

# Sistem Proteksi Sambaran Petir Kandang Ternak Koperasi Yufeed Berkah Mulia di Desa Rukti Endah, Kecamatan Seputih Mataram, Lampung Tengah

Herman H Sinaga<sup>1</sup>, Diah Permata<sup>2</sup>, Nining Purwasih<sup>3</sup> dan Charles R Harahap<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Department of Electrical Engineering, Lampung University, Indonesia

Email: herman.h.sinaga@eng.unila.ac.id<sup>1</sup>, diah.permata@eng.unila.ac.id<sup>2</sup>, nining.purwasih@eng.unila.ac.id<sup>3</sup>, charles.harahap@eng.unila.ac.id<sup>4</sup>

Article history:

Received mm dd, yyyy.

Revised mm dd, yyyy.

Accepted mm dd, yyyy.

## Abstract

The geographic location of Indonesia, which is situated around the equator, results in high rainfall, which ultimately leads to a high number of lightning strikes. This is the case in Rukti Endah Village, Seputih Mataram Subdistrict, Central Lampung, which experiences a high number of lightning strikes, reaching 24 in January, or more than 100 days of thunderstorms per year. Therefore, protection against the dangers of lightning strikes is crucial to safeguard humans, buildings, and livestock kept in pens. The goal of this service activity is to plan the needs and design a lightning protection system based on the standards set for livestock pens in Rukti Endah Village. These livestock pens are managed jointly by the community of Rukti Endah Village through the Yufeed Berkah Mulia Cooperative. The activities will begin with designing a lightning protection system using surge protective devices (SPDs), a conductor system from the lightning rod to the grounding system (down conductor), and the grounding system. The lightning protection system will use SPDs with a nominal voltage of 220 volts. These SPDs will be connected to the grounding system using 16 mm conductor grounding cables. The planned grounding system is a single rod grounding system. One rod will be used, which will be planted beside the livestock pens. This activity is expected to be carried out by 4 lecturers and assisted by 6 students.

## Keywords:

Surge protective device; Lightning rod; Grounding system; Lightning strike

## Abstrak

Letak geografis Indonesia yang berada disekitar garis khatulistiwa mengakibatkan curah hujan yang tinggi yang pada akhirnya akan menghasilkan jumlah sambaran petir yang tinggi pula. Seperti halnya Desa Rukti Endah, Kecamatan Seputih Mataram, Lampung Tengah, memiliki tingkat sambaran petir yang tinggi mencapai 24 pada bulan Januari, atau lebih dari 100 hari guruh pertahun. Sehingga perlindungan terhadap bahaya sambaran petir menjadi hal yang sangat dibutuhkan untuk melindungi manusia, bangunan dan ternak yang dipelihara dalam kandang. Tujuan pengabdian ini adalah melakukan perencanaan kebutuhan dan pembuatan sistem proteksi sambaran petir yang didasari oleh standar yang telah ditetapkan bagi bangunan kandang ternak yang ada di Desa Rukti Endah. Kandang ternak tersebut dikelola bersama oleh masyarakat Desa Rukti Endah melalui wadah Koperasi Yufeed Berkah Mulia. Kegiatan yang akan dilaksanakan dimulai dari mendesain sistem proteksi petir. Desain sistem proteksi dilakukan dengan mengikuti standard IEC-62305, yang mempersyaratkan sistem proteksi bangunan yang terdiri atas sistem penangkal petir, sistem proteksi tegangan rendah (220 volt) dan sistem pentanahan. Elektroda penangkal petir merupakan konduktor dengan Panjang 50 cm dan ditempatkan diatap bangunan dan dihubungkan ke sistem pentanahan melalui kabel grounding 16 mm. Sistem proteksi tegangan rendah menggunakan surge protective devices - SPDs dengan tegangan nominal 220

Volt. SPDs tersebut dihubungkan ke sistem grounding menggunakan kabel grounding konduktor 16 mm. Sistem pentanahan yang direncanakan adalah pentanahan batang tunggal. Jumlah batang yang akan dipergunakan adalah 1 buah yang ditanam disamping kandang ternak. Kegiatan ini diharapkan akan dilaksanakan oleh 4 orang dosen dan dibantu oleh 6 orang mahasiswa

**Kata Kunci:**

Sistem proteksi petir; Surge protective devices (SPDs); Sistem pentanahan; Keamanan kandang ternak

## 1. PENDAHULUAN

Surge Protective Devices (SPD) atau perangkat pelindung lonjakan adalah komponen penting dalam sistem kelistrikan yang dirancang untuk melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan mendadak (surge). Lonjakan tegangan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti sambaran petir, gangguan switching pada jaringan listrik, atau pemadaman yang mendadak (Gektidis 2022). Jika tidak dilindungi, lonjakan tersebut dapat merusak peralatan elektronik, menyebabkan gangguan operasi, atau bahkan menimbulkan risiko kebakaran (Gektidis 2022, Jiao 2024).

