

# PENGGUNAAN ELEKTROSTATIS SEBAGAI PROTEKSI PETIR PLTS ON-GRID PADA GEDUNG B UNIVERSITAS PAMULANG

Karsun<sup>1</sup>, Ojak Abdul Rozak<sup>2\*</sup>, Muhammad Zulfikar Ramadhan Nurhadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,33</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang; Jl. Puspitex Raya No.19, Serpong, Tangerang Selatan, Banten 15310

*Riwayat artikel:*

*Received: 14 Agustus 2023*

*Accepted: 1 September 2023*

*Published: 11 September 2023*

**Keywords:**

PLTS; Sistem Proteksi Petir;  
Elektrostatik; Bola Bergulir;  
Sistem Pembumian

**Correspondent Email:**

[dosen01314@unpam.ac.id](mailto:dosen01314@unpam.ac.id)

**Abstrak.** PLTS merupakan sistem pembangkit listrik menggunakan radiasi sinar matahari sebagai pusat energi dan solar panel sebagai media konversi energi. Solar panel umumnya di letakan pada atap gedung guna mendapatkan pancaran sinar yang maksimal. Sistem ini memerlukan proteksi dari adanya petir yang sangat tinggi di wilayah Indonesia. Penggunaan elektrostatik pada sistem proteksi listrik diharapkan mampu memproteksi sambaran petir. Dengan menggunakan metode pendekatan bola bergulir dan memastikan semua perancangan berfungsi dengan baik mulai dari tiang sambaran elektrostatik hingga ke sistem pembumian. Hasil dari perancangan elektrostatik dapat bekerja dengan baik. Tahanan pembumian dengan kedalaman elektroda terbaik berada pada 6 m dengan nilai 4.00 ohm dan kemungkinan kuat arus petir adalah 54.29 kA. Maka jarak sambar petir pada gedung adalah 134.14 m berdasarkan asumsi kuat hantaran arus petir, luas radius proteksi bola bergulir adalah 39.67 m dan radius perlindungan menara adalah 4.941,445946 m. Kesimpulan dari penelitian ini elektroda pada sistem pembumian berpengaruh pada nilai tahanan nya. Dan dengan metode pendekatan bola bergulir, sistem ini mampu melindungi PLTS.

**Abstract.** PLTS is a power generation system using solar radiation as energy center and solar panels as energy conversion media. Solar panels are generally placed on the roof of the building to get maximum radiance. This system requires protection from lightning which is very high in Indonesia. The use of electrostatic in the electrical protection system is expected to be able to protect lightning strikes. By using the rolling ball approach method and ensuring all designs function properly starting from the electrostatic strike pole to the earthing system. The results of the electrostatic design can work well. The earthing resistance with the best electrode depth is at 6 m with a value of 4.00 ohms and the possible lightning current strength is 54.29 kA. Then the lightning strike distance on the building is 134.14 m based on the assumption of strong lightning current transmission, the rolling ball protection radius area is 39.67 m and the tower protection radius is 4,941.445946 m. The conclusion of this research is that the electrode in the earthing system affects the resistance value. And with the rolling ball approach method, this system is able to protect PLTS.

## 1. PENDAHULUAN

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan suatu sistem pembangkit energi listrik yang menggunakan radiasi sinar matahari sebagai media pembangkitan energi listrik [1]. PLTS menggunakan *solar panel* sebagai media penyaluran dan konversi energi dari radiasi sinar matahari menjadi listrik DC (*Direct Current*) [2].

*Solar panel* pada gedung bertingkat umumnya di letakan pada atas gedung atau *rooftop* guna mendapatkan pancaran radiasi sinar matahari yang maksimal [3]. Di Indonesia, sistem PLTS dirasa perlu menggunakan proteksi petir mengingat Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan tingkat sambaran petir yang tinggi pada tiap tahunnya [4].

Sistem proteksi petir sudah banyak digunakan sebagai pencegahan dari kuatnya sambaran petir yang masih menggunakan sistem proteksi petir konvensional. Penggunaan *elektrostatik* merupakan pengembangan dari sistem proteksi petir konvensional [5].

Penggunaan *elektrostatik* mampu memperluas jangkauan perlindungan PLTS On – Grid yang terpasang di *rooftop* gedung B Universitas Pamulang terhadap sambaran petir.

