

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sistem penyaluran tenaga listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit tenaga listrik harus melalui beberapa tahap sebelum tenaga listrik ini sampai ke konsumen, yaitu berawal dari tenaga listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit tenaga listrik yang pada umumnya menghasilkan tegangan sebesar 11,5 kV, kemudian dinaikan tegangannya oleh Transformator step-up yang ada dipusat tenaga listrik menjadi 150 kV, dan kemudian disalurkan ke jaringan transmisi melalui saluran udara tegangan tinggi (SUTT) yang akan langsung menuju gardu induk (GI). Dari GI energi listrik kemudian diturunkan tegangannya oleh Transformator step-down yang ada pada GI menjadi 20 kV, energi listrik kemudian disalurkan ke jaringan distribusi primer melalui Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM), dari jaringan distribusi primer energi listrik kemudian disalurkan melalui Gardu Distribusi yang tegangannya diturunkan menjadi 380/220 V, dan energi listrik tersebut disalurkan ke konsumen melalui saluran udara tegangan rendah (SUTR), sistim penyaluran tenaga listrik tersebut seperti pada Gambar 2.1. (Syufrijal, 2014)



Gambar 2.1 Sistem Ketenagalistrikan

2.2 Pengertian Instalasi Listrik

Instalasi listrik adalah saluran listrik beserta peralatan yang terpasang baik didalam maupun diluar bangunan untuk menyalurkan arus listrik. Rancangan

instalasi listrik harus memenuhi ketentuan PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dan peraturan yang terkait dalam dokumen seperti UU No. 2 Tahun 2017 tentang jasa konstruksi, Peraturan Pemerintah No 62 Tahun 2012 tentang usaha penunjang tenaga listrik, dan banyak peraturan lainnya.

Sistem instalasi listrik diartikan juga sebagai cara penyaluran tenaga listrik atau peralatan listrik untuk semua barang yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan di dalam PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). Disamping Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) dan peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku, harus diperhatikan pula mengenai syarat - syarat dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain :

a. Syarat Ekonomis

Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga keseluruhan dari instalasi tersebut mulai dari perencanaan, pemasangan, dan pemeliharanya semurah mungkin, dan kerugian daya listriknya harus sekecil mungkin.

b. Syarat Keamanan

Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa, sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan jiwa manusia dan terjaminnya peralatan dan benda-benda sekitarnya dari kerusakan akibat dari adanya gangguan seperti: gangguan hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, dan sebagainya.

c. Syarat Keandalan (Kelangsungan Kerja)

Kelangsungan pengaliran arus listrik kepada konsumen harus terjamin secara baik. Jadi instalasi listrik harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kemungkinan terputusnya atau terhentinya aliran listrik adalah sangat kecil. Sistem instalasi listrik dibagi menjadi instalasi penerangan dan instalasi daya listrik. Instalasi penerangan adalah seluruh instalasi listrik yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu atau peralatan listrik lainnya. (M.Fachri, 2020)

2.3 Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung

SNI 03-6575-2001 disusun dengan tujuan menjadi petunjuk teknis sistem pencahayaan buatan dimaksudkan untuk digunakan sebagai pegangan bagi para

perancang dan pelaksana pembangunan gedung didalam merancang sistem pencahayaan buatan dan sebagai pegangan bagi para pemilik/pengelola gedung didalam mengoperasikan dan memelihara sistem pencahayaan buatan. Agar diperoleh sistem pencahayaan buatan yang sesuai dengan syarat kesehatan, kenyamanan, keamanan dan memenuhi ketentuan yang berlaku untuk bangunan gedung. Berikut Tingkat pencahayaan Minimum dan renderasi warna yang di rekomendasikan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Minimum Dan Renderasi Warna Yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat Pencahayaan (lux)	Kelompok renderasi warna	Keterangan
Hotel dan Restoran			
Lobby, koridor	100	1	Pencahayaan pada bidang vertikal sangat penting untuk menciptakan suasana/kesan ruang yang baik
Ballroom/ruang sidang	200	1	Sistem pencahayaan harus di rancang untuk menciptakan suasana yang sesuai. Sistem pengendalian “switching” dan “dimming” dapat digunakan untuk memperoleh berbagai efek pencahayaan.
Ruang makan	250	1	
Cafetaria	250	1	
Kamar tidur	150	1 atau 2	Diperlukan lampu tambahan pada bagian kepala tempat tidur dan cermin.
Dapur	300	1	

(Sumber : SNI 6197, 2011)

2.4 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan harus dipilih yang mudah penggunaannya, efektif, nyaman untuk penglihatan, tidak menghambat kelancaran kegiatan, tidak

mengganggu kesehatan terutama dalam ruang-ruang tertentu dan menggunakan energi yang seminimal mungkin.

Dalam Pemilihan sistem penerangan yang baik digunakan, ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Intensitas penerangan dibidang kerja
- b. Intensitas penerangan umum dalam ruangan
- c. Biaya instalasi
- d. Biaya pemakaian energi
- e. Biaya penggantian instalasi termasuk penggantian lampu-lampu

2.4.1 Koefisien Penggunaan (kp)

Sebagian dari cahaya yang dipancarkan oleh lampu diserap oleh armatur, sebagian dipancarkan ke arah atas dan sebagian lagi dipancarkan ke arah bawah. Faktor penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Besarnya koefisien penggunaan dipengaruhi oleh faktor :

- a. Distribusi intensitas cahaya dari armatur
- b. Perbandingan antara keluaran cahaya dari armatur dengan keluaran cahaya dari lampu di dalam armatur
- c. Reflektansi cahaya dari langit-langit, dinding dan lantai
- d. Pemasangan armatur apakah menempel atau digantung pada langit-langit dimensi ruangan.

Besarnya koefisien penggunaan untuk ruangan dan armatur pada bangunan baru biasanya koefisien penggunaan (kp) diambil sebesar 0,9. (Faruq dkk, 2018).

2.4.2 Koefisien Depresiasi (kd)

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan didefinisikan sebagai perbandingan tingkat pencahayaan setelah jangka waktu pemakaian terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru, besarnya koefisien depresiasi dipengaruhi oleh :

- a. Kebersihan dari lampu dan armatur
- b. Kebersihan dari permukaan-permukaan ruangan

- c. Penurunan keluaran cahaya lampu selama waktu penggunaan
- d. Penurunan keluaran cahaya lampu karena penurunan tegangan listrik.

Besarnya koefisien depresiasi biasanya ditentukan berdasarkan estimasi, untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8.

2.4.3 Menghitung Jumlah Armatur

Untuk menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks luminus total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan Persamaan 2.1 (SNI 03-6575, 2001).

$$F_{\text{total}} = \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \quad (2.1)$$

Kemudian jumlah armatur dihitung dengan Persamaan 2.2

$$N_{\text{total}} = \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \quad (2.2)$$

Keterangan :

- E = Tingkat pencahayaan yang diinginkan (lux)
- F_{total} = Fluks luminus total seluruh lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)
- k_p = Koefisien penggunaan (0,9)
- k_d = Koefisien depresiasi (penyusutan) (0,8)
- F₁ = Fluks luminus satu buah lampu
- n = Jumlah lampu dalam satu armatur
- N_{total} = Jumlah total armatur yang digunakan
- A = Luas bidang (m²)

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan suatu armatur yang berkaitan dengan pencahayaan, sebagai berikut :

- a. Distribusi intensitas cahaya
- b. Efisiensi cahaya
- c. Koefisien penggunaan
- d. Perlindungan terhadap kejutan listrik

- e. Ketahanan terhadap masuknya air dan debu

2.4.4 Daya Pencahayaan

Perlunya menghitung daya pencahayaan atau penerangan untuk mengetahui seberapa besar daya yang digunakan untuk menerangi bidang kerja, dengan menghitung kebutuhan daya tersebut maka dapat kita ketahui efisiensi pemakaian daya pencahayaan terhadap jenis dan fungsi masing-masing ruangan pada Gedung.

2.4.4.1 Menghitung Kebutuhan Daya Pencahayaan

Untuk menghitung kebutuhan daya semua armatur atau lampu dapat dihitung dengan Persamaan 2.3 (SNI 03-6575, 2001).

$$W_{\text{total}} = N_{\text{lampu}} \times W_1 \quad (2.3)$$

Keterangan :

N_{lampu} = Jumlah lampu

W_1 = Daya setiap lampu termasuk balast (Watt)

W_{total} = Daya yang dibutuhkan untuk semua armatur (Watt)

2.5 Menentukan Kapasitas Air Conditioner (AC)

Ada 3 faktor yang perlu diperhatikan pada saat menentukan kebutuhan PK AC pada suatu ruangan, yakni daya pendingin AC (BTU/hr – *British Thermal Unit per hour*), daya listrik yang dipakai (watt), dan PK compressor AC. Secara umum orang mengenal angka PK (*Paard Kracht / Daya Kuda / Horse Power*) pada AC. Sebenarnya PK adalah satuan daya pada compressor AC bukan daya pendingin AC (A. Hardin, 2016).

Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan besar kapasitas Air Conditioner (AC), dimana beban panas menurut jenis ruangan yang digunakan untuk ruangan meeting sebesar 850 Btu/m², sehingga dapat dihitung dengan persamaan 2.4 berikut : (A. Hardin, 2016).

$$\text{Daya Pendingin} = \text{Luas Ruangan} \times 850 \text{ Btu/m}^2 \quad (2.4)$$

Keterangan :

Daya Pendingin (Btu/h)

Beban Panas (Btu/m²)

Rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan daya pada Air Conditioner dengan persamaan 2.5 berikut : (A. Hardin, 2016).

$$W_{total} = N_{Air\ Conditioner} \times W_1 \quad (2.5)$$

Keterangan :

W_{total} = Kebutuhan total daya *Air Conditioner*

N = Jumlah *Air Conditioner*

W_1 = Daya *Air Conditioner*

2.6 Kotak Kontak

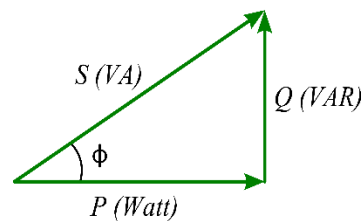
Kotak kontak atau lazim dikatakan stop kontak digunakan sebagai tempat pengambilan sumber tenaga yang dibutuhkan untuk mensuplay beban. Untuk 36 menghubungkannya, dibutuhkan tusuk kontak sebagai pasangan dari kotak kontak tersebut Beberapa persyaratan yang harus diperhatikan dalam pemasangan kotak kontak sesuai dengan PUIL 2011 yaitu ;

1. Kotak kontak fasa tunggal, baik yang berkutub dua maupun tiga harus dipasang sedemikian rupa sehingga kutub netralnya berada di sebelah kanan atau di sebelah bawah kutub tegangan (Pasal 204.3.4)
2. Kotak kontak harus dipasang pada tempat yang tidak mudah terkena siraman air (pasal 840. C4).
3. Kotak kontak dipasang kurang dari 1,25 meter tingginya dari lantai harus dilengkapi dengan tutup (pasal 840. C5).
4. Kemampuan kotak kontak sekurang-kurangnya sesuai dengan alat yang dihubungkan padanya, tetapi tidak boleh lebih kecil dari 5A maksimal 10 A (pasal 840. C6)

2.7 Konsep Dasar Daya Listrik

Daya listrik didefinisikan sebagai laju energi yang dibutuhkan. Daya listrik ini berkaitan dengan energi listrik tiap detik. Kapasitas dari daya listrik diberi satuan Watt atau Joule/detik (J/s). Satu watt adalah besar daya ketika energi satu joule dibebaskan dalam selang waktu 1 detik. (H. Ponto, 2018)

Daya reaktif merupakan daya yang tidak dapat diubah menjadi tenaga, tetapi diperlukan untuk menghasilkan medan magnet yang diperoleh dari alat-alat induksi. Penjumlahan secara vektor daya aktif dan daya reaktif menghasilkan daya semu (VA). Daya semu merupakan daya yang disuplai oleh PLN. Jika nilai daya semu (VA) diperbesar dengan faktor daya konstan maka rugi-rugi daya (VAR) menjadi besar. Dengan demikian daya aktif, daya reaktif, dan daya semu merupakan suatu kesatuan yang dapat digambarkan dalam segitiga siku-siku sebagaimana ditunjukkan seperti pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2. Segitiga Daya

Dari gambar segitiga di atas, nilai daya reaktif berbanding lurus dengan ($\text{Sin}\phi$) dan berbanding terbalik dengan faktor daya ($\text{Cos}\phi$). Harga $\text{Cos}\phi$ dapat diperbesar dengan mengurangi daya reaktif (VAR).

2.7.1 Daya Nyata

Daya nyata atau daya aktif merupakan daya Sebenarnya yang dibutuhkan beban dan biasanya daya aktif nilainya lebih rendah dibandingkan dengan daya semu. Daya Aktif dihasilkan dari hasil perkalian Daya Semu dengan Faktor Daya ($\text{Cos}\phi$). Daya aktif akan mengalami penurunan nilai yang diakibatkan adanya beban-beban listrik yang menghasilkan daya reaktif. Secara matematis dapat ditulis pada persamaan 2.6 dan 2.7 berikut : (Meier, 2006).

