

Evaluasi Sistem Proteksi Listrik Kantor Bupati Landak

Ya' Suharnoto

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
email : harya21suharnoto@yahoo.co.id

Abstract- *Electrical protection systems in Landak Regent office is inadequate and not well integrated. The analysis shows that external protection of Landak Regent office consisting of a single lightning rod installed on the building, has not been able to protect whole of the office building. Landak Regent office building length is 161,50 meters, while the calculation of lightning protection radius obtained by 73,46 meters. The results shows that there is part of Regent office building that have not been protected by the lightning rod or outside the cone incline of 7,29 meters on the left side and 7,29 meters on the right side, so we need to add another electrostatic lightning rod by changing the electrostatic lightning rod installation position on the edge of the left side and the right side of the building or increase the height of the lightning rod. Lightning rod conductor installed on Landak Regent office was meet the standart of PUIL Indonesia published in the year 2000 and meet the standard of PUIPP Indonesia which using BC 50 copper wire without insulation.*

The grounding resistance value is 7,8 Ω , so that can be declared not good. Solution for a small grounding resistance value is by increasing the depth of the earth electrode, increasing the number of electrodes and parallelize those electrode implanted. Internal protection in the form of overvoltage protection on the computer network (LAN) LPSE room currently not ideal, because the protection which installed only using UPS. To improve the reliability of lightning protection at computer network (LAN) LPSE room, overvoltage arresters should be installed in the line before it goes into the equipment.

Keywords: *Lightning, External Protection, Internal Protection, Protection Radius*

1. Pendahuluan

Bangunan gedung bertingkat rawan terhadap gangguan secara mekanik dan gangguan alam. Gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir. Hari guruh di Indonesia rata-rata pertahun sangat tinggi (100-200 hari pertahun) dengan kerapatan sambaran petir sangat besar yaitu 12/km²/tahun dan energi yang dihasilkan oleh satu sambaran petir mencapai 55 KWh. Statistik menunjukkan bahwa besaran arus petir umumnya sekitar 30 – 80 kA dan pernah juga terdeteksi sampai 300 kA[7].

Efek dari sambaran petir langsung dapat terlihat tetapi efek sekunder yang diakibatkan oleh sambaran petir tidak dapat dilihat secara langsung, efek ini berupa gelombang elektromagnetis yang menimbulkan *spike/transient over voltage*. yang dapat merusak peralatan elektronik di dalam gedung. Untuk mengatasi bahaya sambaran petir secara langsung maupun tidak langsung perlu diterapkan sistem proteksi listrik yang memadai dan terintegrasi pada bangunan, peralatan dan instalasi[5].

Kantor Bupati Landak merupakan pusat pemerintahan yang memiliki arsitektur atau ciri khas Kabupaten Landak dan merupakan gedung yang cukup tinggi, sehingga perlu memiliki sistem proteksi listrik yang memadai dan terintegrasi dengan baik terhadap bahaya sambaran petir.

Memperhatikan kondisi-kondisi di atas maka perlu adanya evaluasi sistem proteksi listrik kantor Bupati Landak yang meliputi proteksi eksternal dan proteksi internal sehingga dapat diketahui apakah sistem proteksi listrik kantor Bupati Landak sudah baik atau belum untuk mengatasi bahaya sambaran petir.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Petir

Petir merupakan proses alam yang terjadi di atmosfer bumi pada waktu hujan (*thunderstorm*). Jenis awan yang dapat mengakibatkan petir adalah awan *cumulonimbus* yaitu terjadi karena pemisahan muatan (polarisasi) akibat adanya angin keras yang mendorong awan lebih tinggi[7]. Awan *cumulonimbus* ini terbentuk dalam atmosfer dengan kondisi tidak tetap[8]. Muatan-muatan tersebut akan terkonsentrasi di dalam awan atau bagian dari awan dan muatan yang berlawanan akan timbul pada permukaan tanah di bawahnya. Jika muatan bertambah, beda potensial antara awan dan tanah akan naik, maka kuat medan listrik di udara pun akan meningkat. Jika kuat medan listrik ini melebihi kekuatan dielektrik diantara awan-awan tersebut, maka akan terjadi pelepasan muatan petir[5].