Dengan merancang tiang pemancar petir *elektrostatik*, mengukur tahanan pembumian (*Grounding*) serta menghitung luas perlindungan dengan metode pendekatan bola bergulir yang memungkinkan sambaran petir dapat terproteksi dengan baik sehingga melindungi sistem PLTS On – Grid dan gedung Universitas Pamulang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Petir

Petir merupakan sebuah fenomena alam yang umumnya terjadi pada saat hujan maupun saat awan mendung lalu memberikan kilatan cahaya sesaat di barengi dengan suara gemuruh yang sangat besar. Suara gemuruh yang dihasilkan oleh petir diakibatkan adanya perbedaan kecepatan cahaya dan suara. Petir bisa disebut juga kilat atau halilintar [6].

#### 2.1.1. Proses Terjadinya Petir

Menurut Simpson dan Scrase, awal mula terbentuknya melalui awan dengan intensitas medan listrik sekitar 1 volt per cm di permukaan bumi. Semakin tinggi permukaan maka semakin rendah pula intensitasnya [7].

#### 2.1.2. Dampak Sambaran Petir

Petir memiliki dampak buruk terhadap apa yang dilalui nya. Kerusakan fatal bisa terjadi melalui efek sambaran langsung maupun efek sambaran tidak langsung pada sebuah sistem kelistrikan, perangkat elektronik, gedung bertingkat. Selain itu, resiko kematian yang sangat tinggi bisa terjadi pada manusia akibat arus sambaran petir yang bisa mencapai 200 kA [8].

### 2.2. Sistem Proteksi Petir.

Sistem proteksi petir adalah suatu cara yang berfungsi melindungi sistem kelistrikan, perangkat elektronik, gedung bertingkat serta mengantisipasi adanya kematian pada manusia [9]. Sistem proteksi petir harus memiliki titik pada bangunan yang paling tinggi yang digunakan sebagai media sambaran petir, menyiapkan saluran petir ke tanah dan menyediakan sistem pembumian (*Grounding*) yang bertujuan agar arus petir masuk ke tanah dan tidak merupakan komponen elektronik yang terpasang pada rumah maupun gedung bertingkat [10].

Penelitian kali berfokus pada perlindungan sistem PLTS on – grid yang mana merupakan sistem kelistrikan pembangkit energi yang terpasang di gedung universitas pamulang.

Sistem proteksi petir terbagi menjadi dua sistem yaitu penangkal petir internal dan penangkal petir eksternal [11]. Penelitian ini menggunakan sistem penangkal petir eksternal karena bertujuan sebagai proteksi *solar panel* di atap gedung universitas pamulang. Jenis penangkal petir terbagi antara lain penangkal petir konvensional dan *elektrostatik*.

#### 2.2.1. Penangkal Petir Konvensional

Penangkal petir konvensional disebut juga *groundwires* (kawat tanah) merupakan penangkal petir sederhana dengan prinsip membentuk sebuah tameng konduktor sebagai perlindungan petir. Penangkal petir konvensional bersifat pasif yang mana menunggu arus petir masuk lalu menyalurkan pada ujung konduktor yang posisi nya paling tinggi diantara yang lain [12].

#### 2.2.2. Penangkal Petir Elektrostatik

Penangkal petir elektrostatik merupakan pengembangan dari penangkal petir konvensional yang menggunakan prinsip elektroskop yang pada ujung nya dibuat agar sambaran petir tidak mengenai sasaran lain

dalam radius proteksi. Pada ujung *elektrostatik* terdapat elektroda yang disebut E.S.E (*Early Streamer Emission*) [13].

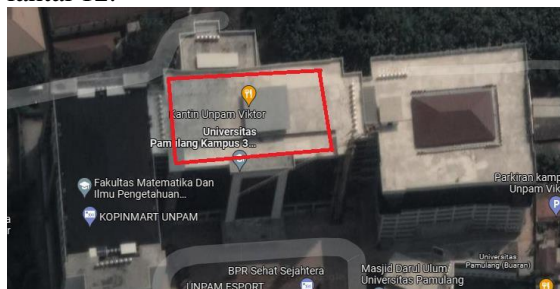
### 2.3. Sistem Penumian (Grounding)

Sistem penumian adalah suatu sistem yang berfungsi mengamankan suatu perangkat elektronik dengan menggunakan prinsip *low impedance* (tahanan rendah) pada permukaan bumi untuk gelombang listrik dan saling terhubung dengan sistem proteksi petir [14]. Standar penumian berdasarkan PUIL 2011 adalah <1 ohm [15].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dan pemasangan tiang penangkal petir *elektrostatik* adalah pada kampus universitas pamulang viktor gedung B lantai 12.



