

Desain Dan Analisa Sistem Proteksi Petir Pada Rumah Sakit Universitas Riau

Maradongan*, Fri Murdiya**

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Email: donganharianja46@gmail.com

ABSTRACT

A lightning protection system is indispensable for the building that has a very vital function, such as Hospital. To protect the building from direct strike and indirect strike use of air termination system and arrester. Among them are air termination system, Protection Angle Method, Method Jala, and Rolling Sphere Method. Building Riau University Hospital is a health care center built by size (p x l x t) 61m x 31m x 27m. To design a lightning protection system at the University Hospital of Riau note identifying the needs of a lightning protection system based PUIPP, the determination of the distance from the strike, election finial, determination conductor resistance values down and grounding buildings. From the calculation of hazard assessment, the area of lightning strikes reach 37406.98 m², the possibility of being struck by lightning strikes each year at 0.8915 with a lightning protection system efficiency by 0.883. Based on the results of the design and analysis of building structures Riau University Hospital using the ball rolling seen that the existing protection system can not protect the entire building well. From these results it appears that the building Riau University Hospital requires 8 finial placed on any area affected by stroke each finial 1 meter high and the ground is good enough prisoners of 3.5 ohms.

Keywords : lightning protection system, rolling sphere method, distance strike

1. PENDAHULUAN

Umumnya petir akan menyambar gedung-gedung bertingkat dan gedung-gedung yang memiliki menara tinggi seperti yang berada di kawasan Universitas Riau untuk menyalurkan arusnya ke bumi untuk dinetralkan. Hal ini sangat beresiko bagi gedung-gedung yang bertingkat, karena dapat menjadi objek sambaran petir.

Perlindungan proteksi sambaran petir bukan hanya berlaku pada bangunan saja melainkan terhadap manusia, hal ini dapat dilihat dari banyaknya kasus yang terjadi dan bahkan telah menyebabkan kematian terhadap manusia. Salah satu kasus yang baru ini terjadi adalah meninggalnya 90 orang di Bangladesh terhitung sejak Maret 2016 (BBC NewsIndonesia 15 Mei 2016). Tentu hal ini menjadi pertimbangan yang berarti bagi setiap

insan untuk memperhatikan piranti proteksi petir di setiap bangunan yang mereka tempati..

Begitu juga halnya dengan Rumah Sakit Universitas Riau, penulis telah melihat proteksi petir yang ada, yaitu memakai tipe EF terminal berjumlah 1 buah. Tetapi dalam hal ini penulis ingin memberikan perbandingan terhadap pola proteksi dengan menggunakan Metode Bola Bergulir untuk menampilkan hasil proteksi pada bangunan Rumah Sakit Universitas Riau.

Maka berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba mendesain dan analisa suatu penangkal petir menggunakan Metode Bola Bergulir yang diharapkan dapat berfungsi secara optimal.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Petir

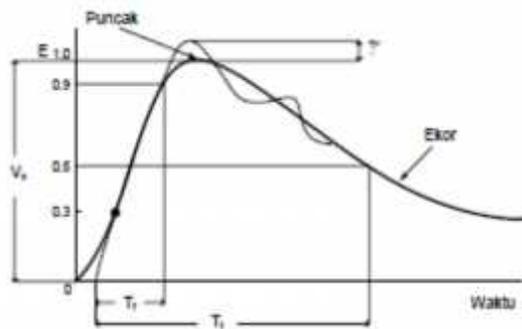
Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (*Electrical Discharge*) yang terjadi di atmosfer, hal ini disebabkan berkumpulnya ion bebas

bermuatan negatif dan positif di awan, ion listrik dihasilkan oleh gesekan antar awan dan juga kejadian ionisasi ini disebabkan oleh perubahan bentuk air mulai dari cair menjadi gas atau sebaliknya, bahkan padat (es) menjadi cair.

Pelepasan muatan ini dapat terjadi dalam 2 (dua) kemungkinan, yaitu [5]:

1. *Lightning Flash* yaitu pelepasan muatan diantara awan-awan ataupun antara pusat-pusat muatan di dalam awan tersebut.
2. *Lightning Strike* yaitu pelepasan muatan antara awan bermuatan dengan tanah.