Untuk 1 phasa :

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \quad (2.6)$$

Untuk 3 phasa :

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \cdot \sqrt{3} \quad (2.7)$$

Keterangan :

P = Daya aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

Cos ϕ = Faktor Daya

2.7.2 Daya Semu

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan atau daya yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan dari daya semu yaitu Volt Ampere (VA). Daya semu dibedakan berdasarkan penggunaannya, yaitu pada satu phasa dan tiga phasa. Secara matematis dapat dituliskan pada persamaan 2.8 dan 2.9 berikut : (Meier, 2006).

Untuk 1 phasa :

$$S = V \cdot I \quad (2.8)$$

Untuk 3 phasa :

$$S = V \cdot I \cdot \sqrt{3} \quad (2.9)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

2.7.3 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Sebagai contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain-lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa Volt Ampere Reaktif (VAR). Daya reaktif adalah hasil perkalian dari tegangan dan arus dengan vektor daya. Secara matematis dapat dituliskan pada persamaan 2.10 dan 2.11 berikut : (Meier, 2006).

Untuk 1 phasa :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (2.10)$$

Untuk 3 phasa :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot \sqrt{3} \quad (2.11)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\sin \varphi$ = Besaran Vektor Daya

2.8 Kabel Penghantar

Secara umum pengertian kabel adalah media penghantar tenaga listrik dari sumber tegangan listrik ke peralatan yang menggunakan tenaga listrik atau menghubungkan suatu peralatan listrik ke peralatan listrik lainnya. Bahan dari kabel ini beraneka ragam, khusus sebagai pengantar arus listrik, umumnya terbuat dari tembaga dan umumnya dilapisi dengan pelindung. Selain tembaga, ada juga kabel yang terbuat dari serat optik, yang disebut dengan *fiber optic cable*.

Penghantar listrik terdiri dari dua macam yaitu kabel dan kawat. Kawat merupakan penghantar tanpa isolasi (telanjang) yang terbuat dari tembaga (Cu) dan atau aluminium (Al), sedangkan kabel adalah penghantar yang dibungkus bahan isolasi, baik yang berinti tunggal maupun banyak. Jenisnya ada yang kaku ada juga yang berserabut. Sedangkan berdasarkan pemasangannya terbagi atas kabel udara dan kabel tanah. (Asril, 2019)

2.8.1 Jenis Kabel Instalasi

Jenis kabel pada instalasi listrik yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Kabel NYA

Kabel NYA berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC, untuk instalasi luar/kabel udara. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru, kuning loreng hijau dan hitam. Kabel tipe ini umum dipergunakan di perumahan karena harganya yang relatif murah. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan

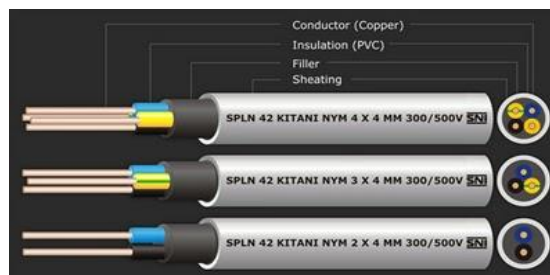
air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah digigit tikus. Agar aman memakai kabel tipe ini, kabel harus dipasang dalam pipa/ conduit jenis PVC atau saluran tertutup. Sehingga tidak mudah menjadi sasaran gigitan tikus, dan apabila ada isolasi yang terkelupas tidak tersentuh langsung oleh orang. Bentuk kabel NYA seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kabel NYA

2. Kabel NYM

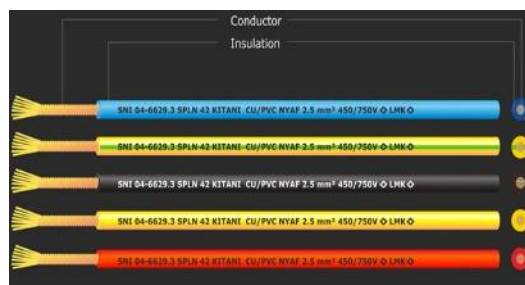
Kabel jenis ini sebetulnya kabel NYA yang diperbanyak misalnya 2, 3 sampai 4 konduktor yang dibungkus kembali dengan double isolasi. Fungsinya sama dengan kabel NYA yaitu untuk instalasi listrik rumah atau gedung dan system tenaga. Kabel ini memiliki isolasi PVC yang berwarna putih atau abu-abu. Kabel NYM memiliki isolasi 2 lapis sehingga relatif lebih aman dari pada kabel NYA dan harganya juga lebih mahal. Kabel NYA dapat digunakan baik di lingkungan yang kering dan basah tetapi tidak boleh ditanam. Karena kabel NYM memiliki isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA. Selain itu, kabel ini juga mampu bertahan dalam kondisi kering dan basah dan cukup sulit cacat. Bentuk kabel NYM seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kabel NYM

3. Kabel NYAF

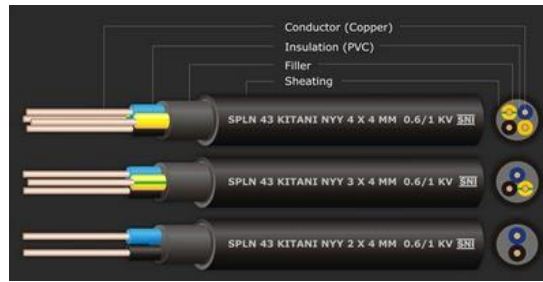
Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan – belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung. Bentuk kabel NYAF seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kabel NYAF

4. Kabel NYY

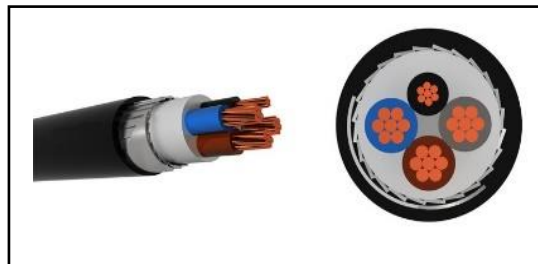
Kabel NYY dengan lapisan isolasi dari bahan PVC (biasanya berwarna hitam), jumlah intinya 2, 3 atau 4. Kabel NYY digunakan pada instalasi yang ditanam (kabel tanah), dan mempunyai lapisan isolasi yang lebih kuat. Jika dibandingkan dengan kabel NYM, harganya lebih mahal. Kabel ini sebetulnya sama dengan kabel NYM. Perbedaannya hanya pada kualitas isolasi yang jauh lebih kuat dan lebih tahan pada kondisi apapun. Kabel protodur tanpa sarung logam. Instalasi bisa ditempatkan di dalam dan di luar ruangan, dalam kondisi lembab ataupun kering, ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel ini digunakan untuk instalasi bawah tanah meskipun tetap harus diberi perlindungan khusus misalnya Pipa PVC, duct atau pipa besi dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari NYM). Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus. Bentuk kabel NYY seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kabel NYY

5. Kabel NYFGbY

Kabel NYFGbY ini digunakan untuk instalasi bawah tanah, di dalam ruangan di dalam saluran-saluran dan pada tempat-tempat yang terbuka dimana perlindungan terhadap gangguan mekanis dibutuhkan, atau untuk tekanan rentangan yang tinggi selama dipasang dan dioperasikan. Bentuk kabel NYFGbY seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kabel NYFGbY

2.9 Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Kemampuan hantar arus (KHA) suatu kabel adalah kemampuan maksimum kabel untuk dialiri arus secara terus-menerus tanpa menyebabkan kerusakan pada kabel tersebut. Arus nominal beban (I_n) yang melewati suatu penghantar dapat dihitung dengan persamaan 2.12 dan 2.13 berikut: (PUIL, 2011)

Untuk arus bolak-balik 1 Phasa :

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad (2.12)$$

Untuk arus bolak-balik 3 Phasa :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad (2.13)$$

Dimana:

I_n = Arus nominal (A)

P = Daya aktif (W)

V = Tegangan (V)

$\cos \phi$ = Faktor daya

Sesuai dengan PUIL 2011 pasal 2.2 ayat 2.2.8.3 besar nilai KHA perlengkapan yang dibebani arus beban lebih adalah 125% dari arus pengenal beban, sehingga untuk menentukan nilai KHA dapat dihitung dengan persamaan 2.14 berikut : (PUIL, 2011)

$$KHA = I_n \times 125 \% \quad (2.14)$$

Keterangan :

I_n = Arus Nominal (A)

KHA = Kemampuan Hantar Arus (A)

Tabel 2.2 Kemampuan Hantar Arus (KHA)

Jenis Kabel	Luas Penampang (mm ²)	KHA terus menerus					
		Inti tunggal		2 -inti		3 - inti dan 4 - inti	
		Tanah (A)	Udara (A)	Tanah (A)	Udara (A)	Tanah (A)	Udara (A)
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	34	25
	4	70	46	4	37	44	34
	6	90	58	68	48	56	43
NY Y	10	122	79	92	66	75	60
NY BY	16	160	105	121	89	98	80
NY FGbY							
NY RGbY	25	206	140	153	118	128	106
NY CY	35	249	174	187	145	157	131
NY CWY	50	296	212	222	176	185	159
NY SY							
NY CEY	70	365	269	272	224	228	202
NY SEY	95	438	331	328	271	275	244
NY HSY	120	499	386	375	314	313	282
NY KY							

Sambungan Tabel 2.2

NYKBY	150	561	442	419	361	353	324
NYKFGBY	185	637	511	475	412	399	371
NYKRGBY	240	743	612	550	484	464	436
	300	843	707	525	590	524	481
	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000				

(Sumber: Puil 2011)

2.10 Rating Pengaman (Arus pengenalan gawai proteksi)

Arus pengenalan gawai proteksi (rating) tidak boleh kurang dari arus maksimum sirkit yang diproteksi (Rating gawai proteksi $\geq I_n$). Arus pengenalan maksimum gawai proteksi beban lebih tidak boleh melebihi kuat hantar arus (KHA) konduktor yang diproteksi. Arus pengenalan gawai proteksi arus lebih motor (GPAL) sekurang-kurangnya 110 – 115% arus pengenalan motor. Sehingga untuk menentukan nilai Rating pengaman dapat hitung dengan persamaan 2.15 berikut: (PUIL, 2011).

$$I_{Rat} = I_n \times 115 \% \quad (2.15)$$

Keterangan :

I_n = Arus Nominal (A)

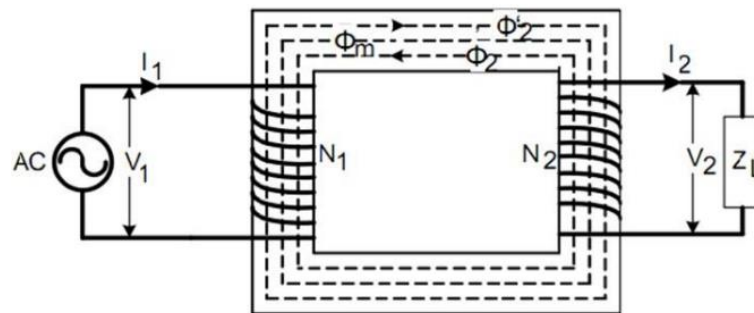
I_{Rat} = Arus Rating Pengaman (A)

2.11 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan Transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Dalam bidang elektronika, Transformator digunakan antara lain sebagai gandingan impedansi antara sumber dan beban; untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain; dan untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan atau mengalirkan arus bolak-balik antara rangkaian. (Zuhal, 2000)

2.11.1 Prinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang bersifat induktif, yang terpisah secara elektrik namun berhubungan secara magnetik melalui jalur yang memiliki reluktansi (reluctance) rendah. Seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Elektromagnetik Transformator

Jika kumparan primer dihubungkan ke sumber tegangan bolak-balik, sementara kumparan sekunder dalam keadaan tidak dibebani, maka di kumparan primer mengalir arus yang disebut dengan arus beban nol (I_0). Arus ini akan membangkitkan fluks bolak-balik pada inti. Fluks bolak-balik ini dilingkupi oleh kumparan primer dan kumparan sekunder, sehingga pada kedua kumparan timbul Gaya Gerak Listrik (GGL).

Jika kumparan sekunder dibebani, maka pada kumparan tersebut mengalir arus sekunder (I_2). Arus sekunder akan menimbulkan fluks pada inti transformator yang berlawanan dengan fluks yang ditimbulkan arus I_0 . Dengan kata lain, arus sekunder menimbulkan demagnetisasi pada inti transformator. Untuk mengimbangnya, maka arus di kumparan primer harus bertambah menjadi I_1 .

Gaya gerak listrik yang dibangkitkan pada kumparan menimbulkan medan elektrik yang kuat pada isolasi kumparan, terutama pada isolasi di sekitar belitan kumparan tegangan tinggi. Arus yang mengalir pada kumparan akan menimbulkan rugi-rugi tembaga (I^2R). Fluks pada inti akan menimbulkan rugi-rugi arus eddy dan rugi-rugi histerisis, dan jumlah kedua rugi-rugi ini disebut rugi-rugi inti. Pemanasan karena rugi-rugi tembaga dan rugi-rugi inti akan menaikkan temperatur isolasi Transformator.

