



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>

| e-ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

Analisis Sistem Pengaman Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning Pekanbaru

Abrar Tanjung¹, Zulfahri²

¹Universitas Lancang Kuning, email : abrar@unilak.ac.id,

²Universitas Lancang Kuning, email : zulfahri@unilak.ac.id

Abstrak

Sistem Pengaman merupakan salah satu cara untuk mengatasi gangguan pengurangan pengaruh arus listrik, seperti terdapat arus bocor atau hubungan singkat akibat kegagalan isolasi dan bencana alam serta akibat adanya surja petir. Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning merupakan gedung memiliki beberapa ruangan mempunyai kegiatan administrasi, akademik, keuangan dan perkuliahan menggunakan peralatan listrik. Tujuan Penelitian untuk menghitung besar arus per fasa, pemakaian daya, rugi-rugi daya dan menentukan besar kapasitas sistem pengaman serta mengevaluasi sistem pentanahan pada Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning. Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh Besar pemakaian daya pada Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning sebesar 292,95 kW, Besar arus seimbang diperoleh sebesar 50 Ampere, Besar jatuh tegangan sebesar 5 volt, Besar rugi daya pada fasa R tegangan 1 fasa sebesar 1,54 kW dan 3 fasa sebesar 2,28 kW, Besar rugi daya pada fasa S tegangan 1 fasa sebesar 0,97 kW dan 3 fasa sebesar 1,69 kW, Besar rugi daya pada fasa T tegangan 1 fasa sebesar 1,48 kW dan 3 fasa sebesar 2,56 kW, Besar tahanan pentanahan diperoleh sebesar 59,5 ohm, Besar pengaman pada panel utama sebesar 80 ampere dan Besar beban terpasang sebesar 38,71 KVA, beban maksimum sebesar 315 KVA dan beban rata rata sebesar 101,61 kVA

Kata kunci: Sistem Pengaman, Peralatan Listrik, Sistem Pentanahan

Abstract

The Safety System is one way to overcome the interference of reducing the influence of electric current, such as leakage currents or short circuit due to failure of insulation and natural disasters as well as the result of lightning surges. Lancang Kuning University Rectorate Building is a building that has several rooms that have administrative, academic, financial and lecture activities using electrical equipment. The purpose of this study was to calculate the magnitude of the current per phase, power consumption, power losses and determine the capacity of the safety system and evaluate the grounding system in the Rector Building, Lancang Kuning University. Based on the results of the discussion, the power consumption obtained at the Lancang Kuning University Rectorate Building was 292.95 kW, the balanced current was 50 Amperes, the voltage drop was 5 volts, the power loss at the phase 1 voltage R was 1.54 kW and 3 phase of 2.28 kW, magnitude of power loss in phase 1 S voltage of 0.97 kW and 3 phases of 1.69 kW, power loss at phase T voltage of 1 phase at 1.48 kW and 3 phases of 2, 56 kW, the amount of earth resistance is 59.5 ohms, the safety of the main panel is 80 amperes and the installed load is 38.71 KVA, the maximum load is 315 KVA and the average load is 101.61 kVA

Keywords: Safety Systems, Electrical Equipment, Grounding Systems

1. Pendahuluan

Pelengkapan dari sebuah gedung, listrik adalah elemen penting dari bangunan itu sendiri. Oleh karena itu factor kenyamanan dan keamanan sangat harus diperhatikan ketika melakukan pemasangan instalasi listrik di bangunan gedung, sehingga dalam penggunaannya tidak menimbulkan masalah. Masalah yang bisa ditimbulkan dari pemasangan instalasi listrik di bangunan gedung yang salah, seperti kurang daya, konsleting, alat-alat elektronik yang rusak karena listrik tidak stabil bahkan bisa kehal-hal yang fatal seperti kebakaran. Ada beberapa hal yang perlu diperhitungkan dalam cara pemasangan instalasi listrik pada bangunan gedung seperti jarak antar titik listrik ke titik listrik lainnya, komponen / peralatan listrik yang dipakai, pembagian daya yang harus disesuaikan dengan kebutuhan ruangnya masing-masing.

