

Perencanaan Instalasi Listrik di Hotel dan Villa Maua Nusa Penida

I Wayan Dikse Pancane¹, Ronal M Silitonga², I Made Asna³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional, Indonesia

E-mail: diksepance@undiknas.ac.id

DOI:10.38043/telsinas.v5i1.3664	Received: 2022 January 20	Accepted: 2022 March 25	Publish: 2022 April 25
---------------------------------	---------------------------	-------------------------	------------------------

ABSTRAK: Maua Nusa Penida merupakan salah satu hotel dan villa di Nusa Penida yang akan dibahas dalam penelitian ini. Jumlah blok hotel yang akan dibangun adalah 4 blok, dimana setiap blok terdiri dari 8 kamar. Sedangkan untuk vila sebanyak 26 vila beraneka ragam. Ada juga bangunan utama dan restoran yang akan berfungsi sebagai pendukung di masa depan. Setelah bangunan yang ada menjadi kompleks, pengembang diharuskan untuk merencanakan semua bangunan yang akan dibangun untuk mendapatkan keamanan dan juga faktor ekonomi dalam proses pembangunan. Dari hasil perencanaan yang telah dilakukan pada setiap bangunan, setiap bangunan membutuhkan jumlah lampu yang berbeda tergantung dari jenis lampu, jenis bangunan dan juga luas bangunan. Setelah mendapatkan total kebutuhan listrik pada suatu gedung, perencanaan dilanjutkan dengan menentukan luas penghantar kabel yang mensuplai setiap gedung. Dari hasil perhitungan juga diketahui bahwa jenis kabel yang digunakan adalah kabel tanam (NYRgBY & NYFGbY) yang memiliki insulasi yang baik bila ditanam di dalam tanah dan mengikuti ketentuan PLN mengenai rugi-rugi tegangan yaitu tidak melebihi 5% pada ujung konduktor. Pengaman yang digunakan pada bangunan gedung menggunakan MCB dan juga MCCB. Sedangkan pengamanan arus listrik pada seksi LVMDP dan SDP menggunakan komponen MCCB. Dari hasil perencanaan total kebutuhan listrik sebesar 159.441VA untuk villa zona 1 dan juga 142.536VA untuk villa zona 2. Dari perhitungan ini juga diketahui bahwa kebutuhan daya PLN di setiap zona adalah 164.000 VA. Untuk mendapatkan kenyamanan dan keandalan sistem kelistrikan di hotel dan villa ini, penyediaan tenaga listrik selain sumber listrik dari PLN juga dilengkapi dengan pembangkit listrik cadangan sebesar 200 KVA di setiap zona.

Kata Kunci: *Villa Hotel; Instalasi Listrik; Penerangan; Daya Dukung Arus; Tegangan Rendah*

ABSTRACT: Maua Nusa Penida is one of the hotels and villas in Nusa Penida which will be discussed in this research. The number of hotel blocks to be built is 4 blocks, where each block consists of 8 rooms. As for the villa as many as 26 various villas. There is also a main building and a restaurant that will serve as future support. Once the existing buildings are complex, the developers are required to plan all the buildings to be built in order to obtain security and also economic factors in the development process. From the results of the planning that has been carried out on each building, each building requires a different number of lights depending on the type of lamp, the type of building and also the area of the building. After getting the total electricity demand in a building, planning is continued by determining the area of cable conductors that supply each building. From the calculation results, it is also known that the type of cable used is planting cable (NYRgBY & NYFGbY) which has good insulation when planted in the ground and follows the provisions of PLN regarding voltage loss, which does not exceed 5% at the end of the conductor. The safety used in buildings uses MCB and also MCCB. Meanwhile, the safety of electric current in the LVMDP and SDP sections uses MCCB components. From the planning results, the total electricity demand is 159,441VA for zone 1 villas and also 142,536VA for zone 2 villas. From this calculation it is also known that the PLN power requirement in each zone is 164,000 VA. To get the convenience and reliability of the electrical system in this hotel and villa, the supply of electrical power in addition to the electricity source from PLN is also equipped with a backup power generator of 200 KVA in each zone.

Keyword: *Hotel Villa; Electrical Installation; Lighting; Lighting; Low Voltage*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik hampir disemua sektor dan termasuk diseluruh sisi kehidupan masyarakat modern menggunakan energi listrik. Semakin berkembangnya dan meningkatnya juga kehidupan rumah tangga dengan peralatan yang serba membutuhkan energi listrik dan juga sector perindustrian terutama dalam bidang *hospitality industry* di daerah Bali khususnya di Kabupaten Klungkung Kecamatan Nusa Penida. Dari kedua kondisi diatas, yaitu semakin berkembangnya dan meningkatnya kehidupan rumah

tangga dengan peralatan yang serba membutuhkan energi listrik serta sektor perindustrian dalam bidang *hospitality* mengakibatkan ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik.

Perencanaan instalasi listrik sebuah bangunan merupakan suatu hal yang membutuhkan akurasi yang tepat, hal tersebut diperlukan bukan hanya untuk mendapatkan efektifitas kinerja dari jaringan yang akan dirancang, dan bukan juga demi mendapatkan efisiensi ekonomis yang serendah-rendahnya. Namun, perencanaan instalasi sebuah bangunan juga mempertimbangkan fungsi utama dari bangunan tersebut serta memperhitungkan kemungkinan adanya renovasi pada masa mendatang. Sehingga instalasi jaringan tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhannya. Suplai tenaga listrik sangat diperlukan oleh instansi atau hotel dalam menjalankan aktifitasnya. Sebagai contohnya Maua Nusa Penida yang merupakan salah satu hotel dan villa di Nusa Penida yang memerlukan tenaga listrik yang cukup besar untuk kelancaran operasinya. Sebuah hotel pasti sangat memperhatikan tingkat pencahayaan yang bagus supaya para konsumen merasa nyaman dengan fasilitas yang telah disediakan. Pencahayaan tersebut tentunya membutuhkan daya yang lebih, sistem pengamanan yang handal, sehingga tidak terjadi gangguan saat menjalankan aktifitasnya. Maua Nusa Penida memerlukan perencanaan instalasi listrik yang baik dan handal. Untuk mensuplai tenaga listrik di Maua Nusa Penida disuplai dengan dua sistem, yaitu dari PLN dan Genset (*Generator Set*). Melihat dari permasalahan diatas, maka suatu perencanaan instalasi listrik pada salah hotel tersebut harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang berpedoman pada *Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011*.

Adapun tujuan dari perencanaan ini yaitu

1. Perencanaan instalasi listrik Maua Nusa Penida.
2. Merancang penempatan Panel Hubung Bagi dan Kendali (PHBK) utama dan panel cabang yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).
3. Menghitung jumlah titik cahaya yang dibutuhkan.
4. Mengetahui kebutuhan daya yang diperlukan oleh Maua Nusa Penida.

II. LANDASAN TEORI

Ketentuan Umum Perencanaan Instalasi Listrik

Rancangan instalasi listrik harus memenuhi ketentuan Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan peraturan lain seperti:

- a) Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, Beserta Peraturan Pelaksanaannya.
- b) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- c) Undang-Undang Nomor 15 Tahun 2002 tentang ketenagalistrikan.

Dalam Perencanaan sistem instalasi listrik harus diperhatikan tentang keselamatan manusia, makhluk hidup lain dan keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang ditimbulkan oleh penggunaan instalasi listrik [11].

Prinsip-Prinsip Dasar Instalasi Listrik

Prinsip instalasi listrik yang harus wajib dipertimbangkan pada pemasangan instalasi listrik agar mendapatkan hasil yang optimum, efektif dan efisien [4]:

1. Keandalan
Seluruh peralatan yang dipasang harus handal dan baik secara mekanik dan listrik (instalasi bekerja pada nilai nominal tanpa menimbulkan kerusakan) juga menyangkut ketepatan pengamanan jika terjadi gangguan.
2. Ketercapaian
Dalam pemasangan peralatan instalasi listrik harus relatif mudah dijangkau oleh pengguna pada saat pengoperasian dan tata letak komponen listrik tidak susah dioperasikan.
3. Ketersediaan
Kesiapan instalasi harus mampu menghadapi perluasan atau penambahan beban jika sewaktu-waktu diperlukan, maka di dalam panel bagi (rangkai instalasi) harus tersedia peralatan pengamanan (cadangan MCB) yang belum terhubung dengan beban
4. Keindahan

Dalam pemasangan komponen atau peralatan instalasi listrik harus ditata sedemikian rupa, sehingga dapat terlihat rapih dan indah serta tidak menyalahi aturan yang berlaku.