Pengelompokkan Transformator didalam bidang tenaga listrik sebagai berikut:

1. Transformator Daya

Transformator jenis ini biasanya mempunyai kapasitas daya yang besar diatas 500 kVA dan digunakan pada rangkaian transmisi, yaitu gardu-gardu induk yang berfungsi untuk mentransformasikan tegangan, misalnya dari tegangan 20 kV menjadi 150 kV atau sebaliknya. Bentuk konstruksi transformator daya seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Tansformator Daya

2. Transformator Distribusi

Transformator Distribusi biasanya digunakan dalam gardu-gardu Distribusi yang berfungsi untuk mentransformasikan tegangan 20 kV menjadi 380 V atau 220 V dimana tegangan ini langsung dihubungkan ke beban atau konsumen. Bentuk konstruksi Transformator Distribusi seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Transformator Distribusi

3. Transformator Pengukuran

Transformator pengukuran terdiri dari Transformator arus dan Transformator tegangan. Transformator arus digunakan untuk mentransformasikan arus yang besar menjadi arus yang kecil, sedangkan transformator tegangan digunakan untuk menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan rendah yang merupakan sumber dari alat-alat ukur dan pengamatan. Bentuk konstruksi Transformator pengukuran seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Transformator Pengukuran

2.11.2 Spesifikasi Daya Pengenal Transformator Distribusi

Berikut nilai daya pengenal Transformator distribusi yang dipakai sesuai SPLN 50 : 1997 seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Daya Pengenal Transformator Distribusi

Kapasitas Transformator (kVA)		
25	250	800
50	315	1000
100	400	1250
160	500	1600
200	630	2000
		2500

2.11.3 Perencanaan Transformator

Menurut standar PLN pembebanan Transformator Distribusi tidak boleh melebihi dari 80% untuk mencegah terjadinya *over load* yang akan mempengaruhi kualitas daya dan susut umur pada Transformator. Persentase pembebanan Transformator distribusi dapat dihitung dengan perbandingan antara daya terpasang

dengan kapasitas Transformator Distribusi, yang dapat dinyatakan dalam persen (%) atau dengan persamaan 2.16 berikut: (I.M.A. Nugraha, 2021)

$$\text{Pembebanan} = \frac{\text{Daya terpasang (kVA)}}{\text{Kapasitas Transformator (kVA)}} \times 100\% \quad (2.16)$$

Perencanaan Transformator Distribusi dilakukan secara sistematis untuk memperoleh suatu pola pelayanan yang optimal. Pengembangan sistem yang terlambat memberikan resiko terjadinya pemadaman dalam penyediaan tenaga listrik bagi pelanggan sebagai akibat terjadinya penambahan beban. Kapasitas transformator dalam perencanaan dapat ditentukan dengan persamaan 2.17 berikut: (I.M.A. Nugraha, 2021).

$$\text{Kapasitas Transformator} = \frac{S}{0,8} \quad (2.17)$$

Keterangan :

- S = Daya terpasang (kVA)
- 0,8 = Faktor Pembenanan (%)

2.12 Electrical Transient and Analysis Program (ETAP) 16.0.0

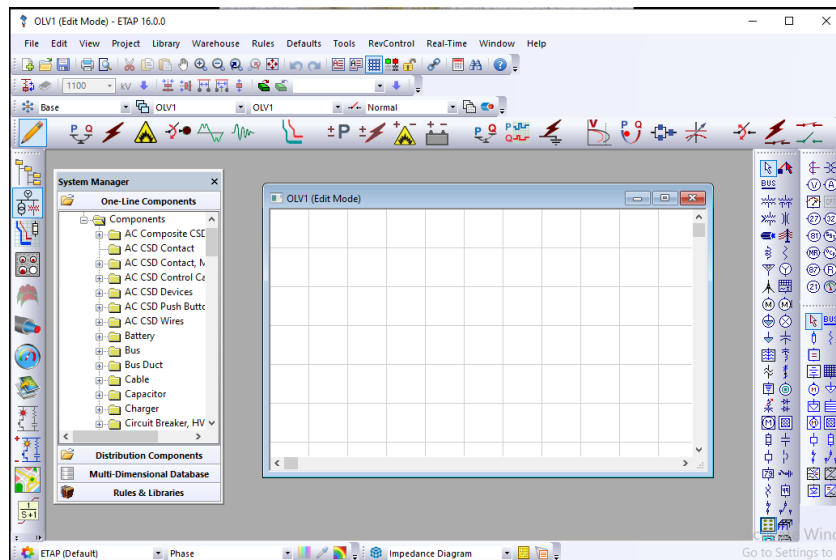
Dalam perancangan dan analisa sistem tenaga listrik, dibutuhkan pemodelan dari sistem tenaga listrik tersebut. Pemodelan ini dibuat dengan keadaan yang mendekati sebenarnya dari sistem yang akan direalisasikan. Oleh karena itu sebuah software atau aplikasi dibutuhkan untuk memodelkan sistem tersebut. ETAP (Electrical Transient and Analysis Program) PowerStation ialah software yang digunakan untuk membuat model perencanaan dan simulasi jaringan listrik beserta tampilan keadaan suatu sistemnya.

ETAP Power Station 6.0.0 merupakan salah satu software aplikasi yang banyak digunakan untuk mensimulasikan sistem tenaga listrik. Secara umum ETAP dapat digunakan untuk simulasi hasil perancangan dan analisis suatu sistem tenaga listrik yang meliputi:

1. Menggambarkan denah beban-beban
2. Men-setting data-data beban dan jaringan
3. Merancang diagram satu garis (*One Line Diagram*)
4. Menganalisis aliran daya (*Load Flow*)

5. Menghitung gangguan hubung singkat (*Short Circuit*)
6. Menganalisis Motor *Starting* atau keadaan Transien.

Setiap komponen Sistem Tenaga Listrik dapat digambarkan dalam worksheet atau ruang kerja program dengan lambang-lambang tertentu. Spesifikasi masing-masing komponen dapat disesuaikan keadaan sebenarnya atau kondisi nyata di lapangan. Berbagai elemen listrik seperti transformator, motor induksi, busbar, kapasitor, dan juga komponen konduktor lainnya yang telah disesuaikan dengan standar ANSI dan IEC. Perbedaan mendasar dari kedua standarisasi tersebut ialah terletak pada penggunaan frekuensi yang berpengaruh pada berbedanya spesifikasi dari masing-masing standarisasi tersebut. Adapun tampilan Program ETAP Power Station seperti pada Gambar 2.12.

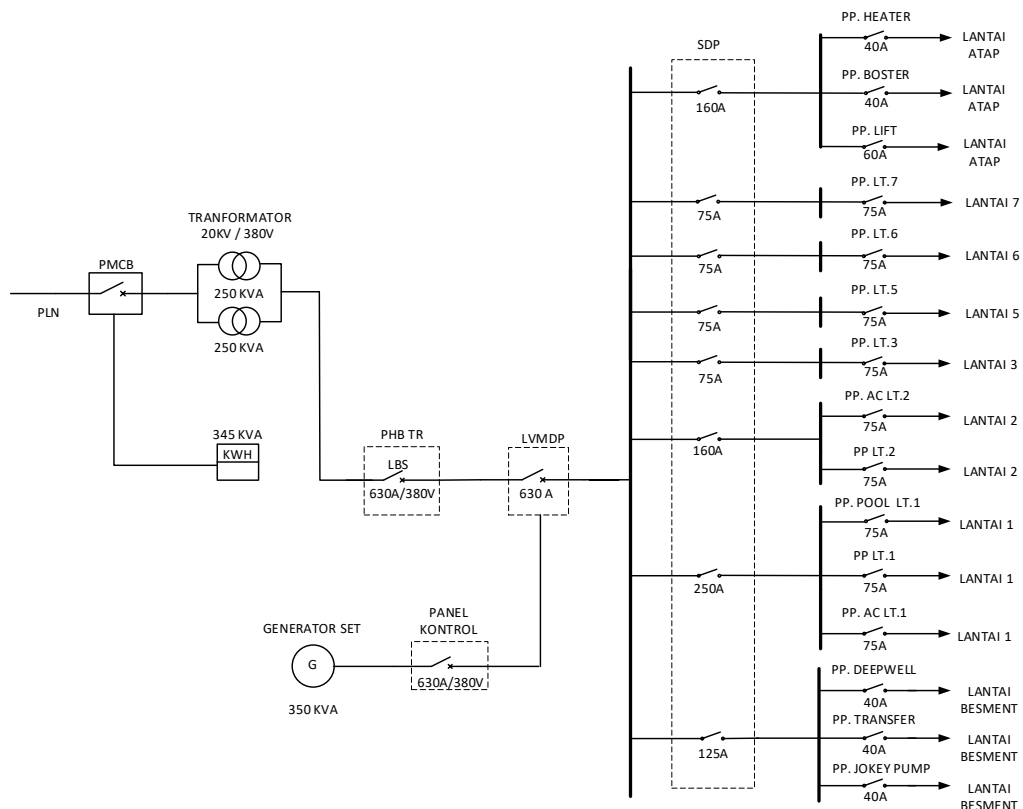


Gambar 2.12 Tampilan Kerja Program ETAP

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 *Single Line Diagram* Kelistrikan Hotel Angkasa Garden Pekanbaru

Penelitian dilakukan di Hotel Angkasa Garden Pekanbaru. Adapun *Single line* diagram kelistrikan Hotel Angkasa Garden Pekanbaru dapat dilihat seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Single Line Diagram* Kelistrikan Hotel Angkasa Garden Pekanbaru

Dari gambar *single line* diagram, PLN merupakan sumber utama daya listrik pada Hotel Angkasa Garden Pekanbaru. Sistem di suplai tegangan menengah (TM) 20kV kemudian dihubungkan pada *Pole Mounted Circuit Breaker* (PMCB) atau *Outdoor Metering Cubicle* (OMC) sebagai pengaman jaringan 20kV, Sebelum di distribusikan ke beban selanjutnya listrik bertegangan 20kV dihubungkan ke Transformator *step down* untuk menurunkan tegangan 20kV ke tegangan 380/220 Volt yang terhubung ke Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHBTR).

Kemudian dari PHBTR tegangan 380/220V di distribusikan melalui *Low Voltage Main Distribution Panel* (LVMDP) dan selanjutnya di distribusikan ke panel beban melalui *Sub distribusian Panel* (SDP). Selain itu Hotel Angkasa Garden Pekanbaru memiliki suplai daya listrik cadangan 1 unit Generator Set dengan kapasitas 350 kVA, dari Genset daya listrik dihubungkan ke Panel Kontrol Genset (PKG), yang kemudian di distribusikan melalui Panel LVMDP.

3.2 Data Nameplate Transformator

Pada sistem kelistrikan terpasang 2 unit transformator distribusi dengan kapasitas masing-masing 250 kVA dihubungkan paralel bertujuan agar menaikkan kapasitas transformator menjadi 500 kVA. Berikut ini merupakan *nameplate* dari Transformator Distribusi Hotel Angkasa Garden Pekanbaru pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Nameplate* Transformator Hotel Angkasa Garden

Transformator 3 Fasa 50 Hz		
No. Seri	10012252	
Dibuat Tahun	2010	
Daya Pengenal (kVA)	250	
Hubungan	Primer	Sekunder
	D	yn5
Tegangan Pengenal (Volt)	22000	400
	21000	
	20000	
	19000	
	18000	
Arus Pengenal (Ampere)	7,217	360,8
Jenis Minyak (SPLN 49-1)	Mineral	
Cara Pendinginan	ONAN	
Berat Minyak (Kg)	200	
Berat Total (Kg)	980	

(Sumber : *Nameplate* Transformator Distribusi Hotel Angkasa Garden)

3.3 Sistem Pembangkit Listrik Hotel Angkasa Garden Pekanbaru

Sistem pembangkit listrik di Hotel Angkasa Garden Pekanbaru di suplai oleh PLN sebagai pembangkit utama dan diesel generator sebagai pembangkit cadangan jika terjadi *trouble* pada PLN dengan kapasitas masing-masing pembangkit seperti pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Kapasitas Daya Listrik Kontrak PLN

ID Pelanggan	Faktor Daya	Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)	Phasa (ϕ)	Kapasitas Daya (kVA)
181101269704	0,85	50	380	3	345

Tabel 3.3 Kapasitas Daya Listrik Generator Diesel

Merk	MAN
Tipe Engine	D2866LE203
Rpm	1500
Kapasitas daya	350 kVA
Arus	505 A
Phasa	3
Frekuensi	50 Hz
Tegangan	400/230 Volt
Faktor Daya	0,8

3.4 Data Beban Daya Terpasang

Berdasarkan Data yang di peroleh dari Hotel Angkasa Garden Pekanbaru beban daya yang terpasang saat ini berupa Lampu, pendingin udara, motor listrik, dan peralatan elektronik lainnya.