2.2 Kepadatan Sambaran Petir

Kepadatan sambaran petir didefinisikan sebagai jumlah sambaran petir yang terjadi persatuan luas selama selang waktu tertentu. Secara umum dapat disimpulkan bahwa maksimum kepadatan sambaran petir di dunia akan terjadi pada daerah khatulistiwa dan yang paling terendah terjadi pada daerah-daerah kutub[3]. Untuk

menghitung jumlah sambaran petir ke bumi untuk Indonesia adalah[5] :

$$N = 0,15 IKL \tag{1}$$

dimana :

N = Jumlah sambaran per km²/tahun

IKL = Jumlah hari guruh per tahun

2.3 Frekuensi Sambaran Petir

2.3.1 Sambaran Petir Langsung[10]

Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun (Nd) dihitung dengan perkalian kepadatan petir ke bumi pertahun (Ng) dan luas daerah perlindungan efektif pada gedung (Ae).

$$Nd = Ng \cdot Ae \tag{2}$$

Kerapatan sambaran petir ketanah dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata per tahun di daerah tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$Ng = 4 \cdot 10^{-2} \cdot T^{1,26} \tag{3}$$

sedangkan luas daerah perlindungan efektif pada gedung ditunjukkan dengan persamaan berikut :

$$Ae = ab + 6h_b (a + b) + 9 \pi h_b^2 \tag{4}$$

Sehingga dari substitusi persamaan (2) dan (3) ke persamaan (2), maka nilai Nd dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$Nd = 4 \cdot 10^{-2} \cdot T^{1,26} (ab + 6h_b (a + b) + 9 \pi h_b^2) \tag{5}$$

dimana :

a = panjang atap gedung (m)

b = lebar atap gedung (m)

h_b = tinggi atap gedung (m)

T = hari guruh per tahun

Ng = kerapatan sambaran petir ketanah (sambaran/Km²/tahun)

Ae = luas daerah yang masih memiliki angka sambaran petir sebesar Nd (Km²)

2.3.2 Sambaran Petir Tidak Langsung[10]

Rata-rata frekuensi tahunan Nn dari petir yang mengenai tanah dekat gedung dihitung dengan perkalian kerapatan petir ke tanah pertahun Ng dengan cakupan daerah di sekitar gedung yang disambar Ag.

$$Nn = Ng \cdot Ag \tag{6}$$

2.3.3 Sistem Penangkal Petir Kantor Bupati Landak

Penangkal petir kantor Bupati Landak yang ada saat ini menggunakan satu buah penangkal petir non konvensional jenis elektrostatik sistem 3000, sistem penangkal petir elektrostatik mengadopsi sebagian sistem penangkal petir radioaktif dengan menambah muatan pada ujung batang penangkal petir agar petir selalu memilih ujung ini untuk disambar.

Tabel 1. Parameter Perlindungan Penangkal Petir Elektrostatik Sistem 3000

Tinggi bangunan (m)	Tinggi penangkal petir	Total ketinggian	Level tinggi 98% (m)	Level menengah 93% (m)
5	7	12	33	49
10	5	15	39	56
15	5	20	43	60
20	5	25	45	66

25	5	30	49	74
30	5	35	48	80
40	5	45	48	86
50	5	55	47	90
60	5	65	44	90
70	5	75	42	90
80	5	85	40	90
90	5	95	38	90
100	5	105	37	90

Sumber: Data Katalog Penangkal Petir Elektrostatik Sistem 3000

2.3.4 Indek Resiko Sambaran Petir

Penentuan Indek Resiko Sambaran Petir pada Kantor Bupati Landak di tentukan dengan menggunakan standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), *National Fire Protection Association (NFPA) 780* dan *International Electrotechnical Commission (IEC) 1024-1-1*.

2.4 Ruang Proteksi Non Konvensional

Teori elektroteometri adalah teori yang mengkorelasikan hubungan antara sifat fisik listrik sambaran petir dengan geometri sistem penangkal petir[4].

