafo dan genset gedung

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari “PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG BERTINGKAT” ini adalah:

- i. Merancang instalasi listrik yang sesuai dengan Standar Nasional

Indonesia (SNI), PUIL 2000 dan Undang-Undang Ketenagalistrikan 2002.

- ii. Mengetahui jenis dan kapasitas penghantar yang digunakan
- iii. Mengetahui kebutuhan total listrik gedung tersebut.
- iv. Mengetahui kapasitas trafo dan genset yang dibutuhkan

1.2 Batasan Masalah

Beberapa masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini menyangkut instalasi listrik pada Gedung B STIKES Panti Waluyo Malang terletak di jalan Jl. Yulius Usman No.62, Kasin, Kec. Klojen, Kota Malang, Jawa Timur 65117, yang perhitungannya dilakukan dari bulan Mei-Agustus 2020. Maka dibuat suatu batasan masalah sebagai berikut:

- 1.) Tinjauan teori dasar bahan – bahan dalam pemasangan instalasi yang disahkan dalam peraturan umum instalasi listrik antara lain :
 - a. Pemakaian kabel listrik
 - b. Menentukan kapasitas MCB
 - c. Jenis dan hubungan saklar dan stop kontak dalam pemakaian
 - d. Fitting lampu
- 2.) Gambar teknik menggunakan software AutoCAD
- 3.) Perhitungan pemakaian daya instalasi listrik
- 4.) Perhitungan titik lampu dengan metode perhitungan manual.

1.3 Metode Pengumpulan Data

Berikut adalah metode pengumpulan data yang dilakukan untuk mengerjakan penulisan proyek akhir ini:

1. Studi Literatur
Adalah kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan laporan proyek akhir ini.
2. Wawancara
Wawancara adalah mengumpulkan informasi dengan cara mengadakan diskusi dengan dosen dan pihak yang menangani perencanaan sistem kelistrikan gedung tersebut.
3. Studi Bimbingan
Penulis dalam penyusunan tugas akhir ini

berkonsultasi dengan dosen pembimbing yang memberi pengarahannya, masukan, serta saran dalam proses penulisan laporan ini.

1.4. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab 1, Pendahuluan

Pada bab ini ditampilkan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab 2, Tinjauan Pustaka

Membahas tentang telaah penelitian terdahulu, dasar teori daya, tegangan, dan arus, bahan-bahan yang diperlukan dalam pemasangan instalasi, penentuan jumlah lampu.

Bab 3, Metode Perancangan

Membahas tentang prosedur

perancangan diawali dari persiapan perencanaan, perhitungan kebutuhan daya, serta proses perancangan.

Bab 4, Analisa dan Hasil perancangan

Membahas perhitungan daya dan rekapitulasi daya instalasi listrik, perhitungan biaya, dan gambar instalasi listrik.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian dan saran penulis.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta gawai maupun peralatan yang terpasang baik di dalam maupun di luar bangunan untuk menyalurkan arus listrik.

Instalasi listrik atau instalasi tenaga listrik dapat diartikan sebagai suatu cara penempatan dan pemasangan penyalur tenaga listrik untuk semua peralatan yang memerlukan tenaga listrik untuk pengoperasiannya dan bagian ini langsung berada dalam daerah kegiatan konsumen.

2.2 Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Beberapa prinsip instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi listrik dimaksudkan agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimum, efektif dan efisien. Adapun prinsip dasar tersebut ialah sebagai Keandalan, Ketercapaian, Ketersediaan, Keindahan, Keamanan,

Ekonomis

2.3 . Peralatan Utama Instalasi Listrik

Sistem kelistrikan pada bangunan gedung rumah sakit dibagi menjadi dua

sumber yaitu Sumber Listrik dari PLN dan Sumber Listrik dari Genset, dimana sumber listrik gedung ini memprioritaskan PLN sebagai sumber utama dan genset sebagai cadangan (back up) bagian-bagian dari sistem kelistrikan pada sistem bangunan gedung ini adalah sebagai berikut :

2.4 Transformator

Transformator atau sering disingkat dengan istilah **Trafo** adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan Tegangan AC dari 220VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan Tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC).