Samsul Bahraen [6] menyatakan bahwa Drop tegangan (Vdrop) yang didapat dari pengukuran tegangan kirim dan tegangan terima mendapatkan hasil bahwa prosentase Drop tegangan sebagian besar melebihi batas toleransi yaitu 5%, serta daya dan arus yang sudah tidak seimbang lagi. Kemudian pengecekan parameter diperoleh hasil bahwa kondisi fisik dari pengaman tersebut ada sekitar 60% dari total keseluruhan pengaman dalam kondisi kaku, berkarat, getas, serta jumlah lampu yang terpasang tidak sesuai dengan kebutuhan ruangan sehingga tidak dapat memenuhi lumen lampu yang distandarisasi Persyaratan Umum Instalasi Listrik.

Abrar Tanjung [1, 2] menjelaskan bahwa pemakaian arus beban pada gedung I besar arus beban 8,22 amper, gedung II 10,24 amper dan gedung III 1,57 amper. Sedangkan rugi daya pada gedung I sebesar 35,61 watt, gedung II 55,26 watt dan gedung III 1,31 watt. Untuk sistem pentahanan besar nilai tahanan pentahanan pada gedung I 59, 5 ohm, gedung II 178 ohm dan gedung III 119 ohm. transformator distribusi sebesar 308 volt, tegangan sentuh 288,1 volt dan tegangan langkah sebesar 938 volt, besar rugi-rugi daya akibat arus netral sebesar 111,62 watt.

Sadi Ikrul [5] menjelaskan bahwa untuk menyeimbangkan beban maka perlu adanya penambahan beban pada fasa R sebesar 690 watt besar pengaman 3.92 A. Pada fasa S terjadi penurunan daya sebesar 690 watt, besar pengaman 3.92 A. Pada fasa T penurunan daya sebesar 800 watt, besar pengaman 4.54 A. Adapun kebutuhan maksimum setiap fasa sebesar, fasa R = 33,35 A, fasa S = 37,92 A, fasa T = 36,47 A.

Penelitian ini dilakukan untuk membahas tentang Sistem Pengaman Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning. Bentuk sarana pengaman dari pengguna peralatan listrik, sistem pentahanan guna melindungi bahaya arus listrik terhadap manusia, peralatan dan bangunan. Sistem Pengaman merupakan salah satu cara untuk mengatasi gangguan pengurangan pengaruh arus listrik yang dapat terjadi oleh beberapa macam penyebab, seperti terdapatnya arus bocor atau hubungan singkat akibat kegagalan isolasi dan bencana alam serta akibat adanya surja petir.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Distribusi Daya Listrik dalam Gedung

Zuhal [8] menyatakan daya listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) didistribusikan menuju pelanggan melalui sebuah gardu distribusi. Gardu distribusi menyalurkan daya listrik dari PLN melalui panel tegangan menengah atau medium voltage main distribution panel (MVM DP) untuk menyuplai kebutuhan listrik dalam sebuah gedung

2.2 Transformator Step-down

Transformator penurun tegangan (step down) merupakan transformator yang memiliki tegangan output pada kumparan sekundernya lebih rendah daripada tegangan input pada

kumpulan primernya. Jumlah lilitan sekunder pada transformator ini lebih kecil daripada jumlah lilitan primernya

2.3 Panel Distribusi

Dalam pendistribusian listrik pada sebuah gedung bertingkat, dibutuhkan panel-panel listrik setiap zona agar memudahkan dalam perawatan dan pengontrolan. Panel-panel distribusi listrik pada sebuah rumah sakit, umumnya adalah sebagai berikut:

a. Panel Utama Tegangan Menengah

hutaaruk [4] membahas panel utama tegangan menengah merupakan “pintu masuk” aliran listrik dari gardu induk PLN menuju gedung. Panel ini berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus antara tegangan menengah dengan trafo distribusi. Panel utama tegangan menengah disebut juga cubicle.

b. Panel Utama Tegangan Rendah

Panel utama tegangan menengah adalah panel distribusi induk yang menyalurkan listrik menuju panel sub-distribusi dalam gedung dengan tegangan 380V/220V yang merupakan hasil dari penurunan tegangan dari trafo panel utama tegangan menengah maupun dari genset.

c. Panel Generator Set (Genset)

Sumber daya listrik pada bangunan Rumah Sakit termasuk kategori “sistem kelistrikan esensial 3”, dimana sumber daya listrik normal dilengkapi dengan sumber daya listrik darurat untuk menggantikannya apabila terjadi gangguan pada sumber daya listrik normal. Generator Set (genset) merupakan pembangkit listrik yang dimiliki oleh sebuah gedung untuk memenuhi kebutuhan listrik pada saat keadaan darurat, misalnya pada saat pemadaman listrik dari PLN. Genset menghasilkan tegangan setara dengan yang dihasilkan oleh panel utama tegangan menengah dari PLN.