SPD bekerja dengan mengalihkan atau membatasi lonjakan energi yang masuk ke dalam sistem kelistrikan. Ketika tegangan melebihi ambang batas normal, SPD akan bereaksi dengan mengalihkan energi ke tanah atau ke jalur lain yang aman, sehingga mencegah kerusakan pada peralatan sensitif yang terhubung. Dalam dunia modern yang sangat bergantung pada teknologi, keberadaan SPD menjadi semakin penting untuk menjaga keberlangsungan operasi berbagai sistem, mulai dari jaringan telekomunikasi, peralatan industri, hingga perangkat rumah tangga (Jiao 2024).

Penerapan SPD tidak hanya penting untuk melindungi peralatan dari lonjakan tegangan yang merusak, tetapi juga berperan dalam meningkatkan umur panjang peralatan dan memastikan keandalan sistem kelistrikan. Oleh karena itu, SPD menjadi bagian integral dari sistem proteksi listrik yang bertujuan untuk memberikan perlindungan maksimal terhadap gangguan yang tidak diinginkan.

Desa Rukti Endah merupakan salah satu desa di Kecamatan Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah. Luas kecamatan seputih Raman adalah sekitar 130 km<sup>2</sup>. Jumlah penduduk kecamatan Seputih Raman sebanyak 55509 orang (BPS-Lamteng 2022), dengan penduduk Desa Rukti Endah sebanyak 4302 jiwa (BKKBN 2024).

Desa Rukti Endah merupakan salah satu desa dari 14 desa di Kecamatan Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah. Desa ini berjarak sekitar 1 km dari ibu kota kecamatan dan sekitar 20 km dari Ibukota Kabupaten Lampung Tengah. Desa Rukti Endah berada pada ketinggian sekitar 50 meter di atas permukaan laut dengan kontour permukaan yang sangat bervariasi. Iklim, seperti umumnya di Indonesia memiliki iklim kemarau dan penghujan. Curah hujan bervariasi sepanjang tahun 33,4 - 384,2 mm, dengan curah hujan tertinggi pada Bulan November akibat hujan yang dapat berlangsung selama 17 hari (BPS-Lamteng 2022).

Mayoritas penduduk Desa Rukti Endah memiliki mata pencaharian sebagai petani/peternak, sekitar 40%. Sebagai petani, mayoritas merupakan petani yang menanam padi di sawah irigasi teknis. Selain sebagai petani, mereka juga biasanya memiliki ternak yang bisa tergabung dalam koperasi peternakan. Peternakan yang dioperasikan oleh koperasi memudahkan peternak untuk memelihara ternaknya, karena ternak dapat ditempatkan dalam kandang ternak bersama. Sehingga biaya operasi pemeliharaan ternak menjadi lebih efisien. Untuk mendukung peternak di Desa Rukti Endah dapat dilakukan dengan tindakan aplikasi teknologi perlindungan bagi kandang/ternak yang dioperasikan oleh koperasi masyarakat Desa Rukti Endah.

Sambaran petir dapat mengenai hampir semua bangunan, termasuk kandang ternak. Kerugian akibat sambaran petir yang mengenai kandang ternak bukan saja mengakibatkan kerusakan bangunan dan peralatan listrik [Birkel 2024, Gunawardhana 2024, Li 2024], namun juga dapat mengakibatkan kematian ternak [Costa 2024, Santoro 2020]. Sehingga perlindungan terhadap sambaran petir pada kandang ternak sangat perlu dilakukan [Costa 2024, Santoro 2020].

