

## Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang

Andi Syofian\*, Heru Alham Novendri

Institut Teknologi Padang, Padang

E-mail: andisyofianmt@gmail.com

### ABSTRACT

*Plaza Andalas is one of the modern shopping center in the city of Padang. The mall was built in 2004 and suffered severe damage from the earthquake on 30 September 2009. On April 1, 2010 start operating again and the local government hopes to trigger the revival of the economy. In the modern shopping malls like Plaza Andalas has a wide range of electrical energy needs for support facilities located in the shopping center. The purpose of this thesis is as follows: provide information on prisoners every channel group in the building of Plaza Andalas, provide information the number of power losses, calculate the electric power consumption and provide information on the cross-sectional area of the wire is attached to the electrical installations in the Plaza Andalas buildings. Based on the research that has been done, then obtained some conclusions include a large kVA to be installed to serve the load on the building Plaza Andalas is at 1306.69 kVA overall power requirements or corridor tenant at Plaza Andalas amounted to 959.8 kW of power are realized or unused at the moment 887.3 kW power loss that occurs in the halls of the electrical installation channels of 0.0696881639 watt with cable channels overall prisoner population distribution panel group of 0.0000338695 ohms. To optimize power losses on the channel installation on the building's Plaza Andalas determination of current-carrying capability of cable and is very important to note, in which power losses can be minimized and cable channels do not heat quickly in anticipation of fire in the building.*

**Keywords:** *evaluation of the electrical system, plaza andalas*

### ABSTRAK

Plaza Andalas merupakan salah satu pusat perbelanjaan modern di kota Padang. Mal ini dibangun tahun 2004 dan mengalami kerusakan yang cukup parah karena gempa bumi 30 September 2009. Pada tanggal 1 April 2010 mulai beroperasi kembali dan pemerintah setempat berharap dapat menjadi pemicu bangkitnya kembali perekonomian masyarakat. Di pusat perbelanjaan modern seperti Plaza andalas ini memiliki berbagai macam kebutuhan energy listrik untuk menunjang fasilitas-fasilitas yang terdapat pada pusat perbelanjaan tersebut. Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut: memberikan informasi tentang tahanan setiap saluran group pada gedung Plaza Andalas, memberikan informasi jumlah kerugian daya, menghitung pemakaian daya listrik dan memberikan informasi tentang luas penampang kawat yang terpasang pada instalasi listrik pada gedung Plaza Andalas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan antara lain besar kVA yang harus terpasang untuk melayani beban pada Plaza Andalas adalah sebesar 1306,69 kVA kebutuhan daya keseluruhan tenant maupun koridor di Plaza Andalas adalah sebesar 959,8 kW daya yang terealisasi atau yang terpakai pada saat ini 887,3 kW rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran instalasi listrik dikedung tersebut sebesar 0.0696881639 watt dengan jumlah tahanan saluran kabel keseluruhan group panel distribusi sebesar 0,0000338695 ohm. Untuk mengoptimalkan rugi-rugi daya pada saluran instalasi pada gedung Plaza Andalas ini penentuan jenis kabel dan kemampuan hantar arus sangat penting diperhatikan, yang mana rugi-rugi daya dapat diperkecil dan saluran kabel tidak cepat panas untuk mengantisipasi kebakaran pada gedung.

**Kata kunci:** evaluasi sistem kelistrikan, plaza andalas

### 1. PENDAHULUAN

Plaza Andalas merupakan salah satu pusat perbelanjaan modern di kota Padang. Mal ini dibangun tahun 2004 dan mengalami kerusakan yang cukup parah karena gempa bumi 30 September 2009. Pada tanggal 1 April 2010 mulai beroperasi kembali dan pemerintah setempat berharap dapat menjadi pemicu bangkitnya kembali perekonomian masyarakat. Di pusat perbelanjaan modern seperti Plaza andalas ini memiliki berbagai macam kebutuhan energy listrik untuk menunjang fasilitas-fasilitas yang terdapat pada pusat perbelanjaan tersebut.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang demikian pesat membuat energi listrik menjadi

sumber energi yang sangat penting bagi manusia. Sulit dibayangkan bagaimana kita hidup tanpa listrik, karena penggunaan energi listrik telah menyentuh segala aspek kehidupan manusia. Begitu pentingnya energi listrik dalam kehidupan sehari-hari dan dalam pembangunan yang sedang kita laksanakan, menuntut suatu sistem kelistrikan yang handal serta efisien dari segi teknis maupun biaya yang dapat melayani dan mencukupi kebutuhan kita dengan baik.

Dapat diketahui bahwa dalam sistem distribusi tenaga listrik baik PLN maupun generator (genset) tidaklah mungkin dapat menyediakan tenaga listrik secara mutlak tanpa gangguan. Untuk meningkatkan keandalan listriknya dengan cara mendukung sumber

daya listrik utama (PLN) dengan menyediakan sistem pelayanan sumber daya listrik cadangan atau pembangkit darurat seperti *Generator Set* (Genset) dan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) yang dapat beroperasi dengan otomatis jika sumber daya utama (PLN) terputus. Genset yang biasanya menggunakan mesin diesel bermanfaat untuk mensupply beban darurat yang diasumsikan dengan beban yang boleh kehilangan supply daya listrik dalam orde waktu 8 detik, sedangkan UPS bermanfaat untuk mensupply beban darurat yang diasumsikan sebagai beban yang hanya boleh kehilangan supply daya listrik dalam orde waktu milli detik.

Plaza Andalas juga setiap tahun meningkatkan pelayanan kepada masyarakat diantaranya dengan menambah alat-alat teknologi yang bersifat modern yang menyebabkan adanya daya beban listrik yang terus bertambah pada sistem distribusi listrik, sehingga terjadinya ketidakseimbangan antara besar pemakaian daya listrik di Plaza Andalas dan besar daya listrik yang disalurkan oleh *emergency power*.

Dengan demikian, bagaimana agar gangguan yang terjadi seminim mungkin berakibat terhadap konsumen ataupun kalau terjadi gangguan dapat sesedikit dan sesingkat mungkin tetapi dengan suatu sistem kelistrikan yang efisien. Salah satu cara adalah dengan sistem distribusi yang lebih bisa di prediksi, mudah dalam perawatannya serta efisien yang memenuhi standart atau spesifikasi instalasi listrik. Maka dilakukan kajian "Evaluasi Sistem Kelistrikan Pada Gedung Bertingkat Plaza Andalas Padang".

