

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENEMPATAN LIGHTNING ARRESTER  
BAY UJUNG BERUNG 1 GARDU INDUK 150 KV DAGO PAKAR**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Gilang Kencana Yustisia

**E.5051.1807633**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENEMPATAN LIGHTNING ARRESTER  
BAY UJUNG BERUNG 1 GARDU INDUK 150 KV DAGO PAKAR**

Oleh  
Gilang Kencana Yustisia

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Gilang Kencana Yustisia

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

**GILANG KENCANA YUSTISIA**

**ANALISIS PEMELIHARAAN DAN PENEMPATAN LIGHTNING ARRESTER  
BAY UJUNG BERUNG 1 GARDU INDUK 150 KV DAGO PAKAR**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pebimbing I



**Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.**

NIP. 19641007 199101 1 001

Pebimbing II



**Dr. Ir. Maman Somantri, M.T.**

NIP. 19720119 200112 1 001

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



**Dr. Yadi Mulyadi, M.T.**

NIP. 19630727 199302 1 001

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Analisis Pemeliharaan Dan Penempatan Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 Gardu Induk 150 kV Dago Pakar” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 19 Januari 2023

Yang Menyatakan

Gilang Kencana Yustisia

NIM. 1807633

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pemeliharaan Dan Penempatan Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 Gardu Induk 150 kV Dago Pakar” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dorongan dalam bentuk apapun, skripsi ini tidak akan terwujud. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmat dan kasih sayang-Nya, penulis di berikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan laporan ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua dan saudari penulis yang telah memberikan dukungan morel dan material pada penulis.
3. PT. PLN (Persero) UIT JBT UPT Bandung Gardu Induk Dago Pakar yang telah memfasilitasi selama praktek industri.
4. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
5. Bapak Dr. Iwan Kustiawan, Ph. D selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S1.
6. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
7. Bapak Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing II selama penyusunan tugas akhir telah banyak memberikan keleluasaan waktu, ilmu, dukungan dan bimbingan serta nasihat terbaiknya secara sabar kepada penulis.
8. Bapak Iroqdoni Bush R. P. selaku Supervisi PT. PLN (Persero) UIT JBT UPT Bandung Gardu Induk Dago Pakar.

9. Bapak Sani Alamsyah dan Bapak Atok selaku operator JARGDI Gardu Induk Dago Pakar sekaligus pembimbing perusahaan.
10. Rekan-rekan karyawan di PT. PLN (Persero) UIT JBT UPT Bandung Gardu Induk Dago Pakar yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
11. Endry Listianto Miran, Chaafidh Dzulfiqor Yusri, dan teman-teman Teknik Elektro UPI terutama TE03 yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
12. Prince Husein, Reikko, dan para musisi lainnya yang sudah membuat karya sehingga bisa saya nikmati selagi menyusun skripsi ini.
13. Shabira Diva Leilani yang telah membantu memberi dukungan morel kepada penulis.
14. Sofia Kamal yang telah membantu penulis dengan membantu dalam merapikan struktur skripsi ini.
15. Andjani Putri Aulia yang telah membantu meminjamkan peralatan guna menunjang kelancaran penulisan skripsi.
16. Agus Sulparman, Tyas Agustina, Ayu Nuraini dan teman-teman lainnya dalam Tim Patung yang telah memberi dukungan morel kepada penulis.
17. Ronaldo John dan Syahru Ramadhan yang telah membantu penulis untuk menyusun skripsi ini dengan memberi saran dan dukungan moril.

Dalam penyusunan laporan ini penulis merasa masih banyak memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga amal baik semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Bandung, 19 Januari 2023

Penulis

## ABSTRAK

Berbagai macam faktor dapat mempengaruhi penurunan keandalan Lightning Arrester seperti banyaknya debu polutan yang menempel, korosi pada beberapa bagian, tidak berfungsinya peralatan, dan pengaruh jarak Lightning Arrester dengan peralatan yang dilindunginya. Masalah-masalah tersebut terjadi pula pada Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 Gardu Induk Dago Pakar. Penempatan Lightning Arrester di gardu induk tegangan tinggi dapat ditentukan melalui beberapa evaluasi dan proses desain gardu induk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelaksanaan pemeliharaan peralatan Lightning Arrester di Gardu Induk Dago Pakar dan mengetahui jarak optimum penempatan Lightning Arrester terhadap peralatan yang dilindungi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan cara membandingkan data yang diperoleh di lapangan dengan studi literatur yang dilakukan. Berdasarkan dari penemuan dan pembahasan diperoleh pemeliharaan telah dilakukan dengan cukup baik. Pada inspeksi level 1, inspeksi level 2, dan inspeksi level 3 yang mana semua dilakukan dengan baik dan sesuai dengan SOP. Namun ada beberapa masalah seperti beberapa parameter pada pemeliharaan tidak dilaksanakan, naiknya nilai tahanan pentanahan dikarenakan korosi di beberapa bagian, dan tidak berfungsinya Surge Counter yang perlu dilakukan pergantian atau perbaikan dengan segera. Pada jarak penempatan Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 Gardu Induk 150 kV Dago Pakar Lightning Arrester kurang dapat melindungi peralatan yang dilindunginya. CVT, PMS, CT dapat terlindungi dengan sangat baik namun pada PMT yang jaraknya melebihi perlindungan dengan probabilitas 50% akan mengalami masalah. Jarak penempatan Lightning Arrester ini kurang memenuhi kriteria sesuai pada SPLN T5.007. Perlunya pengujian ulang dengan menggunakan metode yang berbeda atau pergantian unit agar dapat melindungi semua peralatan dengan baik.

