

## LITERASI DASAR SISTEM PROTEKSI PETIR UNTUK MASYARAKAT DESA KARANGREJA PURBALINGGA

**Hari Prasetyo**

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purbalingga, Indonesia

e-mail: [hari.prasetyo@unsoed.ac.id](mailto:hari.prasetyo@unsoed.ac.id)

### **Abstrak**

Indonesia merupakan kawasan dengan probabilitas terjadi petir yang tinggi yaitu dengan ukuran antara 180 – 260 hari guruh (petir) per tahun. Sambaran petir merupakan fenomena pelepasan muatan listrik karena perbedaan muatan antara awan dengan awan ataupun antara awan dengan tanah. Peraturan perundangan yang ada terkait proteksi petir ini diatur dalam Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 dan peraturan pemerintah No. 36 Tahun 2005. Peraturan ini merupakan aturan untuk proteksi petir pada gedung bertujuan untuk melindungi gedung beserta isinya, serta melindungi objek di sekitar titik sambaran. Sambaran petir langsung ke bangunan dapat menimbulkan kebakaran dan kerusakan peralatan, sedangkan sambaran petir tidak langsung akan menimbulkan tegangan induksi yang akan mempengaruhi kinerja peralatan, umur pakai bahkan kerusakan peralatan. Usaha mengurangi resiko kerusakan akibat sambaran petir dapat dilakukan menggunakan sistem proteksi petir (lightning protection system/LPS). Sistem proteksi petir meliputi sistem proteksi eksternal dan internal. Sistem proteksi eksternal berfungsi menghindari resiko sambaran langsung terhadap struktur atau bangunan yang dilindungi sedangkan sistem proteksi internal melindungi peralatan dalam struktur atau bangunan dari tegangan lebih induksi.

**Kata kunci:** listrik; proteksi petir; tegangan lebih induksi.

### **Abstract**

Indonesia has a high probability of lightning occurring, with a size between 180 – 260 days of thunder (lightning) per year. A lightning strike is a phenomenon of electric discharge due to the difference in charge between cloud and cloud or between cloud and ground. Existing laws and regulations related to lightning protection are regulated in Law No. 28 of 2002 and Government Regulation No. 36 of 2005. This regulation is a rule for lightning protection in buildings aimed at protecting the building and its contents and protecting objects around the strike point. A direct lightning strike to a building can cause fires and equipment damage, while an indirect lightning strike will cause an induced voltage that will affect equipment performance, service life, and even equipment damage. Efforts to reduce the risk of injury from lightning strikes can be made using a lightning protection system (LPS). The lightning protection system includes external and internal protection systems. The external protection system avoids the risk of a direct strike to the protected structure or building. In contrast, the internal protection system protects the equipment in the design or facility from induced overvoltage.

**Keywords:** electricity; lightning protection; induced overvoltage.

## **1. PENDAHULUAN**

Petir adalah fenomena alam yang terjadi akibat akumulasi muatan negatif di awan dan muatan positif dibawa ke permukaan bumi, kemudian listrik dihasilkan antara permukaan bumi dan awan. Perbedaan potensial yang semakin besar antara muatan di permukaan bumi dan awan menyebabkan terjadinya pelepasan listrik yang disebut petir (1).

Petir dapat menyebabkan masalah serius bagi manusia, seperti kerusakan struktural, kebakaran, kerusakan peralatan, dan bahkan kematian. Saat berada di dalam perangkat elektronik, tegangan tinggi akibat petir tidak langsung merusaknya namun dapat mempersingkat masa pakai perangkat tersebut. Saat ini, banyak perangkat canggih yang menggunakan komponen elektronik dan mikroprosesor sangat peka terhadap gelombang elektromagnetik yang disebabkan oleh sumber cahaya tidak langsung. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi kebakaran yang mumpuni pada gedung untuk mengurangi kemungkinan kerugian besar yang mungkin terjadi.

Pembawa petir adalah awan bermuatan (columonimbus) yang terjadi jika terdapat: (i) kelembaban udara (humidity); (ii) pergerakan udara ke atas yang menyebabkan ketidakstabilan (instability); dan (iii) partikel menyerap air (hygroscopis) (2). Sumber kelembaban berasal dari konsentrasi air yang banyak dan luas seperti laut, danau dan sungai. Pergerakan udara ke atas umumnya terjadi karena naiknya udara akibat pemanasan bumi oleh sinar matahari dan karena angin yang menuju pegunungan. Partikel hygroscopis dapat berupa debu dari batu bara, pasir, kristal garam maupun partikel kecil lainnya buangan proses industri. Kontribusi ketiga elemen tersebut menghasilkan awan guruh yang bermuatan listrik dengan diameter