**Gambar 1** Lokasi Penelitian

Dimana pada lokasi tersebut terdapat PLTS on – grid. Untuk *box panel grounding* terletak pada gedung C lantai 12.

### 3.2. Pengumpulan Data

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan, universitas pamulang gedung B memiliki tinggi 48 m dengan sudut proteksi 55°. Pemasangan mengacu pada standar SNI 03.7015.2004 dan IEC 62305 [16].

### 3.3. Penentuan Alat Proteksi

Alat proteksi menggunakan *elektrostatik* dengan bahan *stainless steel* berbobot 4.40 kg dan panjang 77cm serta tinggi tiang 6 m dengan diameter tiang 2.5 inchi berjenis *galvanis*. Kabel menggunakan jenis tembaga dengan luas penampang 1 x 70mm<sup>2</sup>.

### 3.4. Analisa Hasil

Analisa hasil pemasangan menghitung kemungkinan kuat hantar arus, radius proteksi

petir serta mengetahui nilai tahanan *grounding* berdasarkan variasi kedalaman batang elektroda pada gedung universitas pamulang viktor. Analisa menggunakan metode bola bergulir dengan terminasi udara sebagai berikut.

**Tabel 1** Penempatan Terminasi Udara Berdasarkan Tingkat Proteksi [13]

Tingkat Proteksi	h (m)	20	30	45	60	Lebar Jala (m)
	R (m)	a°	a°	a°	a°	
I	20	25				5
II	30	35	25			10
III	45	45	35	25		15
IV	60	55	45	35	25	20

Metode bola bergulir mengacu pada standar NFC 17.102 dengan persamaan sebagai berikut [17].

$$R(m) = I^{0.75} \quad (1)$$

Jarak sambar petir dihitung menggunakan persamaan berikut [8].

$$ds = 10 \times I^{0.65} \quad (2)$$

Panjang radius proteksi dihitung menggunakan persamaan berikut [18].

$$Rs = \sqrt{h1(2ds - h1)} \quad (3)$$

Luas perlindungan penangkal petir dihitung menggunakan persamaan berikut [18].

$$A = \pi \times Rs \quad (4)$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pemasangan Elektrostatik

Pemasangan elektrostatik pada gedung B Universitas Pamulang dimulai dengan perakitan tiang sebagai berikut.



**Gambar 2** Penangkal Petir *Elektrostatik*

Penggunaan *Elektrostatik* sebagai penangkal petir bisa meningkatkan radius proteksi petir dibandingkan penggunaan penangkal petir konvensional karena berteknologi E.S.E (*Early Streamer Emission*) [19].

Setelah dilakukan perakitan, pemasangan tiang penyangga *elektrostatik* sebagai berikut.



**Gambar 3** Tiang *Elektrostatik* Terpasang

Tiang ini memiliki panjang 6 meter dengan pemasangan pada titik tertinggi gedung seperti pada gambar. Penggunaan panjang tiang 6 meter dirasa layak sebagai perluasan radiasi pada sistem penangkal petir *elektrostatik* [13].

#### 4.2. Pengukuran Tahanan Grounding

Pemasangan jalur proteksi melalui kabel *grounding* yang terhubung pada *box panel* pada gambar berikut.



**Gambar 4** Box Panel Grounding

*Box panel* ini menggunakan busbar tembaga dengan ketebalan 5 mm dan kabel penyalur 1 x 75 mm<sup>2</sup>. *Box panel* telah memenuhi standar pada Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011) [20].

Pengukuran *grounding* dilakukan di titik *grounding* yang terletak pada lantai 1 samping kantin Universitas Pamulang sebagai Berikut.



**Gambar 5** Titik *Grounding*

Pada titik tersebut, dilakukan pengukuran dengan variasi kedalaman batang elektroda. Pengukuran pertama menggunakan kedalaman 2 meter. Maka hasil pengukurannya adalah sebagai berikut.