5. Keamanan
Harus selalau mempertimbangkan faktor keamanan dari suatu instalasi listrik, baik keamanan terhadap manusia bangunan dan harta benda, makhluk hidup lain dan peralatan itu sendiri.
6. Ekonomis
Biaya yang dikeluarkan dalam pemasangan instalasi listrik harus di hitung dengan teliti, dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu, tentunya tidak mengurangi kualitas dan keadilan mutu, sehingga biaya yang dikeluarkan dapat sehemat mungkin dan tepat sasaran.

Penghantar

Komponen-komponen Perencanaan instalasi listrik yaitu bahan-bahan material yang diperlukan oleh suatu rangkaian kontrol maupun rangkaian daya, dimana kedua hal tersebut dirancang untuk menjalankan fungsi sistem dan deskripsi kerja.

Jenis Penghantar

Secara garis besar penghantar dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- a. Penghantar berisolasi

Batasan kawat berisolasi adalah rakitan penghantar tunggal, baik serabut maupun pejal yang diisolasi, contoh: NYA, NYAF. Batasan kabel ialah rakitan penghantar pejal atau serabut masing-masing diisolasi dan keseluruhannya diberikan selubung pelindung bersama. Contoh kabel: NYM-O 4x2.5mm², 300/500V, artinya kabel 4 inti tanpa penghantar (hijau-kuning) berpenghantar tembaga masing-masing luas penampangnya 2.5mm² berbentuk bulat solit, pelindung dalam dan selubung luar PVC (*Poly Vinyl Chloride*), tegangan nominal penghantar fasa-netral 300V, dan tegangan fasa-fasa 500V.

- b. Penghantar tanpa isolasi

Hantaran tak berisolasi merupakan penghantar yang tidak dilapisi oleh isolator, contoh penghantar tidak berisolasi BC (*Bare Conductor*). Jenis-jenis isolasi yang dipakai pada penghantar listrik meliputi isolasi dari PVC (*Poly Vinyl Chloride*).

Jenis Kabel

Dilihat dari jenisnya, penghantar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

- a. Kabel Instalasi

Kabel instalasi bisa digunakan pada instalasi penerangan, yaitu kabel NYA dan NYM. Pada penggunaannya kedua kabel ini menggunakan pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*) dia.20mm.

- b. Kabel Tanah

Kabel tanah menjadi dua yaitu:

1. Kabel termoplastik tanpa perisai seperti NYYY, biasa digunakan untuk kabel tenaga pada mesin-mesin, pompa-pompa dan lain-lain. Kabel ini juga dapat didalam tanah dengan syarat diberikan perlindungan berupa pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*) agar memberikan perlindungan terhadap kemungkinan kerusakan mekanis.
2. Kabel berperisai seperti NYRGbY, NYFGbY, biasanya digunakan apabila ada kemungkinan terjadi tekanan gangguan kabel secara mekanis.

Seleksi Penghantar

Seleksi jenis penghantar dan luas penampang yang akan digunakan dalam Perencanaan instalasi listrik dapat dibagi menjadi 7 pertimbangan yaitu:

1. Kemampuan Hantar Arus

Dalam menentukan luas penampang penghantar dapat ditentukan berdasarkan besaran arus yang melewati penghantar tersebut. Arus nominal yang melewati penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

- a. Untuk arus searah

.....(1)

$$I = \frac{P}{V}$$

b. Untuk arus bolak-balik satu phasa

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} \dots\dots\dots (2)$$

$$I = \frac{S}{V}$$

$$I = \frac{Q}{V \times \sin\phi}$$

c. Untuk arus bolak-balik tiga phasa

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \dots\dots\dots (3)$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \times V \times \sin\phi}$$

Dimana:

I = Arus nominal (A)

P = Daya Aktif (W)

S = Daya Semu (VA)

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam seleksi penghantar arus adalah 125% dari arus pengenalan beban yang melewati penghantar tersebut. Apabila sudah diketahui nominal kemampuan hantar arus tinggal menyesuaikan dengan tabel untuk mencari luas penampang yang diperlukan [7].

2. Luas Penampang Kabel

Dalam menentukan penampang penghantar dapat ditentukan menggunakan persamaan lain yang ditulis dalam persamaan :

$$A = \frac{\sqrt{3} \times \cos\phi}{\gamma u} \times I \times l \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

A = Diameter kabel (mm²)

γ = Tahanan jenis kabel berbahan tembaga (Ω m) = 56.2

u = Drop tegangan (V)

I = Arus listrik yang mengalir (A)

l = Panjang kabel (m)

$\cos \phi$ = Faktor Daya (0.85)

3. Drop Voltage

Drop voltage antara terminal pelanggan dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5% dari voltase pengenalan [11] [13]. Rugi-rugi tegangan biasanya dinyatakan dalam persen (%) dalam tegangan kerjanya yaitu:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100\%}{V} \dots\dots\dots (5)$$

Besarnya rugi tegangan (%) yang diijinkan ialah:

Tabel 1. Rugi Tegangan

ΔV (%)	Penggunaan Jaringan
0.5	Dari Jala-jala ke KWH Meter
1.5	Dari KWH Meter ke rangkaian penerangan
3.0	Dari KWH Meter ke rangkaian daya

Untuk menentukan rugi tegangan berdasarkan luas penampang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

- Untuk arus searah, penampang minimum

$$\Delta V = \frac{2 \times l \times I}{x \times A} \text{ Volt} \dots\dots\dots (6)$$

- Untuk arus bolak balik satu phasa, penampang minimum

$$\Delta U = I \times l(RL\cos\phi + XL\sin\phi) \dots\dots (7)$$

- Untuk arus bolak balik tiga phasa, penampang minimum

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l(RL\cos\phi + XL\sin\phi) \dots\dots (8)$$

Dimana:

- ΔU :Rugi tegangan dalam penghantar (V)
- I : Kuat arus dalam penghantar (A)
- L :Jarak dari permulaan penghantar sampai ujung (m)
- $RL\cos\phi$: Reaktansi kabel (ohm)
- $XL\sin\phi$:Reaktansi induktif kabel (ohm)

4. Kondisi Suhu; setiap penghantar memiliki resistensi (R), jika penghantar tersebut dialiri oleh arus listrik maka terjadi rugi-rugi (I^2R), yang kemudian rugi-rugi yang dimaksud berubah menjadi panas, jika dialiri dalam waktu (t) detik, maka panas yang terjadi ialah (I^2t).
5. Kondisi Lingkungan; seleksi dalam pemilihan penghantar yang akan digunakan harus mempertimbangkan dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan tempat untuk dipasang.
6. Kekuatan mekanis; penentuan luas penampang penghantar juga harus diperhitungkan adanya tekanan mekanis ditempat pemasangan kabel, dengan demikian dapat diperkirakan besar kekuatan mekanis yang mungkin terjadi.
7. Kemungkinan perluasan; setiap instalasi listrik yang dirancang dan dipasang dengan adanya penambahan beban dimasa yang akan datang, oleh karena itu luas penampang penghantar harus dipilih lebih besar minimal satu tingkat diatas luas penampang sebenarnya, tujuannya adalah jika dilakukan penambahan beban maka penghantar tersebut masih mencukupi dan susut tegangan yang terjadi sangat kecil.

Pengaman

Pengaman adalah suatu alat listrik yang digunakan untuk melindungi komponen listrik dari kerusakan yang diakibatkan oleh gangguan seperti arus beban lebih maupun arus hubung singkat. Fungsi dari pengaman dalam distribusi tenaga listrik yaitu [11]:

- 1) Isolasi, yaitu untuk memisahkan instalasi atau bagiannya dari catu daya listrik untuk alasan keamanan.
- 2) Kontrol, yaitu untuk membuka atau menutup sirkit instalasi selama kondisi operasi normal untuk tujuan operasi dan perawatan.
- 3) Proteksi, yaitu untuk pengamanan kabel, peralatan listrik dan manusianya terhadap kondisi tidak normal seperti beban berlebih, hubungan singkat dengan memutuskan arus gangguan dan mengisolasi gangguan tersebut.