beberapa kilometer dengan ketinggian 1 -17 km. Semakin tinggi, temperatur akan semakin rendah, karena itu bagian atas awan terdapat kristal es ( temperature -50oC) yang bermuatan positif dan bagian bawah bermuatan negatif ( temperature 10oC). Muatan-muatan tersebut menimbulkan medan listrik yang jika lebih besar dari tegangan tembus antar awan bermuatan atau antara awan bermuatan dengan bumi maka terjadi pelepasan muatan yang disebut petir. Pelepasan muatan antar awan bermuatan lebih sering terjadi dibandingkan antara awan bermuatan dengan tanah, namun petir dari awan ke tanah merupakan penyebab utama kerusakan benda-benda di permukaan tanah. Letak Indonesia di wilayah ekuatorial yang menerima insolasi dalam jumlah besar dengan hampir 70 persen wilayah merupakan perairan sehingga penguapan yang terjadi sangat besar dan syarat terbentuknya awan petir mudah terpenuhi (3).

Petir dapat menyambar benda besar dan area yang luas, seperti pohon tinggi, menara BTS, gedung tinggi, sawah, dan lapangan. Akibatnya, petir dapat menimbulkan dampak negatif seperti kerusakan bangunan dan alat elektronik, pohon tumbang, bahkan mengancam keselamatan jiwa. Oleh karena itu, petir CG harus dianalisis dengan menyebarkan informasi ke seluruh lapisan masyarakat(4).

Dalam usaha proteksi petir ini tentu dibutuhkan pengetahuan tentang petir itu sendiri dan karakteristik petir. Dalam hal ini juga termasuk proteksi petir itu sendiri (5) (6). Sehingga pada dasarnya suatu instalasi proteksi petir harus dapat melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada di dalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir. Sementara itu, telah dilakukan penelitian yang membahas tentang sistem proteksi gangguan petir, seperti pentingnya memberikan sistem proteksi gangguan petir pada tower serta penggunaan pengaman eksternal gangguan petir pada stasiun pemancar TVRI (6).

Sehingga berdasarkan beberapa teori dan kajian dasar diperlukan memberikan pemahaman lebih detail kepada masyarakat mengenai sistem proteksi petir itu sendiri. Hal ini tentunya sangat mendasar karena pemahaman yang baik akan dapat melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir. Selanjutnya, masyarakat akan dapat mengenali kebutuhan sistem proteksi petir, pada rumah tinggalnya, atau pada bangunan – bangunan yang berada disekitar rumah tinggalnya.

## **2. MEKANISME SAMBARAN PETIR**

Sambaran petir ke tanah diawali dengan pembentukan muatan negatif dalam awan yang menyebabkan medan listrik melebihi tegangan tembus udara sehingga terjadi beberapa lidah petir (stepped leader) yang kemudian bergerak ke bawah (downward leader). Arah step leader tidak lurus namun patah-patah. Jika stepped leader mendekati objek di permukaan tanah maka pada objek tersebut akan terinduksi muatan berlawanan (positif) yang bergerak menuju stepped leader. Aliran muatan positif tersebut disebut connecting leader. Jika salah satu connecting leader dari suatu mengenai stepped leader maka titik sambar (strike point) terjadi pada objek tersebut. Akibatnya aliran negatif menuju ke tanah dan muatan positif bergerak dari tanah ke awan yang disebut return stroke (7) (8).

Stepped Leader Setiap sambaran petir dimulai dengan suatu sambaran cahaya yang relatif kecil ke pada suatu cahaya yang besar, kemudian terjadi sambaran, dimana berkumpulnya muatan di awan lalu menuju ke tanah diikuti dengan sambaran balik secara tiba-tiba. Sambaran balik merupakan sambaran dari berkumpulnya muatan dari tanah menuju ke langit. Sambaran pertama dari langit menuju ke tanah yang mendahului sambaran balik dalam bentuk suatu kilat disebut dengan stepped leader. Rata-rata kecepatan sambaran dari tipe stepped leader selama menuju ke tanah sekitar  $1.5 \times 10^5$  m / detik.

Sambaran Balik (Return Stroke) Pada saat sambaran perintis mencapai ketinggian tertentu dari permukaan bumi maka dimulailah sambran positif ke atas untuk menemui ujung sambaran perintis yang bermuatan negatif. Kilauan cahaya dari sambaran balik ini jauh lebih besar dari sambaran perintis. Sambaran balik menjalar melalui lintasan perintis yang terionisasi dengan kecepatan  $3 \times 10^9$  cm / detik. Arus dari sambaran balik inilah yang menjadi arus utama petir yang berkisar 5 kA sampai 200 kA dengan nilai rata-rata arus puncak 20 kA.