Penggunaan penangkal petir pada kandang ternak umumnya hanya menggunakan sistem penangkal petir eksternal, seperti dibahas oleh [Costa 2024, Santoro 2020]. Sedangkan sistem perlindungan bagi kandang ternak yang dibahas dalam kegiatan pengabdian ini akan menggabungkan sistem proteksi eksternal dan internal. Sistem proteksi eksternal merupakan serangkaian perangkat dan metode yang bertujuan melindungi struktur bangunan serta lingkungan dari risiko sambaran petir (Mehmet 2024). Ini melibatkan penangkal petir, yang terdiri dari penangkal petir dan sistem konduktor, untuk menarik dan mengalirkan arus petir ke grounding, suatu sistem yang terintegrasi dengan elektrode tertanam dalam tanah. Fungsi utama sistem ini adalah mengalirkan arus petir dengan aman ke tanah, menjauhkan struktur dari kerusakan akibat sambaran petir, serta mengurangi risiko bahaya bagi peralatan dan lingkungan sekitarnya (Toth 2021). Keberhasilan sistem ini bergantung pada instalasi yang tepat dan perawatan berkala guna memastikan perlindungan yang optimal terhadap bangunan dan fasilitas dari dampak petir yang merugikan.

## 2. METODE

Sebagian besar penduduk Kelurahan Rukti Endah merupakan petani atau pekebun. Sebagai peteni, mereka juga sangat banyak memelihara ternak seperti sapi dan kambing. Untuk peternakan kambing, masyarakat pada umumnya memelihara dalam kandang. Kandang tersebut dibangun sedemikian dapat menampung jumlah kambing yang cukup banyak dalam satu lokasi. Lokasi kandang terletak terpencil dari lokasi perumahan penduduk, suatu hal yang perlu dilakukan untuk menghindari bau bagi lingkungan perkampungan. Kandang yang dibangun biasanya mempergunakan atap dari bahan metal dan ditopang kuda-kuda atap berbahan metal juga.

Desa Rukti Endah memiliki curah hujan dan hari guruh yang cukup tinggi, mencapai lebih dari 24 pada Bulan Januari. Jumlah hari guruh yang tinggi mengakibatkan kemungkinan kandang mengalami sambaran petir menjadi sangat tinggi. Sambaran petir yang mengenai kandang dapat mengakibatkan membahayakan ternak yang dipelihara dalam kandang tersebut. Saat sambaran petir menyambar kandang, maka ternak dapat terkena bahaya induksi sambaran petir yang dapat mengakibatkan matinya ternak didalam kandang tersebut.

Sebagai upaya membantu masyarakat peternak di Kelurahan Rukti Endah maka diajukan kegiatan pengabdian ini yang bertujuan membangun sistem penangkal petir bagi kandang ternak. Penangkal petir yang diajukan akan ditempatkan pada salah satu kandang yang ada di Desa Rukti Endah yang dioperasikan oleh “Koperasi Yufeed Berkah Mulia”. Lokasi kegiatan ini dipilih, karena koperasi tersebut memelihara kambing dalam jumlah yang cukup banyak, dapat mencapai ratusan pada saat jumlah maksimumnya.

Kegiatan ini ditujukan untuk memperkenalkan dan implementasi teknologi perlindungan sambaran petir bagi gedung/kandang ternak. Sasaran khalayak kegiatan ini adalah peternak Kelurahan Rukti Endah yang bergabung dalam Koperasi Yufeed Berkah Mulia. Sistem proteksi sambaran petir meliputi: konduktor tanduk, sistem down konduktor dan pentanahan.

Kegiatan ini akan mengenalkan dan mengimplementasikan sistem proteksi sambaran petir yang melindungi kandandang ternak dan ternak yang ada di kandang tersebut. Dengan adanya sistem proteksi maka bahaya sambaran petir dapat dihindarkan atau diminimalisir sehingga ternak dan kandang tidak mengalami kerusakan jika terkena sambaran petir.

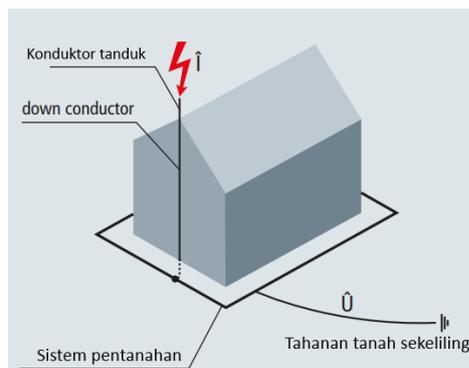
Dengan terlaksananya kegiatan ini akan didapat nilai tambah bagi masyarakat Kelurahan Rukti Endah sebagai berikut :

1. Sistem proteksi bagi Bangunan Kandang ternak Koperasi Yufeed Berkah Mulia.
2. Melindungi ternak dari kematian akibat sambaran petir pada kandang ternak
3. Melindungi peternak yang sedang berada dalam kandang ternak.
4. Meningkatkan pengetahuan petani akan teknologi proteksi sambaran petir kandang ternak.