Tegangan impuls petir dapat dinyatakan dengan bentuk gelombang seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



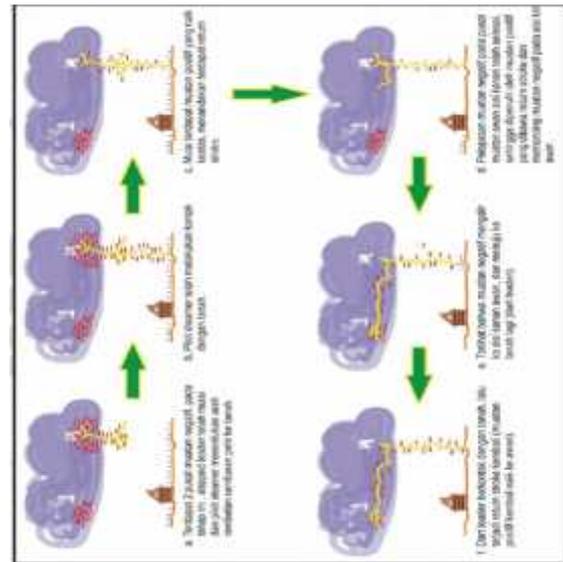
Gambar 1. Bentuk Tegangan impuls petir.
Gambar 1. Bentuk tegangan impuls petir.

- $V_s = E =$ tegangan puncak (kiloVolt)
- $T_f = t_1 =$ waktu muka gelombang = 1,2 μ s
- $T_t = t_2 =$ waktu ekor gelombang = 50 μ s
- ' = kelebihan tegangan ($\pm 0,05 \times V_s$) (kiloVolt)

2.2 Tahapan Sambaran Petir

Tahapan sambaran petir ke tanah pada saat gradien listrik di awan melebihi harga tembus udara yang terionisasi, terjadilah *pilot streamer*, yang menentukan arah perambatan muatan dari awan yang ionisasinya rendah, diikuti dengan titik cahaya.

Setiap sambaran petir bermula sebagai suatu lidah petir (*stepped leader*) dari awan bermuatan, kemudian gerakan *pilot streamer* yang diikuti dengan lompatan-lompatan titik cahaya yang dinamakan *step leader*. Arah setiap langkah *step leader* berubah-ubah, sehingga secara keseluruhan jalannya tidak lurus dan patah-patah.



Gambar 2. Tahapan Sambaran Petir

2.3 Kerapatan dan Frekuensi Sambaran Langsung

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

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} \dots \dots \dots (2.1)$$

Kerapatan sambaran petir ke tanah dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata per tahun didaerah tersebut. Hal ini ditunjukkan dalam persamaan dibawah ini:

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,26} \text{ sambaran/ km}^2/\text{tahun} \dots \dots (2.2)$$

Sedangkan besar A_e dapat dihitung sebagai berikut:

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9 h^2 \dots \dots \dots (2.3)$$

Maka dengan ketiga persamaan diatas, nilai N_d dapat dicari menggunakan persamaan berikut:

$$N_d = 0,04 \times T_d^{1,26} (ab + 6h(a+b) + 9 h^2) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- a = Panjang atap gedung (m)
- b = Lebar atap gedung (m)
- h = Tinggi atap gedung (m)
- N_g = Kepadatan sambaran petir
- T_d = Hari guruh pertahun (IKL)

Jumlah hari guruh pertahun yang diperoleh dari BMKG setempat.

2.4 Taksiran resiko

Cara menentukan besarnya kebutuhan bangunan akan proteksi petir, diantaranya:

2.4.1 Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penyulur Petir

Berdasarkan PUIPP besarnya kebutuhan proteksi terhadap sambaran petir

ditentukan berdasarkan penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili keadaan bangunan di suatu lokasi dan dituliskan sebagai:

$$R=A+B+C+D+E..... (2.5)$$

Dimana:

- R = Perkiraan Bahaya Petir
- A = Penggunaan dan Isi Bangunan
- B = Konstruksi Bangunan
- C = Tinggi Bangunan
- D = Situasi Bangunan
- E = Pengaruh Kilat

2.4.2 Berdasarkan *International Electrotechnical Commission (IEC) 1024-1-1*

Daerah yang diproteksi adalah daerah disekitar struktur sejauh 3h dimana h adalah tinggi struktur yang diproteksi. Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c dilakukan sebagai berikut (SNI, 2006):

1. Jika $N_d \leq N_c$ tidak perlu sistem proteksi petir.
2. Jika $N_d > N_c$ diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d} (2.6)$$