Hubungan besar arus dengan jarak sambaran (rs) ditunjukkan persamaan berikut[9] :

$$r_s = 10 \hat{I}^{0,65} \tag{7}$$

dimana :

rs = jarak sambaran (m)

\hat{I} = arus puncak petir (kA)

Besarnya sudut perlindungan dari sebuah penangkal petir dapat ditentukan dengan menggunakan rumus empiris dari *Hasse* dan *Wiesinger* :

$$\varphi = \arcsin \{1 - (h/r_s)\} \tag{8}$$

dimana :

h = Tinggi batang tegak penangkal petir dari permukaan tanah (m)

r_s = Jarak sambar (m)

φ = Sudut perlindungan (°)

Radius daerah perlindungannya (r) dapat ditentukan dengan persamaan berikut[1] :

$$r = \sqrt{2r_s h - h^2} \tag{9}$$

dimana :

r = Radius daerah perlindungan (m)

r_s = Jarak sambar (m)

h = Tinggi batang tegak penangkal petir dari permukaan

2.5 Sistem Pentanahan

elektroda pentanahan berguna untuk memudahkan surja petir didisipasikan ke bumi. Untuk menentukan besarnya tahanan pembumian dengan satu buah elektroda batang dengan persamaan berikut[6] :

$$R_{bt} = \frac{\rho}{2\pi L} (\ln \frac{4L}{d} - 1) \tag{10}$$

dimana :

R_{bt} = tahanan pembumian elektroda batang (Ω)

ρ = tahanan jenis tanah (Ω.m)

L = panjang batang yang tertanam (m)

d = diameter elektroda batang (m)

2.6 Perlindungan Terhadap Sambaran Petir

2.6.1 Proteksi Eksternal[4]

Proteksi eksternal yaitu instalasi dan alat-alat di luar sebuah struktur untuk menangkap dan menghantar arus petir ke sistem pentanahan atau berfungsi sebagai ujung tombak penangkap muatan listrik/arus petir di tempat tertingggi.

2.6.2 Proteksi Internal[4]

Proteksi internal, merupakan proteksi peralatan elektronik terhadap efek dari arus petir. Terutama efek medan magnet dan medan listrik pada instalasi metal atau sistem tenaga listrik. Proteksi internal ini salah satunya berupa penangkal petir internal ditujukan menghindari bahaya langsung maupun tidak langsung akibat suatu sambaran petir di suatu tempat, pada peralatan-peralatan elektronik, telekomunikasi, komputer dan instalasi lain yang berada di dalam bangunan atau gedung.

Pada saat mengalmirnya arus petir pada konduktor penyalur (*down conductor*) maka akan timbul tegangan elektromagnetis yang diinduksikan oleh kecuraman maksimum dari arus petir (di/dt)_{maks} pada suatu instalasi atau konstruksi yang tertutup atau yang terletak didekat konduktor yang dilalui arus petir. Besarnya tegangan induksi dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$V_L = L \cdot (di/dt)_{Maks} \quad (11)$$

dimana :

L = induktansi sendiri
(di/dt)_{Maks} = kecuraman arus petir maksimum

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penyajian Data Karakteristik Kantor Bupati Landak

Tabel 2. Karakteristik Gedung Kantor Bupati Landak

No	Data Karakteristik Bangunan	Ukuran
1	Tinggi Bangunan	23,48 m
2	Panjang Bangunan	161,50 m
3	Lebar Bangunan	61 m
4	Tinggi Finial Penangkal Petir dari Atap Bangunan	7,33 m
5	Sambaran Petir Bulan November 2011 s/d Juli 2012	25.276 Sambaran
6	Hari Guruh Tahun 2010	105 Hari Guruh/Tahun
7	Tahanan Jenis Tanah (tanah liat)	20 Ω.m
8	Permukaan Luar Gedung	Beton
9	Jenis Bangunan	Biasa
10	Karakteristik Material	Rangka Beton

3.2 Analisa Indeks Faktor Penentu Resiko Sambaran Petir

3.2.1 Indeks Faktor Penentu Resiko Sambaran Petir Untuk Bangunan Kantor Bupati Landak Berdasarkan PUIPP

Tabel 3. Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP

R = A+B+C+D+E	Perkiraan bahaya	Instalasi petir
<11	Diabaikan	Tidak perlu
11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Agak dianjurkan

13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
>14	Sangat besar	Sangat perlu

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, PUIPP untuk Bangunan di Indonesia (1983)

Dari hasil perhitungan faktor resiko sambaran petir berdasarkan PUIPP untuk bangunan kantor Bupati Landak diperoleh nilai perkiraan bahaya (R) dengan nilai 15 sehingga menunjukkan bahwa gedung kantor Bupati Landak memiliki perkiraan bahaya sambaran petir sangat besar dan sangat perlu memiliki sistem proteksi petir yang baik.