3.4.1 Lampu Penerangan

Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah lampu yang terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Rekapitulasi Jumlah Lampu Terpasang

No	Lantai	Bangunan	Lampu	Daya (watt)	Banyak (Buah)	Jumlah Daya (watt)
1	Besment	R. LVMDP	TL	36	3	108
2		R.pompa	TL	36	4	144
3		Pos Security	<i>Downlight</i>	9	2	18
4		R. Genset	TL	36	2	72
5		Gedung	Sorot	30	5	150
6		Taman	<i>Downlight</i>	3	14	42

Sambungan Tabel 3.4

7	Lantai 1	Area parkir	<i>Downlight</i>	9	39	351
8		Green Hall	TL	36	22	792
9		kamar 101- 102	<i>Downlight</i>	9	14	126
10		koridor Kamar	<i>Downlight</i>	9	6	54
11		Pool	Sorot	50	1	50
12		lobby	<i>Downlight</i>	9	55	495
13		lounge	<i>Downlight</i>	3	40	120
14		Office Management	<i>Downlight</i>	9	5	45
15		Server	<i>Downlight</i>	9	4	36
16		Toilet Pria,wanita	<i>Downlight</i>	9	10	90
17		R.meeting edelweis	<i>Downlight</i>	9	53	477
18		R.meeting camelia	<i>Downlight</i>	9	23	207
19		R.meeting lavender	<i>Downlight</i>	9	38	342
20		Lantai 2	Kamar 201 - 203	<i>Downlight</i>	9	30
21	koridor Kamar		LED T5	7	14	98
22	Office FBM & FBP		<i>Downlight</i>	9	6	54
23	Restoran		<i>Downlight</i>	9	40	360
24	Kitchen		TL	18	16	288
25	R.meeting Apple		<i>Downlight</i>	9	22	198
26	Smoking area		<i>Downlight</i>	9	8	72
27	Toilet Pria,wanita		<i>Downlight</i>	9	9	81
28	Mushola	<i>Downlight</i>	9	4	36	
29	Lantai 3	Kamar 301 - 319	<i>Downlight</i>	9	133	1197
30		koridor Kamar	LED T5	7	20	140
31		Office Engineer	<i>Downlight</i>	9	4	36
32	Lantai 5	Kamar 501 - 519	<i>Downlight</i>	9	133	1197
33		koridor Kamar	LED T5	7	20	140
34	Lantai 6	Kamar 601 - 619	<i>Downlight</i>	9	133	1197
35		Koridor Kamar	LED T5	7	20	140
36		Office HK	<i>Downlight</i>	9	4	36
37	Lantai 7	Kamar 701 - 719	<i>Downlight</i>	9	136	1224
38		koridor Kamar	LED T5	7	20	140
39		Office SPA	<i>Downlight</i>	9	4	36
40	Lantai 8	LIFT 1 & 2	LED T5	28	2	56
41		Rooftop	Sorot	30	1	30
Total						10745

(Sumber : Data Beban Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.4.2 Pendingin udara

Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah pendingin udara yang terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Rekapitulasi Jumlah Pendingin Udara terpasang

No	Lantai	Nama Ruangan	Kapasitas (PK)	Daya (Watt)	Banyak (Unit)	Jumlah Daya (Watt)
1	lantai 1	Kamar 101- 102	1	780	2	1560
2		Lobby	5	4833	3	14499
3		Office Management	1	935	1	935
4		Server	1	780	1	780
5		R.meeting edelweis	2	1524	6	9144
6		R.meeting camelia	2	1524	3	4572
7		R.meeting lavender	2	1524	4	6096
8	Lantai 2	Kamar 201 - 203	1	780	6	4680
9		Koridor Kamar	1,5	933	1	933
10		Office FBM & FBP	1	780	1	780
11		Restoran	2	1524	6	9144
12		R.meeting Apple	2	1524	3	4572
13		Smoking area	1	780	1	780
14	Mushola	1	780	1	780	
15	Lantai 3	Kamar 301 - 319	1	780	19	14820
16		Koridor Kamar	1,5	933	2	1866
17		Office Engineering	1	780	1	780
18	Lantai 5	Kamar 501 - 519	1	780	19	14820
19		Koridor Kamar	1,5	933	2	1866
20	Lantai 6	Kamar 601 - 619	1	780	19	14820
21		Koridor Kamar	1,5	933	2	1866
22		Office HK	1	933	1	933
23	Lantai 7	Kamar 701 - 719	1	780	20	15600
24		koridor Kamar	1,5	933	2	1866
25		Office SPA	1	935	1	935
26	Lantai 8	Ruang LIFT 1 & 2	2	1524	1	1524
Total						130951

(Sumber : Data Beban Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.4.3 Motor listrik

Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah motor listrik yang terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Rekapitulasi Motor Listrik Terpasang

No	Lantai	Nama Ruangan	Motor listrik	Daya (Watt)	Banyak (Unit)	Jumlah Daya (Watt)
1	Besment	Ruang Pompa	Pompa sumur	4000	1	4000
2			Pompa transfer	3700	2	7400
3			Pompa Jockey	3000	1	3000
4	Lantai 1	Lobby	Pompa air mancur	750	2	1500
5		Pool	Pompa Sirkulasi	1500	1	1500
6	Lantai 8	Rooftop	Pompa booster	2200	2	4400
7			Pompa sirkulasi	175	3	525
8			Lift	5500	2	11000
Total						33325

(Sumber : Data Beban Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.4.4 Peralatan Elektronik Lainnya

Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah peralatan elektronik yang terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Rekapitulasi Jumlah Peralatan Elektronik Terpasang

No	Lantai	Bangunan	Peralatan	Daya (watt)	Banyak (unit)	Jumlah Daya (watt)
1	Lantai 1	Pos security	Televisi	200	2	400
2			Dispenser	490	1	490
3		Green Hall	Kipas Angin	75	4	300
4		Kamar 10-102	Televisi	200	2	400
5			kettle jug	650	2	1300
6			Minibar	65	2	130
7		Front Office	komputer	200	3	600
8		Lounge	Televisi	200	1	200
9			Coffe maker	850	1	850
10			Minibar	65	1	65
11		Office Management	komputer	200	7	1400
12			Dispenser	490	1	490
13		Server	Receiver TV	24	33	792
14			DVR CCTV	24	2	48
15		Toilet	Eksos fan	30	2	60
16		Ruang edelweis	Speaker	300	4	1200
17		Ruang camelia	Speaker	300	2	600
18		Ruang lavender	Speaker	300	2	600

Sambungan Tabel 3.7

19	Lantai 2	Kamar 201-203	Televisi	200	3	600
20			kettle jug	650	3	1950
21			Minibar	65	3	195
22		Office FBM & FBP	komputer	200	2	400
23			Dispenser	490	1	490
24		Restoran	Coffe maker	850	2	1700
25			Televisi	200	1	200
26		Smoking area	Eksos fan	30	2	60
27		Kitchen	Rice Cooker	1300	2	2600
28			Chiller	630	4	2520
29			Microwave	1280	1	1280
30			Eksos fan	74	2	148
31			Blender	190	2	380
32			Ruang Apple	Speaker	300	2
33		Toilet	Eksos fan	30	2	60
34	Lantai 3	Kamar 301-319	Televisi	200	19	3800
35			kettle jug	650	19	12350
36			Minibar	65	19	1235
37		Office Engineer	komputer	200	1	200
38			Dispenser	490	1	490
39	Lantai 5	Kamar 501-519	Televisi	200	19	3800
40			kettle jug	650	19	12350
41			Minibar	65	19	1235
42	Lantai 6	Kamar 601-619	Televisi	200	19	3800
43			Kettle jug	650	19	12350
44			Minibar	65	19	1235
45		Office HK	Komputer	200	1	200
46	Dispenser		490	1	490	
47	Lantai 7	Kamar 701-719	Televisi	200	19	3800
48			kettle jug	650	19	12350
49			Minibar	65	19	1235
50		Office SPA	Televisi	200	1	200
51			Dispenser	490	1	490
52	Lantai 8	Rooftoop	Heater Wika	1500	6	9000
Total						103718

(Sumber : Data Beban Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.4.5 Rekapitulasi Daya Beban Terpasang Setiap Lantai

Berikut ini merupakan rekapitulasi jumlah daya beban terpasang setiap lantai Hotel Angkasa Garden Pekanbaru seperti pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Rekapitulasi Daya Beban Terpasang Setiap Lantai

No	Distribusi	Daya (Watt)
1	SDP Lt. Besment	14652
2	Lantai 1	53978
3	Lantai 2	36309
4	Lantai 3	36914
5	Lantai 5	35408
6	Lantai 6	37067
7	Lantai 7	37876
8	Lantai 8	26535
Total		278739

(Sumber : Data Beban Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.5 Data Kabel Jaringan Distribusi Gedung

Berikut ini merupakan data kabel jaringan distribusi gedung terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru seperti pada Tabel 3.9

Tabel 3.9 Kabel Jaringan Distribusi Gedung

No	Distribusi	Jenis Kabel	Luas penampang
1	LVMDP	NYFGBY	4 × 400 mm ²
2	Lantai Besment	NYY	4 × 6 mm ²
3	Lantai 1	NYFGBY	4 × 25 mm ²
4	Lantai 2	NYFGBY	4 × 16 mm ²
5	Lantai 3	NYFGBY	4 × 16 mm ²
6	Lantai 5	NYFGBY	4 × 16 mm ²
7	Lantai 6	NYFGBY	4 × 16 mm ²
8	Lantai 7	NYFGBY	4 × 16 mm ²
9	Lantai 8	NYY	4 × 16 mm ²

(Sumber : Data Kabel Terpasang Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.6 Perencanaan Gedung Baru

Perencanaan penambahan gedung baru Hotel Angkasa Garden Pekanbaru yang akan digunakan untuk fasilitas Ruang Meeting terdiri dari 2 lantai,

berdasarkan gambar arsitek pada lampiran 1 maka di peroleh data ukuran masing-masing ruangan seperti pada Tabel 3.10 dan 3.11.

Tabel 3.10 Ukuran Ruangan Lantai 1

No	Nama ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Ruangan Meeting 1	20	7,5	150
2	Ruangan Meeting 2	20	7,5	150
3	Ruangan Meeting 3	20	7,5	150
4	Ruangan Meeting 4	20	7,5	150
5	Gudang	7	5,8	40,6
6	Selasar	30	4	120
7	Teras depan	18	5,4	97,2
8	Teras Timur	11,2	6	67,2
9	Toilet pria	6,4	4,3	27,52
10	Toilet wanita	7,2	3,9	28,08

(Sumber : Data Perencanaan Gedung Baru Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

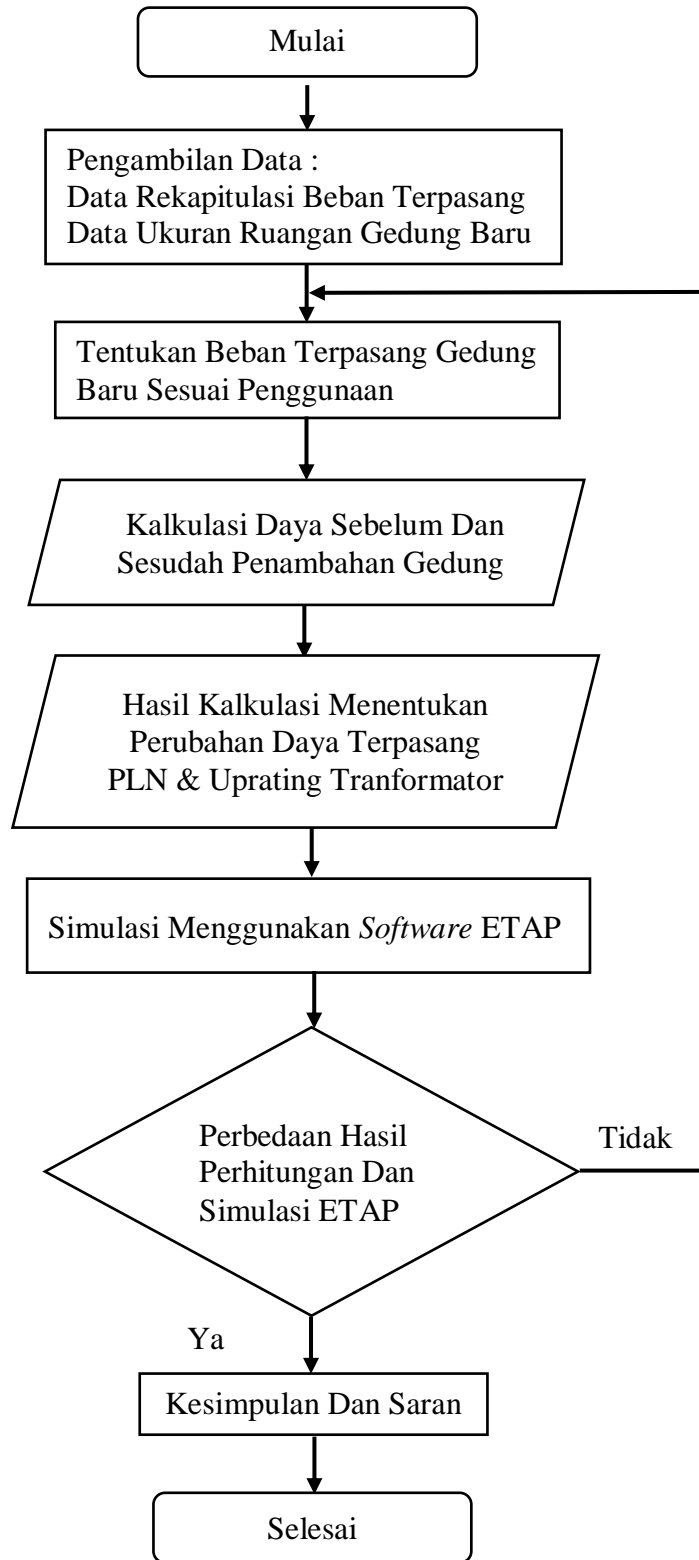
Tabel 3.11 Ukuran Ruangan Lantai 2

No	Nama Ruangan	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Ballroom	28	20	560
2	Ruang VIP	6	3,8	22,8
3	Gudang	7	5,8	40,6
4	Pre Funtion	22,5	3	67,5
5	Selasar	30	4	120
6	Lobby depan	18	7,2	129,6
7	Outdoor Lounge	15	6	90
8	Toilet Pria	8,4	4,3	36,12
9	Toilet wanita	6,4	4,3	27,52
10	Ruang sound	10	3	30