Dengan tingkat proteksi sesuai tabel 2.1, yaitu: Tabel 2.1 Efisiensi Sistem Proteksi Petir

Tingkat Proteksi	Effisiensi SPP
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

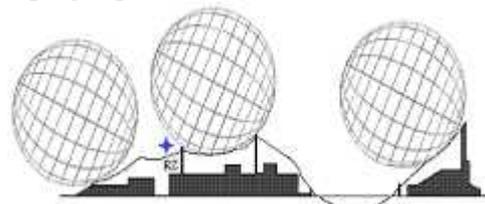
2.5 Sistem Terminasi Udara

Jarak inisiasi merupakan jarak awalan dari sambaran petir atau jarak dari titik sambaran suatu penangkap petir ke pergerakan *downward* pada *stepped leader*. Besarnya kemungkinan suatu bangunan tersambar petir dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan sistim pengaman bangunan terhadap petir.

2.5.1 Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Methode*)

Metoda ini cocok untuk bentuk bangunan yang rumit. Dengan metoda ini

seolah-olah ada suatu bola dengan radius R yang bergulir di atas tanah, sekeliling struktur dan diatas sruktur kesegala arah hingga bertemu dengan tanah yang mampu bekerja sebagai penghantar.



Gambar 3. Metode Bola Bergulir

3. Metode Penelitian

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di gedung Rumah Sakit Universitas Riau terdiri dari 4 lantai dengan tinggi bangunan mencapai 27 meter dan panjang 61 meter, penelitian dilakukan mulai mei 2016 sampai desember 2016.

3.2 Alat dan Bahan

1. Laptop Acer Aspire V5 – 121
2. *Software autocad* 2007 – 32 Bit
3. *Earth Tester* Yokogawa 3235 – 30 V

3.3 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini diperlukan data-data yang dapat menunjang dalam perancangan sistem penangkal petir ini. Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung terhadap objek penelitian, hal ini dilakukan dengan observasi atau survei langsung ke lokasi penelitian.

2. Data sekunder

Data sekunder ini diperoleh melalui *literature* dan jurnal-jurnal tentang kajian perancangan sistem penangkal.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Berdasarkan Peraturan Umum Instlasi Penyalur Petir

Berdasarkan PUIPP besarnya kebutuhan proteksi terhadap sambaran petir ditentukan berdasarkan penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili keadaan bangunan di suatu lokasi dan dituliskan melalui persamaan yaitu:

$$R = A + B + C + D + E$$

Dengan indeks-indeks sebagai berikut:

1. Indek A, penggunaan dan isi

Rumah Sakit Universitas Riau merupakan fasilitas umum yang di dalamnya

terdapatnya banyak orang dan peralatan yang sangat perlu dilindungi.

Nilai = 4

2. Indek B, konstruksi bangunan

Rumah Sakit Universitas Riau termasuk bangunan dengan konstruksi beton bertulang dengan atap logam.

Nilai = 1

3. Indek C, tinggi bangunan

Rumah Sakit Universitas Riau mempunyai ketinggian 27 meter

Nilai = 5

4. Indek D, situasi bangunan

Gedung Rumah Sakit Universitas Riau berdiri di daerah dataran rendah dengan ketinggian 27 meter dari permukaan laut.

Nilai = 0

5. Indek E, pengaruh kilat

Hari guruh per tahun di daerah Pekanbaru adalah 166

Nilai = 7

Jadi jumlah R adalah :

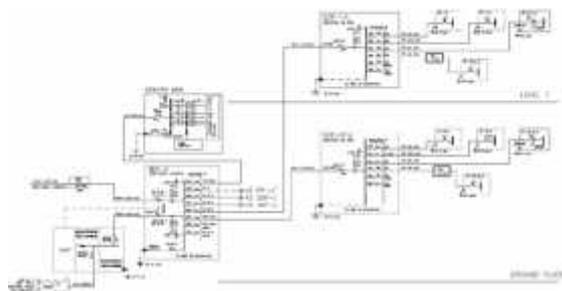
$$R = A + B + C + D + E$$

$$R = 4 + 1 + 5 + 0 + 7$$

$$R = 17$$

4.2 Proteksi Tegangan Lebih Internal

Pada proteksi internal sambaran petir terhadap bangunan Rumah Sakit Universitas Riau sudah cukup baik, hal ini terlihat dari penempatan arrester yang sudah aman pada rangkaian listrik yang terpasang pada Rumah Sakit Universitas Riau.