**Gambar 6** Hasil Pengukuran *Grounding* ke 1

Pengukuran ke 1 menunjukkan hasil 13.73 Ohm. Hasil tersebut melebihi batas maksimum Ohm untuk *grounding* sesuai dengan standar ketetapan maksimum yaitu 5 Ohm [5]. Pengukuran kedua dilakukan dengan kedalaman elektroda 4 meter. Hasil pengukuran adalah sebagai berikut.



**Gambar 7** Hasil Pengukuran *Grounding* ke 2



Dengan kedalaman 4 meter nilai Ohm turun sebesar 1.44 Ohm menjadi 12.29 Ohm. Akan tetapi, nilai tersebut belum memenuhi standar Ohm untuk *Grounding* [15]. Pengukuran ke 3 dilakukan dengan kedalaman elektroda batang 6 meter dengan hasil sebagai berikut.



**Gambar 8** Hasil Pengukuran *Grounding* ke 3

Pengukuran mendapatkan 4 Ohm yang mana turun drastis dari pengukuran ke 2 dengan selisih 8,29 Ohm. Maka, hasil tersebut sesuai dengan standar yaitu maksimum 5 Ohm namun belum memenuhi standar PUIL 2011 yaitu <1 Ohm. Tingkat kedalaman batang elektroda pada titik *grounding* Universitas Pamulang berpengaruh terhadap turun nya nilai Ohm [14].

#### 4.3. Analisa Radius Proteksi Petir

Analisa meliputi asumsi kuat hantaran arus petir dengan standar nilai proteksi yaitu 20 m pada tabel 1. Maka asumsi kuat hantaran arus petir menggunakan persamaan (1) adalah sebesar 54.29 kA. Hasil ini merupakan asumsi petir pada sistem proteksi yang telah di buat [21].

Maka jarak sambar petir pada gedung adalah 134.14 m berdasarkan asumsi kuat hantaran arus petir dan persamaan (2). Maka luas radius proteksi bola bergulir berdasarkan persamaan (3) adalah 39.67 m dan radius perlindungan menara berdasarkan persamaan (4) adalah 4.941,445946 m. Hasil menunjukan bahwa *elektrostatik* mampu bekerja sebagai pelindung petir PLTS ON – Grid [22].

### 5. KESIMPULAN

Penggunaan *elektrostatik* pada sistem proteksi petir terhadap PLTS On – Grid di gedung B Universitas Pamulang telah terpasang dengan baik. Tingkat kedalaman batang elektroda pada sistem pbumian berpengaruh

pada nilai tahanan nya. Dengan metode pendekatan bola bergulir, sistem ini mampu melindungi PLTS.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan serta masukan secara metode maupun penulisan terhadap penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. R. Tahfiz, A. Azis, and N. Nurdiana, "Perancangan Sistem Penggerak Panel Surya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Mobile Berbasis Arduino," *Electr. – J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 2, pp. 161–168, 2023, doi: <https://doi.org/10.23960/elc.v17n2.2418>.
- [2] M. Radina, F. X. A. S, and S. Sumadi, "Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50Wp Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet of Things," (*JITET*) *Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 3, pp. 167–172, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i3.2640.
- [3] I. G. Agus Januar Ariawan, I. A. Dwi Giriantari, and I. W. Sukerayasa, "Perancangan Plts Atap Di Gedung Graha Sewaka Dharma," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, p. 9, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i03.p2.
- [4] B. C. Rahmono, R. Kurnianto, and U. A. Gani, "Studi Perhitungan Tegangan Back Flashover di Terminal Isolator pada Sutet 275 kV Bengkayang-Mambong Akibat Sambaran Petir Langsung," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 7, no. 1, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/j3eituntan/article/view/32006>
- [5] E. Vonica, P. M. Sihombing, S. I. Rezkika, and S. Novalianda, "Evaluasi sistem penggrounding tower base transceiver station pada PT. X," *J. Vor.*, vol. 3, no. 1, pp. 209–215, 2022, doi: 10.54123/vorteks.v3i1.160.
- [6] I. G. S. Widharma, I. N. Sunaya, I. G. P. Arka, and I. G. N. Sangka, "Sistem Proteksi Terhadap Gangguan Petir Pada Stasiun Pemancar TV," *J. Matrix*, vol. 9, no. 3, pp. 96–101, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.31940/matrix.v9i3.1436>.
- [7] janter napitupulu, I. Safarudin, A. Hernandez, and G. Hutapea, "Studi Kegagalan Perlindungan Kawat Tanah Terhadap Sambaran Petir Pada Saluran Transmisi 150 Kv," *J. Teknol. Energi Uda J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 60–67, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/tekn>