Genset akan otomatis menyuplai daya listrik ke panel tegangan menengah ketika terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Untuk menghidupkan genset secara otomatis, panel genset ini dilengkapi dengan AMF – ATS. AMF (Automatic Main Failure) berfungsi untuk menyalakan genset segera setelah suplai listrik dari PLN berhenti, umumnya selang beberapa detik setelah sumber listrik PLN padam. ATS (Automatic Transfer Switch) berfungsi sebagai saklar yang menghidupkan genset ketika sumber listrik dari PLN mati dan mematikan genset ketika sumber listrik dari PLN beroperasi kembali. Pada waktu operasinya, pada distribusi listrik yang membutuhkan lebih dari satu buah genset perlu dilakukan sinkronisasi genset pada panel sinkron. Sinkronisasi Generator adalah menggabungkan atau paralel beberapa generator sehingga daya output generator menjadi satu. Bila dua sistem tegangan bolak-balik (AC) akan di paralel, maka kesamaan dari empat kondisi atau parameter berikut ini harus dipenuhi. Kondisi tersebut adalah:

1. Tegangan
2. Frekuensi
3. Perbedaan fasa (sudut fasa)
4. Urutan fasa

Tujuan dari sinkronisasi genset adalah untuk mendapatkan daya yang lebih besar dan menghemat biaya pemakaian operasional dan menghemat biaya pembelian. Selain itu sinkronisasi genset dilakukan untuk memudahkan dalam penentuan kapasitas genset yang diperlukan dan untuk menjamin kontinuitas ketersediaan daya listrik.

2.4 Perbaikan Faktor Daya dengan Kapasitor

2.4.1 Pengertian Faktor Daya

Dalam kehidupan sehari-hari, daya listrik yang dihasilkan oleh sebuah sumber merupakan daya semu (S) dengan satuan Volt Amper (VA) karena tidak semua daya listrik tersebut dapat digunakan. Hanya sebagian daya listrik yang dapat digunakan untuk menggerakkan motor atau memanaskan elemen pemanas, daya ini disebut daya nyata (P) dengan satuan watt (W). Sedangkan sebagian lainnya disebut daya reaktif (R) dengan satuan volt amper reaktif (Var)

yang merupakan daya listrik yang tidak terpakai. Terdapat rasio perbedaan antara daya semu yang dihasilkan oleh sumber dan daya nyata yang terpakai, rasio ini disebut faktor daya. Ikrul sadi [5] dan syamsul Bahrain [6] membahas bahwa besarnya faktor daya menunjukkan besarnya tingkat efisiensi sebuah jaringan dalam mendistribusikan daya listrik. Besarnya faktor daya dibatasi dari 0 sampai 1. Semakin nilai faktor daya mendekati 1 maka semakin baik karena daya yang terpakai semakin maksimal, sebaliknya semakin mendekati 0 daya yang terpakai semakin minimal (relatif buruk).

2.4.2 Perbaikan Faktor Daya

Faktor daya yang relatif rendah atau mendekati 0 menandakan bahwa daya nyata (P) yang digunakan adalah semakin sedikit dan daya reaktif semakin besar. Hal tersebut mengakibatkan kerugian secara ekonomis maupun teknis, maka daripada itu perlu dilakukan suatu perbaikan faktor daya. Perbaikan faktor daya ini dilakukan dengan menggunakan sebuah komponen yang kapasitif untuk menghasilkan daya reaktif, sehingga sumber tidak perlu menghasilkan daya reaktif dan tidak mengurangi daya nyata. Apabila sebuah kapasitor dipasang pada jaringan daya listrik, maka segitiga daya akan berubah. Abrar Daya reaktif yang harus dihasilkan berkurang sebesar Q_{koreksi} sehingga besarnya $\cos \varphi$ akan naik:

$$P = KVA \times \cos \varphi \quad (1)$$

Dengan diasumsikan bahwa $\cos \varphi$ awal (Q_1) sebesar 0,8, maka dapat dicari dengan menggunakan:

$$Q_1 = P \times \tan \varphi_1 \quad (2)$$

Sedangkan untuk memperbaiki menjadi $\cos \varphi_2 = 0,99$ adalah :