## 2. LANDASAN TEORI

Secara sederhana "Sistem Distribusi Tenaga Listrik" dapat diartikan sebagai sistem sarana penyampaian tenaga listrik dari sumber ke pusat beban. Sementara untuk "Sistem Instalasi" adalah cara pemasangan penyalur tenaga listrik atau peralatan listrik untuk semua barang yang memerlukan tenaga listrik, dimana pemasangannya harus sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan di dalam Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL).

Oleh karena sumber tenaga listrik untuk beban memiliki kondisi dan persyaratan tertentu, maka sarana penyampaiannya pun dikehendaki memenuhi persyaratan tertentu pula. Kondisi dan persyaratan yang dimaksudkan tersebut antara lain:

- 1) Setiap peralatan listrik dirancang memiliki rating tegangan, frekuensi dan daya nominal tertentu.
- 2) Letak titik sumber (pembangkit) dengan titik beban tidak selalu berdekatan.
- 3) Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dijamin keamanan bagi peralatan itu sendiri, bagi manusia pengguna, dan bagi lingkungannya.

Dalam upaya antisipasi ketiga hal tersebut, maka untuk sistem penyampaian tenaga listrik dituntut berupa kriteria:

- 1) Diperlukan saluran daya (tenaga) yang handal, efektif, ekonomis dan efisien.
- 2) Diperlukan tersedianya daya (tenaga) listrik dengan kapasitas yang cukup (memenuhi), tegangan (dan frekuensi) yang stabil pada harga nominal tertentu, sesuai dengan design peralatan. Singkatnya diperlukan penyediaan daya dengan kualitas yang baik.
- 3) Diperlukan sarana sistem pengaman yang baik, sesuai dengan persyaratan pengamanan (cepat kerja, peka, selektif, handal dan ekonomis).

### 2.1 Tegangan Jatuh dan Rugi-rugi Tegangan/Daya

Untuk saluran daya digunakan bahan yang memiliki sifat konduktif terhadap arus listrik, yaitu bahan yang resistansinya rendah, dan sifat ini dimiliki oleh bahan-bahan logam pada umumnya. Dalam praktek, meskipun resistansi suatu bahan (logam) dipilih rendah bagaimanapun tetap resistif dan tetap menimbulkan rugi-rugi pada saluran itu. Besarnya rugi yang terjadi selalu tergantung pada besarnya tahanan bahan saluran, juga ditentukan oleh besar arus yang lewat saluran. Sedangkan resistansi total saluran itu sendiri selain tergantung pada jenis bahan saluran, tergantung juga pada jarak saluran dan ukuran (luas penampang) saluran. Keterkaitan antara besarnya rugi-rugi pada saluran dengan saluran itu sendiri dinyatakan dalam persamaan dasar berikut ini:

$$\text{Tahanan saluran } R = \rho \cdot (l/A) \text{ (ohm)}$$

dimana:

$$l = \text{panjang saluran}$$

$$\rho = \text{tahanan jenis bahan saluran}$$

$$A = \text{luas penampang saluran}$$

Karena adanya sifat resistif ini, maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

$$V_{\text{loss}} = I \cdot R = I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)}$$

$$P_{\text{loss}} = I^2 \cdot R = I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)}$$

Akibat adanya rugi-rugi ini, maka terjadi selisih antara tegangan di titik sumber dengan di titik beban:

$$V_k - V_t = I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)}$$

Dan selisih daya yang dikirimkan dari sumber dengan daya yang diterima oleh beban sebesar:

$$P_k - P_t = I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)}$$

dimana:

$V_k$  : tegangan di sisi kirim (sumber).

$V_t$  : tegangan di sisi terima (beban).

$P_k$  : daya di sisi kirim (sumber).

$P_t$  : daya di sisi terima (beban).

## 2.2 Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif ( $P$ ) dan daya nyata ( $S$ ). Pergeseran faktor daya merupakan kosinus sudut antara tegangan dan arus.

$$\text{Faktor Daya} = P / S = \cos \phi$$

Faktor daya yang baik adalah faktor daya yang bernilai besar. Pada teorinya, faktor daya dapat mencapai 100%. tapi dalam kenyataannya, faktor daya tidak dapat mencapai 100 % tanpa adanya peralatan untuk mengkoreksi faktor daya tersebut, Hal ini disebabkan karena dalam setiap rangkaian listrik terdapat induktansi dan kapasitansi yang membutuhkan daya reaktif. Daya reaktif dibutuhkan oleh system listrik arus bolak-balik untuk menghasilkan daya yang berguna (*useful work*), sehingga peralatan listrik AC dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Daya reaktif inilah yang menyebabkan faktor daya tidak dapat mencapai 100 %.

Faktor daya yang tinggi sangat penting untuk keseluruhan sistem kelistrikan. Selain dapat meningkatkan efisiensi, faktor daya yang tinggi juga akan membuat biaya listrik menjadi lebih ekonomis dan meningkatkan life time suatu peralatan listrik.

Dalam beberapa hal rumus hubungan daya, arus dan tegangan tidak dapat diberlakukan untuk setiap beban, karena sebuah sumber listrik arus bolak balik (AC) mengeluarkan energi listrik dalam bentuk energi aktif dan energi reaktif.

Energi aktif (dinyatakan dalam Watt) adalah energi yang diperlukan untuk ditransformasikan/ diubah ke bentuk energi lain, misalnya: energi mekanik, panas, cahaya, dll. Sedangkan energi reaktif (dinyatakan dalam VAR) diperlukan oleh peralatan yang bekerja dengan sistem electromagnet, yaitu untuk pembentukan medan magnetnya, peralatan yang demikian diantaranya: trafo, motor, lampu pijar, dll.

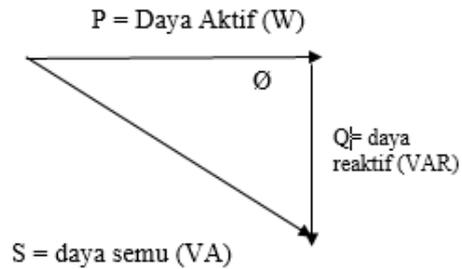
Kedua energi diatas membentuk daya total yang disebut dengan daya nyata (dinyatakan dalam VA), daya nyata ini merupakan penjumlahan vector dari daya aktif dan daya reaktif. Hubungan ketiga jenis energi ini dapat kita gambarkan sebagai berikut:

Jika daya semu (VA):

$$S = V \times I$$

Maka, daya aktif (Watt):

$$P = V \times I \cos \phi$$



Gambar 1 Segitiga daya

Sedangkan daya reaktif (VAR):

$$Q = V \times I \sin \phi$$

Sehingga, daya semu (VA):

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

$\cos \phi$  pada persamaan diatas merupakan factor daya, dimana factor daya adalah perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya nyata (VA). Sebuah instalasi listrik akan semakin optimum, baik dari segi teknis maupun ekonomis, jika factor dayanya mendekati atau mencapai nilai 1.