- ologienergi/article/view/1356
- [8] A. B. Nugroho and F. Haryanto, "Analisa Pengaruh Tidak Langsung Sambaran Petir Terhadap Pesawat Piper Seneca V Menggunakan Metode Bola Bergulir," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 3, no. 2, pp. 78–94, 2021, doi: 10.32528/elkom.v3i2.5493.
  - [9] J. Yalindua, B. Kilis, and H. Sumual, "Perancangan Sistem Pentanahan Gedung Pusat Komputer Universitas Negeri Manado," *J. EDUNITRO J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–80, 2022, doi: 10.53682/edunitro.v2i2.4019.
  - [10] Z. Lubis, S. Aryza, and S. Annisa, "Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik," *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 26–34, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/1116>
  - [11] M. Fauzi, Muliadi, M. R. Azmi, Syukri, and T. Multazam, "Analisis Penangkal Petir dan Luas Area yang Terproteksi Pada BTS," *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2021, doi: <https://doi.org/10.55616/ajeetech.v1i1.176>.
  - [12] K. Biantoro, I. W. Arta Wijaya, and I. G. N. Janardana, "Pemilihan Jenis Penangkal Petir Untuk Mengamankan Area Gedung Beserta Peralatan Pada Perumahan Nusa Dua Highland," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, p. 131, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i01.p19.
  - [13] N. Naibaho and A. I. Sofiyana, "Analisa Sistem Proteksi Petir Eksternal Tipe Elektrostatis di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi - Bogor," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 2, pp. 112–125, 2021, [Online]. Available: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/130>
  - [14] H. Hendrik, H. Tumaliang, and G. M. C. Mangindaan, "Analysis Of The Effect Of Soil Structure On Grounding Impedance," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 12, no. 1, pp. 35–42, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdan kom>
  - [15] A. B. Pulungan, H. Hambali, T. Taali, and H. Habibullah, "Perancangan Sistem Grounding Pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 111–119, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.213.
  - [16] A. A. Cholil, A. S. Setiyoko, and A. Sa'diyah, "Evaluasi Dan Perancangan Spp Eksternal Dan Internal Berdasarkan Sni 03-7015-2004 Dan Sni Iec 62305-2009 (Studi Kasus Pabrik Gula Sidoarjo)," *Proceeding 2nd Conf. Saf. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 217–222, 2018, [Online]. Available: <https://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/693>
  - [17] Aghustinus S. Sampeallo, Evataleny R. Mauboy, and Y. M. Moron, "Perencanaan Sistem Penyalur Petir Elektrostatis Dengan Metode Sangkar Faraday pada Gedung Keuangan Negara Kupang," *J. Media Elektro*, vol. IX, no. 2, pp. 90–100, 2020, doi: <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.3207>.
  - [18] E. Noviana and S. Karim, "Perancangan Penangkal Petir Di Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Manarap Pada Perusahaan Daerah Air Minum Intan Banjar," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 5, no. 2, pp. 18–24, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i2.9212.
  - [19] J. M. Siburian, Jumari, and T. M. Hutagalung, "Studi Sistem Penangkal Petir pada Menara Lampu Penerangan Parkir Bandara Kualanamu," *J. Teknol. Energi Uda*, vol. VIII, no. 2, pp. 73–80, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologienergi/article/view/303>
  - [20] Taufik *et al.*, "Komparasi Penggunaan Instalasi Kabel Netral dari PLN dan dari Bumi Langsung Pada Beban Listrik 300 Watt," *JITET ( J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.)*, vol. 11, no. 3, pp. 297–302, 2023, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3070>.
  - [21] Y. T. Ginting, J. Napitupulu, and A. G. A. Pane, "Simulasi Tegangan Induksi Kabel Akibat Arus Petir Pada Kawat Penangkal Petir," *J. Teknol. Energi Uda*, vol. 9, no. 2, pp. 115–122, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.darmaagung.ac.id/index.php/teknologienergi/article/view/962>
  - [22] Ermawati and E. H. Arya, "Perencanaan Penangkal Petir Di Gedung Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru," *J. Surya Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 320–326, 2022, doi: 10.37859/jst.v8i2.3273.