MCB (Mini Circuit Breaker)

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara *thermis* dan *electromagnetis*, dimana pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman *electromagnetis* berfungsi jika terjadi adanya hubung singkat.

MCCB (*Module Case Circuit Breaker*)

MCCB merupakan merupakan salah satu komponen elektrikal yang berfungsi sebagai pengaman dan pemutus arus ketika terjadi arus pendek atau kelebihan beban.

ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*)

ELCB merupakan peralatan pemutus/pengaman listrik yang berfungsi sebagai peralatan keselamatan untuk digunakan pada instalasi sistem tenaga listrik dengan impedansi pentanahan yang tinggi untuk mencegah kejadian tersengat listrik. Alat ini akan mendeteksi jika ada tegangan sisa pada *enclosure* peralatan yang terbuat dari logam dan akan memutus rangkaian listrik ketika tegangan yang berbahaya terdeteksi.

Penerangan

Penerangan buatan merupakan salah satu komponen yang penting dalam Perencanaan instalasi listrik suatu bangunan. Untuk melakukan aktifitas dalam suatu gedung diperlukan pencahayaan buatan yang handal dalam melakukan kegiatan.

Perhitungan Penerangan

Data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan penerangan adalah:

1. Dimensi ruangan
2. Warna dinding dan lantai
3. Kegunaan ruangan
4. Sistem penerangan yang dikehendaki
5. Penyusunan dan kondisi permukaan
6. Kondisi kerja, temperatur, kelembapan dan sebagainya.

Pemilihan Armatur

Dari data-data diatas dapat dipilih sumber penerangan dan armatur yang sesuai, meliputi: bentuk, tingkat pengamanan, dan komponen-komponen lainnya. Sebelum menghitung jumlah lampu perlu diperhitungkan juga kemungkinan terbaik untuk pengaturan armatur.

Konsep dan Satuan Penerangan

Dalam sistem penerangan terdapat beberapa konsep dan satuan Satuan-satuan dari instalasi penerangan antara lain:

1. *Fluxi* cahaya, yaitu suatu sumber cahaya yang memancarkan sinar kesegala arah yang berbentuk garis-garis cahaya. Satuan yang digunakan *fluxi* cahaya ialah *lumen*.
2. Intensitas cahaya, yaitu cahaya persatuan sudut yang dipancarkan kesuatu arah tertentu. Satuan yang digunakan adalah *candela*.
3. Illuminasi yaitu ukuran untuk terang suatu benda.

Penentuan Jumlah dan Ketentuan Lampu

Letak dan jumlah titik lampu harus dihitung sedemikian rupa, perencanaan penerangan harus memperhitungkan hal-hal sebagai berikut:

1. Efisiensi armatur (v)
Efisiensi armatur ditentukan oleh konstruksi dan bahan yang digunakan. Dalam efisiensi ruangan harus mempertimbangkan efisiensi armatur.

$$V = \frac{\text{Fluks cahaya yang diperlukan}}{\text{Fluks cahaya yang dipancarkan sumber}} \quad (9)$$

2. Faktor-faktor refleksi
Faktor-faktor refleksi dinding (rw) dan faktor refleksi (rp) masing-masing dinyatakan bagian yang dipantulkan dari fuks cahaya yang diterima oleh dinding dan langit-langit yang mencapai bidang kerja.

Tabel 2. Faktor refleksi berdasarkan warna dinding dan langit-langit

Warna	Faktor Refleksi	Warna	Faktor Refleksi
Putih	0,70-0,80	Oranye	0,20-0,25
Coklat terang	0,70-0,80	Hijau tua	0,10-0,15
Kuning terang	0,55-0,65	Biru tua	0,10-0,15
Hijau terang	0,45-0,50	Merah tua	0,10-0,15
Merah muda	0,45-0,50	Hitam	0,04
Biru langit	0,40-0,45	Abu-abu	0,25-0,35

3. Indek Ruang atau Indek Bentuk (*k*)

$$k = \frac{p \times l}{h(p + l)} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

- p* : Panjang ruangan (meter)
- l* : Lebar ruangan (meter)
- h* : Jarak/tinggi armatur terhadap bidang kerja (meter)

4. Faktor penyusutan/depresiasi (*kd*)

$$kd = \frac{E \text{ dalam keadaan dipakai}}{E \text{ dalam keadan baru}} \dots\dots\dots (11)$$

5. Bidang kerja dan Efisiensi

Intensitas penerangan harus ditentukan dimana pekerjaan akan dilaksanakan. Bidang kerja kerja diambil koefisien 0,8 cm diatas lantai.

6. Faktor Utility (*kp*)

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1) \dots\dots\dots (12)$$

Dari beberapa parameter diatas, maka untuk mencari jumlah lampu digunakan persamaan berikut:

$$n = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana:

- n* : Jumlah Lampu
- E* : Iluminasi Penerangan yang dibutuhkan (lux)
- A* : Luas ruangan (m²)
- F* : Fluks cahaya yang dikeluarkan oleh lampu (lumen)
- η_{arm} : Efisiensi armatur (%)
- kd* : faktor depresiasi
- kp* : Faktor utility

Karakteristik Umum Beban Listrik

Karakteristik beban listrik suatu gardu sangat tergantung pada jenis beban yang dilayaninya. Hal ini akan jelas terlihat dan hasil pencatatan kurva beban suatu interval waktu. Berikut ini beberapa factor yang menentukan karakteristik beban.

1. Faktor Penilaian Beban

Faktor-faktor penilaian beban adalah faktor yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, baik dari segi kuantitas pembebanannya maupun dari segi kualitasnya.

2. Beban Terpasang (*Connected Load*)

Beban terpasang dari suatu sistem adalah jumlah total daya dari seluruh peralatan sesuai dengan kW atau kVA yang tertulis pada papan nama (*name plate*) peralatan yang akan dilayani oleh sistem tersebut.

3. Selang Kebutuhan (*Demand Interval*)

Interval Kebutuhan merupakan periode yang dijadikan dasar untuk terima secara rata - rata. Pemilihan periode ini dapat terjadi mulai dari selang 15 menit, selang 30 menit, selang 60 menit

ataupun lainnya. Pada kondisi- kondisi tertentu kebutuhan pada selang 15 menit sama dengan kebutuhan pada selang 30 menit.

4. **Beban Harian**

Faktor beban harian, bervariasi menurut karakteristik dari daerah beban tersebut, apakah daerah pemukiman, daerah industri, perdagangan ataupun gabungan dari bermacam pemakai/pelanggan, juga bagaimana keadaan cuaca atau juga apakah hari libur dan sebagainya.

5. **Permintaan Maksimum (*Maximum Demand*)**

Beban yang secara aktual terjadi pada seorang pelanggan merupakan suatu permintaan (*demand*) atau keperluan akan energi listrik yang berbeda dan bervariasi dengan waktu, namun akan mencapai suatu nilai tertinggi pada suatu saat tertentu.

6. **Faktor Permintaan (*Demand Factor*)**

Rasio antara permintaan maksimum (*maximum demand*) terhadap beban tersambung total (*total connected load*).

7. **Faktor Beban (*load factor*)**

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata – rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu. Faktor beban dapat dihitung untuk periode tertentu biasanya dipakai harian, bulanan atau tahunan. Definisi dari faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini:

$$\text{Faktor Beban (Fb)} = \frac{P_{\text{rata-rata}}}{P_p} \quad \dots (14)$$

dimana:

T : Periode waktu

$P_{\text{rata-rata}}$: Beban rata – rata dalam periode T

P_p : Beban puncak yang terjadi dalam periode T pada selang waktu tertentu (15 menit atau 30 menit).

2. **Diversivitas**

Diversivitas beban pemakai merupakan deskripsi dari variasi waktu pemanfaatan atau permintaan maksimum dari dua atau lebih beban tersambung. Diversivitas beban merupakan perbedaan antara jumlah permintaan maksimum dari dua atau lebih beban pemakai dan gabungan beban.