## 2.3 Formula Perhitungan Beban

Hubungan antara tegangan, arus dan hambatan dapat dilihat pada rumus hukum Ohm, sebagai berikut :

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

dari persamaan tersebut diperoleh:

$$V = I \times R$$

dimana:

$V$  : Tegangan (Volt)

$I$  : Arus listrik (Amper)

$R$  : Hambatan (Ohm)

Hubungan daya listrik dan hambatan dapat dilihat pada rumus sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Dengan mensubstitusikan antara persamaan tegangan di atas dengan persamaan daya, maka diperoleh:

$$P = I^2 \cdot R$$

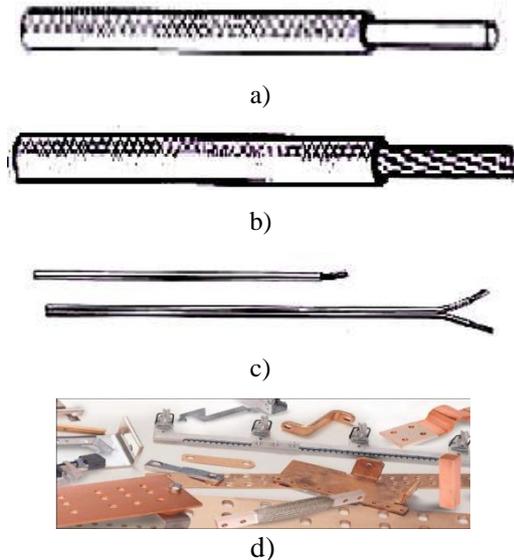
dimana:

$P$  : Daya listrik (Watt)

## 2.4 Komponen dan Peralatan Pengaman Sistem Distribusi Tenaga Listrik

### 2.4.1 Kabel

Kabel listrik adalah media untuk mengantarkan arus listrik ataupun informasi. Bahan dari kabel ini beraneka ragam, khusus sebagai pengantar arus



**Gambar 2** Jenis-jenis penghantar, a) penghantar pejal; b) penghantar berlilit; c) penghantar serabut; dan d) penghantar persegi (*busbar*)

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 atau kabel yang sering digunakan untuk instalasi listrik penerangan umumnya terbuat dari tembaga. Penghantar tembaga setengah keras ( $BCC \frac{1}{2} H = \text{Bare Copper Conductor Half Hard}$ ) memiliki nilai tahanan jenis  $0,0185 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$  dengan tegangan tarik putus kurang dari  $41 \text{ kg/mm}^2$ . sedangkan penghantar tembaga keras ( $BCCH = \text{Bare Copper Conductor Hard}$ ), kekuatan tegangan tariknya  $41 \text{ kg/mm}^2$ . Pemakaian tembaga sebagai penghantar adalah dengan pertimbangan bahwa tembaga merupakan suatu bahan yang mempunyai daya hantar yang baik setelah perak. Penghantar yang dibuat oleh pabrik yang dibuat oleh pabrik terdapat beraneka ragamnya. Berdasarkan konstruksinya, penghantar diklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) **Penghantar pejal** (solid); yaitu penghantar yang berbentuk kawat pejal yang berukuran sampai  $10 \text{ mm}^2$ . Tidak dibuat lebih besar lagi dengan maksud untuk memudahkan penggulungan maupun pemasangannya.
- 2) **Penghantar berlilit** (stranded); penghantarnya terdiri dari beberapa urat kawat yang berlilit dengan ukuran  $1 \text{ mm}^2 - 500 \text{ mm}^2$ .
- 3) **Penghantar serabut** (fleksibel); banyak digunakan untuk tempat-tempat yang sulit dan sempit, alat-alat portabel, alat-alat ukur listrik dan pada kendaraan bermotor. Ukuran kabel ini antara  $0,5 \text{ mm}^2 - 400 \text{ mm}^2$ .
- 4) **Penghantar persegi** (busbar); penampang

penghantar ini berbentuk persegi empat yang biasanya digunakan pada PHB (Papan Hubung Bagi) sebagai rel-rel pembagi atau rel penghubung. Penghantar ini tidak berisolasi.

Adapun bila ditinjau dari jumlah penghantar dalam satu kabel, penghantar dapat diklasifikasikan menjadi:

- 1) Penghantar simplex ialah kabel yang dapat berfungsi untuk satu macam penghantar saja (misal: untuk fasa atau netral saja). Contoh penghantar simplex ini antara lain: NYA  $1,5 \text{ mm}^2$ ; NYAF  $2,5 \text{ mm}^2$  dan sebagainya.
- 2) Penghantar duplex ialah kabel yang dapat menghantarkan dua aliran (dua fasa yang berbeda atau fasa dengan netral). Setiap penghantarnya diisolasi kemudian diikat menjadi satu menggunakan selubung. Penghantar jenis ini contohnya NYM  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , NYY  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ .
- 3) Penghantar triplex ialah kabel dengan tiga penghantar yang dapat menghantarkan aliran 3 fasa (R, S dan T) atau fasa, netral dan arde. Contoh kabel jenis ini: NYM  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , NYY  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$  dan sebagainya.
- 4) Penghantar quadruplex ialah kabel dengan empat penghantar untuk mengalirkan arus 3 fasa dan netral atau 3 fasa dan pentanahan.

Susunan hantarannya ada yang pejal, berlilit ataupun serabut. Contoh penghantar quadruplex misalnya NYM  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  NYMHY  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  dan sebagainya.

### Pemilihan Luas Penampang Penghantar

Pemilihan luas penampang penghantar harus mempertimbangkan hal-hal berikut ini:

- Kemampuan Hantar Arus.

Kemampuan Hantar Arus (KHA) adalah arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinyu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu (*PUIL 2000, 10*). Kemampuan hantar arus (KHA) dan luas penampang yang diperlukan tergantung pada beban yang dihubungkan.