3.2.2 Indeks Faktor Penentu Resiko Sambaran Petir Untuk Bangunan Berdasarkan *National Fire Protection Association (NFPA) 780*

Tabel 4. Perkiraan Bahaya Sambaran Petir berdasarkan NFPA 780

R	Pengamanan
0-2	Tidak perlu
2-3	Dianjurkan
3-4	Dianjurkan
4-7	Sangat dianjurkan
Lebih dari 7	Sangat perlu

Sumber : *National Fire Protection Association 780 (1992)*

Dari hasil perhitungan faktor resiko sambaran petir berdasarkan *NFPA 780* untuk bangunan kantor Bupati Landak diperoleh nilai perkiraan bahaya (R) = 25 sehingga menunjukkan bahwa gedung kantor Bupati Landak sangat perlu untuk mendapat sistem proteksi penangkal petir yang baik.

3.2.3 Sistem Proteksi Petir Berdasarkan Standar IEC 1024-1-1

Luas daerah perlindungan efektif pada gedung (A_e) pada kantor Bupati Landak yang mempunyai panjang bangunan ($a = 161,50$ m), lebarnya ($b = 61$ m), dan ketinggian ($h_b = 23,48$ m).

$$A_e = ab + 6h_b(a + b) + 9\pi h_b^2 \\ = 56.777,331904 \text{ m}^2 = 0,0568 \text{ km}^2$$

Kerapatan sambaran petir ke tanah (N_g) di Kabupaten Landak adalah :

$$N_g = 4 \cdot 10^{-2} \cdot T^{1,26} \\ = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 105^{1,26} \\ = 14,08 \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$

Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun (N_d) dapat dihitung dengan perkalian kepadatan petir ke bumi pertahun (N_g) dan luas daerah perlindungan efektif pada gedung (A_e) adalah :

$$N_d = N_g \cdot A_e \\ = 0,79/\text{Tahun}$$

Berdasarkan data yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Supadio Pontianak, diperoleh nilai frekuensi sambaran petir setempat (N_c) sebesar 0,1/tahun, karena nilai rata-rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun (N_d) lebih besar dari nilai frekuensi sambaran petir setempat (N_c) maka diperlukan suatu sistem proteksi dengan efisiensi berdasarkan persamaan :

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d} = 1 - \frac{0.1}{0.799} = 0,87 = 87\%$$

3.3 Analisa Proteksi Eksternal Kantor Bupati Landak

3.3.1 Jarak Sambaran Petir

Besarnya arus puncak petir untuk Kabupaten Landak ditentukan berdasarkan rata-rata harga puncak arus petir pada bumi non ideal sebesar 36,16 kA[2]. Hubungan besar arus puncak dengan jarak sambaran (rs) diperoleh adalah :

$$\begin{aligned} r_s &= 10 I^{0,65} \\ &= (10)(36,16^{0,65}) \\ &= 103,002 \text{ meter} \end{aligned}$$

3.3.2 Sudut Perlindungan Penangkal Petir Kantor Bupati Landak

Tinggi bangunan kantor Bupati Landak 23,48 meter, saat ini memiliki satu buah finial penangkal petir elektrostatis dengan ketinggian dari atap bangunan 7,33 meter dan ketinggian penangkal petir dari permukaan tanah adalah 30,81 meter. Sehingga Besarnya sudut perlindungan penangkal petir yang telah terpasang dapat dihitung dengan adalah :