2.5 Diesel Generator Set

Sumber energi listrik dari selain PLN berasal dari unit Generator Set (genset). Generator Set (genset) yang berfungsi sebagai mensuplai daya listrik cadangan yang dapat bekerja apabila daya listrik utama dari PLN terputus. Genset ini terhubung dan dikontrol dengan Panel Kontrol Genset (PKG). PKG terhubung dengan unit Panel Utama Tegangan (LVMDP). PKG akan menghidupkan genset dan mensuplai tegangan ke LVMDP bilamana terjadi gangguan pada sumber PLN, sehingga akan memberikan pelayanan yang kontinyu terhadap ketersediaan sumber tenaga listrik dan diharapkan dengan sistem tersebut kehandalan sistem energi listrik akan terpenuhi. Tipe genset ada 2 yaitu tipe open dan tipe silent.

2.6 Panel Distribusi Tegangan Menengah

Panel Distribusi Tegangan yang ada merupakan perlengkapan sistem kelistrikan tegangan menengah untuk mensuplai daya dari PLN. MVDP terletak di dalam bangunan Power House. Daya listrik dari Panel Tegangan Menengah (MVDP) kemudian di distribusikan ke Step Down Transformer.

2.7 Panel Distribusi Tegangan Rendah

Panel Distribusi Tegangan Rendah atau Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP) yang biasa terdapat pada bangunan gedung berfungsi menerima daya listrik dari transformer atau genset/PKG untuk selanjutnya didistribusikan ke

panel-panel pembagi tegangan rendah. PDTR ini menerima daya listrik dari Trafo atau PKG. Pembagian distribusi listrik ke panel-panel tegangan rendah dari outgoing PDTR menuju ke panel adalah sebagai berikut. Panel Sub Distribusi.

2.8 Jenis Penghantar

Penghantar ialah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar.

Kabel ialah penghantar yang dilindungi dengan isolasi dan keseluruhan inti dilengkapi dengan selubung pelindung bersama, contohnya ialah kabel NYY, NYM, NYA dan sebagainya..

Sedangkan kawat penghantar ialah penghantar yang tidak diberi Isolasi contohnya ialah BC (Bare Conductor), penghantar berlubang (Hollow Conductor), ACSR (Alluminium Conductor Steel Reinforced). dsb.

2.8.1 Kabel NYA

Kabel NYA merupakan salah satu jenis-jenis kabel listrik tunggal yang banyak digunakan pada instalasi listrik rumah. Kabel NYA rata-rata memiliki diameter 1,5mm atau 2,5mm yang dilapisi isolator berbahan PVC. Untuk isolatornya sendiri memiliki kode warna yang menunjukkan bahan dari isolator itu sendiri, kode warna untuk isolator pada kabel NYA adalah warna merah, kuning, biru dan hitam.



Gambar 2.1 Kabel Nya

2.8.2 Kabel NYFGBY

Kabel listrik yang di tanam dalam tanah memiliki type bermacam-macam, salah satunya yang akan kita bahas kabel tanah low voltage adalah type kabel NYFGBY dan NYRGBY. Kabel type NYFGBY dan NYRGBY sering kita jumpai di pasang dan diaplikasikan untuk tegangan menengah seperti untuk suplai penerangan lampu jalan, suplai lampu merah, dan juga sebagai penghubung

antara panel satu denganlainnya

2.9 Pengaman (Circuit Breaker)

Pengaman adalah suatu peralatan listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih ataupun arus hubung singkat.

Circuit Breaker adalah suatu peralatan pemutus rangkaian listrik pada suatu sistem tenaga listrik, yang mampu untuk membuka dan menutup rangkaian listrik pada semua kondisi, termasuk arus hubung singkat, sesuai dengan ratingnya. Juga pada kondisi tegangan yang normal ataupun tidak normal.

2.9.1 MCB

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen hermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat.

MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa. Keuntungan menggunakan MCB, yaitu :

1. Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.
2. Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
3. Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

2.9.2 MCCB

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu pengaman ini, mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. MCCB memiliki kemampuan hantar arus maksimal yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan MCB, MCCB dapat digunakan untuk berbagai jenis tegangan listrik, dari mulai Low Voltage sampai Medium Voltage.

3. METODE PERANCANGAN

3.1 Metode Perencanaan

1. Rancangan suatu instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL dan ketentuan-ketentuan lain yang tercantum dalam peraturan.
2. Rancangan suatu instalasi listrik harus berdasarkan

persyaratan dasar yang ditentukan dan memperhitungkan serta memenuhi proteksi keselamatan.

3.2. Lingkup dan Tujuan Perencanaan

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

Tujuan dan lingkup dari perancangan instalasi listrik ialah :

1. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan setting pengaman.
2. Membuat Single Line Diagram.
3. Membuat Diagram Rekapitulasi Daya.
4. Menentukan besar genset yang

digunakan.