Hasil kegiatan (luaran) yang ditawarkan dalam proposal ini dapat dilihat pada tabel 1. Luaran terbagi atas dua bagian sesuai dengan solusi yang ditawarkan.

**Tabel 1.** Luaran solusi yang ditawarkan dalam kegiatan Pengabdian

No	Solusi yg ditawarkan	Luaran
1	Pengenalan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberi pengetahuan yang cukup tentang bahaya sambaran petir</li> <li>2. Memahami prinsip kerja proteksi sambaran petir</li> <li>3. Memahami tindakan perlindungan saat terjadi hujan/sambaran petir</li> </ol>
2	Instalasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menerapkan teknologi proteksi sambaran petir bagi ternak dan peternak</li> <li>2. Memasang system proteksi tegangan rendah 220 volt</li> </ol>



Gambar .1. Prinsip perlindungan oleh SPDs (Dehn)

Instalasi sistem proteksi eksternal didesain untuk mampu mengatasi bahaya sambaran petir terhadap bangunan. Desain system proteksi eksternal diperlihatkan pada gambar 1. Dengan komponen sebagai berikut :

1. Konduktor tanduk (*Splitzen*)

Konduktor tanduk (*Splitzen*) ditunjukkan pada gambar 2, merupakan komponen sistem proteksi petir yang berperan dalam menghubungkan kabel penangkal petir dengan sistem grounding. Biasanya terbuat dari material konduktor seperti tembaga atau baja tahan karat. Konduktor memiliki panjang minimal 25 cm sebagaimana dipersyaratkan dalam [standard UL96A dan IEC 62305](#). Dalam kegiatan PKM ini, [dipergunakan konduktor dengan panjang 40 cm](#).

Gambar 2. *Splitzen* tanduk

2. *Down conductor*

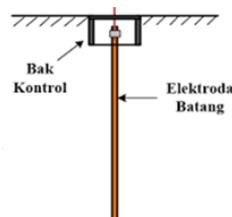
*Down conductor* (Gambar 3) pada umumnya menggunakan kawat tunggal berbahan tembaga, namun untuk system proteksi gedung sederhana atau rumah dapat juga menggunakan kabel grounding. Jenis konduktor BC atau kabel grounding 16 mm adalah jenis konduktor yang dapat dipergunakan dalam sistem proteksi petir perumahan dan gedung sederhana seperti kandang ternak. Penggunaan konduktor BC 16 mm dalam sistem proteksi petir membantu meminimalkan resistansi dan kehilangan energi yang mungkin terjadi, serta mendukung sistem dalam menyalurkan arus petir secara tepat ke tanah, menjaga bangunan dan peralatan dari potensi kerusakan yang bisa ditimbulkan oleh sambaran petir. [Ukuran down conductor ini memenuhi standard UL96A dan IEC 62305](#).



Gambar 3. Konduktor pentanahan a. BC 16 mm dan b. kabel grounding 16 mm.

3. Elektroda Batang Tunggal (*Driven Rod Electrode*)

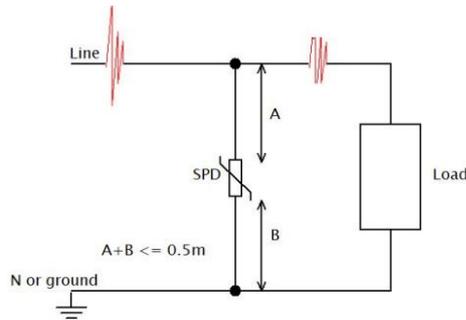
Elektroda pentanahan (Gambar 4) terbuat dari bahan-bahan tembaga, bahan tanah karat (*stain lesssteel*) atau baja yang digalvanis (*galvanis zedsteel*). Elektroda batang merupakan elektroda yang biasanya ditanam pada tanah dengan cara ditancapkan tegak lurus didalam tanah yang panjangnya disesuaikan dengan besar nilai. Besar elektrdoa batang bergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya (Karta, A. et,al, 2020). Dalam kegiatan PKM ini dipergunakan batang tunggal berdiameter 12 mm dengan Panjang 1,5 meter [yang memenuhi elektroda batang tunggal sebagaimana dipersyaratkan dalam standard IEC 62305](#).