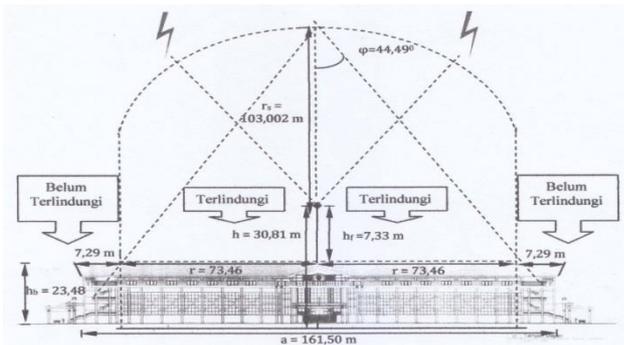
$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \{1 - (h/r_s)\} \\ &= \arcsin \{1 - (30,81/103,002)\} \\ &= 44,49^\circ \end{aligned}$$

3.3.3 Radius Perlindungan Penangkal Petir Kantor Bupati Landak

Radius perlindungan (r) penangkal petir Kabupaten Landak yang telah terpasang dapat dihitung adalah :

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{2r_s h - h^2} \\ r &= \sqrt{[(2 \cdot 103,002 \cdot 30,81) - (30,81^2)]} \\ r &= 73,46 \text{ meter} \end{aligned}$$

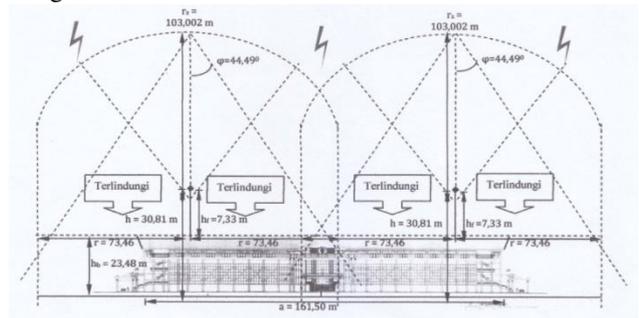
Gambar daerah perlindungan sesuai perhitungan di atas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Daerah Perlindungan Satu Penangkal Petir Elektrostatis

Dilihat dari gambar 1 di atas maka ada bagian bangunan yang belum terlindungi oleh penangkal petir atau berada di luar bidang miring kerucut sebesar 7,29 meter sisi kiri dan 7,29 meter sisi kanan. Solusi untuk mendapatkan perlindungan efektif dari penangkal petir pada kantor Bupati Landak, perlu ditambah satu buah lagi penangkal petir elektrostatis sistem 3000, dengan merubah posisi pemasangannya atau menambah panjang

tiang penangkal petir yang digunakan seperti gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Radius Perlindungan Dengan Dua Penangkal Petir

Apabila Kantor Bupati Landak ditambah menjadi dua penangkal petir elektrostatis dengan merubah posisi pemasangannya di pinggir sisi kiri dan sisi kanan bangunan, diambil jarak lebih dari 7,29 meter sisi kiri dan sisi kanan maka radius perlindungan penangkal petir akan semakin besar sehingga seluruh bangunan dapat terlindungi dari sambaran petir.

Kemudian solusi untuk mendapatkan daerah perlindungan penangkal petir semakin besar juga dapat dilakukan dengan menambah ketinggian tiang penangkal petir menjadi 16,52 meter, dengan total ketinggian gedung dan penangkal petir menjadi 40 meter dan didapat radius perlindungan dari penangkal petir menjadi 81,48 meter seperti persamaan dibawah ini dan ditunjukkan pada gambar 3.

Besar arus puncak dengan jarak sambaran (rs) diperoleh adalah :

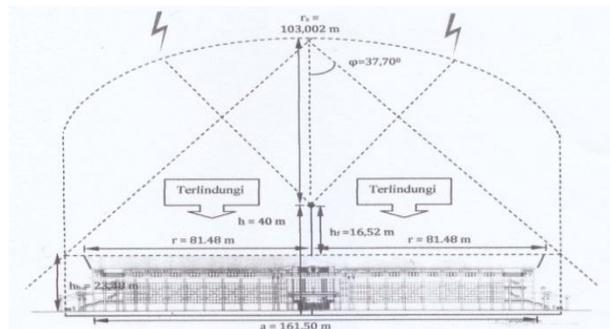
$$\begin{aligned} r_s &= 10 I^{0,65} \\ &= (10)(36,16^{0,65}) \\ &= 103,002 \text{ meter} \end{aligned}$$