Dart Leader Setelah arus dari sambaran petir berhenti mengalir, cahaya petir akan berhenti. Jika terdapat penambahan muatan maka akan menghasilkan suatu kilat yang menyambar. Penambahan sambaran dapat mengakibatkan adanya sambaran balik yang dapat mengakibatkan suatu kerusakan yang terjadi dalam waktu kurang dari 100 mili detik. Selain itu akan ada sambaran lanjutan ( dart leader ) muncul dalam suatu cahaya kira-kira 50 m panjangnya, dengan kecepatan menuju ke tanah  $2 \times 10^6$  m/detik. Dart leader bukanlah cabang dari sambaran stepped leader Apabila arus stepped leader dalam waktu 100 m detik berhenti mengalir , maka suatu stepped leader lanjutan ( dart-stepped leader ) akan muncul.

Mekanisme sambaran petir Menurut D.V. Razevig (1995), Oleh karena adanya pergerakan elektron maka terjadi proses ionisasi diudara yang berasal dari tumbukan ion – ion negatif. Adanya proses ionisasi menimbulkan terjadinya serabut cahaya yang berkumpul membentuk suatu aliran ( steamer ). Dikedua ujung aliran ini terdapat medan listrik yang sangat kuat. Ujung bagian atas menarik electron negative, sedang bagian bawah memberikan electron tersebut untuk memperpanjang aliran ke tanah. Setelah pergerakan aliran ini mencapai batas dimana telah terjadi tegangan tembus udara antara bumi dan ujung aliran ini maka terjadilah yang disebut dengan sambaran petir(9)

Pengaruh Bentuk Permukaan Bumi Dan Jarak Obyek Ke Sumber Petir. Petir lebih cenderung menyambar tempat-tempat yang tinggi di permukaan bumi. Hal ini disebabkan karena kuat medan disekitar ujung atau puncak bangunan tersebut lebih rapat dan sifat dari muatan akan cenderung mengumpul pada puncak atau ujung dari bagian yang runcing, begitu pula tepian-tepiian runcing bangunan. Selain itu, pada daerah yang tinggi di permukaan bumi berarti jarak antara obyek tersebut dengan leader adalah lebih dekat dibandingkan dengan obyek pada daerah dengan permukaan yang relatif datar, sehingga kuat medan listrik yang dihasilkan pun akan lebih tinggi (10)(11).

## 2. METODE

### A. Perizinan

Tahap awal pelaksanaan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah dengan mengajukan surat permohonan yang ditujukan kepada Kepala Desa.

### B. Survey dan Analisis Kebutuhan Lapangan

Tahap selanjutnya adalah dengan melakukan kunjungan untuk melakukan analisis kebutuhan di lapangan

### C. Pembuatan Jadwal Kegiatan

Tahap berikutnya adalah dengan membuat jadwal kegiatan sesuai dengan hasil survey dan analisis kebutuhan lapangan

### D. Pelaksanaan Kegiatan

Tahap Selanjutnya adalah melakukan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat.

### E. Pembuatan Laporan

Tahap akhir dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah dengan pembuatan laporan kegiatan.

## 3. KONSEP PROTEKSI PETIR

Sistem proteksi petir merupakan sistem pengamanan yang melindungi peralatan dari sambaran petir. Sistem proteksi petir terdiri dari sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal. Sistem pentanahan sering digunakan di bidang kelistrikan pada umumnya digunakan tujuan untuk mengamankan peralatan listrik dan perangkat elektronik maupun manusia yang berada disekitar gangguan. Sistem proteksi petir yang sudah dipasang pada sisi tower sesuai dengan Standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal petir (PUIPP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004).

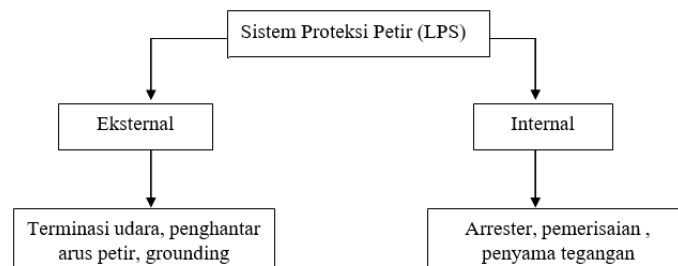
Menurut Standard Nasional Indonesia SNI03-7015-2004 yang mengacu pada standard IEC 62305, ada beberapa klasifikasi dari karakteristik parameter petir dengan tingkat proteksi yang dijelaskan pada Tabel 1 (12).