3. **Faktor Keragaman (*Diversity Factor*)**

Merupakan rasio antara jumlah permintaan maksimum masing – masing pelanggan terhadap beban maksimum atas beban puncak dari seluruh sistem.

4. **Faktor Keserempakan (*Coincidence Factor*)**

Faktor koinsidensi merupakan rasio antara permintaan koinsidensi maksimum suatu kelompok pemakai terhadap jumlah permintaan maksimum dari tiap pemakai.

5. **Faktor Utilisasi**

Faktor utilisasi merupakan rasio antara permintaan maksimum suatu sistem terhadap kapasitas atau daya nominal sistem itu. Faktor ini menyatakan tingkat pembebanan sistem selama beban puncak dibandingkan dengan kemampuannya.

III. METODE PENELITIAN

Sumber Data

Sumber data adalah sumber referensi yang sangat penting dalam penelitian ini. Terdapat dua sumber data dalam penelitian ini, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder

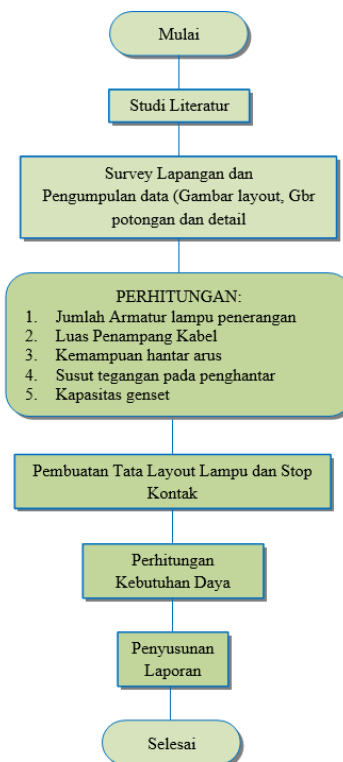
1) Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama (konsultan perencana bangunan dan pemilik) atau tempat objek penelitian dilakukan dengan cara survei lokasi.

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara. Metode yang digunakan untuk memperoleh data sekunder menggunakan studi literatur yang mengacu pada data-data yang bersumber dari jurnal, tugas akhir dan buku - buku yang sesuai dengan judul penelitian.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Catu Daya Cadangan (Genset)

Ukuran standar untuk ruang genset dengan penggerak mesin diesel diberikan seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Ukuran kebutuhan rumah genset

Daya Genset (kVA)	L (m)	B (m)	H (m)	B (m)	h (m)
20-60	5,0	4,0	3,0	1,5	2,0
100-200	6,0	4,5	3,5	1,5	2,0
250-550	7,0	5,0	4,0	2,2	2,0
650-1500	10	5,0	4,0	2,5	2,0

Untuk menentukan kapasitas kebutuhan daya genset ketika sumber utama PLN terputus, diantaranya:

- 1) Beban terpasang (*Connected Load*)
Jumlah total dari seluruh peralatan listrik yang terpasang pada suatu bangunan.
- 2) Beban puncak (*Peak Load*)
Beban/kebutuhan maksimum (terbesar/tertinggi) yang terjadi seama periode tertentu.
- 3) Faktor kebutuhan (*Demand Factor*)
Perbandingan antara beban puncak (*peak load*) terhadap beban terpasang (*connected load*)

$$Demand\ Factor = \frac{Peak\ Load}{Connected\ Load} \quad (15)$$

- 4) Kebutuhan faktor daya genset
 $Daya\ Genset = (Connected\ Load \times Demand\ Factor) \times backup\ (\%) \quad \dots (16)$

- 5) Daya Genset (kVA)
 $kW = I(\sqrt{3} \cdot \phi \cdot V) \quad \dots (17)$

Dimana nilai dari $\phi = 0,8$ dan $V = 380\ Volt$

$$kVA = \frac{kW}{0,8\ (Power\ Factor)} \quad \dots (18)$$

IV. PEMBAHASAN

Perhitungan Penerangan

Tipe-tipe ruangan pada hotel dan villa ini sebagian besar berbentuk persegi, banyaknya jumlah lampu dan armatur untuk masing-masing ruangan bergantung dari fungsi dan luas ruangnya. Untuk referensi penggunaan armature dan lampu penulis menggunakan catalog produk dari Philips. Sebagai contoh perhitungan untuk menentukan jumlah armatur pada sebuah ruangan, penulis mengambil contoh pada ruangan kamar tidur (*typical*), selebihnya akan diuraikan dalam tabel.

Contoh perhitungan villa type 1, berdasarkan tabel intensitas cahaya yang dibutuhkan dalam satuan lux

1. Data ruangan Villa type 1:
Panjang ruangan (p) = 11.5 m
Lebar ruangan (l) = 5.5 m
Tinggi ruangan (h) = 3.15 m
Tinggi dari bidang kerja (tb) = $h - 0,8 = 2,35$ m
Warna dinding dan langit-langit putih
Indek ruangan (k):

$$k = \frac{p \times l}{tb(p + l)}$$

$$k = \frac{11,5 \times 5,5}{2,35(11,5 + 5,5)}$$

$$k = 1.583$$

Dari perhitungan index ruang diatas, maka didapatkan utility (kp) dengan mengacu pada tabel

Faktor refleksi langit-langit (r_w) = 0.8

Faktor refleksi dinding (r_p) = 0.8

Faktor refleksi lantai (r_m) = 0.3

Sistem penerangan yang dipakai ialah sistem penerangan *direct board beam*

Dari table didapatkan:

$$k_1 = 0.8 \quad kp_1 = 0.65$$

$$k_2 = 1 \quad kp_2 = 0.76$$

Dengan menggunakan rumus , maka faktor utility yaitu:

$$kp = kp_1 + \frac{k - k_1}{k_2 - k_1} (kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0.65 + \frac{1.583 - 0.8}{1 - 0.8} (0.76 - 0.65)$$

$$kp = 0.65 + \frac{0.783}{0.2} (0.11)$$

$$kp = 0.65 + 3,915 \times 0.11$$

$$kp = 1,081$$

Penentuan jumlah armatur:

1. Diasumsikan jenis lampu yang dipakai akan digunakan ialah lampu LED Down Light 6,5 Watt-MR-16
2. Fluk scahaya lampu (F) 490 lumen
3. Kuat penerangan (E) sebesar 50 lux
4. Light Lost Factor (η_{arm})= 0.7-0.8
5. Faktor depresiasi (kd) = 0.8

Dari data-data diatas maka jumlah lampu yang dibutuhkan ruangan ini yaitu:

$$\eta = \frac{E \times A}{F \times kp \times \eta_{arm} \times kd}$$

$$\eta = \frac{50 \times 63,25}{490 \times 1,081 \times 0.7 \times 0.8}$$

$$\eta = \frac{3.162,5}{296,62}$$

$$\eta = 10,66$$

$$\eta \approx 11 \text{ armatur}$$

Jadi jumlah armatur/lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini ialah sebanyak 11 armatur/lampu LED 6.5 watt.

Perhitungan daya terpakai (S_t)

$$S_t = \frac{\eta \times P}{\cos\phi}$$

$$S_t = \frac{11 \times 6.5}{0.9}$$

$$S_t = 79,44 \text{ VA} \rightarrow (\text{diasumsikan } \cos\phi = 0.9)$$

Daya pencahayaan permeter persegi

$$P/A = \frac{S_t \times \cos\phi}{A}$$

$$P/A = \frac{79,44 \times 0.9}{63,25}$$

$$P/A = 1,130 \text{ watt/m}^2$$

Dengan menggunakan rumus yang sama pada setiap ruangan terdapat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4. Indeks Ruangan (k)

No.	Nama Ruangan	Jumlah Ruangan	Panjang (p) meter	Lebar (l) meter	Tinggi (t) meter	Tinggi dari Budang Kerja (tb) h-0,8 meter	Indek Ruangan (k)
A Lantai 1							
1	Villa Type 1	6	11.5	5.5	3.15	2.35	1.583
2	Villa Type 2	4	17	8	3.15	2.35	2.315
3	Hotel blok type 3	16	10	5	3.15	2.35	1.418
4	Villa Type 4	17	8.5	5	3.15	2.35	1.340
5	Bar	1	13.5	5.5	3.15	2.35	1.663
6	Dapur	1	25	5.5	3.15	2.35	1.918
7	Restorant dan Ruang Pertemuan	1	30	8.5	3.15	2.35	2.818
8	Kantor Staf	1	14	5.5	3.15	2.35	1.680
9	Ruang Gym	1	11	8	3.15	2.35	1.971
10	Laundry	1	11	8	3.15	2.35	1.971
B Lantai 2							
1	Hotel blok type 3	16	10	5	3.15	2.35	1.418