(Sumber : Data Perencanaan Gedung Baru Hotel Angkasa Garden Pekanbaru)

3.7 Tahapan Atau Langkah Penelitian

Berikut ini merupakan tahapan atau langkah-langkah penelitian dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) yang akan dilakukan untuk mengevaluasi dan perencanaan menentukan kapasitas daya listrik akibat adanya penambahan gedung baru di Hotel Angkasa Garden Pekanbaru seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

Alur penelitian pada gambar 3.2 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Melakukan pengambilan data secara langsung di lapangan, berupa data kapasitas daya tersedia , data rekapitulasi beban terpasang dan data ukuran ruangan gedung baru yang sedang dibangun.
2. Melakukan Analisa dan perhitungan perencanaan beban yang akan dipasang berdasarkan SNI yang digunakan.
3. Melakukan kalkulasi pemakaian daya keseluruhan
4. Membuat Program validasi untuk menjalankan simulasi aliran daya sesudah penambahan gedung baru dengan menggunakan *software* ETAP.
5. Membuat kesimpulan dan saran yang diberikan dalam penelitian ini kemudian langkah – langkah pembahasan selesai.

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Analisa Daya Terpasang

Berdasarkan data pelanggan PLN Hotel Angkasa Garden merupakan pelanggan Tegangan Menengah (TM) dengan daya terpasang sebesar 345 kVA dan di suplay dari Transformator distribusi dengan kapasitas 500 kVA.

Untuk menganalisa daya listrik terpasang, diasumsikan dapat menggunakan pemakaian daya maksimum dari daya yang tersedia, maka dilakukan perhitungan menentukan daya aktif dan arus nominal.

1. Daya Terpasang PLN 345 kVA

Menghitung besar daya aktif dari daya terpasang dengan menggunakan persamaan 2.7

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \\ &= S \cdot \text{Cos } \varphi \\ &= 345 \text{ kVA} \cdot 0,85 \\ &= 293,25 \text{ kW} \end{aligned}$$

Menghitung besar arus nominal dari daya terpasang dengan menggunakan persamaan 2.13

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cos } \varphi} \\ &= \frac{293250}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.85} \\ &= 524,173 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Daya Kapasitas Transformator 500 kVA

Menghitung besar daya aktif arus nominal dari daya kapasitas Transformator dengan menggunakan persamaan 2.7

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \varphi \\ &= S \cdot \text{Cos } \varphi \\ &= 500 \text{ kVA} \cdot 0,85 \\ &= 425 \text{ kW} \end{aligned}$$

Menghitung besar arus nominal dari daya kapasitas Transformator dengan menggunakan persamaan 2.13

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \\ &= \frac{425000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.85} \\ &= 759,671 \text{ A} \end{aligned}$$

4.2 Perencanaan Menentukan Jumlah armatur atau lampu

Untuk mendapatkan hasil pencahayaan yang baik dan merata maka perlu dilakukan perhitungan jumlah armatur atau lampu dan kebutuhan daya pencahayaan lampu pada masing-masing ruangan gedung baru Hotel angkasa garden Pekanbaru. Menentukan jumlah armatur atau lampu terlebih dahulu dihitung fluks luminus totalnya.

4.2.1 Menghitung Fluks Luminus

Fluks luminus pada ruangan sangat berpengaruh dalam menentukan jumlah armatur atau jumlah lampu sehingga memenuhi tingkat pencahayaan yang direncanakan dan sesuai dengan jenis penggunaan ruang tersebut. Intensitas Pencahayaan (E) merupakan nilai standar acuan tingkat pencahayaan minimum tabel 2.2 , selain itu faktor koefisien penggunaan (kp) dan faktor depresiasi (kd) juga dapat mempengaruhi nilai fluks luminus pada ruangan. Besarnya koefisien penggunaan (kp) pada bangunan baru sebesar 0,9 dan koefisien depresiasi (kd) sebesar 0,8.

1. Fluks luminus Ruang Meeting 1

Berdasarkan Tabel 3.7 luas ruang meeting 1 $A = 150 \text{ m}^2$ dan Tabel 2.2 standar tingkat pencahayaan minimum menurut jenis ruangan sebesar $E = 200 \text{ lux}$. Menghitung fluks luminus total untuk menentukan tingkat pencahayaan yang direncanakan dengan menggunakan persamaan 2.1

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \\ &= \frac{200 \times 150}{0,9 \times 0,8} \\ &= 41666,67 \text{ lumen} \end{aligned}$$

2. Fluks luminus Gudang

Berdasarkan Tabel 3.8 Luas gudang $A = 40,6 \text{ m}^2$ dan Tabel 2.2 standar tingkat pencahayaan minimum menurut jenis ruangan sebesar $E = 100 \text{ lux}$. Menghitung fluks luminus total untuk menentukan tingkat pencahayaan yang direncanakan dengan menggunakan persamaan 2.1

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \\ &= \frac{100 \times 40,6}{0,9 \times 0,8} \\ &= 5638,89 \text{ lumen} \end{aligned}$$

3. Fluks luminus Selasar

Berdasarkan Tabel 3.8 luas selasar $A = 120 \text{ m}^2$ dan Tabel 2.2 standar tingkat pencahayaan minimum menurut jenis ruangan sebesar $E = 100 \text{ lux}$. Menghitung fluks luminus total untuk menentukan tingkat pencahayaan yang direncanakan dengan menggunakan persamaan 2.1

$$\begin{aligned} F_{\text{total}} &= \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \\ &= \frac{100 \times 120}{0,9 \times 0,8} \\ &= 16666,67 \text{ lumen} \end{aligned}$$

Untuk menghitung fluks luminus total pada ruangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan 4.2

Tabel 4.1 Fluks Luminus Total Ruangan Lantai 1

No	Nama Ruangan	F _{total} (lumen)
1	Ruangan Meeting 1	41666,67
2	Ruangan Meeting 2	41666,67
3	Ruangan Meeting 3	41666,67
4	Ruangan Meeting 4	41666,67
5	Gudang	5638,89
6	Selasar	16666,67
7	Teras depan	13500
8	Teras timur	9333,34
9	Toilet pria	9555,56
10	Toilet wanita	9750

Tabel 4.2 Fluks Luminus Total Ruangan Lantai 2

No	Nama Ruangan	F _{total} (lumen)
1	Ballroom	15555,56
2	Ruang VIP	6333,34
3	Gudang	5638,89
4	Pre Funtion	9375
5	Hallway	16666,67
6	Lobby depan	18000
7	Outdoor Lounge	12500
8	Toilet Pria	12541,67
9	Toilet wanita	9555,56
10	Ruang sound	8333,34

4.2.2 Menghitung Jumlah Armatur Atau Lampu

Jumlah armatur atau lampu yang akan di pasang pada setiap ruangan agar memenuhi standar pencahayaan maka perlu menghitung untuk menentukan jumlah armatur atau lampu sesuai dengan fluks luminus pada lampu yang digunakan.

1. Jumlah Armatur Ruang Meeting 1

Perencanaan diasumsikan menggunakan lampu Philips Essential Smart Bright LED Downlight 15 Watt, maka fluks luminus satu buah lampu sesuai spesifikasinya sebesar ($F_1 = 1500$ lumen) sehingga menghitung jumlah armatur atau lampu dengan menggunakan persamaan 2.2

$$\begin{aligned}
 N_{\text{total}} &= \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \\
 &= \frac{41666,67}{1500 \times 1} \\
 &= 27,78 \\
 &= 28 \text{ lampu}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah Armatur Gudang

Perencanaan diasumsikan menggunakan lampu Philips Essential Smart Bright LED Bulb 8 Watt, maka fluks luminus satu buah lampu sesuai spesifikasinya sebesar ($F_1 = 806$ lumen) sehingga menghitung jumlah armatur atau lampu dengan menggunakan persamaan 2.2

$$\begin{aligned}
N_{\text{total}} &= \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \\
&= \frac{5638,89}{806 \times 1} \\
&= 6,99 \\
&= 7 \text{ lampu}
\end{aligned}$$

3. Jumlah Armatur Selasar

Perencanaan diasumsikan menggunakan lampu Philips Essential Smart Bright LED Bulb 8 Watt, maka fluks luminus satu buah lampu sesuai spesifikasinya sebesar ($F_1 = 806$ lumen) sehingga menghitung jumlah armatur atau lampu dengan menggunakan persamaan 2.2

$$\begin{aligned}
N_{\text{total}} &= \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \\
&= \frac{16666,67}{806 \times 1} \\
&= 20,68 \\
&= 21 \text{ lampu}
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan jumlah armatur pada ruangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan 4.4

Tabel 4.3 Jumlah Armatur Atau Lampu Ruangan Lantai 1

No	Nama Ruangan	F _{total} (lumen)	F ₁ x n (lumen)	N _{total}
1	Ruangan Meeting 1	41666,67	1500	27,78
2	Ruangan Meeting 2	41666,67	1500	27,78
3	Ruangan Meeting 3	41666,67	1500	27,78
4	Ruangan Meeting 4	41666,67	1500	27,78
5	Gudang	5638,89	806	6,99
6	Selasar	16666,67	806	20,68
7	Teras depan	13500	806	16,75
8	Teras timur	9333,34	806	11,58
9	Toilet pria	9555,56	806	11,86
10	Toilet wanita	9750	806	12,09

Tabel 4.4 Jumlah Armatur Atau Lampu Ruangan Lantai 2

No	Nama Ruangan	F _{total} (lumen)	F ₁ x n (lumen)	N _{total}
----	--------------	----------------------------	----------------------------	--------------------

Sambungan Tabel 4.4

1	Ballroom	15555,56	2000	77,78
2	Ruang VIP	6333,34	806	7,85
3	Gudang	5638,89	806	6,99
4	Pre Funtion	9375	806	11,63
5	Hallway	16666,67	806	20,68
6	Lobby depan	18000	806	22,33
7	Outdoor Lounge	12500	806	15,51
8	Toilet Pria	12541,67	806	15,56
9	Toilet wanita	9555,56	806	11,86
10	Ruang sound	8333,34	806	10,34

4.2.3 Menentukan Kebutuhan Daya Pencahayaan

Berdasarkan dari hasil perhitungan jumlah armatur pada tabel 4.3 dan 4.4 Ruang Meeting 1 $N_{total} = 27,78$, maka pada perencanaan pemakaian jumlah armatur dibulatkan jadi $N_{total} = 28$ lampu, dimana daya 1 armatur atau lampu termasuk balast sebesar ($W_1 = 15$ Watt).

1. Kebutuhan Daya Pencahayaan Ruang Meeting 1

Menghitung daya pencahayaan yang dibutuhkan untuk semua armatur dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$\begin{aligned} W_{total} &= N_{lampu} \times W_1 \\ &= 28 \times 15 \text{ Watt} \\ &= 420 \text{ Watt} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Daya Pencahayaan Gudang

Menghitung daya pencahayaan yang dibutuhkan untuk semua armatur dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$\begin{aligned} W_{total} &= N_{lampu} \times W_1 \\ &= 7 \times 8 \text{ Watt} \\ &= 56 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan Daya Pencahayaan Selasar

Menghitung daya pencahayaan yang dibutuhkan untuk semua armatur dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3

$$\begin{aligned}
W_{\text{total}} &= N_{\text{lampu}} \times W_1 \\
&= 21 \times 8 \text{ Watt} \\
&= 168 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan kebutuhan daya pencahayaan ruangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6

Tabel 4.5 Perhitungan Kebutuhan Daya Pencahayaan Lantai 1

No	Nama Ruangan	Nlampu	W1 (Watt)	Wtotal (Watt)
1	Ruangan Meeting 1	28	15	420
2	Ruangan Meeting 2	28	15	420
3	Ruangan Meeting 3	28	15	420
4	Ruangan Meeting 4	28	15	420
5	Gudang	7	8	56
6	Selasar	21	8	168
7	Teras depan	17	8	136
8	Teras timur	12	8	96
9	Toilet pria	12	8	96
10	Toilet wanita	13	8	104
Total				2336

Tabel 4.6 Perhitungan Kebutuhan Daya Pencahayaan Lantai 2

No	Nama Ruangan	Nlampu	W1 (Watt)	Wtotal (Watt)
1	Ballroom	104	19	1976
2	Ruang VIP	8	8	64
3	Gudang	28	8	224
4	Pre Funtion	12	8	96
5	Hallway	21	8	168
6	Lobby depan	23	8	184
7	Outdoor Lounge	16	8	128
8	Toilet Pria	16	8	128
9	Toilet wanita	12	8	96
10	Ruang sound	11	8	88
Total				3152

4.3 Perencanaan Menentukan Kapasitas Pendingin udara atau *Air Conditioner* (AC)

Air Conditioner (AC) yang akan di pasang dapat menghasilkan udara dingin yang nyaman, maka harus mempunyai kapasitas yang sesuai, sehingga perlu dilakukan perhitungan menentukan kapasitas dan kebutuhan daya pendingin udara pada ruangan gedung baru Hotel Angkasa Pekanbaru.