Menurut PUIL 2000 Bab 5 pasal 5.5.3.1 bahwa "Penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh". dinyatakan dalam persamaan berikut:

- Untuk Arus Searah :  $I_n = P/V \text{ (A)}$
- Untuk Arus Bolak-balik Satu Fasa:  $I_n = P/(V \cdot \cos \phi)$
- Untuk Arus Bolak-balik tiga Fasa:  $I_n = P/(\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi)$
- Arus Beban =  $125\% \times I_n$

dimana:

$$I_n = \text{Arus Nominal Beban Penuh (A)}$$

Berdasarkan Tabel KHA (Kemampuan Hantar Arus) di PUIL 2000, untuk kabel jenis NYM KHA terus menerus adalah sebagai berikut:

- Luas penampang kabel 2,5 mm<sup>2</sup> = 26 A
- Luas penampang kabel 4 mm<sup>2</sup> = 34 A
- Luas penampang kabel 6 mm<sup>2</sup> = 44 A
- Luas penampang kabel 10 mm<sup>2</sup> = 61 A
- Luas penampang kabel 16 mm<sup>2</sup> = 82 A

Sedangkan untuk kabel jenis NYY KHA terus menerus adalah sebagai berikut dapat dilihat pada table 1.

▪ Drop Tegangan

Drop voltage atau disebut dengan susut tegangan merupakan perbedaan antara tegangan sumber dengan tegangan di beban, karena tegangan di beban tidak sama dengan tegangan sumber yaitu tegangan di beban lebih kecil dari tegangan sumber, dapat disebabkan oleh faktor arus dan impedansi saluran.

**2.5 Fasilitas Gedung**

**2.5.1 Escalator**

Escalator merupakan salah satu alat pengangkut dengan kemampuan angkut yang besar (4500 sampai 9000 orang/jam) sangat cocok dipergunakan untuk transportasi vertikal yang bersifat massal. Escalator biasanya digunakan dipertokoan, perhotelan, lapangan terbang, pusat-pusat terminal kereta api di bawah tanah (Metro, subway di Eropa), dan lain-lain. Perencanaan escalator ini harus disesuaikan dengan kebutuhan, letak dan lokasi, yang akan menentukan keamanan, mutu pelayanan dan kenyamanan.

Escalator pada dasarnya memiliki beberapa komponen utama seperti: rangka struktur, rel, rantai dan roda gigi, anak tangga, dinding penyangga rel tangan, pegangan tangan, lantai pijak, lantai bergigi,

ruang mesin, pencahayaan, unit penggerak dan peralatan listrik.

Secara umum peralatan escalator terdiri atas:

1. Rangka struktur (frame)
2. Rel (rail)
3. Rantai dan roda gigi (chain & gear)
4. Anak tangga (step)
5. Dinding penyangga rel tangan (balustrade)
6. Pegangan tangan (handrail)
7. Lantai Pijak (landing plates)
8. Lantai Bergigi (combplates)
9. Ruang Mesin
10. Pencahayaan (lighting)
11. Unit penggerak (drive unit)
12. Peralatan listrik (electrical parts)

**2.5.2 Elevator atau Lift**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi salah satunya bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya elevator atau lift. Lift adalah seperangkat alat angkut transportasi vertikal yang mempunyai gerakan periodik dan digunakan untuk mengangkut (menaikkan/menurunkan) orang atau barang secara vertikal melalui suatu *guide rail vertical* (jalur rel vertikal) dengan menggunakan seperangkat alat mekanik baik disertai alat otomatis ataupun manual.

**Jenis Penggerak Lift Pada Umumnya**

Jenis penggerak lift digolongkan menjadi:

1. Lift dengan sistem penggerak hidrolis (hydraulic elevator).
2. Lift dengan sistem penggerak dengan motor listrik (traction type elevator).

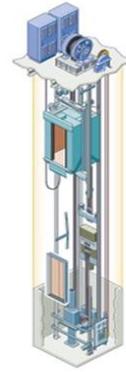
**Jenis Lift Dengan Motor Traksi**

Konsep dasar dari lift yang mempergunakan motor traksi dapat dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

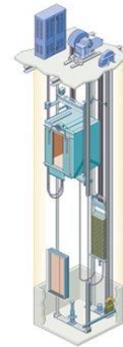
- Jenis Tarikan Langsung (Drum Type)
- Jenis Tarikan Gesek (Traction Drive)

**Tabel 1** Kuat hantar arus kabel NYY

JENIS KABEL	LUAS PENAMPANG ( mm <sup>2</sup> )	KHA TERUS MENERUS					
		Berinti Tunggal		Berinti Dua		Berinti Tiga	
		di tanah (A)	di udara (A)	di tanah (A)	di udara (A)	di tanah (A)	di udara (A)
	1,5	40	26	31	20	26	18,5
	2,5	54	35	41	27	36	25
	4	70	46	54	37	44	34
NYM	6	90	58	68	48	56	43
NYBY	10	122	79	92	66	75	60
NYFGbY	16	160	105	121	89	98	80
NYRGbY	25	206	140	153	118	128	106
NYCY	35	249	174	187	145	157	131
NYCWFY	50	296	212	222	176	185	159
NYSY	70	365	269	272	224	228	202
NYCEY	95	438	331	328	271	275	244
NYSEY	120	499	386	375	314	313	282
NVHSY	150	561	442	419	361	353	324
NYKY	185	637	511	475	412	399	371
NYKBY	240	743	612	550	484	464	436
NYKFGbY	300	843	707	525	590	524	481
NYKRgBY	400	986	859	605	710	600	560
	500	1125	1000	-	-	-	-



**Gambar 3** *Geared elevator*



**Gambar 4** *Gearless elevator*

#### a. Drum Type Elevator

Cara operasi lift jenis ini seperti pesawat angkat pada crane-crane pada proyek konstruksi bangunan, dengan menggulung tali baja pada tabung gulung. Lift jenis ini hanya dipergunakan untuk lift-lift dengan kapasitas kecil seperti pada lift perumahan (residential elevator) dan (lift pelayan) dumb waiter. Adapun kelemahan tersebut, antara lain:

- Kecepatan yang dapat dicapai secara teknis terbatas (+/- 15 m/menit) atau kecepatan lift kurang dari 30 m/menit
- Kapasitas angkut terbatas (maksimal 200 kg).
- Penggunaan tenaga listrik lebih boros (tanpa bobot imbang).