$$Q_2 = P \times \tan \varphi_2 \quad (3)$$

Besar kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya dengan menggunakan persamaan yang di peroleh adalah :

$$Q_c = (\tan Q_1 - \tan Q_2)$$

2.5 Kapasitas Hubungan Singkat

Hubung singkat adalah terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar tidak bertegangan secara langsung melalui media (resistor/beban) yang semestinya sehingga terjadi aliran arus yang tidak normal (sangat besar). Hubung singkat dapat berpotensi menghasilkan kebakaran apabila tidak segera diatasi, untuk itu diperlukan sebuah proteksi terhadap arus/beban yang berlebih yaitu menggunakan MCB (Miniatur Circuit Breaker). MCB berfungsi sebagai pengaman, yaitu memutus arus yang mengalir apabila arus yang melewatinya melebihi kapasitasnya. Nilai rating circuit breaker untuk beban listrik ditentukan dari nilai KHA penghantarnya. Misalnya, nilai KHA suatu kabel penghantar adalah sebesar 23A. Surya darma [7] membahas nilai minimal rating CB harus lebih besar daripada 23A. Sesuai brosur di pasaran, nilai rating CB yang tersedia adalah 32A (untuk MCB) dan 30A (untuk MCCB). Namun jika di kemudian hari diprediksikan akan terjadi penambahan beban listrik, bisa dipasang CB dengan rating 40A dan seterusnya.

2.6 Sistem Grounding

Pengertian Grounding atau pembumian adalah upaya menyalurkan arus listrik pada sebuah instalasi listrik dalam sebuah gedung atau rumah menuju bumi agar tidak terjadi lonjakan listrik dan sambaran petir. Tujuan dari dipasangnya sistem grounding pada instalasi listrik sebuah gedung adalah untuk mencegah terjadinya kontak antara makhluk hidup dengan tegangan listrik akibat kebocoran isolasi. Penghantar yang digunakan pada sistem grounding adalah yang berbahan tembaga, karena tembaga merupakan konduktor yang paling efektif untuk mengalirkan arus listrik. Selain itu, tembaga juga tidak mudah berkarat dan cocok digunakan pada semua

Beban yang terdapat pada tenaga listrik mempunyai bersifat resistif-induktif. Beban menyerap daya aktif dan daya reaktif yang dihasilkan oleh generator. Penyerapan daya reaktif diakibatkan beban induktif menyebabkan timbulnya tegangan jatuh pada tegangan yang dikirim generator. Menyebabkan nilai tegangan disisi penerima berbeda dengan nilai tegangan disisi pengirim. Persamaan jatuh tegangan dapat dilihat pada persamaan yang di peroleh adalah :

$$\Delta V = I \times Z \quad (7)$$

Keterangan

ΔV = jatuh tegangan (volt)

I = arus (Amper)

Z = impedansi (ohm)

Tegangan jatuh (ΔV) merupakan selisih antara tegangan kirim (V_S) dengan tegangan terima (V_R), maka persamaan yang di peroleh adalah :

$$\Delta V = V_S \times V_R \quad (8)$$

Keterangan:

ΔV = jatuh tegangan (volt)

V_S = tegangan kirim

V_R = tegangan terima

2.8 Rugi-rugi Daya

Rugi-rugi daya merupakan besarnya daya listrik yang hilang pada suatu saluran, yang besarnya sama dengan daya yang disalurkan dari sumber dikurangi besarnya daya yang diterima. Pemilihan jenis kabel penghantar yang digunakan pada jaringan distribusi merupakan faktor penting yang diperhatikan dalam perencanaan dari suatu sistem tenaga listrik. Jenis kabel penghantar dengan nilai tahanan yang kecil dapat memperkecil rugi-rugi daya. Besar rugi-rugi daya 1 phasa pada jaringan distribusi persamaan yang di peroleh adalah :

$$\Delta P = I^2 \cdot R \text{ (watt)} \quad (9)$$

Keterangan:

ΔP = Rugi daya pada jaringan (watt)

I = Arus beban pada jaringan (amper)

R = Tahanan murni (ohm)

Untuk rugi-rugi daya pada jaringan tiga phasa dinyatakan oleh persamaan yang di peroleh adalah:

$$\Delta P = \sqrt{3} I^2 R \text{ (watt)} \quad (10)$$

Arus disepanjang kawat dapat dianggap sama dan besarnya adalah sama dengan arus pada ujung terima. Maka persamaan yang di peroleh adalah :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \phi} \text{ (ampere)} \quad (11)$$