Gambar 4. Elektroda batang tunggal

Sedangkan komponen sistem proteksi internal yang dipergunakan dalam kegiatan ini adalah Surge Protective Devices - SPDs (gambar 5). SPDs berfungsi melindungi perangkat elektronik dari lonjakan tegangan dengan cara mengalihkan kelebihan arus yang tiba-tiba. Lonjakan tegangan dapat terjadi akibat antara lain: sambaran petir (langsung atau tidak langsung), gangguan hubung singkat pada saluran listrik, kebocoran arus balik generator/motor dan gangguan elektromagnetik. Adapun SPD yang dipergunakan adalah surge arrester OVO bertegangan nominal 220 volt dengan tegangan potong petir 1,3 kV sesuai [standard IEC 62305](#). Kapasitas penyaluran arus surge arrester tersebut sebesar 20 kA.

Dari skema gambar 5, sambaran petir yang masuk dari saluran akibat adanya sambaran petir ke gedung atau saluran listrik akan mengalir ke jaringan listrik di dalam gedung. Dengan adanya SPD maka tegangan akibat sambaran petir akan dipotong dan melewati tegangan dengan magnitude yang aman dari peralatan listrik di dalam gedung.



Gambar .5 Prinsip perlindungan oleh SPDs (Siegfried Goldenstein)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan harus menyajikan temuan utama penelitian dengan jelas dan menginterpretasikannya dalam konteks tujuan studi dan literatur yang ada. Bagian ini harus mencakup penyajian hasil menggunakan visual yang sesuai seperti tabel, grafik, dan diagram, statistik deskriptif dan inferensial, serta analisis tematik untuk data kualitatif. Kemudian, hasil ini harus dibandingkan dengan hipotesis atau pertanyaan penelitian, diikuti oleh interpretasi, diskusi implikasi praktis atau teoritis, pengakuan keterbatasan, dan saran untuk penelitian lebih lanjut. Yang paling menarik di hasil juga perlu mencantumkan dokumentasi berupa gambar kegiatan.

Kegiatan yang dilakukan terbagi atas dua bagian besar, yakni penyuluhan tentang bahaya sambaran petir dan upaya perlindungan terhadap bahaya sambaran petir tersebut. Gambar 6 menunjukkan kegiatan penyuluhan yang diikuti oleh anggota koperasi ternak Yufeed Berkah Mulia. Untuk mengetahui efektivitas pelaksanaan kegiatan dilaksanakan pre-test dan post test. Hasil pre-test menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat/anggota koperasi belum memahami tentang bahaya sambaran petir dan Upaya perlindungan peralatan Listrik yang ada di Lokasi peternakan Koperasi Youfeed Berkah Mulia.



(a)



(b)

Gambar 6. Pelaksanaan Sosialisasi kegiatan PKM , a. Pembukaan kegiatan oleh Wakil Dekan Bidang kemahasiswaan FT UNILA , b. Sosialisasi sistem proteksi sambaran petir

Sebagai sample peserta pre-test dan post-test, sebanyak 10 orang dipilih secara acak. Peserta yang sama diuji kembali setelah kegiatan sudah selesai dilaksanakan. Hasil pre-test menunjukkan pengetahuan peserta

tentang bahaya tegangan lebih akibat sambaran petir dan Upaya proteksi perlingkungannya masih rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil rata-rata pretest yang mencapai skor 41%. Setelah kegiatan selesai dilaksanakan, terjadi peningkatan pemahaman masyarakat anggota Koperasi. Pemahaman masyarakat terhadap system proteksi sambaran petir tegangan rendah meningkat mencapai 90%. Sehingga dapat dikatakan kegiatan yang dilaksanakan berlangsung dengan baik dan mencapai sasaran yang tepat.

Selain kegiatan sosialisasi dilaksanakan juga pemasangan system proteksi di gedung koperasi Youfeed Berkah Mandiri. Kegiatan ini dilaksanakan oleh para penulis dibantu oleh mahasiswa dan diikuti oleh masyarakat anggota koperasi. Gambar 7 menunjukkan dokumentasi pelaksanaan pemasangan system proteksi.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 7. Pelaksanaan Kegiatan : a. Pemasangan grounding oleh mahasiswa, b. Pemasangan down konduktor, c. Pemasangan panel untuk penempatan SPDs, d. Dosen peserta PKM didepan panel SPDs

Sistem proteksi terbagi atas tiga bagian besar yakni :