4.3.1 Menghitung Kapasitas *Air Conditioner* (AC)

Agar pendingin udara dapat memenuhi suhu ruangan yang diinginkan maka perlu dihitung besarnya kapasitas pendingin udara yang akan di pasang pada masing masing ruangan sehingga besar kapasitas nya sebagai berikut :

1. Kapasitas *Air Conditioner* Ruang Meeting 1

Berdasarkan Tabel 3.7 luas ruangan ruang meeting1 150 m², beban panas menurut jenis ruangan yang digunakan untuk ruangan meeting = 850 Btu/m², maka untuk menentukan kapasitas pendingin ruangan dapat dihitung seperti persamaan 2.4

$$\begin{aligned}\text{Daya Pendingin} &= \text{Luas ruangan} \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 150 \text{ m}^2 \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 127500 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

Perencanaan diasumsikan menggunakan jenis *Split duct* merk Daikin dengan spesifikasi 50000 Btu/h, Daya = 5600 watt. Jadi kapasitas *Air conditioner* (AC) yang di gunakan pada ruangan meeting 1, 5 PK sebanyak : $127.500 / 50.000 = 2,55 = 3$ unit.

2. Kapasitas *Air Conditioner* Ballroom

Berdasarkan Tabel 3.8 ukuran luas ruangan Ballroom 560 m², beban panas menurut jenis ruangan yang digunakan untuk ruangan meeting = 850 Btu/m², maka untuk menentukan kapasitas pendingin ruangan dapat dihitung seperti persamaan 2.4

$$\begin{aligned}\text{Daya Pendingin} &= \text{Luas ruangan} \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 560 \text{ m}^2 \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 476000 \text{ Btu/h}\end{aligned}$$

Perencanaan diasumsikan menggunakan jenis *Split duct* merk Daikin dengan spesifikasi 100000 Btu/h, Daya = 11400 watt. Jadi kapasitas *Air conditioner* (AC) yang di gunakan pada ruangan Ballroom 10 PK sebanyak : $476.000 / 100.000 = 4,76 = 5$ unit.

3. Kapasitas *Air Conditioner* Ruang VIP

Berdasarkan Tabel 3.8 luas ruangan Ballroom 22,8 m², beban panas menurut jenis ruangan yang digunakan untuk ruangan meeting = 850 Btu/m², maka untuk menentukan kapasitas pendingin ruangan dapat dihitung seperti persamaan 2.4

$$\begin{aligned} \text{Daya Pendingin} &= \text{Luas ruangan} \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 22,8 \text{ m}^2 \times 850 \text{ Btu/m}^2 \\ &= 19380 \text{ Btu/h} \end{aligned}$$

Perencanaan diasumsikan menggunakan jenis *Split duct* merk Daikin dengan spesifikasi 12100 Btu/h, Daya = 1280 watt. Jadi kapasitas *Air conditioner* (AC) yang di gunakan pada ruangan VIP 1,5 PK sebanyak : $19.380 / 12.100 = 1,6 = 2$ unit.

Untuk perhitungan kapasitas pendingin ruangan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.7 dan tabel 4.8

Tabel 4.7 Perhitungan Kapasitas Pendingin Udara Lantai 1

No	Nama Ruangan	Luas (m ²)	Beban Panas (Btu/m ²)	Daya Pendingin (Btu/h)	Kapasitas (PK)	Jumlah (unit)
1	Meeting 1	150	850	127500	5	3
2	Meeting 2	150	850	127500	5	3
3	Meeting 3	150	850	127500	5	3
4	Meeting 4	150	850	127500	5	3

Tabel 4.8 Perhitungan Kapasitas Pendingin Udara Lantai 2

No	Nama Ruangan	Luas (m ²)	Beban Panas (Btu/m ²)	Daya Pendingin (Btu/h)	Kapasitas (PK)	Jumlah (unit)
1	Ballroom	560	850	476000	10	5
2	Ruang VIP	22,8	850	19380	1,5	2
4	Pre Funtion	67,5	850	57375	2,5	3
5	Hallway	120	850	102000	4	3

Sambungan Tabel 4.8

6	Lobby depan	129,6	850	110160	4	3
---	-------------	-------	-----	--------	---	---

4.3.2 Menentukan Kebutuhan Daya Pendingin Udara atau *Air Conditioner* (AC)

Berdasarkan dari hasil perhitungan jumlah unit pada tabel 4.7 dan 4.8 untuk menentukan kebutuhan daya dapat dihitung menurut spesifikasi *Air Conditioner* (AC) sesuai kapasitas PK yang di gunakan.

1. Kebutuhan Daya Pendingin Udara Ruang Meeting 1

Menghitung daya *Air Conditioner* yang dibutuhkan untuk semua unit dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5

$$\begin{aligned}W_{\text{total}} &= N_{\text{Air Conditioner}} \times W_1 \\ &= 3 \times 5600 \text{ Watt} \\ &= 16800 \text{ Watt}\end{aligned}$$

2. Kebutuhan Daya Pendingin Udara Ballroom

Menghitung daya *Air Conditioner* yang dibutuhkan untuk semua unit dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5

$$\begin{aligned}W_{\text{total}} &= N_{\text{Air Conditioner}} \times W_1 \\ &= 5 \times 11400 \text{ Watt} \\ &= 57000 \text{ Watt}\end{aligned}$$

3. Kebutuhan Daya Pendingin Udara Ruang VIP

Menghitung daya *Air Conditioner* yang dibutuhkan untuk semua unit dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5

$$\begin{aligned}W_{\text{total}} &= N_{\text{Air Conditioner}} \times W_1 \\ &= 2 \times 1280 \text{ Watt} \\ &= 2560 \text{ Watt}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapasitas pendingin ruangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10

Tabel 4.9 Perhitungan Kebutuhan Daya Pendingin Udara Lantai 1

No	Nama Ruangan	$N_{Air\ Conditioner}$ (Unit)	W_1 (Watt)	W_{total} (Watt)
1	Ruangan Meeting 1	3	5600	16800
2	Ruangan Meeting 2	3	5600	16800
3	Ruangan Meeting 3	3	5600	16800
4	Ruangan Meeting 4	3	5600	16800
Total				67200

Tabel 4.10 Perhitungan Kebutuhan Daya Pendingin Udara Lantai 2

No	Nama Ruangan	$N_{Air\ Conditioner}$ (unit)	W_1 (Watt)	W_{total} (Watt)
1	Ballroom	5	11400	57000
2	Ruang VIP	2	1280	2560
3	Pre Funtion	3	2380	7140
4	Hallway	3	3530	10590
5	Lobby depan	3	3530	10590
Total				87880

4.4 Perencanaan Kebutuhan Daya Kotak Kontak (KK)

Mengacu pada PUIL 2000 tentang perhitungan kebutuhan maksimum di sirkit utama dan sirkit cabang yaitu tidak melebihi dari 10 A. Banyaknya jumlah perencanaan kotak kontak (KK) yang akan dipasang sesuai fungsi ruangnya , maka untuk menghitung besar kebutuhan daya aktif 1 buah kotak kontak (KK) 1 phasa seperti persamaan 2.6 dimana $\text{Cos } \phi = 0,85$

$$\begin{aligned}
 P &= V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \\
 &= 220 \cdot 10 \cdot 0,85 \\
 &= 1870 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kebutuhan daya aktif kotak kontak (KK) pada ruangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12

Tabel 4.11 Perhitungan Kebutuhan Daya Kotak Kontak Lantai 1

Nama Ruangan	KK (Buah)	Tegangan (Volt)	Arus Maks (Ampere)	$\text{Cos } \phi$	Daya (Watt)
Ruangan Meeting 1	4	220	10	0,85	7480

Samungan Tabel 4.11

Ruangan Meeting 2	4	220	10	0,85	7480
Ruangan Meeting 3	4	220	10	0,85	7480
Ruangan Meeting 4	4	220	10	0,85	7480
Gudang	1	220	10	0,85	1870
Selasar	2	220	10	0,85	3740
Total					35530

Tabel 4.12 Perhitungan Kebutuhan Daya Kotak Kontak Lantai 2

Nama Ruangan	KK (Buah)	Tegangan (Volt)	Arus Maks (Ampere)	Cos ϕ	Daya (Watt)
Ballroom	8	220	10	0,85	14960
Ruang VIP	4	220	10	0,85	7480
Gudang	1	220	10	0,85	1870
Pre Funtion	2	220	10	0,85	3740
Hallway	2	220	10	0,85	3740
Outdoor Lounge	2	220	10	0,85	3740
Ruang sound	2	220	10	0,85	3740
Total					39270

Terlihat pada hasil perhitungan Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 total daya yang dibutuhkan untuk kotak kontak lantai 1 sebesar 35.530 Watt dan lantai 2 sebesar 39.270 Watt, yang akan digunakan untuk peralatan seperti speaker, amplifier, televisi, laptop, infokus dan lain lain.

Jadi berdasarkan hasil perhitungan dari perencanaan menentukan lampu, perencanaan menentukan kapasitas *Air Conditioner* dan perencanaan menentukan kotak kontak (KK), maka di ketahuilah besar kebutuhan daya lantai 1 dan lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Rekapitulasi Kebutuhan Daya Gedung Baru Ballroom

No	Jenis Beban	Lantai 1 (Watt)	Lantai 2 (Watt)
1	Penerangan	2336	3152
2	Pendingin udara	67200	87880
3	Kotak kontak	35530	39270

Terlihat pada hasil perhitungan Tabel 4.13 total daya penerangan lantai 1 sebesar 2.336 Watt, total daya penerangan lantai 2 sebesar 3.152 Watt, total daya *Air Conditioner* (AC) lantai 1 sebesar 67.200 Watt, total daya *Air Conditioner* (AC) lantai 2 sebesar 87.880 Watt, total daya beban maksimum kotak kontak lantai 1 sebesar 35.530 Watt, dan total daya beban maksimum kotak kontak lantai 2 sebesar 39.270 Watt, maka total daya keseluruhan sebesar 235.368 Watt.

4.5 Perencanaan Menentukan Diameter Kabel, dan Rating Pengaman Gedung Baru

Berdasarkan Tabel 4.13 maka dilakukan perhitungan arus nominal, kemampuan hantar arus (KHA), dan rating pengaman beban lebih sebagai berikut:

1. Menghitung arus nominal pada lampu penerangan lantai 1 menggunakan persamaan 2.13

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \\ &= \frac{2336}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} \\ &= 4,175 \text{ A} \end{aligned}$$

2. Menghitung kemampuan hantar arus (KHA) pada lampu penerangan lantai 1 menggunakan persamaan 2.14

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= I_n \times 125 \% \\ &= 4,436 \times 125\% \\ &= 5,219 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka jenis kabel yang direkomendasikan sesuai KHA pada Tabel 2.4 sebesar 26 A yaitu NYM 4 × 2,5 mm².

3. Menghitung Arus rating pada lampu penerangan lantai 1 menggunakan persamaan 2.15

$$\begin{aligned} I_{\text{rat}} &= I_n \times 115 \% \\ &= 4,175 \times 115 \% \\ &= 4,801 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi besar pengaman beban lebih yang digunakan ialah MCCB berkapasitas 15 A.