#### b. Traction Type Elevator

Lift jenis ini dapat digolongkan menjadi 2 (dua) penggolongan, yaitu:

- Dilihat dari segi mesin penggerak langsung atau tidak langsung, dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :
  - a. Geared Elevator (gambar 5)
  - b. Gearless Elevator (gambar 6)
- Dilihat dari jenis motor traksi yang dipergunakan dapat menjadi 2 jenis, yaitu:

- a. Lift traksi motor AC.
- b. Lift traksi motor DC

*Geared* elevator dengan penggerak motor AC *geared* biasanya dipergunakan pada lift berkecepatan rendah dan sedangkan *Gearless* elevator dengan penggerak motor DC (AC VVVF) dipergunakan pada lift kecepatan tinggi. Spesifik lift traksi sistem pengendali motor dan gear motor pada motor traksi antara lain:

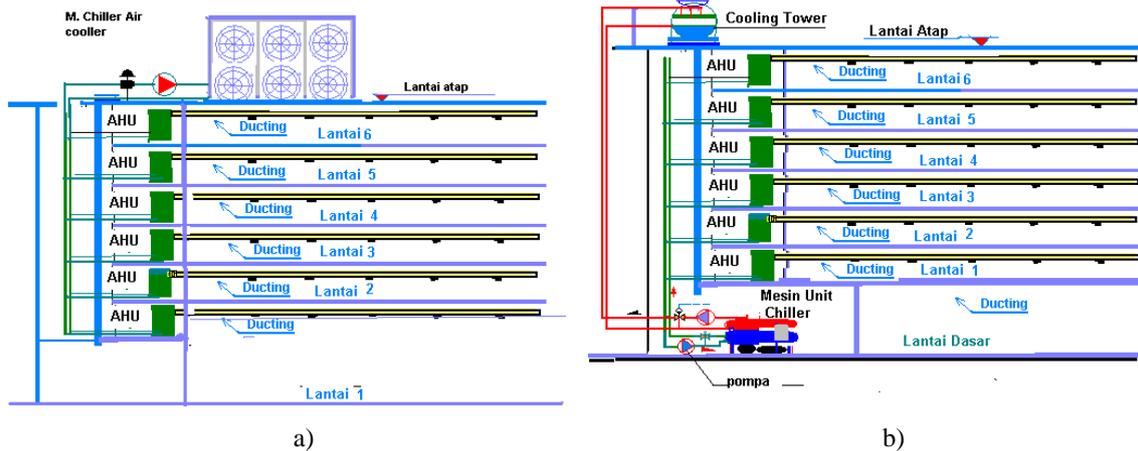
- a. *Geared machine* dengan motor AC single speed : 15-30 m/menit
- b. *Geared machine* dengan motor AC double speed : 30-45 m/menit
- c. *Geared machine* dengan motor AC VVVF speed : 45-210 m/menit
- d. *Gearless machine* dgn motor DC/AC VVVF speed : >150 m/menit

#### 2.5.3 AC Sentral Chiller

AC sentral system chiller adalah AC sentral yang banyak dipakai dgedung bertingkat; perkantoran maupun hotel, juga untuk proses di pabrik-pabrik. Dari sisi pendinginan kondensor, sistem ini juga dibagi menjadi 2 macam sistem pendinginan yaitu:



a)



a)

b)

**Gambar 5** Sistem *chiller*, a) unit mesin *chiller* kompresor sentrifugal; b) pendinginan kondensor dengan sistem *air cooled*; dan c) pendinginan kondensor dengan sistem *water cooled*

1. Sistem Air cooled (pendinginan dengan udara)
2. System Water cooled (pendinginan dengan air).

Untuk Kompresornya banyak dipakai jenis/type:

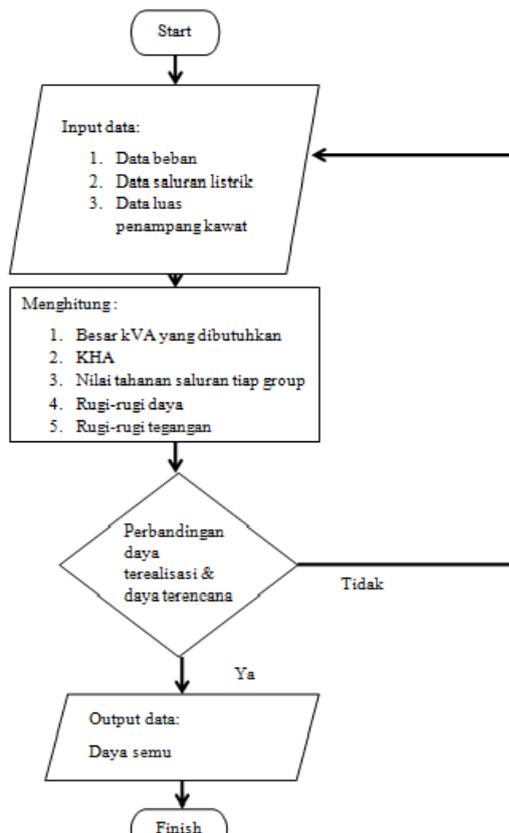
1. Compressor Type Centrifugal
2. Compressor type Screw. (scrup)

Cara kerja AC Chiller ini yaitu komponen evaorator, kondensor maupun kompresor berada di sebuah unit mesin. Sedang untuk pendistribusian daya pendinginan. Ruangannya (sasaran target pendinginan). Disalurkan melalui air dalam pipa ke AHU (Air Handling Unit). Untuk penyaluran Udara ke ruangan beban pendinginan disalurkan dari AHU (yang berupa coil-coil pendingin) melalui ducting ke ruangan yang keluar di Defuser di langit-langit atau di dinding ruangan. Didalam AHU Air dingin di coil-coil yang bersuhu dingin dengan udara yang dingin disekelilingnya, Coil tsb di hembus dengan blower sehingga Udara disekeliling blower terbawa mengalir ke dalam ducting seterusnya di bagikan ke penjuru ruangan melalui defuser-defuser. Udara dingin ini selajutkany di sirkulasikan balik /dihisap melalui Return Duct melalui Grille-grille yang umumnya dipasang di sudut ruangan, dan kembali ke Unit AHU

dan setelah melewati saringan (Filter) udara ini ditambah udara segar dari luar dihembuskan kembali melewati coil-coil dan masuk ke saluran ducting lagi, begitu udara dingin ini bersirkulasi mendinginkan ruangan dengan suhu yang bisa diatur dengan termo start.

Sistem pendingin Kondenssor dengan udara sistemnya sebagai berikut: Kondenssor di unit mesin chiller yang berupa coil, yang terdiri dari jajaran pipa tembaga dan umumnya diberi sirip-sirip aluminium. Di hembus dengan udara dengan kipas-kipas yang mengalirkan suhu udara luar\* (sekitar 32°C) melewati coil tsb yang bersuhu sekitar 40°C sehingga dengan adanya pertukaran suhu udara ini gas refrigerant dalam kondensoor berubah menjadi bentuk cair (pengembunan kondensasi).