No.	Nama Ruangan	Indek Ruangan (k)	Indek Ruangan 1 (k1)	Indek Ruangan 2 (k2)	Utility 1 (KP1)	Utility 2 (KP2)	Utility (KP)
A Lantai 1							
1	Villa Type 1	1.583	0.8	1	0.65	0.76	1.081
2	Villa Type 2	2.315	0.8	1	0.65	0.76	1.483
3	Hotel blok type 3	1.418	0.8	1	0.65	0.76	0.990
4	Villa Type 4	1.340	0.8	1	0.65	0.76	0.947
5	Bar	1.663	0.8	1	0.65	0.76	1.125
6	Dapur	1.918	0.8	1	0.65	0.76	1.265
7	Restoran dan Ruang Pertemuan	2.818	0.8	1	0.65	0.76	1.760
8	Kantor Staf	1.680	0.8	1	0.65	0.76	1.134
9	Ruang Gym	1.971	0.8	1	0.65	0.76	1.294
10	Laundry	1.971	0.8	1	0.65	0.76	1.294
B Lantai 2							
1	Hotel blok type 3	1.418	0.8	1	0.65	0.76	0.990

Tabel 6. Jumlah Armatur (η)

No.	Nama Ruangan	Intensitas Penerangan yang dibutuhkan (Lux)	Luas Ruangan (m ²)	Fluks Cahaya yang dibutuhkan oleh lampu (lumen)	Faktor Utility	Efisiensi Armatur (0,7-0,8 (%))	Faktor Depresiasi (0,8)	Jumlah Lampu	Dibulatkan
A Lantai 1									
1	Villa Type 1	50	63.25	490	1.081	0.7	0.8	10.66	11
2	Villa Type 2	50	136	490	1.483	0.7	0.8	16.71	18
3	Hotel blok type 3	50	50	490	0.00	0.7	0.8	9.20	9
4	Villa Type 4	50	42.5	490	0.947	0.7	0.8	8.18	8
5	Bar	50	74.25	490	1.125	0.7	0.8	12.03	12
6	Dapur	50	137.5	490	1.265	0.7	0.8	19.80	20
7	Restoran dan Ruang Pertemuan	50	255	490	1.760	0.7	0.8	26.40	26
8	Kantor Staf	50	77	490	1.134	0.7	0.8	12.37	12
9	Ruang Gym	50	88	490	1.294	0.7	0.8	12.39	12
10	Laundry	50	88	490	1.294	0.7	0.8	12.39	12
B Lantai 2									
1	Hotel blok type 3	50	50	490	0.990	0.7	0.8	9.20	9

Tabel 7. Daya Lampu per meter persegi (PA)

No.	Nama Ruangan	Jumlah Lampu n	Daya Lampu P	Cos Phi cos ϕ	Daya Terpakai S _t	Luas Ruangan (m ²) A	Daya Pencahayaannya P/A
A Lantai 1							
1	Villa Type 1	11	6.5	0.9	79.444	63.25	1.130
2	Villa Type 2	18	6.5	0.9	130.000	136.00	0.860
3	Hotel blok type 3	9	6.5	0.9	65.000	50.00	1.170
4	Villa Type 4	8	6.5	0.9	57.558	42.50	1.224
5	Bar	12	6.5	0.9	86.667	74.25	1.051
6	Dapur	20	6.5	0.9	144.444	137.50	0.945
7	Restoran dan Ruang Pertemuan	26	6.5	0.9	187.778	255.00	0.663
8	Kantor Staf	12	6.5	0.9	86.667	77.00	1.013
9	Ruang Gym	12	6.5	0.9	86.667	88.00	0.886
10	Laundry	12	6.5	0.9	86.667	88.00	0.886
B Lantai 2							
1	Hotel blok type 3	9	6.5	0.9	65.000	50.00	1.170

Pemilihan Penghantar dan Perhitungan Luas Penampang Penghantar

Pilihlah kabel yang sepanjang permukaannya tertera sekurang-kurangnya:

1. Tanda pengenal standar misalnya: SNI, IEC, SPLN
2. Tanda pengenal produsen
3. Jumlah dan ukuran inti

Jangan menggunakan kabel polos, karena tidak memenuhi standar, Spesifikasi kabel yang digunakan pada hotel dan villa ini dapat dilihat pada lampiran.

Perhitungan Luas Penampang Penghantar Pada Bangunan

Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar yang menuju ke bangunan, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang mengalir pada penghantar tersebut dengan

menjumlah total beban yang terpasang. Untuk mempermudah mengetahui total beban di suatu bangunan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Kebutuhan Daya Listrik Pada Bangunan

No	Nama Bangunan	Total Daya (VA)	Arus R (A)	Arus S (A)	Arus T (A)
1	Villa Tipe 1	3845	6.15	5.68	5.69
2	Villa Tipe 2	7721	11.67	11.84	11.68
3	Room Hotel Tipe 3	3758	6.42	4.30	6.42
4	Villa Tipe 4	3813	6.00	5.68	5.69
5	Kitchen & Bar	50442	75.55	76.81	77.57
6	Restaurant dan Ruang Pertemuan	8308	10.31	13.01	14.56
7	Kantor Staff	8030	12.12	12.12	12.35

Contoh:

Untuk penghantar kabel utama di Villa Type 1, diketahui daya listrik yang dibutuhkan sebesar 3845VA dan sistem instalasi yang akan dipasang menggunakan 3 phasa maka perhitungannya sebagai berikut:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I = \frac{3845}{\sqrt{3} \times 380} = 5,84 \text{ Ampere}$$

Arus nominal yang mengalir menuju Villa Tipe 1 sebesar 5,84 Ampere di setiap phasanya jika dihitung dengan menggunakan beban yang seimbang. Sedangkan pada data pembagian beban antar phasanya menjadi R=6,15 S=5,58 T=5,69. Perhitungan selanjutnya kita menggunakan data arus di salah satu phasa yang terbesar, maka diperoleh KHA penghantar sebesar

$$KHA = 1,25 \times I_n$$

$$KHA = 1,25 \times 6,15 = 7,68 \text{ Ampere}$$

Sesuai dengan lampiran pada *electrical data table*, maka kabel yang disarankan adalah yang berukuran luas penampangnya 4 x 4mm², sedangkan untuk tipe kabel yang dipilih adalah kabel NYRgBY dengan pertimbangan instalasi outdoor yang tertanam. Adapun alasan memilih kabel 4 x 4 mm² adalah karena pertimbangan untuk masa yang akan datang jika terjadi perluasan/pengembangan bangunan tersebut. Berikut seleksi kabelnya :

Tabel 9. Seleksi Ukuran Kabel (Electrcal Data)

Nominal cross-sectional area mm ²	Resistance at 20 °C		Current Carrying Capacity at 30 °C		Short circuit current of conductor at 1.0 sec
	DC conductor max	Insulation min (if 3-core)	In AIR		
			A	In GROUND	
1.5	12.1	12	18	24	0.19
2.5	7.41	10	25	32	0.32
4	4.61	10	34	41	0.50
6	3.08	8	44	52	0.72
10	1.81	6	59	68	1.10
16	1.15	5	79	88	1.91
25	0.727	5	104	115	2.96
35	0.524	4	129	136	4.13
50	0.387	4	158	163	5.87
70	0.288	3	198	203	8.19
95	0.193	3	242	242	11.09
120	0.153	3	282	282	13.98
150	0.124	3	322	312	17.46
185	0.0991	3	366	351	21.50
240	0.0754	3	430	411	27.86
300	0.0601	3	595	460	34.79

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, semua bangunan dapat dihitung dan hasil dari perhitungan KHA kabel ditulis pada tabel dibawah ini :