3.3 Deskripsi Bangunan

Data Gedung B Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Panti Waluya yang akan dibangun ini terletak di jalan Jl. Yulius Usman No.62, Kasin, Kec. Klojen, Kota Malang, Jawa Timur 65117, yang terdiri dari 6 lantai dan dengan perencanaan tinggi gedung 24 meter dan dengan tinggi masing-masing 1 lantai adalah 4 meter, dengan rincian fungsi dan kegunaan lantai sebagai berikut.

- Lantai Basemen; digunakan untuk ruang pompa,
- Lantai Satu; digunakan untuk ruang CS dan juga penempatan server.
- Lantai Dua; digunakan untuk Lab farmakologi, Lab sediaan liquid, Lab fitokimia, Lab botani, Lab biofarmasetika, Lab sediaan farmasi.
- Lantai Tiga; digunakan untuk Lab farmasetika, Lab sediaan formulasi, Lab instrument, Lab mikro virology, Lab anatomi, Lab MIK
- Lantai Empat; digunakan Lab bahasa, Lab computer, Lab simulasi coding
- Lantai Lima; digunakan untuk ruang kelas dan dosen
- Lantai Atap; digunakan untuk peralatan mekanikal

3.4 Sistem Distribusi Listrik

Untuk mensuplai seluruh kebutuhan daya listrik pada gedung ini direncanakan sumber daya listrik dari:

- Perusahaan Listrik Negara (PLN)
- Diesel Generator Set

PLN merupakan sumber daya listrik utama yang akan mensuplai seluruh beban dalam gedung. Sistem suplai daya listrik yang direncanakan adalah dengan berlangganan tegangan menengah

20kV, 3 Phase, 50 Hertz. Sumber daya listrik PLN tersebut dihubungkan dengan Panel Distribusi Tegangan Menengah (PDTM) yang berada di ruang utility lantai basemen 1. Kemudian listrik bertegangan 20 kV ini dihubungkan ke Panel Distribusi Tegangan Rendah (PDTR) dengan melalui transformator penurunan tegangan 20kV ke 380/ 220 V. Pada bangunan ini digunakan 1 transformator dengan kapasitas 1000kVA. Kemudian dari transformator dihubungkan ke PDTR. Sebagai sumber daya listrik cadangan digunakan genset yang terletak di lantai Basemen. Genset yang digunakan adalah 1 unit dengan kapasitas 500 kVA. Dari genset, daya listrik dihubungkan ke Panel Kontrol Genset (PKG), yang kemudian didistribusikan ke semua PDTR.

3.5 Kordinasi Sistem PLN dan Generator Set

Pengaturan sistem kerja dari PLN dan diesel generator set dikelompokkan dalam tiga keadaan yaitu:

- a. Keadaan dimana PLN dapat mensuplai daya listrik dalam keadaan normal tanpa gangguan baik kapasitas, tegangan, phasa, frekuensi selanjutnya disebut Keadaan Normal.
- b. Keadaan dimana sumber daya PLN mengalami gangguan sehingga PLN tidak dapat mensuplai daya listrik, selanjutnya disebut keadaan PLN padam (Emergensi).
- c. Keadaan dimana terjadi kebakaran yang menyangkut keselamatan harta dan jiwa manusia, selanjutnya keadaan ini disebut keadaan kebakaran.

3.6 Daya Aktif, Daya Semu dan Daya Reaktif

• Daya Aktif

Secara sederhana, daya nyata adalah daya yang dibutuhkan oleh beban resistif. Daya nyata (daya aktif) menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke jaringan beban untuk dapat dikonversikan menjadi energi lain.

• Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk

fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Satuan daya reaktif adalah Var.

• **Daya Semu**

Daya semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya aktif adalah VA.

Daya aktif, daya semu dan daya reaktif dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:

Untuk Persamaan 1 fasa (1Ø), dapat ditulis sebagai berikut :

Daya aktif (P): $P_{1\phi} = V \cdot I \cos\phi$(3.1)

Daya semu (S): $S_{1\phi} = V \cdot I$(3.2)

Daya reaktif (Q): $Q_{1\phi} = V \cdot I \sin\phi$(3.3)

Untuk Persamaan 3 fasa (3Ø), dapat ditulis sebagai berikut :

Daya aktif (P): $P_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos\phi$(3.4)

Daya semu (S): $S_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$ (3.5)

Daya reaktif (Q): $Q_{3\phi} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \sin\phi$(3.6)

$kVAR = \sqrt{S^2 - P^2}$ (3.7)

$kVA = \frac{P}{\cos\phi}$ (3.8)