Pendinginan dengan sistem water cooled sistemnya sebagai berikut: Dalam sistem ini Kondenssor pada umumnya berbentuk silinder dengan panjang 2m atau lebih dengan Diameter, 50 cm atau lebih. Pada system Kompresor sentrifugal biasanya cairan refrigerant maupun uap refrigerant berada dalam silinder Dalam cellnya. Sedang air pendingin berada di pipa (tubing) yang berjajar didalam cell, di sistem kompresor Screw kondisinya sering disusun sebaliknya. Air dari Colling tower diatas gedung di alirkan dengan bantuan pompa sirkulasi, transfers pump, melalui pipa dan di sirkulasikan di dalam



**Gambar 5** Flowchart penelitian

kondensor sehingga terjadi pertukaran kalor. Sehingga suhu kondensor yang sekitar  $40^{\circ}\text{C}$  ini turun mencapai suhu yang di sarat kan oleh hukum hubungan tekanan dan suhu sehingga menyebabkan pengembunan/kondensasi sehingga uap refrigerant berubah menjadi bentuk air, selanjutnya melalui valve penurunan tekanan refrigerant cair di sirkulasi ke evaporator. Sistem chiller air Cooled maupun Water Chilled dapat dilihat pada gambar 5.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode perhitungan dan analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan formula atau rumus yang dijelaskan sebelumnya. Kemudian merangkupi hasil perhitungan ke dalam bentuk tabel, dari tabel hasil perhitungan nanti akan dilanjutkan dengan analisa dan pembahasan dari penelitian ini yang akan menjadi kesimpulan akhir nantinya. Sehingga dalam menjawab permasalahan, maka data yang terkumpul nantinya akan dianalisa dengan beberapa tahap. Adapun flowchart dari penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar 6.

Untuk melengkapi data yang dibutuhkan dalam analisa dan perhitungan pada penelitian ini maka dibutuhkan data-data sesuai dengan tujuan dari penelitian. Adapun data tersebut yang diambil sebagai berikut :

- Data Genset (Generator set)
- Data UPS (*Uninterruptible Power Supply*)
- Data Escalator
- Data Komputer
- Data Lift/Elevator
- Data AC Central Chiller
- Data Pompa Air
- Data Hydrant
- Data Panel Distribusi Listrik
- Data Data Jumlah Tenant dan Kebutuhan Beban Tenant Perlantai
- Data Beban Koridor setiap lantai
- Data Beban yang Terealisasi Pada Gedung

### 4. PERHITUNGAN DAN ANALISA

Perhitungan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tahanan setiap saluran group
2. Menghitung rugi-rugi daya pada saluran instalasi
3. Menghitung besarnya kVA yang harus terpasang untuk melayani beban

#### 4.1 Kapasitas Daya Listrik

Data beban di koridor lantai 1 gedung ini adalah: Group 1 phasa R:

Lampu 10 watt berjumlah 173 buah

Daya beban lampu =  $173 \times 10 = 1730$  watt

Untuk mengetahui arus (ampere) :

$$P = V_n \times I \times \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{(V_n \times \cos\phi)}$$

$$= \frac{1730}{220 \times 0,8}$$

$$= 9,8 \text{ Ampere}$$

Untuk mengetahui daya semu (VA) :

$$S = V_n \times I$$

$$= 220 \times 9,8$$

$$= 2156 \text{ VA}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$KHA = 125\% \times I$$

$$= 125\% \times 9,8$$

$$= 12,25 \text{ Ampere}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 12,25 ampere adalah NYM dengan luas penampang 2,5 mm

Menghitung tahanan saluran koridor lantai 1 group 1

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$R = 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{225}{2,5} \right)$$

$$= 1,68 \times 10^{-8} \times 90$$

$$= 148,5 \times 10^{-8}$$

$$= 0,000001485 \text{ ohm}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$V_{loss} = I \cdot R$$

$$= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)}$$

$$= 9,8 \times 148,5 \times 10^{-8}$$

$$= 1455,3 \times 10^{-8}$$

$$= 0,000014553 \text{ V}$$

Rugi - rugi Daya :

$$P_{loss} = I^2 \cdot R$$

$$= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)}$$

$$= 9,8^2 \times 148,5 \times 10^{-8}$$

$$= 96 \times 148,5 \times 10^{-8}$$

$$= 14256 \times 10^{-8}$$

$$= 0,00014256 \text{ Watt}$$

Group 2 phasa S :

Lampu 10 watt berjumlah 173 buah

$$\text{Daya beban lampu} = 173 \times 10$$

$$= 1730 \text{ watt}$$

Untuk mengetahui arus (ampere):

$$P = V_n \times I \times \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{(V_n \times \cos\phi)}$$

$$= \frac{1730}{220 \times 0,8}$$

$$= 9,8 \text{ Ampere}$$

**Tabel 2** Data beban yang terealisasi

a) Data panel

Panel	Lokasi	Fungsi	Terealisasi (kW)
DP Basement	Basement	Penerangan dan stopkontak koridor	5,4
DP lt-1	Lantai 1	Penerangan, stop kontak dan tenant	110
DP lt-2	Lantai 2	Penerangan koridor dan tenant	90
DP lt-3	Lantai 3	Penerangan koridor dan tenant	86
DP lt-4	Lantai 4	Penerangan, stop kontak dan tenant	45,5
DP Escalator	Lantai 1/4	Daya untuk escalator	44,4
DP lift/Elevator	Lantai 1	Daya untuk lift	11
DP AC Chyller	Lantai 1/4	Daya untuk AC Chiller	370,5
DP Hydrant	Lantai 1	Daya untuk Pompa Hydrant	110
DP Pompa Air	Lantai 1	Daya untuk Pompa air	15
Jumlah keseluruhan daya			887,8

b) Data tenant

Lantai	Beban Tenant				Jumlah Tenant
	6 Ampere	10 Ampere	20 Ampere	50 Ampere	
Lantai 1	-	19	9	4	32
Lantai 2	93	-	-	1	94
Lantai 3	93	-	-	1	94
Lantai 4	-	-	3	5	8
Total	1116 ampere	190Ampere	240 Ampere	550 ampere	228 tenant
Total Beban 2096 Ampere					

Untuk mengetahui daya semu (VA)

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 9,8 \\ &= 2156 \text{ VA} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I \\ &= 125\% \times 9,8 \\ &= 12,25 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 12,25 ampere adalah NYM dengan luas penampang 2,5 mm