Tabel. 1 Parameter Petir Menurut Level Proteksi Petir Berdasarkan Standar IEC 62305/2006

| Parameter                         | Level / Kelas Proteksi Petir |     |          |
|-----------------------------------|------------------------------|-----|----------|
|                                   | I                            | II  | III/IV   |
| Arus Impuls: I (kA)               | 200                          | 150 | 100      |
| Energi Spesifik : W/R (MJ/Ω)      | 10                           | 5.6 | 2.5      |
| Muatan Impuls : Q ( C )           | 100                          | 75  | 50       |
| Muatan Waktu Impuls : W long (As) | 200                          | 150 | 10       |
| Efektifitas                       | 98%                          | 95% | 80 - 90% |
| Periode Petir                     | 1 – 10 μs                    |     |          |
|                                   | 10 – 100 μs                  |     |          |

Sistem proteksi petir dibedakan atas dua proteksi, yaitu proteksi eksternal dan sistem proteksi internal. Sistem proteksi eksternal terdiri dari terminasi udara, kabel penyalur (down conductor), dan pentanahan. Sedangkan proteksi internal mencakup proteksi tambahan yang bertujuan untuk menghindari interferensi gelombang elektromagnetik karena arus petir. Pada standar penentuan proteksi petir ada sebuah metode yang bertujuan untuk menilai risiko kerusakan yang diakibatkan oleh petir dan tindakan yang harus dilakukan oleh sistem proteksi petir (13).

Selanjutnya, Sistem proteksi petir dibagi menjadi 2 yaitu sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal. Sistem proteksi eksternal berfungsi melindungi struktur dari sambaran langsung yang terdiri dari sistem terminasi udara (air termination system), penghantar arus petir (down conductor) dan sistem pentanahan (grounding system). Sistem proteksi internal merupakan seluruh usaha untuk mengurangi pengaruh arus petir dan LEMP (Ligthning Electromagnetic Pulse) pada instalasi metal dan sistem elektronik dalam struktur yang terdiri dari arrester, pemerisaian (shielding) dan penyama tegangan (bonding).



Gambar 1. Konsep Sistem Proteksi Petir.

#### A. Sambaran Petir Tanpa Proteksi Eksternal

Prinsip proteksi internal adalah memberi jalan arus petir ke tanah melalui down conductor. Jika petir menyambar struktur tanpa proteksi internal maka arus petir akan menuju ke tanah melalui jalur acak sehingga akan menimbulkan kerusakan dan membahayakan keselamatan. Contoh kejadian yang diungkapkan P. Hasse dalam buku “overvoltage protection of low voltage system” adalah ketika petir menyambar antenna televisi tanpa proteksi eksternal sebuah rumah di Neutmarkt tahun 1986. Jalur arus petir diperkirakan melalui :

1. tiang penyangga antenna sehingga merusak atap.
2. kabel listrik di atap dan dinding sehingga kabel tersebut terbakar.
3. stop kontak kemudian loncat ke tempat tidur sehingga keduanya rusak.
4. kabel TV sehingga kabel dan TV tersebut hancur.
5. panel hubung bagi sehingga terbakar.
6. kabel telepon sehingga kabel dan telepon rusak
7. kabel telepon ke arah luar sehingga sistem telepon dalam radius 1 km terganggu.
8. kabel listrik ke arah luar sehingga circuit breaker dalam jarak 2-3 km bekerja.

#### B. Komponen Sistem Proteksi Internal

Fenomena transient pada sambaran petir seperti arus petir medan listrik dan medan magnet berbahaya terutama bagi sistem elektronik karena menimbulkan tegangan lebih. Sistem proteksi internal bertujuan mengurangi besar efek negatif tersebut sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang merusak langsung terhadap peralatan elektronik. Komponen sistem proteksi internal terdiri dari :

##### a. Pemerisaian (shielding)

Pemerisaian bangunan dan ruangan merupakan usaha proteksi terhadap induksi elektromagnetik melalui bagian metal fondasi dan struktur yang dihubungkan dengan sistem pentanahan (grounding). Pemerisaian penghantar terutama kabel untuk instalasi pengukuran dan pengendalian dilakukan dengan menggunakan kabel dengan mantel anyaman metal atau memasukkan kabel dalam pipa metal dan menghubungkan kedua ujung perisai tersebut ke sistem pentanahan.