Besarnya sudut perlindungan penangkal petir setelah dievaluasi dapat dihitung adalah :

$$\begin{aligned} \varphi &= \arcsin \{1 - (h/r_s)\} \\ &= \arcsin \{1 - (40/103,002)\} \\ &= 37,70^\circ \end{aligned}$$

Radius perlindungan (r) penangkal petir kantor Bupati Landak setelah dievaluasi dapat dihitung adalah :

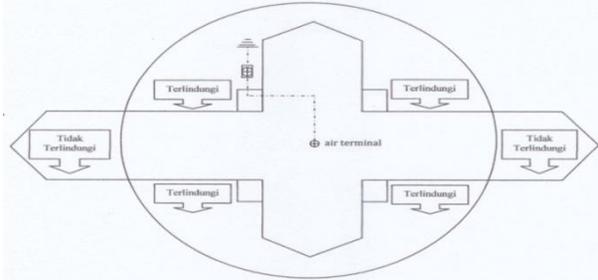
$$\begin{aligned} r &= \sqrt{2r_s h - h^2} \\ r &= \sqrt{[(2 \cdot 103,002 \cdot 40) - (40^2)]} \\ r &= 81,48 \text{ Meter} \end{aligned}$$



Gambar 3. Radius Perlindungan Dengan Menambah Ketinggian Tiang Penangkal Petir

3.3.4 Konduktor Pentanahan dan Tahanan Pentanahan

Konduktor pentanahan (penghantar penyalur) pada kantor Bupati Landak terbuat dari bahan tembaga pilin tidak terbungkus isolasi dengan luas penampangnya 50 mm^2 (BC 50 mm^2), berdasarkan hasil pengamatan konduktor pentanahan tersebut tertanam di dalam pilar gedung.



Gambar 4. Denah Rute Konduktor Pentanahan Kantor Bupati Landak

Jenis tanah pada kantor Bupati Landak adalah tanah liat lateritik, untuk jenis tanah ini tahanan jenis tanah adalah sebesar $20 \Omega \cdot \text{m}$. Untuk bahan elektroda pentanahan kantor Bupati Landak digunakan bahan tembaga jenis elektroda batang.

Tahanan pentanahan pada kantor Bupati Landak dapat dihitung dengan persamaan matematis dengan data-data sebagai berikut :

- jika tahanan jenis tanah (ρ) = $20 \Omega \cdot \text{m}$
- panjang elektroda = $2,16 \text{ m}$
- diameter penampang elektroda batang = $5/8$ inci = $0,015875 \text{ m}$

maka tahanan pentanahannya adalah :

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left\{ \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a} \right) - 1 \right\}$$

$$R = \frac{20}{2 \times 3.14 \times 2.16} \left\{ \left(\ln \frac{4 \times 2.16}{0.015875} \right) - 1 \right\}$$

$$R = 7,8 \Omega$$

Nilai tahanan pentanahan ini masih belum baik, sehingga solusi untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil yaitu dengan menambah kedalaman dari elektroda pentanahan seperti persamaan dibawah ini :

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left\{ \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a} \right) - 1 \right\}$$

$$R = \frac{20}{2 \times 3.14 \times 11} \left\{ \left(\ln \frac{4 \times 11}{0.015875} \right) - 1 \right\}$$

$$R = 2,005 \Omega$$

Nilai tahanan pentanahan tersebut sudah sangat baik untuk menyalurkan arus petir ke bumi, sehingga tidak terjadi bahaya tegangan langkah dan bahaya loncatan api yang bisa membahayakan manusia dan bangunan kantor Bupati Landak. Solusi lain untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil dengan menambah jumlah elektroda serta memparalelkan kedudukan elektroda yang ditanam tersebut.