Tabel 10. Ukuran Kabel Utama Pada Bangunan

No	Nama Bangunan	Total Daya (VA)	Ukuran Kabel (mm)	Jenis Kabel
1	Villa Tipe 1	3845	4 x 4 mm ²	NYRgBY
2	Villa Tipe 2	7721	4 x 6 mm ²	NYRgBY
3	Room Hotel Tipe 3	3758	4 x 4 mm ²	NYRgBY
4	Villa Tipe 4	3813	4 x 4 mm ²	NYRgBY
5	Kitchen & Bar	50442	4 x 35 mm ²	NYN
6	Restaurant dan Ruang Pertemuan	8308	4 x 6 mm ²	NYN
7	Kantor Staff	8030	4 x 6 mm ²	NYN

Perhitungan Luas Penampang Penghantar Pada Sub Distribusi Panel

Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar yang menuju ke sub distribusi panel (SDP), maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang mengalir pada penghantar tersebut dengan menjumlah total beban yang terpasang. Untuk mempermudah mengetahui total beban di suatu bangunan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 11. Kebutuhan Daya Listrik Pada Sub Distribusi Panel (SDP)

No	Nama SDP	Total Daya (VA)	Arus R (A)	Arus S (A)	Arus T (A)	Panjang (m)
1	SDP-1	18913	28.74	28.72	28.75	110
2	SDP-2	29654	45.07	45.20	44.89	50
3	SDP-3	33268	50.65	50.65	50.37	105
4	SDP-4	21829	33.27	33.26	32.98	175
5	SDP-Main Building	60367	95.33	88.50	91.33	68
6	SDP-Ruang Pompa	13004	18.34	19.91	21.03	45
7	SDP-Hotel 1	27210	40.78	37.38	45.87	10
8	SDP-Hotel 2	27210	37.38	45.87	40.78	85
9	SDP-Hotel 3	27210	40.78	45.87	37.38	125
10	SDP-Hotel 4	27210	40.78	37.38	45.87	68

Untuk penghantar kabel utama di SDP-1, diketahui daya listrik yang dibutuhkan sebesar 18913VA dan sistem instalasi yang akan dipasang menggunakan 3 fasa maka perhitungannya sebagai berikut :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I = \frac{18913}{\sqrt{3} \times 380} = 28,73 \text{ Ampere}$$

Arus nominal yang mengalir menuju SDP-1 sebesar 28,73 Ampere di setiap fasanya jika dihitung dengan menggunakan beban yang seimbang. Sedangkan pada data pembagian beban antar fasanya menjadi R=28,74 S=28,72 T=28,75. Perhitungan selanjutnya kita menggunakan data arus di salah satu fasa yang terbesar, maka diperoleh KHA penghantar sebesar

$$KHA = 1,25 \times I_n$$

$$KHA = 1,25 \times 28,75 = 35,93 \text{ Ampere}$$

Sesuai dengan lampiran pada *electrical data table* maka kabel yang disarankan adalah yang berukuran luas penampangnya berukuran 4 x 6mm², sedangkan untuk tipe kabel yang dipilih adalah kabel NYRGbY dengan pertimbangan instalasi outdoor yang tertanam. Adapun alasan memilih kabel 4 x 6 mm² adalah karena pertimbangan untuk masa yang akan datang jika terjadi perluasan/pengembangan bangunan tersebut. Berikut seleksi kabelnya:

Tabel 12. Seleksi Ukuran Kabel (Electrcal Data)

Nominal cross-sectional area	Resistance at 20 °C		Current Carrying Capacity at 30 °C		Short circuit current of conductor at 1.0 sec
	DC conductor max	Insulation min (Calculated)	In GROUND		
			In AIR	A	
mm ²	Ω/Km	MΩ.Km			kA
1.5	12.1	12	18	24	0.19
2.5	7.41	10	25	32	0.32
4	4.61	10	34	41	0.50
6	3.08	8	44	52	0.73
10	1.83	6	60	69	1.20
16	1.15	5	80	89	1.91
25	0.727	5	105	116	2.96
35	0.524	4	130	138	4.13
50	0.387	4	160	165	5.87
70	0.268	3	200	205	8.19
95	0.193	3	245	245	11.09
120	0.153	3	285	285	13.98
150	0.124	3	325	315	17.46
185	0.0991	3	370	355	21.50
240	0.0754	3	435	415	27.86
300	0.0601	3	500	465	34.79

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, semua bangunan dapat dihitung dan hasil dari perhitungan KHA kabel ditulis pada tabel 13 berikut

Tabel 13. Ukuran Kabel Utama Pada Sub Distribusi Panel (SDP)

No	Nama SDP	Total Daya (VA)	Ukuran Kabel (mm)	Jenis Kabel
1	SDP-1	18913	4 x 6 mm ²	NYRgBY
2	SDP-2	29654	4 x 16 mm ²	NYFGbY
3	SDP-3	33268	4 x 25 mm ²	NYFGbY
4	SDP-4	21829	4 x 16 mm ²	NYFGbY
5	SDP-Main Building	60367	4 x 35 mm ²	NY Y
6	SDP-Ruang Pompa	13004	4 x 10mm ²	NY Y
7	SDP-Hotel 1	27210	4 x 16mm ²	NYFGbY
8	SDP-Hotel 2	27210	4 x 16mm ²	NYFGbY
9	SDP-Hotel 3	27210	4 x 16mm ²	NYFGbY
10	SDP-Hotel 4	27210	4 x 16mm ²	NYFGbY

Perhitungan Luas Penampang Penghantar Pada Low Voltage Medium Distribution Panel

Untuk mendapatkan besarnya nilai KHA pada sebuah penghantar yang menuju ke *Low Voltage Medium Distribution Panel (LVMDP)*, maka terlebih dahulu harus didapatkan nilai arus maksimum yang mengalir pada penghantar tersebut dengan menjumlah total beban yang terpasang. Untuk mempermudah mengetahui total beban di suatu bangunan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Kebutuhan Daya Listrik Pada Low Voltage Medium Distribusi Panel (LVMDP)

No	Nama LVMDP	Total Daya (VA)	Arus R (A)	Arus S (A)	Arus T (A)
1	LVMDP-1	159441	224.90	239.39	242.47
2	LVMDP-2	142536	212.63	217.45	219.62

Perhitungan Drop Tegangan Di Setiap Sub Distribusi Panel Distribusi Panel

Dalam penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber beban menuju instalasi panjang kabel dan juga jenis kabel yang digunakan menjadi suatu permasalahan yang perlu diperhatikan karena semakin kecil luas penampang kabel yang digunakan maka nilai resistansi kabel tersebut akan menjadi besar dan juga semakin panjang kebel instalasi maka nilai resistansi kabel tersebut akan semakin besar juga. Jika melihat hukum ohm besar tahanan kabel akan mempengaruhi susut tegangan pada ujung kabel. Susut tegangan antara panel utama menuju panel sub distribusi tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pengenalan pada panel utama.

Besar persentase susut tegangan 5% dapat dilihat dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Sistem 3 Fasa : } \Delta U = \frac{\Delta U}{\frac{100\%}{5\%}} \times U_n$$

$$U_n = \frac{100\%}{5\%} \times 380 = 19 \text{ V}$$

$$\text{Sistem 1 Fasa : } \Delta U = \frac{\Delta U}{\frac{100\%}{5\%}} \times U_n$$

$$U_n = \frac{100\%}{5\%} \times 220 = 11 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan luas penampang yang digunakan sebagai berikut:

Sistem 3 Fasa :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

Sistem 1 Fasa :

$$\Delta U = I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

Contoh :

Pada jalur instalasi kabel feeder dari LVMDP-1 menuju SDP-1 panjang kabel sepanjang 0,11 km dengan luas penampang kabel sebesar 4 x 10mm². Jika merujuk ke tabel katalog, jenis kabel ini memiliki tahanan sebesar 1,18 ohm/km. Karena besar arus di setiap fasa SDP-1 kita dapat menghitungnya dengan menggunakan perhitungan 1 fasa.