Menghitung tahanan saluran koridor lantai 1 group 2

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned} R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{225}{2,5} \right) \\ &= 1,68 \times 10^{-8} \times 90 \\ &= 148,5 \times 10^{-8} \\ &= 0,000001485 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{loss}} &= I \cdot R \\ &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\ &= 9,8 \times 148,5 \times 10^{-8} \\ &= 1455,3 \times 10^{-8} \\ &= 0,000014553 \text{ V} \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned} P_{\text{loss}} &= I^2 \cdot R \\ &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\ &= 9,8^2 \times 148,5 \times 10^{-8} \\ &= 96 \times 148,5 \times 10^{-8} \\ &= 14256 \times 10^{-8} \\ &= 0,00014256 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Group 3 phasa T:

Stop kontak 200 watt berjumlah 56 buah

$$\begin{aligned} \text{Daya beban stop kontak} &= 200 \times 56 \\ &= 11200 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui arus (ampere)

$$\begin{aligned} P &= V_n \times I \times \text{Cos}\phi \\ I &= \frac{P}{(V_n \times \text{Cos}\phi)} \\ &= \frac{11200}{220 \times 0,8} \\ &= 63,63 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Untuk mengetahui daya semu (VA)

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 63,63 \\ &= 13998,6 \text{ VA} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\text{KHA} = 125\% \times I$$

$$= 125\% \times 63,63$$

$$= 79,53 \text{ Ampere}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 79,53 ampere adalah NYM dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran stop kontak koridor lantai 1 group 3

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned} R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{150}{16} \right) \\ &= 1,68 \times 10^{-8} \times 9,37 \\ &= 15,74 \times 10^{-8} \\ &= 0,0000001574 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{loss}} &= I \cdot R \\ &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\ &= 63,63 \times 15,74 \times 10^{-8} \\ &= 1001,53 \times 10^{-8} \\ &= 0,0000100153 \text{ V} \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned} P_{\text{loss}} &= I^2 \cdot R \\ &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\ &= 63,63^2 \times 15,74 \times 10^{-8} \\ &= 4048,77 \times 15,74 \times 10^{-8} \\ &= 63727,62 \times 10^{-8} \\ &= 0,0006372762 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Group 4 phasa R:

Total arus beban 10 Ampere x 10 tenant = 100 Ampere

Daya semu (VA) :

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 100 \\ &= 22000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt) :

$$\begin{aligned} P &= V_n \times I \times \text{Cos}\phi \\ &= 220 \times 100 \times 0,8 \\ &= 17600 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I \\ &= 125\% \times 100 \\ &= 125 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 125 ampere adalah NYFGbY dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran group 4

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$R = 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{170}{16} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,68 \times 10^{-8} \times 10,62 \\
 &= 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 0,0000001784 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan:

$$\begin{aligned}
 V_{loss} &= I \cdot R \\
 &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\
 &= 100 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 1784 \times 10^{-8} \\
 &= 0,00001784 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya:

$$\begin{aligned}
 P_{loss} &= I^2 \cdot R \\
 &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\
 &= 100^2 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 10000 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 178400 \times 10^{-8} \\
 &= 0,001784 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Group 5 fasa S:

Total arus beban 10 Ampere x 9 tenant = 90 Ampere

Daya semu (VA):

$$\begin{aligned}
 S &= V_n \times I \\
 &= 220 \times 90 \\
 &= 19800 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt):

$$\begin{aligned}
 P &= V_n \times I \times \text{Cos}\phi \\
 &= 220 \times 90 \times 0,8 \\
 &= 15840 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned}
 \text{KHA} &= 125\% \times I \\
 &= 125\% \times 90 \\
 &= 112,5 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 112,5 ampere adalah NYFGbY dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran group 5

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned}
 R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{170}{16} \right) \\
 &= 1,68 \times 10^{-8} \times 10,62 \\
 &= 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 0,0000001784 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan:

$$\begin{aligned}
 V_{loss} &= I \cdot R \\
 &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\
 &= 90 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 1605,6 \times 10^{-8} \\
 &= 0,000016056 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya:

$$\begin{aligned}
 P_{loss} &= I^2 \cdot R \\
 &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\
 &= 90^2 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 8100 \times 17,84 \times 10^{-8} \\
 &= 144504 \times 10^{-8} \\
 &= 0,00144504 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Group 6 fasa T:

Total arus beban 20 Ampere x 5 tenant = 100 Ampere

Daya semu (VA):

$$\begin{aligned}
 S &= V_n \times I \\
 &= 220 \times 100 \\
 &= 22000 \text{ VA}
 \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt):

$$\begin{aligned}
 P &= V_n \times I \times \text{Cos}\phi \\
 &= 220 \times 100 \times 0,8 \\
 &= 17600 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned}
 \text{KHA} &= 125\% \times I \\
 &= 125\% \times 100 \\
 &= 125 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1 kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 125 ampere adalah NYFGbY dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran group 6

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned}
 R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{220}{16} \right) \\
 &= 1,68 \times 10^{-8} \times 13,75 \\
 &= 23,1 \times 10^{-8} \\
 &= 0,000000231 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu :

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned}
 V_{loss} &= I \cdot R \\
 &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\
 &= 100 \times 23,1 \times 10^{-8} \\
 &= 2310 \times 10^{-8} \\
 &= 0,0000231 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned}
 P_{loss} &= I^2 \cdot R \\
 &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\
 &= 100^2 \times 23,1 \times 10^{-8} \\
 &= 10000 \times 23,1 \times 10^{-8} \\
 &= 231000 \times 10^{-8} \\
 &= 0,00231 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Group 7 fasa R :

Total arus beban 20 Ampere x 4 tenant = 80 Ampere

Daya semu (VA):

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 80 \\ &= 17600 \text{ VA} \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt) :

$$\begin{aligned} P &= V_n \times I \times \cos\phi \\ &= 220 \times 80 \times 0,8 \\ &= 14080 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I \\ &= 125\% \times 80 \\ &= 100 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 100 ampere adalah NYBY dengan luas penampang 10 mm

Menghitung tahanan saluran group 7

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned} R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{200}{10} \right) \\ &= 33,6 \times 10^{-8} \\ &= 0,000000336 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{loss}} &= I \cdot R \\ &= 80 \times 33,6 \times 10^{-8} \\ &= 2688 \times 10^{-8} \\ &= 0,00002688 \text{ V} \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned} P_{\text{loss}} &= I^2 \cdot R \\ &= 215040 \times 10^{-8} \\ &= 0,0021504 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Group 8 phasa S :

Total arus beban 50 Ampere x 2 tenant = 100 Ampere

Daya semu (VA) :