III.4 Analisa Proteksi Internal Kantor Bupati Landak

III.4.1 Tegangan Induksi

Kecuraman arus petir puncak (di/dt maks) menyebabkan timbulnya induksi elektromagnetik pada

loop yang terdapat di dalam suatu instalasi atau konstruksi yang tertutup atau yang terletak didekat konduktor yang dilalui arus petir. Tegangan induksi dapat terjadi pada *grounding* konduktor apabila ada arus petir yang mengalir pada konduktor luar kabel koaksial menuju peralatan, tegangan induksi juga dapat timbul diantara instalasi terpisah yang berada didekatnya. Induktansi L dari suatu *down conductor* dapat diambil harga 1 mikrohenry sebagai pendekatan[4] dan rata-rata harga puncak arus petir non ideal sebesar $36,16 \text{ kA}$ [2], maka tegangan induksi pada kantor Bupati Landak dapat dihitung dengan perolehan data-data sebagai berikut :

- jika arus petir yang mengalir menuju peralatan sebesar $36,16 \text{ kA}$
- time to crest dari arus petir pada saluran koaksial sebesar $2 \mu\text{s}$
- induktansi L dari *down conductor* sebesar $1 \mu\text{H}$

Maka tegangan induksi yang terjadi di dalam suatu instalasi yang tertutup atau yang terletak didekat konduktor yang dilalui arus petir adalah :

$$V_L = L \cdot \frac{d_i}{d_t}$$

$$= 1 \times 10^{-6} \left(\frac{36160}{2 \times 10^{-6}} \right)$$

$$= 18,080 \text{ Volt}$$

$$= 18,06 \text{ kV}$$

Tegangan induksi ini dapat menimbulkan *side flashing* antara peralatan yang satu dengan peralatan yang lainnya dan dapat merusak peralatan tersebut.

3.4.2 Proteksi Tegangan Lebih

Sistem pencatutan daya listrik pada gedung kantor Bupati Landak adalah dari sumber listrik 3 fasa PLN, dengan pengaman sumber utama jala-jala berupa MCCB 3 fasa 630 A , beban tersambung pada kantor Bupati Landak sebesar $457,485 \text{ kW}$ (fasa R = 154.588 Watt , fasa S = 147.600 Watt , fasa T = 155.297 Watt), $571,856 \text{ kVA}$. Salah satu bagian ruangan kantor Bupati Landak yang perlu diproteksi terhadap tegangan lebih adalah ruangan jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak. Ruangan jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak merupakan pusat layanan informasi (*server*) untuk pengadaan barang dan jasa pemerintah.

Proteksi internal berupa proteksi tegangan lebih pada ruangan jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak saat ini belum ideal, karena proteksi yang dipasang hanya menggunakan UPS sehingga jika ada tegangan lebih petir yang masuk melalui saluran daya maka akan merusak peralatan elektronik yang ada di dalamnya. Untuk meningkatkan keandalan proteksi petir maka pada ruangan jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak perlu dipasang *arrester* tegangan lebih pada saluran sebelum masuk ke peralatan.

Jika arus petir sebesar $36,16 \text{ kA}$, mengalir pada salah satu fasa keluaran penghantar NYY ($4 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$) dari trafo distribusi, maka besar arus maksimum yang mengalir menuju beban (gedung kantor Bupati Landak) adalah :

$$I = 1/2 \times 36,16 \text{ kA} = 18,08 \text{ kA}$$

maka peralatan harus diberikan proteksi yang dapat memotong arus petir minimal 18,08 kA, yaitu *arrester discharge gap* yang dapat melalukan arus petir maksimum 50 kA dengan level proteksi maksimum 12 kV. *Arrester* ini dipasang pada panel utama pada kantor Bupati Landak, kemudian untuk mengamankan jaringan komputer (LAN) pada ruang LPSE Kabupaten Landak perlu dipasang kembali sebuah *arrester* yang mampu menurunkan tegangan lebih maksimal 20 volt. *Arrester* kedua ini dipasang sebelum masuk keperalatan elektronik (komputer), *arrester* kedua yang digunakan adalah jenis *suppressor* dioda yang memiliki arus *disharge* 3 kA dengan level proteksi 20 volt.