$$\Delta U = I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$\Delta U \text{ fasa R} = I \text{ fasa R} \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$= 28.74 \times 0,11 \times 1,84$$

$$= 5.78 \text{ V}$$

$$\Delta U = I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$\Delta U \text{ fase S} = I \text{ fase S} \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$= 28.72 \times 0,11 \times 1,83$$

$$= 5.78 \text{ V}$$

$$\Delta U = I \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$\Delta U \text{ fase T} = I \text{ fase T} \times l (RL \cos\phi + XL \sin\phi)$$

$$= 28.75 \times 0,11 \times 1,83$$

$$= 5.79 \text{ V}$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, semua perhitungan dilakukan pada panel SDP dan memasukkannya pada tabel 15 dan table 16

Tabel 15. Tabel Drop Tegangan di Jalur LVMDP-1 Menuju SDP Villa

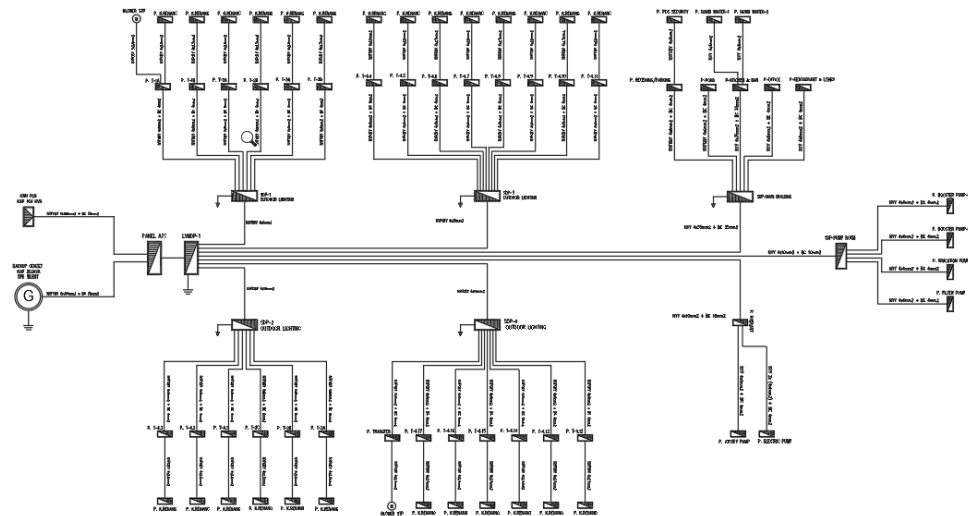
No	Dari LVMDP-1 Menuju	Arus R (A)	Arus S (A)	Arus T (A)	Nom Kabel (mm ²)	Tahanan Kabel (ohm/km)	Panjang Kabel (km)	Drop Teg R (V)	Drop Teg S (V)	Drop Teg T (V)
1	SDP-1	28.74	28.72	28.75	4 x 6	1.83	0.11	5.78	5.78	5.79
2	SDP-2	45.07	45.20	44.89	4 x 16	1.15	0.05	2.59	2.60	2.58
3	SDP-3	50.65	50.62	50.37	4 x 25	0.727	0.105	3.87	3.86	3.84
4	SDP-4	33.27	33.26	32.98	4 x 16	1.15	0.175	6.69	6.69	6.64
5	SDP Main Building	119.16	110.63	114.16	4 x 35	0.524	0.068	4.25	3.94	4.07
6	SDP Ruang Pompa	18.34	19.91	21.03	4 x 10	1.83	0.045	1.51	1.64	1.73
7	P. Hydrant	10.90	10.9	10.9	4 x 10	1.83	0.045	0.90	0.90	0.90

Tabel 16. Tabel Drop Tegangan di Jalur LVMDP-2 Menuju SDP Hotel

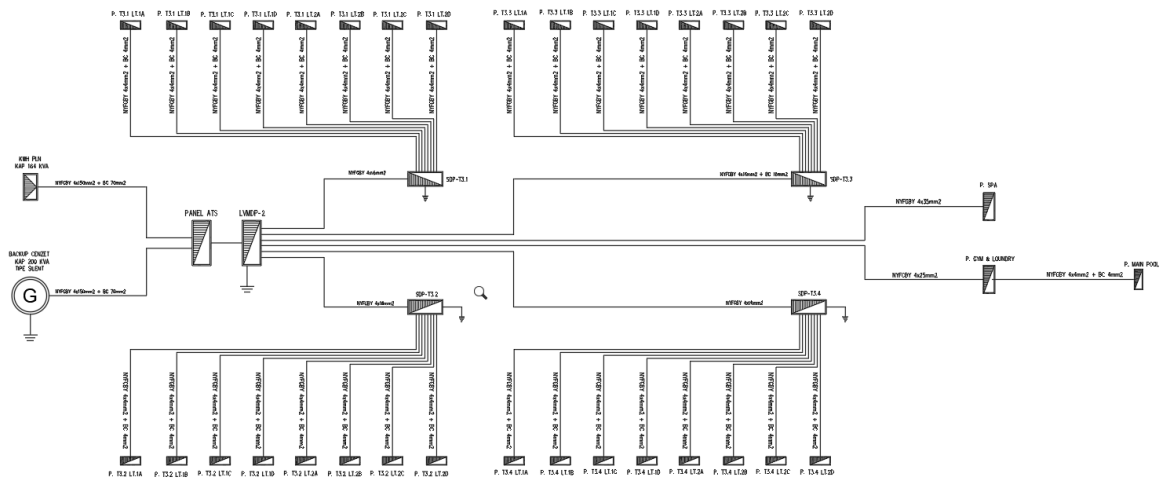
No	Dari LVMDP-2 Menuju	Arus R (A)	Arus S (A)	Arus T (A)	Dim Kabel (mm)	Tahanan Kabel (ohm/km)	Panjang Kabel (km)	Drop Teg R (V)	Drop Teg S (V)	Drop Teg T (V)
1	SDP Hotel-1	40.78	37.38	45.87	4 x 16	1.15	0.06	2.81	2.58	3.16
2	SDP Hotel-2	37.38	45.87	40.78	4 x 16	1.15	0.085	3.65	4.48	3.99
3	SDP Hotel-3	40.78	45.87	37.38	4 x 16	1.15	0.125	5.86	6.59	5.37
4	SDP Hotel-4	40.78	37.38	45.87	4 x 16	1.15	0.145	6.80	6.23	7.65
5	SDP SPA	80.00	80.00	80.00	4 x 16	0.727	0.055	3.80	3.80	3.80
8	P Gym & Laundry	53.59	52.83	52.15	4 x 25	0.524	0.03	1.00	0.99	0.97

Diagram Rekapitulasi Daya

Diagram Rekapitulasi daya adalah suatu diagram yang berfungsi untuk menghitung semua kebutuhan listrik yang terdapat di suatu bangunan ataupun di suatu kawasan.



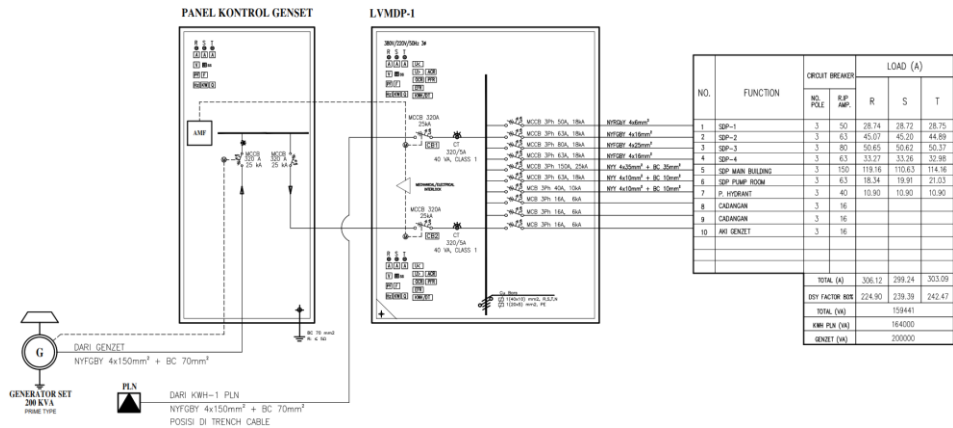
Gambar 2. Blok Diagram Pembagian Panel Zona 1