Keterangan :

$P_{1\phi}$ = Daya aktif 1 fasa (watt)

$S_{1\phi}$ = Daya semu 1 fasa(volt ampere)

$Q_{1\phi}$ = Daya reaktif 1 fasa (Var)

$P_{3\phi}$ = Daya aktif 3 fasa (watt)

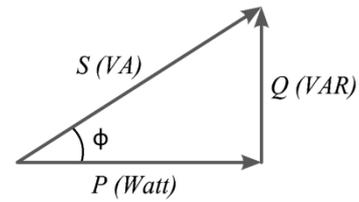
$S_{3\phi}$ = Daya semu 3 fasa(volt ampere)

$Q_{3\phi}$ = Daya reaktif 3 fasa (Var)

V = Tegangan

I = Arus

$\cos\phi$ = Faktor daya



Gambar 3.2 Segitiga Daya

3.7 Menentukan Arus Rating Nominal

Untuk menentukan kapasitas kebutuhan MCB 1 fasa dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut dengan nilai faktor daya minimal 0,85 yang ditentukan oleh PLN dalam SPLN (Standar PLN) Nomor 70-1 dengan judul Pembakuan Istilah Teknik Bidang Ketenagalistrikan (Seri Pertama).

$$I_n = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \dots\dots\dots (3.9)$$

Untuk menentukan kapasitas kebutuhan MCB 3 fasa dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan :

I_n = Arus nominal (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

$\cos\phi$ = Faktor daya

3.8 Pemilihan Pengantar

Dalam menentukan penghantar instalasi listrik tergantung pada kemampuan arus (KHA) sebuah penghantar. Oleh sebab itu, luas penampang penghantar harus diperhitungkan dengan seksama, untuk menghindari terjadinya kerusakan pada sebuah penghantar yang diakibatkan arus yang melalui melebihi kemampuan hantar arusnya (KHA). Dimana rumus untuk menentukan kuat hantar arus (KHA) adalah sebagai berikut :

$$KHA = 125\% \times I_n \dots\dots\dots (3.10)$$

Untuk menentukan luas penampang penghantar dapat digunakan rumus berdasarkan rugi tegangan yaitu :

a. Instalasi satu fasa

$$A = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot u} \dots\dots\dots (3.11)$$

Instalasi tiga fase

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I}{\gamma \cdot u} \dots \dots \dots (3.12)$$

Dengan

- A = Luas penampang penghantar yang diperlukan (mm²)
- l = Panjang penghantar (meter)
- I = Kuat arus yang mengalir (ampere)
- u = Rugi rugi tegangan (volt)
- γ = Daya hantar jenis penghantar tembaga = 56.2 x 106

m/ohmmm²

aluminium = 33 x 106 m/ohmmm²

3.9 Perbaikan Faktor Daya

Pada suatu instalasi listrik dimana banyak terdapat beban - beban antara lain, motor-motor, lampu flourescent/TL, peralatan elektronik lainnya (seperti Komputer dan lain-lain) maka akan menimbulkan beban induktif yang akan menyebabkan arus terbelakang (lagging) terhadap tegangan dengan sudut yang besar, sehingga nilai cos φ menjadi kecil, dan akan menyebabkan besarnya daya kVAR yang merugikan. Untuk memperbaiki hal tersebut maka dipasang lah kapasitor (capacitor bank) sebagai perbaikan faktor daya (cos φ) dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q = Q1 - Q2 \dots \dots \dots (3.13)$$

$$Q1 = P \times \tan \phi 1$$

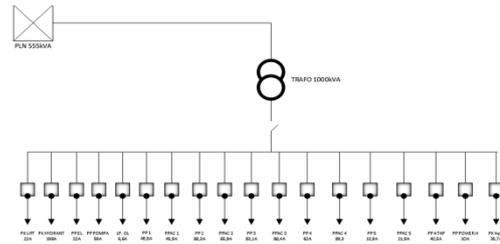
$$Q2 = P \times \tan \phi 2$$

Dengan,

- Q = Daya reaktif setelah perbaikan cos φ (VAR)
- Q1 = Daya reaktif sebelum perbaikan (VAR)
- Q2 = Daya reaktif setelah perbaikan (VAR)
- Tan φ1 = Cos phi sebelum perbaikan
- Tan φ2 = Cos phi setelah perbaikan

3.10 Kebutuhan dan Kapasitas Transformator dan Faktor Beban Gedung

Prinsip utama dalam menentukan kapasitas genset dan trafo adalah beban normal maksimal tidak boleh melebihi 80% kapasitas trafo & genset. Analisis perhitungannya antara lain sebagai berikut