Gambar 4. Single line instalasi listrik Rumah Sakit Universitas Riau

Pada skema single line diagram yang terlihat diatas menunjukkan bahwa pusat listrik pada Rumah Sakit Universitas Riau mendapat suplai dari 2 sumber yaitu, dari genset dan suplai PLN. Sistem pencatuan daya listrik pada bangunan Rumah Sakit Universitas

Riau adalah dari sumber listrik 3 fasa PLN dan 3 fasa genset, dengan pengamanan utama jala – jala berupa MCCB 3 fasa 350 A. Untuk kapasitas yang disuplai dari genset sebesar 235 Kva, dengan putaran 1500 rpm, frekuensi 50 Hz, dan tegangan 380 / 220 V. Untuk suplai dari PLN sebesar 50 Kva, dan range arus dari 250 – 350 A. Seluruh cabang panel mulai dari lantai dasar sampai lantai 4 bersumber dari panel yang berada di lantai dasar yaitu panel MDP - A.

Beban yang tersambung dari 3 fasa yang ada pada seluruh lantai dan ruangan Rumah Sakit Universitas Riau sebesar 233,04 Kva, sementara beban puncaknya 194,2 Kva dengan diversity factor sebesar 1,2.

4.3 Persamaan Jarak Sambar

Untuk menghitung jarak sambaran petir serta keamanan sambaran petir pada sebuah bangunan diperlukan parameter yang berhubungan langsung dengan ketinggian awan rata – rata (A). Untuk daerah yang merupakan objek penelitian yaitu Rumah Sakit Universitas Riau jarak terendah awan adalah 304,8 m/Ha.

Dalam penelitian ini standar dari arus puncak yang dipakai adalah dengan penetapan probabilitas 50 % yaitu sebesar 20 kA. Dan dalam menentukan luas jari jari untuk menganalisa seberapa banyak penangkal petir yang perlu ditambahkan maka dipakai persamaan perhitungan menurut beberapa peneliti yaitu Armstrong, Brown, Whitehead, dan IEEE 1985 dan IEEE 1995.

4.3.1 Jarak Sambaran Petir

1. Menurut Persamaan Armstrong dan Whitehead

$$R_s = 6,7 \times I^{0,80}$$

$$R_s = 6,7 \times 20^{0,80}$$

$$R_s = 73,60 \text{ m}$$

2. Menurut Persamaan Brown dan Whitehead

$$R_s = 7,1 \times I^{0,75}$$

$$R_s = 7,1 \times 20^{0,75}$$

$$R_s = 67,14 \text{ m}$$

3. Menurut Persamaan Mousa dan IEEE-1995 Substations Committee / Anderson dan IEEE-1985

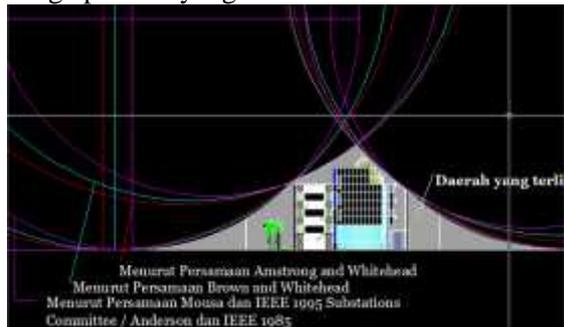
$$R_s = 8,0 \times I^{0,65}$$

$$R_s = 8,0 \times 20^{0,65}$$

$$R_s = 56,07 \text{ m}$$

Hasil dari jarak sambaran ini akan diaplikasikan pada metoda bola bergulir dan

akan melihat beberapa perbandingan dari ketiga peneliti yang disebutkan diatas.



Gambar 5. Metode bola bergulir tampak belakang.

Penerapan metoda bola bergulir pada Rumah Sakit Universitas Riau tampak dari belakang dengan menggunakan 3 buah lingkaran yang berbeda dengan jari – jari berukuran masing – masing untuk persamaan Armstrong, Brown, Whitehead, dan IEEE 1985 serta IEEE 1995.