Untuk perhitungan arus nominal, kemampuan hantar arus (KHA), dan rating pengaman arus lebih pada beban lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14 Perhitungan Arus Nominal, KHA, dan Rating Pengaman Lantai 1

Jenis Beban	In (A)	KHA (A)	Kabel (mm ²)	I rat (A)	MCCB (A)
Penerangan	4,175	5,219	NYM 4 × 2,5	4,801	15
Pendingin udara	120,117	150,146	NYM 4 × 35	138,134	160
Kotak kontak	63,508	79,385	NYM 4 × 16	73,034	80

Tabel 4.15 Perhitungan Arus Nominal, KHA, dan Rating Pengaman Lantai 2

Jenis Beban	In (A)	KHA (A)	Kabel (mm ²)	Irat (A)	MCCB (A)
Penerangan	5,634	7,042	NYM 4 × 2,5	6,479	15
Pendingin udara	157,082	196,352	NYM 4 × 70	180,644	200
Kotak kontak	70,193	87,742	NYM 4 × 16	80,721	100

Untuk menentukan arus nominal beban keseluruhan pada gedung baru Ballroom dapat dihitung menggunakan persamaan 2.13

$$\begin{aligned}
 I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \\
 &= \frac{235368}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} \\
 &= 420,711 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan arus nominal maka dapat dihitung Kemampuan Hantar Arus (KHA) menggunakan persamaan 2.14

$$\begin{aligned}
 \text{KHA} &= I_n \times 125 \% \\
 &= 420,711 \times 125\% \\
 &= 525,889 \text{ A}
 \end{aligned}$$

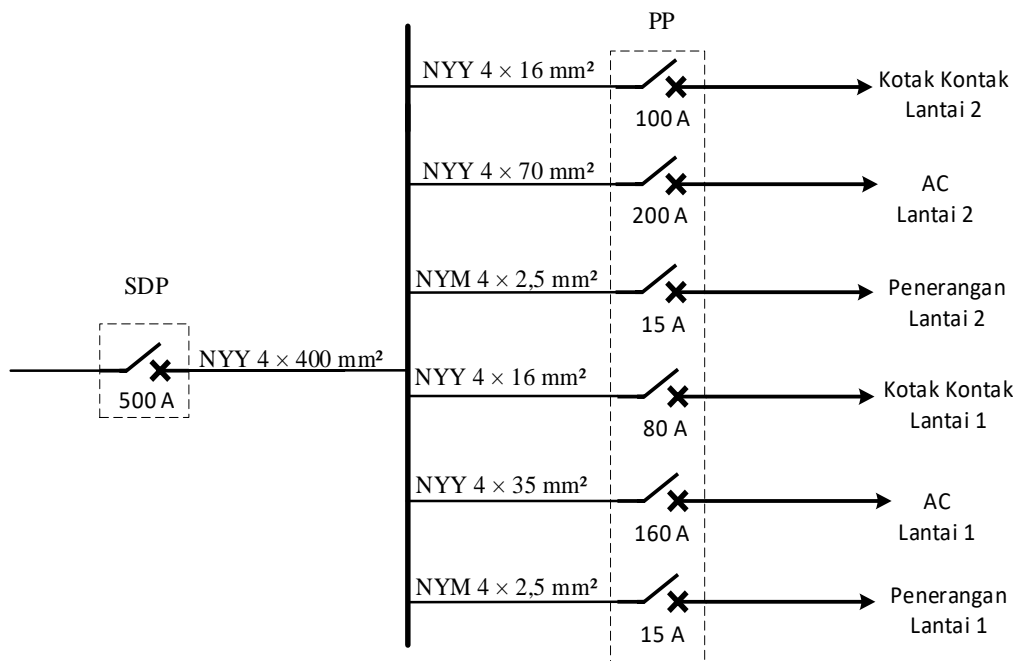
Maka jenis kabel yang direkomendasikan sesuai KHA pada tabel 2.4 sebesar 600 A , yaitu NYY 4 × 400 mm².

Untuk menentukan rating pengaman beban lebih dapat dihitung menggunakan persamaan 2.15

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rating}} &= I_n \times 115 \% \\
 &= 420,711 \times 115 \% \\
 &= 483,817 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Jadi besar pengaman beban lebih yang digunakan ialah MCCB berkapasitas 500A.

Berikut ini merupakan rangkaian *single line* diagram perencanaan gedung baru 2 lantai seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 *Single Line Diagram* Gedung Baru 2 Lantai

4.6 Perencanaan Menentukan Diameter Kabel, Rating Pengaman, Kapasitas Daya Terpasang, dan Kapasitas Transformator Setelah Penambahan Beban

Setelah melakukan evaluasi dengan menghitung ulang beban daya terpasang pada gedung lama dan menghitung perencanaan kebutuhan daya pada gedung baru

Ballrom, maka didapatkan rekapitulasi jumlah total beban daya masing - masing gedung seperti pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Rekapitulasi Total Beban Daya Gedung Lama dan Gedung Baru

Gedung lama		Gedung Baru	
Jenis Beban	Daya	Jenis Beban	Daya
	(Watt)		(Watt)
Lampu	10745	Lampu	5072
Pendingin Udara	130951	Pendingin Udara	155080
Motor Listrik	33325	Kotak Kontak	74800
Peralatan Listrik	103718		
Total	278739	Total	235368

Berdasarkan Tabel 4.16 total beban daya terpasang pada gedung lama sebesar 278.739 Watt dan total beban daya perencanaan gedung baru sebesar 235.368 Watt, maka jumlah total beban daya keseluruhan sebesar 514.107 Watt. Sehingga untuk mengetahui besar diameter kabel setelah penambahan beban terlebih dahulu menghitung arus nominal nya seperti persamaan 2.13

$$\begin{aligned}
 I_n &= \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \\
 &= \frac{514107}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.85} \\
 &= 918,946 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan kemampuan hantar arus (KHA) menggunakan persamaan 2.14

$$\begin{aligned}
 \text{KHA} &= I_n \times 125 \% \\
 &= 918,946 \times 125\% \\
 &= 1148,683 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Maka jenis kabel yang direkomendasikan sesuai KHA pada Tabel 2.4 sebesar 1148 A , yaitu NYY 4 × 500 mm².

Untuk menentukan rating pengaman beban lebih dapat dihitung menggunakan persamaan 2.15

$$I_{\text{rating}} = I_n \times 115 \%$$

$$= 918,946 \times 115\%$$

$$= 1056,787 \text{ A}$$

Jadi besar pengaman beban lebih yang digunakan ialah ACB berkapasitas 1250 A.

Untuk mengetahui besar kapasitas daya terpasang PLN menggunakan persamaan 2.9

$$S = V \cdot I \cdot \sqrt{3}$$

$$= 380 \cdot 918,946 \cdot 1,73$$

$$= 604831,241 \text{ VA}$$

$$= 604,831 \text{ kVA}$$

Jadi perencanaan daya tersambung pada Hotel Angkasa Garden Pekanbaru setelah penambahan beban sebesar 605 kVA sesuai daya listrik tersedia dari PLN.

Untuk menentukan kapasitas Transformator juga mempertimbangkan beban yang bertambah dan pembebanan Transformator distribusi maksimal 80% dari arus beban penuhnya, maka besar kapasitas Transformator dapat dihitung menggunakan persamaan 2.17

$$\text{Kapasitas Transformator} = \frac{S}{0,8}$$

$$= \frac{605000}{0,8}$$

$$= 756250 \text{ VA}$$

$$= 756,250 \text{ kVA}$$

Jadi besar kapasitas Transformator yang digunakan ialah berkapasitas 800 kVA.

Sehingga untuk menghitung besar persentase pembebanan menggunakan persamaan 2.16

$$\text{Pembebanan \%} = \frac{\text{Daya tersambung}}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100 \%$$

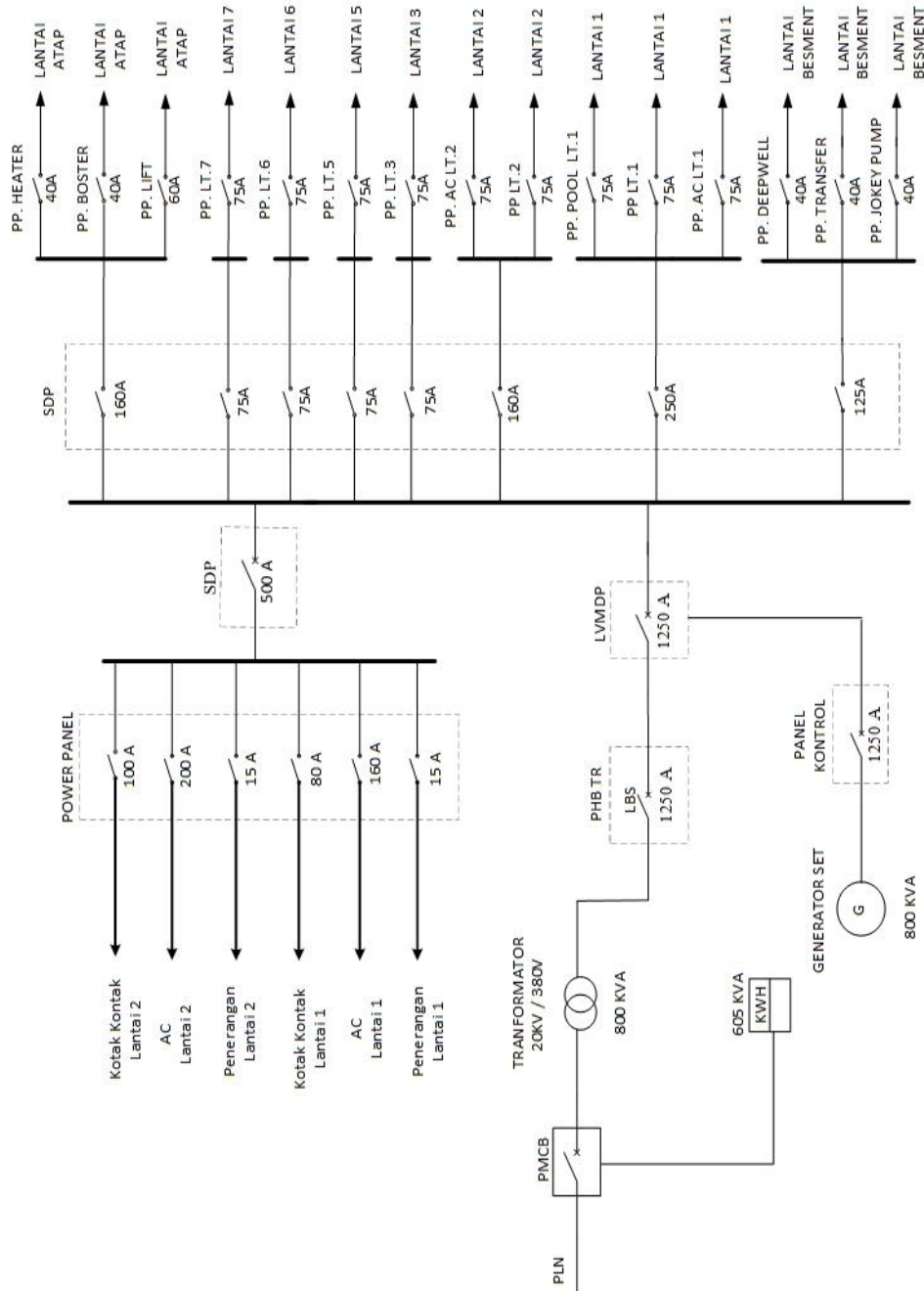
$$= \frac{605000}{800000} \times 100 \%$$

$$= 75,625$$

$$= 75 \%$$

Jadi perencanaan kapasitas Transformator maupun Generator Set (Genset) yang akan dipasang pada Hotel Angkasa Garden Pekanbaru setelah penambahan gedung 2 lantai ialah sebesar 800 kVA dan persentase pembebanan kondisi beban penuh berdasarkan daya terpasang ialah 75%.

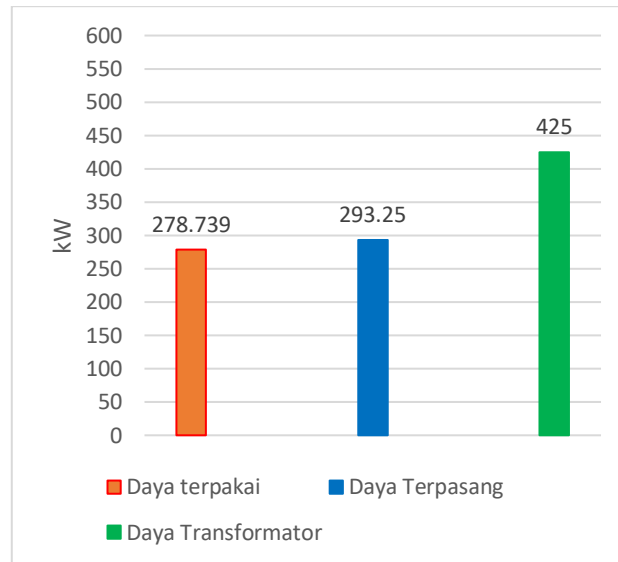
Berikut ini merupakan rangkaian *single line* diagram Hotel Angkasa Garden Pekanbaru setelah penambahan Gedung 2 lantai seperti pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Single Line Diagram* Setelah Penambahan Gedung 2 Lantai

4.7 Perbandingan Total Pemakaian Daya Eksisting Terhadap Daya Terpasang Dan Daya Kapasitas Transformator

Berdasarkan dari data beban terpasang pada Tabel 3.8 dan hasil perhitungan dapat dilihat perbandingan total pemakaian daya eksisting seperti digambarkan pada grafik Gambar 4.3.