Besarnya daya pada saluran tiga phasa persamaan yang di peroleh adalah :

Keterangan:

P = daya beban pada ujung penerima saluran (watt)

V = tegangan phasa (volt)

$\cos \phi$ = factor daya beban

Tegangan juga sangat berpengaruh terhadap rugi-rugi daya, semakin besar tegangan pada suatu saluran, maka semakin kecil arus pada saluran tersebut. Sedangkan arus adalah salah satu faktor yang mempengaruhi besar kecilnya rugi-rugi daya pada suatu saluran.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran pertama dilakukan menggunakan alat ukur Tang Amper pada beban yang terpasang di Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning, pengukuran yang dilakukan pada sistem 1 phasa, yaitu phasa RN, phasa SN dan phasa TN yang terdapat pada panel distribusi. Pengukuran juga dilakukan pada sistem 3 phasa, yaitu, RS, RT, dan ST. Pengukuran dilakukan pada tanggal 16 Agustus 2019 pukul 10.00 wib. Pengukuran kedua dilakukan pada tanggal 03 September 2019 pukul 10.00 wib. Kapasitas transformator distribusi Unilak sebesar 315 KVA. Dari hasil pengukuran diperoleh pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Pemakaian Beban Dan Tegangan

No	Beban (Amper)			Tegangan (Volt)			Ket
	R	S	T	RN	SN	TN	
1.	38.1	59.2	34.8	217	203	227	

Untuk pengukuran sistem pentanahan dilakukan pada tanggal dan waktu yang sama, pengukuran menggunakan alat ukur Earth Tester. Pengukuran dilakukan pada dua titik sistem pentanahan dan titik netral pada panel distribusi. Hasil pengukuran diperoleh pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Pada Sistem Pentanahan

No	Nilai Pentanahan (ohm)			Ket
	Titik 1	Titik 2	Titik Netral	
1	60	97	97	

3.1 Menghitung Pemakaian Daya Total

Dengan menggunakan tabel 1 dapat di hitung besar pemakaian daya total dengan faktor daya 0,93, persamaan yang diperoleh adalah [1] :

$$\begin{aligned} P &= \text{KVA} \times \cos \varphi \\ &= 315 \times 0,93 \\ P &= 292,95 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan diasumsikan bahwa $\cos \varphi$ awal (Q_1) sebesar 0,92, maka dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Q_1 &= P \times \tan \varphi_1 \\ &= 292,95 \times \tan (\cos^{-1} 0,92) \\ &= 292,95 \times \tan 23,07^\circ \\ &= 292,95 \times 0,43 \\ Q_1 &= 125,97 \text{ KVAr} \end{aligned}$$

Dengan diasumsikan bahwa $\cos \varphi$ awal (Q_2) sebesar 0,99 ($\cos \varphi$ paling baik 1 atau 0,99), maka dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Q_2 &= P \times \tan \varphi_2 \\ &= 292,95 \times \tan (\cos^{-1} 0,99) \\ &= 292,95 \times \tan (9,11) \\ &= 292,95 \times 0,14 \\ &= 41 \text{ KVAr} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka diketahui besar kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya dapat di hitung persamaan yang diperoleh adalah [4] :

$$Q_c = P \times (\tan Q_1 - \tan Q_2)$$

$$= 292,95 \times (0,43 - 0,14)$$

$$= 292,95 \times 0,29$$

$$Q_c = 84,96 \text{ KVAR}$$

Dari perhitungan diatas maka Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning dapat dipasang kapasitor berkapasitas 84,96 KVAR atau 100 KVAR