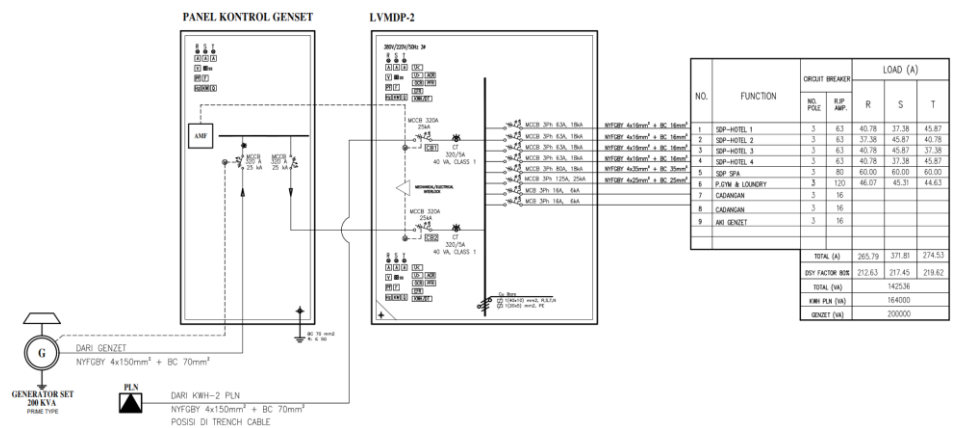
Gambar 3. Blok Diagram Pembagian Panel Zona 2

Single Line Diagram Low Voltage Main Distribusi Panel

Low voltage main distribusi panel (LVMDP) merupakan panel utama yang memiliki fungsi sebagai pembagi listrik menuju *sub distribusi panel (SDP)* di suatu kawasan yang cukup luas. Pada panel ini dilengkapi dengan *automatic transfer switch (ATS)* yang berfungsi sebagai pengatur sumber listrik utama ketika terjadinya pemadaman listrik PLN. Untuk melihat *single line diagram low voltage main distribusi panel (LVMDP)* dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 4. Single Line Diagram LVMDP-1



Gambar 5. Single Line Diagram LVMDP-2

Perhitungan Kapasitas Genzet

Genzet merupakan backup listrik yang harus disediakan untuk mendukung fasilitas yang ada di resort ini, jika tidak adanya backup listrik tentunya akan mengganggu kenyamanan tamu. Perlu diperhatikan genzet memiliki faktor efisiensi sebesar 60% - 80% jadi untuk kapasitas harus memiliki spare backup sekitar 20% - 40% dari kapasitas nominal. Untuk menghitung besarnya kapasitas genzet dapat dilakukan dengan menggunakan data daya listrik pada LVMDP-1 dan LVMDP-2 perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Daya Genzet} = (\text{Connected Load} \times \text{Demand Factor}) \times \text{backup} (\%)$$

Contoh:

Kebutuhan total arus listrik di LVMDP-1 sebesar R=359.71A, S=352.06A, T=355.24A dengan menggunakan rumus diketahui total beban maksimum 234088VA. Kebutuhan arus listrik di LVMDP-2 R=239.71A, S=246.50A, T=249.90A dengan menggunakan rumus diketahui total beban maksimum 161493VA untuk menghitung besarnya kapasitas masing - masing genzet

Kapasitas Genzet 1 (VA)
 = (234.088VA x 70%) + 20%
 = 210.679 VA ≈ 200.000 VA (Data Katalog)

Kapasitas Genzet 2 (VA)
 = (161.493VA x 90%) + 20%
 = 177.643 VA ≈ 200.000 VA (Data Katalog)

V. KESIMPULAN

Total daya semu untuk hotel dan villa zona 1 adalah 199.301 VA, maka daya terpasang dikalikan diversity factor (0.8) sebesar 159.441, sehingga Daya yang dibutuhkan dari PLN untuk penyambungan sebesar 164.000 VA. Total daya semu untuk hotel dan villa zona 2 adalah 178.71 VA, maka daya terpasang dikalikan diversity factor (0.8) sebesar 142.536, sehingga Daya yang dibutuhkan dari PLN untuk penyambungan sebesar 164.000 VA. Untuk meningkatkan Kenyamanan dan kehandalan sistem kelistrikan di hotel dan villa ini, maka dalam suplai daya listriknya selain sumber listrik dari PLN maka juga dilengkapi dengan generator listrik cadangan sebesar 200 KVA sebanyak 2 unit, masing-masing untuk zona sendiri-sendiri. Dalam perencanaan instalasi listrik ada beberapa aspek perencanaan yang harus diperhitungkan terlebih dahulu seperti: jumlah titik lampu, tipe pengaman yang dipilih, luas penampang kabel pengkantar dan drop tegangan yang akan terjadi. Penentuan jumlah lampu dipengaruhi oleh luas ruangan dan kuat pancaran cahaya dari lampu yang dipilih. Untuk menentukan luas penampang kabel yang digunakan dipengaruhi oleh total beban yang terdapat di suatu bangunan dan juga faktor panjangnya jarak pengantar mempengaruhi drop tegangan yang akan terjadi. Drop tegangan terbesar terdapat di SDP Hotel-4 nilai sebesar Phasa R : 6,80 Volt, Phasa S : 6,23 Volt dan phasa T : 7,65 Volt. Rating arus pengaman ditentukan oleh total arus beban yang akan diamankan. Rating arus pengaman harus lebih besar dari arus beban yang akan disuplai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azmi, "Studi Perencanaan Kebutuhan Instalasi Listrik Di Rumah Sakit Bersalin Jeumpa."
- [2] Cummins, "Cummins 200 KVA Silent (HT 200 CD)." <https://gensetcumminsindonesia.co.id/product/jual-genset-cummins-200-kva-silent-ht-200-cd/>
- [3] P. Van Harten and E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 3*. Bandung: Binacipta.
- [4] P. Van Harten and E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Bandung: Binacipta.
- [5] Hasmi, *Modul Praktek Instalasi Penerangan dan Tenaga Bengkel Listrik Semester IV ditinjau dari sistem Pengamanan*. Jakarta, 2002.
- [6] Ismansyah, "Perancangan instalasi listrik pada rumah dengan daya listrik besar," 2009.
- [7] Jignesh Parmar, "Demand Factor-Diversity Factor-Utilization Factor-Load Factor," 2011. <https://electricalnotes.wordpress.com/2011/10/31/demand-factor-diversity-factor-utilization-factor-load-factor/>
- [8] F. Junaidi, T. Bini, and H. Rudito, "Studi Tata Letak Komponen Instalasi Penerangan dan Tenaga Pada Gedung Teknik Kimia Kampus 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang," *Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, pp. 29–36, 2020.
- [9] T. Linsley, *Instalasi Listrik Dasar*, 3rd ed. Jakarta: Erlangga, 2004.
- [10] S. Maulana, "Studi Perencanaan Instalasi Penerangan Pabrik Kelapa Sawit Aplikasi : Pabrik Kelapa Sawit Palm Oil Factory (Pof) PT. Sari Lembah Subur Ukui Riau," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, 2018.
- [11] B. S. Nasional, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. Puil, 2011.
- [12] A. Nawawi, "Forum Teknologi Vol. 07 No. 1 Perencanaan Instalasi Penerangan Pada Bangunan Tempat Tinggal yang Aman dan Efisien," vol. 07, no. 1, 2011.
- [13] M. Neidle, *Electrical Installation Technology*, 3rd ed. 1989.
- [14] Philips, "Philips Lighting LED Professional Solutions Catalogue," 2018.
- [15] A. B. Pradana, "Perancangan Instalasi Listrik Gedung Dinas Pendidikan Kabupaten Wonogiri," 2016.
- [16] I. Santoso, "Perancangan Instalasi Listrik Pada Blok Pasar Modern Dan Apartemen Di Gedung Kawasan Pasar Terpadu Blimbing Malang," *Peranc. Instal. List. Pada Blok Pasar Mod. Dan Apartemen Di Gedung Kaw. Pasar Terpadu Blimbing Malang*, 2014.
- [17] P. Siagian, L. Siagian, and L. Sianturi, "Perencanaan Motor Bakar Stasioner Penggerak Generator Set Pasa PKS Kapasitas 12 Ton / Jam," *J. Tek. Nommensen*, 2018.
- [18] Suaco, *Low Voltage Cables Catalog*. Suprime. [Online]. Available: www.suaco.com
- [19] F. Suryatmo, *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*. Jakarta: Rineka Cipta, 2004.