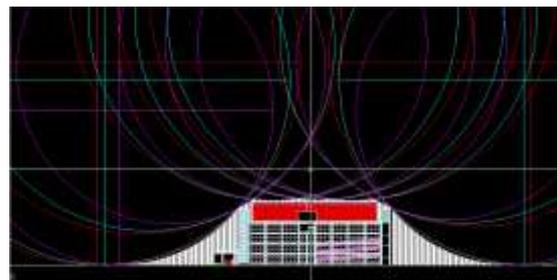
Untuk proteksi penangkal petir tampak dari belakang gedung, dari ketiga persamaan yang ada dgn jari – jari bola bergulir yang berbeda dapat dilihat bahwa persamaan Mousa dan IEEE 1995 / Anderson dan IEEE 1985 memiliki area cakupan yang lebih baik dari dua persamaan yang ada karena dianggap lebih efektif dalam menangkap sambaran petir.

Untuk proteksi petir dari tampak belakang terlihat bahwa memerlukan 3 tambahan finial dengan tinggi 100 cm untuk dapat melindungi bangunan dari sambaran petir.



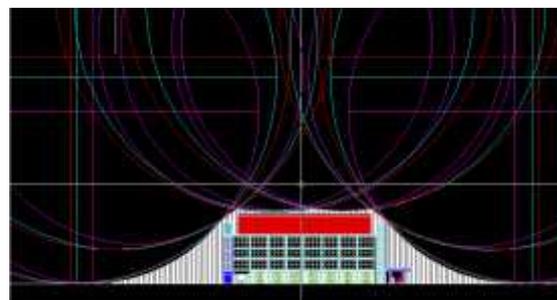
Gambar 6. Metode bola bergulir tampak Depan.

Pada tampak depan dari bangunan Rumah Sakit Universitas Riau dengan proteksi petir yang ada sebanyak 1 buah tidak dapat melindungi seluruh bagian bangunan maka dari itu pada gambar diatas telah ditambahkan 3 buah finial dengan tinggi masing – masing 100 cm disetiap sudut bangunan yang mengenai sambaran petir secara langsung.



Gambar 7. Metode bola bergulir tampak samping kanan

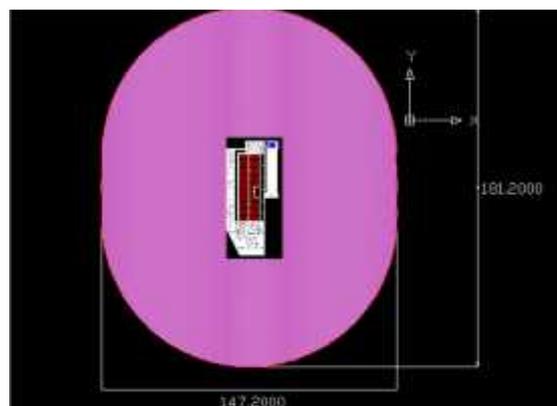
Pada bagian Rumah Sakit tampak kanan memiliki titik sambaran yang cukup banyak hal ini dikarenakan bentuk bangunan yang memanjang. Dari proteksi petir yang telah ada yaitu berjumlah 1 buah finial *splitzer* tidak dapat melindungi seluruh bangunan, maka dari itu diperlukan penambahan penangkal petir sebanyak 6 buah penangkal petir finial dengan tinggi masing – masing 100 cm.



Gambar 8. Metode bola bergulir tampak samping kiri

Pada bagian tampak kiri dari bangunan Rumah Sakit UNRI terlihat bahwa dengan menggunakan metoda bola bergulir masih terdapat sisi bangunan yang tidak diproteksi oleh penangkal petir yang telah ada yaitu finial *splitzer* berjumlah 1 buah.

Maka untuk dapat memproteksi bangunan dari sisi kiri diperlukan tambahan sebanyak 6 buah finial dengan penempatan yang mengenai sambaran petir dengan tinggi finial masing – masing 100 cm.



Gambar 9. Metode bola bergulir tampak atas

Pada gambar diatas adalah menggambarkan bangunan Rumah Sakit Universitas Riau tampak dari atas, dengan melakukan beberapa rancangan penambahan finial yang baru dengan tinggi finial 1 m dan berjumlah 8 buah telah dapat memenuhi proteksi petir pada bangunan Rumah Sakit Universitas Riau.