3.2 Menghitung Beban Arus Seimbang untuk Tegangan 380 Volt

Perhitungan pemakaian beban pada Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning menggunakan tabel 1 dengan pemakaian beban R = 54 amper, beban S = 43 amper dan beban T = 53 amper. Perhitungan pemakaian beban 3 fasa dapat persamaan yang diperoleh adalah [5]:

$$I \text{ Rata - rata} = \frac{I_{RT} + I_{TS} + I_{TR}}{3}$$

$$= \frac{54 + 43 + 53}{3}$$

$$= \frac{150}{3}$$

$$= 50 \text{ amper}$$

3.3 Menghitung Jatuh Tegangan

Untuk menentukan besar jatuh tegangan pada gedung rektorat menggunakan besar penampang kabel penghantar sebesar 25 mm² jarak penghantar 116 meter dari gardu ke Gedung rektorat dengan impedansi sebesar 1,2903 + j 0,3895 dapat persamaan yang diperoleh adalah [7]:

$$Z = \sqrt{1,2903^2 + 0,1517^2}$$

$$= 0,4454 \text{ ohm/km}$$

$$= 0,4454 \times 0,116$$

$$Z = 0,0517 \text{ ohm}$$

$$\Delta V = I \times Z$$

$$= 50 \times 0,0517$$

$$\Delta V = 2,585 \text{ volt}$$

3.4 Menghitung Rugi Daya

a. Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada fasa R tegangan 1 fasa dengan nilai tahanan (R) kabel *twisted* ukuran 25 mm² = 0,527 ohm-meter, maka persamaan yang diperoleh adalah [9]:

$$\Delta P = I^2 \cdot R \text{ (watt)}$$

$$= (54)^2 \times 0,527$$

$$= 1536,73 \text{ watt}$$

$$\Delta P = 1,54 \text{ kW}$$

Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada tegangan 3 fasa, persamaan yang diperoleh adalah [10]:

$$\Delta P = \sqrt{3} \cdot I^2 \cdot R \text{ (watt)}$$

$$= 1,73 \times (50)^2 \times 0,527$$

$$\Delta P = 2279,28 \text{ watt}$$

$$\Delta P = 2,28 \text{ kW}$$

b. Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada fasa S tegangan 1 fasa dengan nilai tahanan (S) kabel *twistead* ukuran $25 \text{ mm}^2 = 0,527 \text{ ohm-meter}$, maka persamaan yang diperoleh adalah [9] :

$$\begin{aligned}\Delta P &= I^2.R \text{ (watt) untuk 1 fasa} \\ &= (43)^2 \times 0,527 \\ \Delta P &= 974,42 \text{ watt} \\ \Delta P &= 0,97 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada tegangan 3 fasa, persamaan yang diperoleh adalah [10] :

$$\begin{aligned}\Delta P &= \sqrt{3}. I^2.R \text{ (watt)} \\ &= 1,73 \times (43)^2 \times 0,527 \\ &= 1685,75 \text{ watt} \\ \Delta P &= 1,69 \text{ kW}\end{aligned}$$

c. Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada fasa T tegangan 1 fasa dengan nilai tahanan (T) kabel *twistead* ukuran $25 \text{ mm}^2 = 0,527 \text{ ohm-meter}$, maka persamaan yang diperoleh adalah [9] :

$$\begin{aligned}\Delta P &= I^2.R \text{ (watt) untuk 1 fasa} \\ &= (53)^2 \times 0,527 \\ &= 1480,34 \text{ watt} \\ \Delta P &= 1,48 \text{ kW}\end{aligned}$$

Untuk menentukan perhitungan rugi daya pada tegangan 3 fasa, persamaan yang diperoleh adalah [10] :

$$\begin{aligned}\Delta P &= \sqrt{3}. I^2.R \text{ (watt)} \\ &= 1,73 \times (53)^2 \times 0,527 \\ &= 2560,99 \text{ watt}\end{aligned}$$

$$\Delta P = 2,56 \text{ kW}$$

3.5 Menghitung Besar Nilai Pentanahan

Untuk menentukan besar nilai pentanahan pada gedung rektorat dengan nilai tahanan jenis tanah liat (ρ) sebesar 100 ohm-meter dan π sebesar $1,73$, maka persamaan yang diperoleh adalah [6]:

$$\begin{aligned}R &= \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}} \\ &= \frac{100}{4} \sqrt{\frac{1,73}{4}} \\ &= \frac{100}{4} \sqrt{0,4325} \\ R &= 59,5 \text{ ohm}\end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan, maka nilai tahanan pentanahan Gedung Rektorat sebesar $59,5 \text{ ohm}$ masih dalam batas nilai yang diizinkan yaitu 60 ohm .