Untuk membuat perlindungan terpadu peralatan elektronik yang ada sebaiknya dibuatkan pengadaaan PEB (*Potensial Equalizing Bonding*) dengan pentanahan satu titik (*one point earthing*).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisa dan evaluasi sistem proteksi petir eksternal dan internal Kantor Bupati Landak yaitu :

1. Hasil analisa dan evaluasi menurut PUIPP, NFPA 780 dan IEC 1024-1-1 menunjukkan bahwa berdasarkan faktor resiko sambaran petir, kantor Bupati Landak sangat perlu memiliki proteksi petir yang baik.
2. Hasil analisa dan evaluasi proteksi petir eksternal menunjukkan bahwa penangkal petir yang dipasang sebanyak 1 buah belum sepenuhnya dapat melindungi gedung kantor Bupati Landak yang panjang bangunannya 161,50 meter, dimana radius perlindungan yang diperoleh hanya 73,46 meter, sehingga diperlukan penambahan satu buah lagi penangkal petir elektrostatik sistem 3000 dengan mengubah posisi pemasangannya atau menambah panjang tiang penangkal petir yang digunakan.
3. Hasil analisa dan evaluasi sistem pentanahan pada kantor Bupati Landak didapat nilai tahanan pentanahan yang kurang baik yaitu sebesar 7,8 Ω , untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik, elektroda pentanahan ditanam dengan kedalaman 11 meter sehingga diperoleh nilai tahanan pentanahan sebesar 2,005 Ω atau memparalelkan bagian elektroda yang ditanam.
4. Proteksi petir internal pada kantor Bupati Landak belum sepenuhnya dapat melindungi jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak, karena proteksi yang dipasang hanya menggunakan UPS sehingga jika ada tegangan lebih petir baik langsung maupun tidak langsung yang masuk melalui saluran daya maka akan merusak peralatan elektronik yang ada di dalamnya, untuk meningkatkan keandalan proteksi petir internal pada ruangan jaringan komputer (LAN) LPSE Kabupaten Landak perlu dipasang *arrester* tegangan lebih pada saluran daya dan sebelum masuk ke peralatan yaitu menggunakan *lightning arrester* 50 kA dan *over voltage arrester* 3 kA.

Referensi

- [1] Anderson, J.G., *Transmission Line Referensi, Book 345 kV and Above Electric Power Research Institute, 2nd*, Ed, Chapter 12, 1982.
- [2] Danial., *Pengaruh Bumi Terhadap Propagasi Gelombang Medan Elektrik Akibat Sambaran Petir*, Tesis, ITB, 1995.
- [3] Gani, Usman., *Korelasi Kepadatan Sambaran Petir Awan ke Tanah Dengan Suhu Basah dan Curah Hujan*, Tesis, ITB, 1998.
- [4] Gitokarsono, Darwanto, D., *Konsep Dasar Sistem Penangkal Petir Eksternal dan Internal Terintegrasi, Teknik Tegangan dan Arus Tinggi, Elektro, ITB*.
- [5] Hutaauruk, T.S., *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [6] Hutaauruk, T.S., *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [7] Hardiansyah., *Sistem Proteksi Petir Terpadu*, Proteksi Sistem Tenaga, Buku Ajar Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2009.
- [8] Kristianto, Juki., *Sistem Penangkal Petir Bangunan*, Paket Pelatihan Electrical System dan Design for Building, Angkatan 1, 1995.
- [9] Lambert, R., Xemard, A., Fleury, G., Tarasiewicz, E., Morched, A., *Probability Density Function of the Lighting Crest Current at Ground Level Estimation of the Lighting Strike Incidence on Transmission Line*, International Confrence on Power System Transmission. Budapest, 1999.
- [10] Syakur, Abdul, Yuningtyastuti., *Sistem Proteksi Penangkal Petir Gedung Widya Puraya*, Undip, 2006.

Biografi



¹ **Ya' Suharnoto** lahir di Ngabang pada tanggal 21 Januari 1979. Sebelum menempuh pendidikan S1 di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Penulis telah mendapatkan gelar Profesional Ahli Madya Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak Tahun 2000 dan mendapatkan pendidikan dan pelatihan melalui program IMM Japan di Jepang mulai Tahun 2000 sampai Tahun 2004.