Gambar 3.2 Single Line Diagram

Mainimum Kapasitas Transformator :

$$= \frac{\text{Beban Maksimum}}{\text{Diversity Factor}} \dots \dots \dots (3.14)$$

$$= \frac{\text{Min. kap trafo}}{80\%} \dots \dots \dots (3.15)$$

Sedangkan untuk faktor beban dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Beban rata-rata per jam :

$$= \frac{\text{Energi total}}{24 \text{ (Jam)}} \dots \dots \dots (3.16)$$

Faktor Beban :

$$= \frac{\text{Beban rata-rata}}{\text{Beban maksimum}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.17)$$

IV. HASIL ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1 Sistem Instalasi Listrik

Sistem instalasi listrik di gedung kampus STIKES Panti Waluya Malang menggunakan sistem radial. Sumber utama untuk suplai listrik berasal dari PLN. Apabila PLN mati atau mengalami gangguan maka sumber untuk suplai listrik menggunakan diesel generator set sebesar 500 kVA. Diesel generator set ini merupakan sumber tenaga listrik cadangan, dimana diesel generator set ini untuk mensuplai tenaga listrik yang dibutuhkan. Sumber listrik dari PLN dihubungkan ke Panel Distribusi Tegangan Menengah (PDTM) yang berada di ruang trafo, kemudian dihubungkan dengan trafo penurun tegangan (step down) 20 kV/400 V dengan kapasitas 1000 kVA, yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah menjadi tegangan rendah pemakaian sebagai berikut:

Gambar 3.1 Single Line Diagram

Dari trafo penurun tegangan (step down) kemudian dihubungkan ke Low Voltage Main Distribution Panel (LVMDP). Selanjutnya dari LVMDP dihubungkan ke Panel Utama yang berfungsi mendistribusikan listrik ke tiap-tiap lantai, dan untuk selanjutnya dari panel tiap lantai melayani beban-beban berupa penerangan, stop kontak, dan pendingin ruangan.

4.2 Analisa Perhitungan Beban Listrik

Kebutuhan daya seluru lantai dapat ditentukan dengan menghitung jumlah beban yang terpasang pada SDP :

Tabel 4.1 LVMDP

No	Nama Panel	Beban Tersambung W	Beban Maksimum W
1	SDP Gedung	503.300	277.980
2	SDP Pompa	33.000	21.900
3	SDP Atap	22.700	14.090
TOTAL		559.000	313.970

Berikut adalah tabel rekapitulasi daya pada gedung per hari ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Rekapitulasi Daya Pada gedung

REKAPITULASI KEBUTUHAN DAYA PADA GEDUNG PERHARI									
No	Panel / Fungsi	Lokasi	Beban Tersambung			Beban Maksimum		Beban Emergency (Kebakaran)	
			(KVA)	(KW)	FK %	(KVA)	(KW)	(KVA)	(KW)
1	PK Lift	L.T. Atap	14.12	12	1	14.12	12	14.12	12
2	PP Hydrant	R. Pompa	130.6	111	0.14	18.28	15.54	112.32	95
3	PP Elektronik	Lantai 1	14.12	12	0.7	9.882	8.4	9.882	8.4
4	SDP POMPA	L.T. Basement	38.82	33	0.66	25.62	21.78		
5	LP. OL	Lantai 1	4.353	3.7	1	4.353	3.7		
6	PP 1	Lantai 1	30.82	26.2	0.7	21.58	18.34		
7	PPAC 1	Lantai 1	30.24	25.7	0.6	18.14	15.42		
8	PP 2	Lantai 2	58.12	49.4	0.7	40.68	34.58		
9	PPAC 2	Lantai 2	43.41	36.9	0.6	26.05	22.14		
10	PP 3	Lantai 3	54.71	46.5	0.7	38.29	32.55		
11	PPAC 3	Lantai 3	58.24	49.5	0.6	34.94	29.7		
12	PP 4	Lantai 4	40.82	34.7	0.7	28.58	24.29		
13	PPAC 4	Lantai 4	58.82	50	0.6	35.29	30		
14	PP 5	Lantai 5	9.176	7.8	0.7	6.424	5.46		
15	PPAC 5	Lantai 5	14.47	12.3	0.6	8.682	7.38		
16	SDP ATAP	L.T. Atap	26.71	22.7	0.6	16.02	13.62		
17	PP Power House		6.588	5.6	0.8	5.271	4.48		
18	PK Ispal		23.53	20	0.7	16.47	14		
TOTAL			657.6	559		368.7	313.97	136.322	115.4
			KVA	KW		KVA	KW	KVA	KW

Dari tabel 4.1 di atas didapat total kebutuhan daya untuk beban listrik seluruh gedung adalah 313,97 kW (Beban

Maksimum) . Jadi total kebutuhan daya yang direncanakan untuk mensuplai Gedung Kampus B STIKES Panti Waluya Malang adalah 313,97kW.