1. Konduktor tanduk  
Merupakan konduktor yang dipasang pada atap gedung dan berfungsi menangkap sambaran petir.
2. Down konduktor  
Konduktor yang menghubungkan penangkap petir dengan sistem pentanahan. Konduktor yang dipergunakan adalah kabel ground 16 mm.
3. Sistem Pentanahan  
Pentanahan yang akan dibuat menggunakan sistem batang tunggal. Sistem batang tunggal yang akan dipergunakan adalah konduktor tembaga dengan panjang 150 cm dengan diameter 1 cm. Jumlah batang akan yang akan dipergunakan sebanyak 1 buah. Dengan menggunakan 1 buah batang tunggal, maka diharapkan resistansi pentanahan sudah cukup kecil untuk sistem proteksi sambaran petir.
4. Surge protective Devices - SPDs  
Merupakan komponen utama bagi proteksi tegangan lebih akibat system kelistrikan 220 volt. Komponen ini dipasang dalam box panel yang dapat diakses dengan mudah untuk mengetahui kondisi SPDs. Kondisi SPDs dapat diketahui dari perubahan warna pada penunjuk SPDs nya. Warna hijau menubjukkan bahwa SPDs masih baik, dan akan berubah warna menjadi merah jika telah bekerja menangkalkan tegangan lebih.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian pada masyarakat desa Rukti endah, Seputih Mataran, Lampung Tengah dilaksanakan dengan metode sosialisasi dan pemasangan system proteksi tegangan lebih akibat sambaran petir. Target kegiatan adalah masyarakat yang menjadi anggota koperasi ternak yakni Koperasi Youfeed Berkah Mulia. Kegiatan berhasil dengan baik meningkatkan pemahaman masyarakat tentang system proteksi yang meningkat dari 41% sebelum dilaksanakan kegiatan menjadi 90% setelah dilaksanakan kegiatan. Dalam kegiatan juga terpasang system proteksi tegangan lebih untuk melindungi peralatan yang ada di gedung koperasi ternak. Sistem proteksi yang digunakan adalah surge protective devises – SPDs.

## UCAPAN TERIMA KASIH (12 PT)

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini melalui skema PKM Unggulan 2024.

## REFERENCES (12 PT)

1. BKKBN - Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional, 2024, Oktober 29, Profil Kampung KB Rukti Endah, *kampung-kb-rukti-endah*, <https://kampungkb.bkkbn.go.id/kampung/40441/kampung-kb-rukti-endah>
2. BPS Lampung Tengah, 2023, *Kabupaten Lampung Tengah Dalam Angka*, CV Jaya Wijaya, BPS Kabupaten Lampung Tengah, ISSN: 02154084, 2023
3. Dehn + Söhne, 2015. *“Lightning Protection Guide 3rd updated edition”*. ISBN 978-3-9813770-1-9, Hans-Dehn-Str. 1 Postfach 1640 92306 Neumarkt Germany
4. Edirisinghe, M., Rupasinghe, D., Jinadasa, C. P., 2015, Design Methods of Lightning Protection Systems by Keeping Aesthetic View of Architecturally Complex Structures, *International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy*, Vol. 52, 2015, pp 126-133
5. Hakim, Z., Danial, Rajagukguk, M., 2015, Perencanaan Sistem Proteksi Petir Masjid Raya Mujahidin Menggunakan Metode Bola Bergulir (Rolling Sphere Method), *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2015.
6. Karta, A., Imam, A., Widyartono, M., Chandra, A., 2020, Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat, *Jurnal Teknik Elektro*, Volume 09 No 03 Tahun 2020,
7. Lai Lai Win, Khin Thuzar Soe. (2016). Design Consideration of Electrical Earthing System for High-rise Building, *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* (2016) Volume 26, No 2, pp 270-282
8. Siegfried Goldenstein, (2024 November 4), Surge protection technology Concepts, applications and products, Raycap GmbH, Germany, [https://www.emo.org.tr/ekler/a2c567e6277e008\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/a2c567e6277e008_ek.pdf)
9. Sinaga, H.H., Ketaren, G., Sunardi, A., 2008, Respons Impuls Pada Elektroda Pentanahan Batang Tunggal Untuk Menentukan Nilai Impedansi Pentanahan, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro* 2 (2), 121-132, 2008
10. Toth Z., Kiss, I., Nemeth, B., 2021, Relation between the material of roof and the risk of lightning caused damage: The rolling sphere method in the use, *Electric Power Systems Research* 196 (2021) 107286
11. Zoro, R., 2013, External Lightning Protection System for Main Office Building in the Area with High Lightning Density, *Procedia Technology*, Volume 11, 2013,