b. Penyama tegangan (bonding)

Tujuan penyama tegangan adalah untuk menghilangkan perbedaan tegangan antara bagian-bagian metal dan system dalam ruang yang diproteksi sehingga tidak terjadi flash over. Bonding dilakukan dengan menyatukan grounding peralatan dan grounding arrester.

c. Arrester

Berdasarkan fungsinya arrester dibagi menjadi 2: (i) Lightning arrester, berfungsi mengalirkan sebagian besar arus petir sehingga sisa arus petir ke peralatan tidak merusak; dan (ii) Overvoltage arrester, berfungsi membatasi tegangan lebih karena induksi elektromagnetik. Proteksi sela api (spark gap) digunakan untuk melindungi peralatan metal di dalam suatu sistem yang tidak boleh dihubungkan langsung dengan metal lainnya. Jika terjadi tegangan lebih yang melalui system pentanahan gedung maka terjadi loncatan bunga api pada sela api dan menghubungkan system ke sistem grounding sehingga arus petir mengalir ke tanah. Setelah arus petir hilang sela api akan berfungsi kembali sebagai isolasi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan lebih akibat petir terjadi melalui 3 mekanisme yaitu (i) kopling galvanic; (ii) kopling induktif; dan (iii) kopling kapasitif.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Sukamdi, Sri Wahyuni Dali, Chandra Wiharya, Abdu Alimil Asror. Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Furniture. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*. 2023 Feb 15;9(2):52–7.
2. SUSANTO E. PENENTUAN DAERAH RAWAN BENCANA SAMBARAN PETIR DI WILAYAH KABUPATEN DAN KOTA BANDUNG JAWA BARAT. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. 2018 Nov 2;2(2).
3. Negara IMY, Fahmi D, Asfani DA, Hernanda IS, Pratama RB, Ksatria AB. Investigation and Improvement of Standard External Lightning Protection System: Industrial Case Study. *Energies* (Basel). 2021 Jul 8;14(14):4118.
4. Firdaus ML, Nasiah N, Uca U. STUDI SPASIOTEMPORAL SAMBARAN PETIR CLOUD TO GROUND DI KABUPATEN GOWA TAHUN 2017-2019. *Jurnal Environmental Science*. 2021 Apr 30;3(2).
5. Arfianto T, Anwari S, Pratama ROF. Simulasi Sistem Proteksi Petir Eksternal Dengan Metode Pembalik Muatan Menggunakan Matlab. *Jurnal Rekayasa Hijau*. 2018 Jul 9;2(1).
6. Widharma IGS, Sunaya IN, Arka IGP, Sangka IGN. Sistem Proteksi Gangguan Petir pada Stasiun Pemancar TV. *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*. 2019 Nov 30;9(3):96–101.
7. Permata D, Purwasih N. Pengaruh Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi Pada Tower BTS (Base Transceiver Station). *Jurnal Electrician*. 2009;3(2).
8. Hariadi R, Murdiya F. Analisis Kinerja Proteksi Petir Pada Saluran Transmisi Tenaga Listrik Menggunakan Pemrograman Python. *Jurnal Online Mahasiswa FT Universitas Riau*. 2020;7.
9. Nurhaida N. ANALISA SISTEM PROTEKSI TERHADAP PETIR (SPP) PADA GEDUNG BERTINGKAT DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERALATAN ELEKTRONIKA DI GEDUNG PENDIDIKAN POLSRI. *Jurnal Teliska*. 2014;15(3).
10. Lubis Z, Aryza S, Annisa S. Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik. *JET (Journal of Electrical Technology)*. 2019;4(1).
11. Seniari NM, Supriyatna S. ANALISIS DAMPAK SAMBARAN PETIR TIDAK LANGSUNG DISEKITAR GEDUNG RUMAH SAKIT PENDIDIKAN UNRAM ANALYSIS OF THE IMPACT OF INDIRECT LIGHTNING STRIKES AROUND THE UNRAM EDUCATION HOSPITAL BUILDING. *DIELEKTRIKA*. 2019;6(2).
12. Gomes A, Ab Kadir MZA, Gomes C, Khurshid ZM. Development of A Portable Type I to III Lightning Surge Protective Device for Compact Structures. In: 2018 34th International Conference on Lightning Protection (ICLP). IEEE; 2018. p. 1–9.
13. WIRASARI RR. PEMODELAN ARUS SAMBARAN PETIR TERHADAP SISTEM PROTEKSI TOWER TELEKOMUNIKASI MENGGUNAKAN SOFTWARE ATP DRAW [Thesis]. [Medan]: UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA; 2022.