Dengan kebutuhan daya semu sebesar 368,7kVA, didapat dengan menunjuk persamaan (3.7) sebagai berikut

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

$$S = \frac{368,7kW}{0,85}$$

$$S = 368,7kVA$$

Dan perhitungan daya reaktif dengan menunjuk persamaan (3.8), didapat daya reaktif sebagai berikut :

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

$$Q1 = \sqrt{368,7^2 - 313,97^2}$$

$$Q1 = \sqrt{135.939 - 98.577}$$

$$Q1 = \sqrt{37.362}$$

$$Q1 = 193,2kVAR$$

Sedangkan untuk perhitungan faktor beban pada gedung dapat dihitung dengan menunjuk persamaan 3.17 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Beban rata-rata per jam} &= \frac{\text{Energi total}}{24 (\text{Jam})} \\ &= \frac{313,97 \text{ kW}}{24 (\text{Jam})} \\ &= 13,08 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Beban} &= \frac{\text{Beban rata-rata}}{\text{Beban maksimum}} \\ &= \frac{13,08 \text{ kW}}{34,58 \text{ kW}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 37,82\%$$

4.3 Analisa Perhitungan Pemutus Arus dan Besar Penampang Kabel Power Panel Pada Tiap Lantai

1. Perhitungan pemutus arus (circuit breaker) dan besar penampang kabel pada panel PP 1 dengan total beban 26.200 W.

a. Dengan beban antara lain penerangan, fan dan stop kontak maka kuat arus penghantar pada circuit breaker dengan mengambil landasan data pada tabel 4.11 dan dengan menunjuk persamaan (3.9) dan (3.10) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times 380 \times \cos\theta}$$

$$I = \frac{26.200}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,85}$$

$$I = 46,83$$

Arus yang mengalir 46,83A dan dikalikan 125% sebagai faktor

keselamatan (safety factor), akan didapat $46,83 \times 1,25 = 58,3$ A, maka digunakan MCB.3P 63A/36kA

- b. Besar penampang kabel
Dengan panjang kabel yang digunakan 50 meter dan rugi tegangan yang diijinkan maksimum adalah 5%. Untuk mencari besar atau luas penampang kabel digunakan persamaan (3.12) dengan daya hantar untuk tembaga $56,2 \times 106$ m/ohm mm².

$$\begin{aligned} \text{Jika : } \gamma &= 56.2 \times 106 \text{ m/ohm mm}^2 \\ &= 3\% \times 380 = 11,4 \text{ volt} \\ &= 50 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } A &= \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \text{Cos}\phi}{\gamma \cdot u} \\ A &= \frac{\sqrt{3} \times (50 \times 49,75 \times 0,85)}{56,2 \times 11,4} \\ A &= 5,71 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Ukuran kabel minimum yang tersedia dipasaran adalah ukuran 1,5 mm². Untuk listrik tiga fase dengan MCB 63A, karena kabel ukuran 5,71 mm² tidak ada dipasaran dan untuk keperluan jangka panjang maka digunakan kabel NYY 4 x 16 mm² + BC 16 mm² agar lebih aman.

Untuk perhitungan kabel panel yang lainnya dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

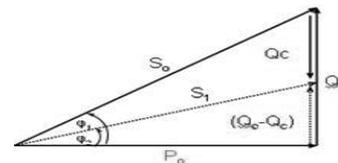
Tabel 4.3 Perhitungan Pengaman dan Luas Penampang Kabel pada gedung STIKES Panti Waluya Malang