3.6 Menentukan Besar Pengaman untuk Panel Utama

Untuk menentukan besar pengaman panel utama pada Gedung Rektorat menggunakan tabel 1, maka dapat diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned}I_{\eta} &= P/V \times \cos \varphi \\ &= 315/380 \times 0,93 \\ &= 0,77 \text{ kA}\end{aligned}$$

$$I_{\eta} = 77 \text{ Amper}$$

Berdasarkan hasil perhitungan besar kapasitas pengaman pada panel utama sebesar 77 amper, maka besar kapasitas pengaman yang harus di pasang sebesar 80 amper.

3.7 Menentukan Besar Keadaan Beban

Untuk menentukan besar pengaman panel utama pada gedung rektorat dengan kapasitas beban terpasang sebesar 315 KVA dan besar factor kerja sebesar 0,93, maka dapat diperoleh sebagai berikut :

- a. Beban terpasang = $P_{total} / \cos \phi$
 $= 315 / 0,93$
 $= 338,71 \text{ KVA}$
- b. Beban maksimum = $P_{mak} / \cos \phi$
 $= 292,95 / 0,93$
 $= 315 \text{ KVA}$
- c. Beban rata-rata = $P_{rata} / \cos \phi$

Beban rata-rata yang akan dihitung ini berdasarkan standarisasi dari faktor karakteristik beban komersial diasumsikan sebesar 30% = 0,3, maka dapat dihitung beban rata-rata dari beban kebutuhan daya maksimum dari panel MDP (*Main Distribution Panel*), yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Beban rata-rata} &= \text{faktor beban} \times \text{total daya maksimum} \\ &= 0,3 \times 315 = 94,5 \text{ watt} \end{aligned}$$

Maka besar daya rata rata adalah :

$$\begin{aligned} \text{Beban rata-rata} &= P_{rata} / \cos \phi \\ &= 94,5 / 0,93 \\ &= 101,61 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan diperoleh besar pemakaian daya pada gedung rektorat Universitas Lancang Kuning sebesar 101,61 kVA dan besar nilai sistem pengaman pada MCCB sebesar 77 Amper. Sedangkan besar pemasangan pengaman MCCB pada panel distribusi gedung rektorat sebesar 100 A. hal ini menunjukkan bahwa besar nilai sistem pengaman yang terpasang melebihi besar kapasitas nilai pengaman pada hasil analisa dan pembahasan dan memenuhi standar nilai sistem pengaman berdasarkan SNI 04-3593.4.421998 pada sistem pengaman. Sedangkan besar nilai tahanan sistem pentanahan di peroleh sebesar 59,5 ohm yang menyatakan bahwa besar nilai tahanan sistem pentanahan masih di bawah nilai standar sistem pentanahan sebesar 60 ohm

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar pemakaian daya pada Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning sebesar 101,61 kVA
2. Besar tahanan pentanahan Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning diperoleh sebesar 59,5 ohm
3. Besar pengaman Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning pada panel utama sebesar 80 amper
4. Besar beban Gedung Rektorat Universitas Lancang Kuning terpasang sebesar 38,71 KVA, beban maksimum sebesar 315 KVA dan beban rata rata sebesar 101,61 kVA

5. Daftar Pustaka

- [1]. Abrar Tanjung, Arlenny, *Analisis Kinerja Sistem Kelistrikan Fakultas Hukum Universitas Lancang Kuning Pekanbaru*, Jurnal Teknologi, Vol. 8 No. 1 Fakultas Teknologi Industri Institut Sains & Teknologi Apkrind Yogyakarta. ISSN 1979-3405, 2015.
- [2]. Abrar Tanjung, *Analisis Sistem Pentanahan Transformator Distribusi Di Universitas Lancang Kuning Pekanbaru*, Jurnal SITEKIN UIN Susqa, Vol. 12 No. 2, Pekanbaru, ISSN 2407-0939 (On Line), 2015.
- [3]. As Pabla, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Cetakan Pertama, 1994.
- [4]. Hutaruruk, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga*, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [5]. Ikrul Sadi, *Keseimbangan Beban Pada Instalasi Listrik Di Gedung Riset Tsunami*, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, 2014.
- [6]. Samsul Bahraen, Sultan, I Made Ari Nrartha, *Evaluasi Sistem Instalasi Listrik Di Gedung B Kampus Fakultas Teknik Universitas Mataram*, Jurnal Teknik Eletro Itp., Volume 2 No 1, Mataram, 2018.
- [7]. Surya Darma, *Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi 200 KVA*, Jurnal Teknik Elektro, vol 1 nomor 2 Februari. 2012.
- [8]. Zuhail, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB Bandung, 1991.