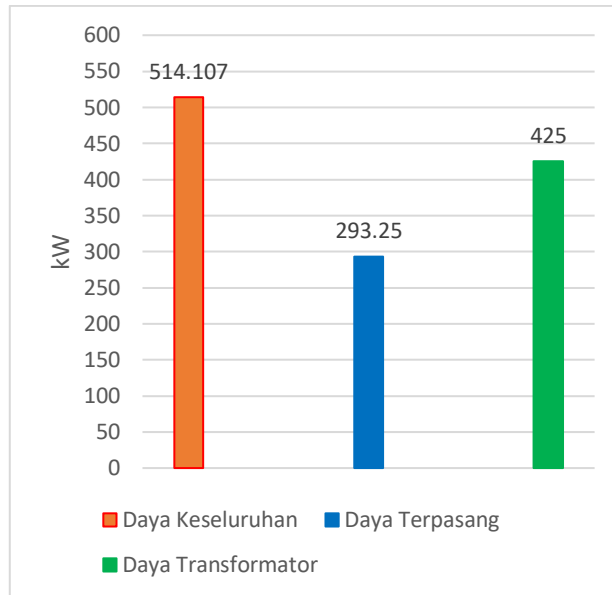


Gambar 4.3 Gravik Perbandingan Total Pemakaian Daya Aktif Terhadap Daya Terpasang Dan Daya Kapasitas Transformator

Dari gravik terlihat bahwa perbandingan daya terpakai sebesar 278,739 kW dengan daya terpasang 293,25 kW , dan sisa daya yang tersedia sebesar $293,25 - 278,739 = 14,511$ kW sangat kecil selisih daya pemakaian terhadap daya terpasang maupun kapasitas Transformator.

4.8 Perbandingan Total Pemakaian Daya Setelah Penambahan Beban Terhadap Daya Terpasang Dan Daya Kapasitas Transformator

Berdasarkan dari hasil perhitungan dapat dilihat perbandingan total pemakaian daya setelah penambahan beban seperti digambarkan pada grafik Gambar 4.3.



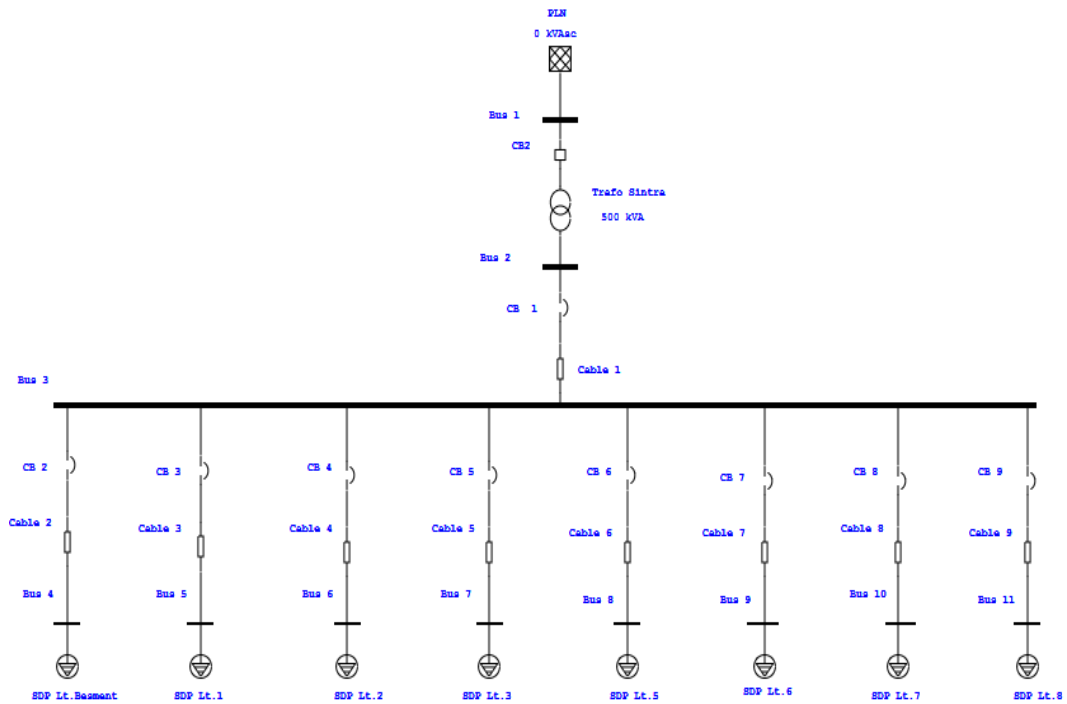
Gambar 4.4 Gravik Perbandingan Total Pemakaian Daya Aktif Setelah Penambahan Beban Terhadap Daya Terpasang Dan Daya Kapasitas Transformator

Dari gravik terlihat bahwa perbandingan total daya pemakaian keseluruhan setelah penambahan beban sebesar 514,107 kW yaitu melebihi (*Overload*) terhadap daya terpasang sebesar 293,25 kW maupun daya kapasitas Transformator sebesar 425 kW.

4.9 Simulasi Menggunakan *Software Electric Transient And Analysis Program (ETAP) 16.0.0*

4.9.1 Simulasi Aliran Daya Beban terpasang Gedung Lama

Berdasarkan rekapitulasi data beban terpasang, kemudian disimulasikan menggunakan *Software Electric Transient And Analysis Program (ETAP)* untuk mengevaluasi pemakaian beban daya listrik Hotel Angkasa Garden Pekanbaru. Berikut ini merupakan rangkaian *single line* diagram gedung lama menggunakan ETAP seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Single Line Diagram* Gedung Lama Pada simulasi ETAP

Gambar 4.5 merupakan rangkaian simulasi menggunakan ETAP yang akan menampilkan pemakaian daya aktif, daya reaktif, daya semu dan arus pada beban.

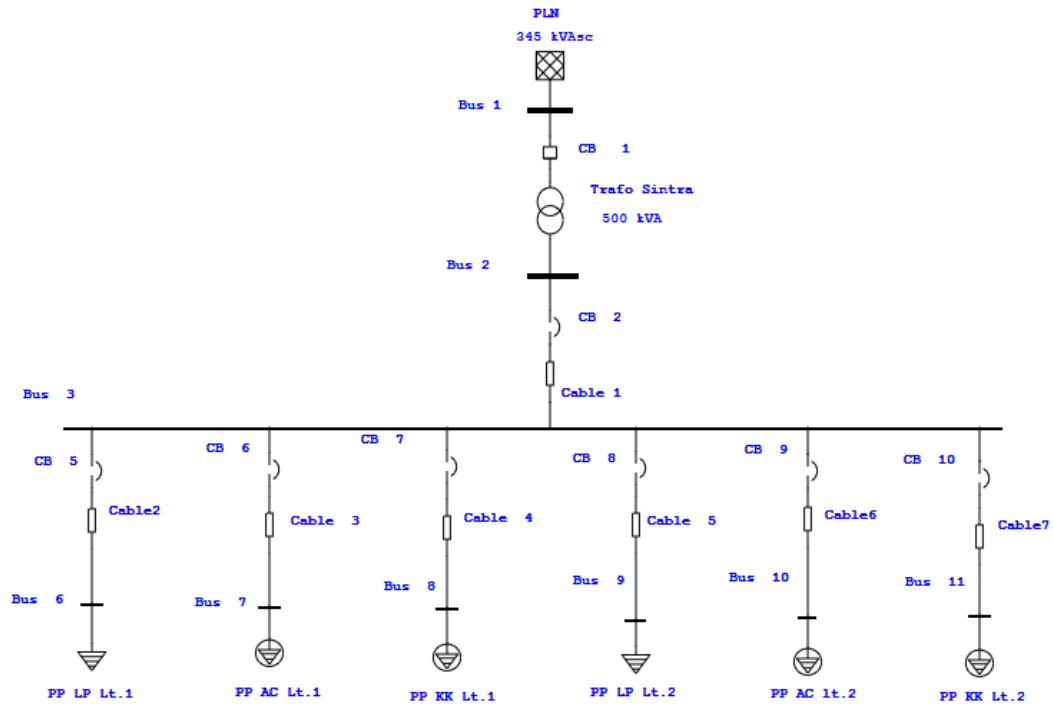
Tabel 4.17 Hasil Simulasi Aliran Daya Gedung Lama Pada ETAP

Distribusi	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya semu (kVA)	Arus (Ampere)
SDP Lt. Besment	13,9	8,78	16,4	25,1
SDP Lt. 1	51,7	34,7	62,3	94
SDP Lt. 2	34,8	20,7	40,5	61,1
SDP Lt. 3	35,3	18,2	39,7	60
SDP Lt. 5	33,7	20,1	39,3	59,6
SDP Lt. 6	35,2	18,8	39,8	60,6
SDP Lt. 7	35,8	18,9	40,5	61,9
SDP Lt. 8	25,2	15	29,3	44,6
Total	265,6	155,18	307,8	466,9

Tabel 4.17 merupakan hasil simulasi ETAP dengan pemakaian total daya aktif sebesar 265,6 kW, total daya reaktif 155,18 kvar, total daya semu 307,8 kVA dan total arus beban 466,9 Amper.

4.9.2 Simulasi Aliran Daya Beban Terpasang Gedung Baru

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan, kemudian disimulasikan menggunakan *Software Electric Transient And Analysis Program (ETAP)* untuk mengevaluasi pemakaian beban daya listrik gedung baru Hotel Angkasa Garden Pekanbaru . Berikut ini merupakan rangkaian *single line diagram* gedung baru menggunakan ETAP seperti pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 *Single Line Diagram* Gedung Baru Pada simulasi ETAP

Gambar 4.6 merupakan rangkaian simulasi menggunakan ETAP yang akan menampilkan pemakaian daya aktif, daya reaktif , daya semu dan arus pada beban.

Tabel 4.18 Hasil Simulasi Aliran Daya Gedung Baru Pada ETAP

Distribusi	Daya aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya semu (kVA)	Arus (Ampere)
PP LP Lt. 1	2,25	1,4	2,65	4
PP AC Lt. 1	67,1	41,6	78,9	120,3
PP KK Lt. 1	35,5	22	41,8	63,6
PP LP Lt. 2	2,33	1,44	2,74	4,1
PP AC Lt. 2	88,3	54,8	103,9	157,3
PP KK Lt. 2	39	24,2	45,9	70,3
Total	234,48	145,44	275,89	419,6

Gambar 4.7 merupakan rangkaian simulasi ETAP yang akan menampilkan pemakaian daya aktif, daya reaktif, daya semu dan arus pada beban.

Tabel 4.19 Hasil Simulasi Aliran Daya Gedung Lama dan Gedung Baru Pada ETAP

Distribusi	Daya aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)	Daya semu (kVA)	Arus (Ampere)
SDP Lt. Besment	13,7	8,66	16,2	25,1
SDP Lt. 1	51,5	34,6	62	94
SDP Lt. 2	34,7	20,7	40,3	61,1
SDP Lt. 3	35,1	18,2	39,5	60
SDP Lt. 5	33,6	20	39,1	59,6
SDP Lt. 6	35	18,5	39,6	60,6
SDP Lt. 7	35,7	18,8	40,3	61,9
SDP Lt. 8	24,8	14,8	28,9	44,7
PP LP Lt. 1	2,31	1,43	2,72	4,1
PP AC Lt. 1	66,8	41,4	78,5	120,3
PP KK Lt. 1	35,3	21,9	41,6	63,3
PP LP Lt. 2	2,31	1,43	2,71	4,1
PP AC Lt. 2	87,9	54,5	103,5	157,3
PP KK Lt. 2	38,8	24,1	45,7	70,3
Total	497,52	299,02	580,63	886,4

Tabel 4.19 merupakan hasil dari simulasi ETAP setelah penambahan beban gedung baru dengan pemakaian total daya aktif sebesar 497,52 kW, total daya reaktif 299,02 kVAR, total daya semu 580,63 kVA dan total arus beban 886,4 A.

4.10 Perbandingan Hasil Perhitungan Beban Daya Aktif Dengan Hasil Simulasi

Dibawah ini merupakan perbandingan hasil perhitungan daya aktif setelah penambahan beban dengan hasil simulasi ETAP pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Perhitungan Beban Daya Aktif Dengan Hasil Simulasi

Distribusi	Pemakaian Daya Aktif		Selisih (%)
	Perhitungan	Simulasi	
SDP Lt. Besment	14,652	13,7	6,5
SDP Lt. 1	53,978	51,5	4,6

Sambungan Tabel 4.20

SDP Lt. 2	36,309	34,7	4,4
SDP Lt. 3	36,914	35,1	4,9
SDP Lt. 5	35,408	33,6	5,1
SDP Lt. 6	37,067	35	5,6
SDP Lt. 7	37,876	35,7	5,7
SDP Lt. 8	26,535	24,8	6,5
PP LP Lt. 1	2,336	2,31	1,2
PP AC Lt. 1	67,2	66,8	0,6
PP KK Lt. 1	35,53	35,3	0,6
PP LP Lt. 2	2,736	2,31	1,5
PP AC Lt. 2	87,88	87,9	0,1
PP KK Lt. 2	39,27	38,8	1,2
Total	513,691	497,52	3,2

Tabel 4.20 dapat dilihat bahwa selisih antara perhitungan dengan simulasi dengan selisih terkecil sebesar 0,1 % dan selisih terbesar sebesar 6,5 %. Maka selisih dari total daya keseluruhan didapatkan sebesar $513,691 - 497,52 = 16,171$ kW = 3,2 %