No.	Nama Panel/ Fungsi	Data Listrik V/PH/Hz	Daya kW	Arus kA	Arus A	Pengaman	Luas Penampang Kabel
1	PK Lift	380/3/50	12	0.02145	21.45	MCCB.3P 30A/36KA	FRC 4x16mm ²
2	PP Hydrant	380/3/50	111	0.198408	198.4	MCCB.3P 300A/36KA	FRC 4x120mm ² + BCC 50mm ²
3	PP Elektronik	380/3/50	12	0.02145	21.45	MCCB.3P 50A/36KA	FRC 4x10mm ² + BCC 10mm ²
4	SDP POMPA	380/3/50	33	0.058986	58.99	MCCB.3P 80A/36KA	NYY 4x25mm ² + BCC 16mm ²
5	LP, OL	380/3/50	3.7	0.006614	6.614	MCCB.3P 30A/36KA	NYY 4x6mm ² + BCC 10mm ²
6	PP 1	380/3/50	26.2	0.046832	46.83	MCCB.3P 60A/36KA	NYY 4x16mm ² + BCC 16mm ²
7	PPAC 1	380/3/50	25.7	0.045938	45.94	MCCB.3P 80A/36KA	NYY 4x25mm ² + BCC 16mm ²
8	PP 2	380/3/50	49.4	0.088301	88.3	MCCB.3P 125A/36KA	NYY 4x50mm ² + BCC 25mm ²
9	PPAC 2	380/3/50	36.9	0.065957	65.96	MCCB.3P 100A/36KA	NYY 4x35mm ² + BCC 16mm ²
10	PP 3	380/3/50	46.5	0.083117	83.12	MCCB.3P 125A/36KA	NYY 4x50mm ² + BCC 25mm ²
11	PPAC 3	380/3/50	49.5	0.088479	88.48	MCCB.3P 125A/36KA	NYY 4x50mm ² + BCC 25mm ²
12	PP 4	380/3/50	34.7	0.062025	62.02	MCCB.3P 100A/36KA	NYY 4x25mm ² + BCC 16mm ²
13	PPAC 4	380/3/50	50	0.089373	89.37	MCCB.3P 125A/36KA	NYY 4x50mm ² + BCC 25mm ²
14	PP 5	380/3/50	7.8	0.013942	13.94	MCCB.3P 30A/36KA	NYY 4x6mm ² + NYA 6mm ²
15	PPAC 5	380/3/50	12.3	0.021986	21.99	MCCB.3P 50A/36KA	NYY 4x10mm ² + BCC 6mm ²
16	SDP ATAP	380/3/50	22.7	0.040575	40.58	MCCB.3P 60A/36KA	NYY 4x16mm ² + BCC 16mm ²
17	PP Power House	380/3/50	5.6	0.01001	10.01	MCCB.3P 30A/36KA	NYY 4x6mm ² + NYA 6mm ²
18	PK Ikpal	380/3/50	20	0.035749	35.75	MCCB.3P 60A/36KA	NYY 4x16mm ² + BCC 16mm ²

4.4 Analisa Perbaikan Faktor Daya

Pada suatu instalasi listrik gedung bertingkat dimana banyak terdapat beban- beban antara lain, motor-motor, lampu flourescent / TL dengan ballast electronic, peralatan elektronik lainnya (seperti Komputer dan lain-lain) maka akan menimbulkan beban induktif yang akan menyebabkan arus terbelakang (lagging) terhadap tegangan dengan sudut yang besar, sehingga nilai cos φ menjadi kecil, dan akan menyebabkan besarnya daya kVAR yang merugikan. Untuk memperbaiki faktor daya cos φ direncanakan menggunakan kapasitor bank. Berikut ini adalah contoh perhitungan berdasarkan persamaan 3.13 untuk memperoleh kapasitor bank yang diperlukan:

- Beban total PDTR sebagai daya aktif (P) : 313.970 W
- Misal Cos φ sebelum perbaikan : 0,85 (31,78°)
- Cos φ setelah perbaikan yang ingin dicapai : 0,95 (18,19°)
- Jika daya reaktif sebelum perbaikan : Q1
- Daya reaktif setelah perbaikan : Q2
- Daya reaktif koreksi (QC) : QC = Q1 – Q2



Gambar 4.3 Segitiga Daya

$$\begin{aligned} Q1 &= P \times \tan \phi_1 \\ &= 313.970 \times \tan 31,78^\circ \\ &= 194.517 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q2 &= P \times \tan \phi_2 \\ &= 313.970 \times \tan 18,19^\circ \\ &= 103.167 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= Q1 - Q2 \\ &= 194.517 - 103,367 \\ &= 91.150 \text{ kVAR} \end{aligned}$$

Sesuai dengan perhitungan diatas maka kapasitor bank yang digunakan untuk PDTR adalah 91.150 kVAR.