Penerapan metoda bola bergulir dengan diameter yang beragam yang dipakai untuk menentukan atau melihat bagian mana saja dari sebuah bangunan yang kemungkinan terkena sambaran petir secara langsung sangat efektif untuk melindungi sebuah bangunan.

Menurut peneliti, persamaan yang lebih baik dalam menentukan radius sambaran petir dalam menentukan jari – jari dari metoda bola bergulir adalah persamaan Brown and Whitehead.

5.Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul Disain dan Analisa Sistem Proteksi Petir pada Rumah Sakit Universitas Riau dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Hasil perhitungan besarnya indeks proteksi bangunan terhadap sambaran petir cukup besar yaitu 17 sehingga mempunyai tingkat bahaya pada sambaran petir terhadap bangunan dan membutuhkan suatu instalasi penangkal petir.
2. Kepadatan sambaran petir di kota Pekanbaru dalam tahun 2015 yaitu sebesar 23,8338 sambaran/km²/tahun. Luas daerah yang menarik sambaran petir pada bangunan Rumah Sakit Universitas Riau sebesar 37.406,98 m². Kemungkinan gedung tersambar petir 0,8915 sambaran/tahun.
3. Tingkat proteksi untuk daerah bangunan Rumah Sakit Universitas Riau merupakan proteksi tingkat IV.
4. Metoda Bola Bergulir sebagai metoda dasar yang digunakan untuk menentukan dan mengevaluasi SPP eksternal yang telah ada dan mendisain ulang

letak posisi penangkal petir terutama posisi *finial*.

5. Hasil disain sistem terminasi udara menggunakan metoda Bola Bergulir dengan aplikasi *Autocad* menunjukkan bahwa dengan menggunakan 8 buah *finial* dapat melindungi bangunan Rumah Sakit Universitas Riau.
6. Jenis penangkal petir yang direkomendasikan pada bangunan Rumah Sakit Universitas Riau adalah jenis franklin sebanyak 8 buah dengan tinggi *finial* 1 meter.

Jumlah penghantar turun yang direkomendasikan pada bangunan Rumah Sakit Universitas Riau sebanyak 8 buah, sedangkan kabel penghantar yang digunakan adalah kawat BC 50 mm²

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan lebih lanjut penelitian ini adalah :

1. Untuk proses yang lebih baik pada penelitian berikutnya, diharapkan dapat membuat software untuk proses disain metoda bola bergulir yang lebih praktis (bola gelinding bergerak otomatis), sehingga memudahkan dalam penentuan kebutuhan akan sistem proteksi petir yang dibutuhkan oleh suatu bangunan yang akan diproteksi.
2. Untuk penelitian selanjutnya dalam meningkatkan keandalan sistem proteksi petir selain dengan penambahan penangkal petir yang baru perlu dipertimbangkan dengan meminimalkan penggunaan *finial*.
3. Untuk penelitian lanjutan diharapkan dapat membuat proteksi sambaran petir tidak langsung dengan pemanfaatan arrester yang lebih efisien.

Daftar Pustaka

- Abdul syakur, Yuningtyas.2006.Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Widya Puraya.*Jurnal Sains dan Teknologi*. Transmisi, Vol. 11, No. 1, Juni 2006: 35 - 39
- Faisal adil sinaga, Ansyori.2015. Evaluasi Sistem Proteksi Petir Menara Telekomunikasi PT DAYAMITRA TELEKOMUNIKASI (TELKOM

- GROUP) SimpangmTimbangan
Indralaya. *Jurnal Sains dan Teknologi*.
Mikrotiga, Vol 2, No. 1 Januari 2015
- Priya Surya Harijanto, Moch. Dhofir,
Soemarwanto. 2016. Perancangan
Sistem Proteksi Petir Internal Pada
Condotel Borobudur Blimbing Kota
Malang. *Jurnal Sains dan Teknologi*.
- Maula Sukmawidjaja, Syamsir Abduh &
Shahnaz Nadia. 2015. Analisa
Perancangan Sistem Proteksi
Bangunan The Bellagio Residence
Terhadap Sambaran Petir. *Jurnal
Sains dan Teknologi*. Volume 12,
Nomor 2, Februari 2015, Halaman 75
– 86
- Reynaldo Zoro. 2013. External Lightning
Protection System for Main Office
Building in the Area with High
Lightning Density. *Jurnal Sains dan
Teknologi. The 4th International
Conference on Electrical Engineering
and Informatics (ICEEI 2013)*