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 100 \\ &= 22000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt) :

$$\begin{aligned} P &= V_n \times I \times \cos\phi \\ &= 220 \times 100 \times 0,8 \\ &= 17600 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I \\ &= 125\% \times 100 \\ &= 125 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 125 ampere adalah NYFGbY dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran group 8

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

$$\begin{aligned} R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{210}{16} \right) \\ &= 1,68 \times 10^{-8} \times 13,12 \\ &= 22 \times 10^{-8} \\ &= 0,00000022 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{loss}} &= I \cdot R \\ &= 100 \times 22 \times 10^{-8} \\ &= 0,000022 \text{ V} \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned} P_{\text{loss}} &= I^2 \cdot R \\ &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\ &= 220000 \times 10^{-8} \\ &= 0,0022 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Group 9 phasa T :

Total arus beban 50 Ampere x 2 tenant = 100 Ampere

$$\begin{aligned} S &= V_n \times I \\ &= 220 \times 100 \\ &= 22000 \text{ VA} \end{aligned}$$

Daya aktif (Watt) :

$$\begin{aligned} P &= V_n \times I \times \cos\phi \\ &= 220 \times 100 \times 0,8 \\ &= 17600 \text{ watt} \end{aligned}$$

Untuk menentukan luas penampang yang dipakai

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 125\% \times I \\ &= 125\% \times 100 \\ &= 125 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Jadi dilihat dari table 1, kuat hantar arus jenis kabel yang dipakai 125 ampere adalah NYFGbY dengan luas penampang 16 mm

Menghitung tahanan saluran group 9

Tahanan saluran  $R = \rho \cdot (l/A)$  (ohm)

**Tabel 3** Hasil perhitungan daya aktif lantai 1 per grup (watt)

Grup	Phasa R	Phasa S	Phasa T
1	1730 Watt		
2		1730 Watt	
3			11200 Watt
4	17600 Watt		
5		15840 Watt	
6			17600 Watt
7	14080 Watt		
8		17600 Watt	
9			17600 Watt
<b>Total Daya</b>	<b>33410 watt</b>	<b>35170 watt</b>	<b>46400 watt</b>

$$\begin{aligned}
 R &= 1,68 \times 10^{-8} \left( \frac{250}{16} \right) \\
 &= 1,68 \times 10^{-8} \times 15,62 \\
 &= 26,24 \times 10^{-8} \\
 &= 0,000002624 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

Karena adanya sifat resistip ini maka bila saluran dialiri arus akan terjadi rugi, yaitu:

Rugi - rugi tegangan :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{loss}} &= I \cdot R \\
 &= I \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Volt)} \\
 &= 100 \times 26,24 \times 10^{-8} \\
 &= 2624 \times 10^{-8} \\
 &= 0,00002624 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Rugi - rugi Daya :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{loss}} &= I^2 \cdot R \\
 &= I^2 \cdot \rho \cdot (l/A) \text{ (Watt)} \\
 &= 100^2 \times 26,24 \times 10^{-8} \\
 &= 10000 \times 26,24 \times 10^{-8} \\
 &= 262400 \times 10^{-8} \\
 &= 0,002624 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Total daya aktif fase R = 33410 watt

Total daya aktif fase S = 35170 watt

Total daya aktif fase T = 46400 watt

Untuk mengetahui total daya keseluruhan pada panel distribusi lantai 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= P_r + P_s + P_t \\
 &= 33410 + 35170 + 46400 \\
 &= 114980 \text{ Watt} \\
 &= 114,9 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{total}} &= \frac{P_{\text{total}}}{\cos \theta} \\
 &= \frac{114980}{0,8} \\
 &= 143725 \text{ VA} \\
 &= 143,7 \text{ kVA}
 \end{aligned}$$

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

- 1) Besar kVA yang harus terpasang untuk melayani beban pada gedung Plaza Andalas adalah sebesar 1306,69 kVA
- 2) Kebutuhan daya keseluruhan tenant maupun koridor adalah sebesar 959,8 kW
- 3) Daya yang terealisasi atau yang terpakai pada saat ini 887,3 kW
- 4) Rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran instalasi listrik sebesar 0.0696881639 watt

- 5) Dengan jumlah tahanan saluran kabel keseluruhan group panel distribusi sebesar 0,0000338695 ohm.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, untuk mengoptimalkan rugi-rugi daya pada saluran instalasi pada gedung Plaza Andalas ini penentuan jenis kabel dan kemampuan hantar arus sangat penting diperhatikan, yang mana rugi-rugi daya dapat diperkecil dan saluran kabel tidak cepat panas untuk mengantisipasi kebakaran pada gedung.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assaffat, L. 2009. Analisis Kualitas Daya Listrik Di Paviliun Garuda Rumah Sakit Dr. Karyadi Di Semarang, Semarang.
- [2] Idris Zainuddin, Ir. 2005. Dasar-Dasar Instalasi Listrik : politeknik negeri sriwijaya. Palembang.
- [3] Ardian Affan . (2009). Analisis Sistem Suplai Daya Instalasi Listrik Tenaga Pada Gedung PT.Smart Telecom : Universitas Indonesia.
- [4] Hendrawan Herman . (2009). Analisis Back-Up System Sebagai Penyuplai Daya Listrik di Gedung Bertingkat Bogor Trade Mall (BTM), Bogor.
- [5] Panitia Revisi PUIL - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, *Persyaratan Umum Instalasi*
- [6] *Listrik*, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2000.
- [7] Syah Firman . (2007). Perencanaan Escalator Lantai Satu ke Dua Dgedung Pusat
- [8] Perbelanjaan Metropolis Tangerang, Tangerang.
- [9] Dwi Setiyawan Nugroho . (2015) Perencanaan Instalasi Daya Listrik Pada PT. Indofood
- [10] Sukses Makmur Tbk Di Gudang Depo Kertosono, Bogor.
- [11] Steven . (2011) Perencanaan Simulator Lift Gedung 6 Lantai Menggunakan
- [12] Mikrokontroler ATMEGA8535, Semarang.
- [13] Mulyono, Nono, *Pengantar Sistem Distribusi*, Institut Sepuluh November, 1999
- [14] AS Pabla, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga. 1995.
- [15] P. Van Harten, E Setiawan, *Instalasi Arus Kuat*. Jakarta. 1980.
- [16] <http://dunia-listrik.blogspot.com>
- [17] <http://www.mandiri-chiller.com/pengertian-chiller-dan-cara-kerja-nya/>
- [18] <http://pekerja-jenius.blogspot.co.id/2014/09/installasi-ac-sentral-pada-bangunan.html>
- [19] <http://fisikazone.com/hambatan-jenis/>