4.4 Analisa Perencanaan Kapasitas Transformator dan Genset

Prinsip utama dalam menentukan kapasitas genset dan trafo adalah beban normal maksimal tidak boleh melebihi 80% kapasitas trafo & genset. Analisis perhitungannya antara lain sebagai berikut. Dari data kebutuhan daya pada B Kampus STIKES Panti Waluya Malang dapat direncanakan pemakaian transformator dengan menunjuk persamaan 3.14 dan 3.15 sebagai berikut :

Total Beban adalah 313,9 kW = 368,7 kVA
Diversity factor gedung perkantoran adalah 1,1

$$\text{Minimum kapasitas transformator} = \frac{\text{Beban Maksimum (Demand Load)}}{\text{Diversity Factor}}$$

$$\text{Minimum kapasitas transformator} = \frac{368,7 \text{ kVA}}{1,1}$$

$$\text{Minimum kapasitas transformator} = 335,1 \text{ kVA}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka kapasitas minimum trafo \& genset bisa} \\ \text{diperoleh} &= \frac{335,1}{80\%} \\ &= 418,87 \end{aligned}$$

kVA

Karena untuk rencana jangka panjang dan mungkin akan ada perluasan maka dipilih trafo step down 20kV/400V dengan kapasitas 1000kV. Sedangkan permintaan daya ke PLN dipilih sebesar 555kV

Sedangkan untuk genset akan dipakai genset dengan kapasitas 500kVA dengan spesifikasi 400V, 1500rpm, 50Hz. Genset ini nantinya akan membackup 100% total seluruh beban yang ada dalam kondisi emergency apabila PLN mati. Tapi apabila kondisi emergency kebakaran genset ini hanya akan membackup beban-beban pada panel prioritas saja, seperti PP. Hydrant, PK. Lift, PP. Elektronik.

V. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisis di BAB IV mengenai Perencanaan Instalasi Listrik pada Gedung STIKES Panti Waluya Malang maka didapat suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya total pada gedung kampus ini adalah 313,9 kW, maka daya terpasang dibagi faktor daya (0,85) menjadi sebesar 368,7 kVA. Dan dengan permintaan daya sambungan ke PLN untuk jaringan distribusi tegangan menengah 20kV dengan kapasitas 555 kVA, 3 Fasa, 50 Hz
2. Besar kapasitas Trafo dan Genset yang digunakan adalah masing-masing 1000kVA dan 500kVA
3. Kapasitas kapasitor bank yang diperlukan untuk perbaikan faktor daya apabila diinginkan cos phi 0,95 adalah sebesar 91.150 kVAR
4. Besar KHA total gedung ini adalah sebesar 999,1A dengan menggunakan ACB 4 pole sebesar 1250/50kA dan penampang kabel NYFGBY sebesar 3x(4x300mm²) Besar

KHA pada kabel power Lantai 1 sebesar 151A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 35mm² + BCC 16mm² dan MCCB 160A

5. Besar KHA pada kabel power Lantai 2 sebesar 192,8A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 70mm² + BCC 16mm² dan MCCB 200A.
6. Besar KHA pada kabel power Lantai 3 sebesar 214,3A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 95mm² + BCC 16mm² dan MCCB 225A
7. Besar KHA pada kabel power Lantai 4 sebesar 189A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 70mm² + BCC 16mm² dan MCCB 200A
8. Besar KHA pada kabel power Lantai 5 sebesar 44,8A maka digunakan penghantar jenis NYY 4 x 16mm² + BCC 16mm² dan MCCB 60A.

DAFTAR PUSTAKA

1. Panitia Reverensi PUIL.2011.SNI-0225-2011, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011). Jakarta: Yayasan PUIL.
2. Panitia Revisi PUIL, 1987 ; PUIL 2000 ; BSN, Jakarta. 2000.
3. Harten Van P, SetiawanE, 1991, "Instalasi Listrik Arus kuat 1", Bandung, Bina Cipta.
4. Zuhul. "Tenaga Listrik Dan Elektronika Daya". Gramedia , Jakarta , 1990
5. P. Van. Harten, Ir.E. Setiawan; Instalasi Listrik arus Kuat 2 ; CV. Trimitra Mandiri
6. Anggi Afrialdi. 2016. Tugas Akhir : Perencanaan Instalasi Penerangan Lantai 2 Gedung Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Paru Pariaman.
7. F. Suryatmo ; Teknik Listrik Instalasi Penerangan ; Rineka Cipta.
8. F. Suryatmo ; Dasar-dasar Teknik Listrik ; Rineka Cipta
9. Neidle, Michael; *Teknologi Instalasi Listrik*; Erlangga, Jakarta. 1982.
10. Margiono Abdillah, cetakan II 2018 : Instalasi Listrik Rumah dan Gedung, Pontianak Yayasan Kemajuan Teknik.