**Kata Kunci:** Lightning Arrester, Pemeliharaan, Jarak penempatan

## ABSTRACT

*Various factors can affect the reliability of the Lightning Arrester, such as the amount of pollutant dust adhering to it, corrosion in some parts, equipment malfunctions, and the effect of the Lightning Arrester's distance from the equipment it protects. These problems also occurred at Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 Dago Pakar Substation. Placement of Lightning Arrester in high voltage substations can be determined through several substation evaluation and design processes. This study aims to determine the implementation of maintenance of Lightning Arrester equipment at the Dago Pakar Substation and determine the optimum distance for Lightning Arrester placement to protected equipment. The method used in this research is to compare the data obtained in the field with the literature study conducted. Based on the findings and discussion, it was found that maintenance had been carried out quite well. At level 1 inspections, level 2 inspections, and level 3 inspections which were all carried out properly and in accordance with the SOP. However, there are a number of problems such as several parameters for maintenance not being carried out, an increase in the value of ground resistance due to corrosion in several parts, and a malfunction of the Surge Counter which needs to be replaced or repaired immediately. At the distance of Lightning Arrester Bay Ujung Berung 1 150 kV Substation Dago Expert Lightning Arrester is less able to protect the equipment it protects. CVT, PMS, CT can be protected very well but PMT which is far beyond the protection with a probability of 50% will experience problems. This Lightning Arrester placement distance does not meet the criteria according to SPLN T5.007. The need for retesting using a different method or replacing the unit in order to properly protect all equipment.*

**Keywords:** *Lightning Arrester, Maintenance, Placement Distance*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Struktur Penulisan Skripsi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Definisi Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Klasifikasi Dan Jenis-Jenis Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Arrester Ekspulsi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Arrester Katup .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Konstruksi Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Varistor/ Actice Part .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Housing Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.3 Sealing Dan Pressure Relief System (PRF) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.4 Grading Ring .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.5 Peralatan Monitoring Dan Insulator Dudukan ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.3.6	Struktur Penyangga Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.7	FMEA Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
2.4	Teknologi Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
2.5	Syarat Syarat Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
2.6	Pemeliharaan Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Inspeksi Level 1 (IL-1) Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Inspeksi Level 2 (IL-2) Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Inspeksi Level-3 (IL-3) Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
2.7	Jarak Penempatan Lightning Arrester Dengan Peralatan.....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB III .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Rancangan Penelitian .....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Tempat Penelitian .....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Studi Literatur .....	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Observasi Ke Lapangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Metode Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Pemeliharaan Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Jarak Penempatan Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Temuan .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Pemeliharaan Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Jarak Penempatan Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Pemeliharaan Lightning Arrester.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Jarak Penempatan Lightning Arrester .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB V .....</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

<b>SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI..</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>5.1 Simpulan .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>5.2 Implikasi .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>5.3 Rekomendasi .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Lightning Arrester Pada Gardu Induk Dengan Housing Porselen (Kiri) Dan Housing Polymer (Kanan) (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 LA Saluran Transmisi Dengan Gap (Kiri) Dan Tanpa Gap (Kanan)(PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Konstruksi Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014).**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Keping Blok Active Part (Varistor) Zinc Oxide (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Konstruksi Housing Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014) .... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 Sealing Ring Dan Pressure Relief System Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Grading Ring Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Counter Lightning Arrester (Kiri) Dan Meter Arus Bocor Total Lightning Arrester (Kanan) (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Insulator Dudukan Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10 Struktur Penyangga Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014).... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11 Contoh Setting Range Suhu Pada Pengambilan Gambar Dengan Periode Berbeda (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.12 Grounding Leakage Current Monitor (PT. PLN Persero, 2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.13 CT Clip-On Dikaitkan Dengan Kawat Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014).....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.14 Posisi Berdiri Probe Saat Pengukuran (PT. PLN Persero, 2014) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.15 Skema Pelaksanaan Untuk Pengukuran Nilai Tahanan Insulasi Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.16 Ilustrasi Proses Pengujian Surge Counter Pada Lightning Arrester (PT. PLN Persero, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.17 Skema Jarak Lightning Arrester Dengan Trafo Sebagai Contoh Alat Yang Dilindungi (Hutauruk, 1991) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.18 Diagram Tangga Antara Arrester Dengan Trafo (Hutauruk, 1991) .. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.19 perhitungan jarak lindung arrester terhadap CVT, PMS, CT, dan PMT (SPLN T5.007, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.20 perhitungan jarak lindung arrester terhadap Trafo (SPLN T5.007, 2014) .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.2 One Line Diagram Gardu Induk Dago Pakar (UIT JBT, 2020)..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.3 *Flowchat* Metode Pengumpulan Data .....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 3.4 *Flowchat* Metode Analisis Data .....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 4.1 Diagram Pengukuran Atas-Bawah .....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 4.2 Diagram Pengukuran Atas-Ground .....**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 4.3 Diagram Pengukuran Tahanan Pentanahan.**Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai Jarak Lindung Dengan Probabilitas ..... **Error! Bookmark not defined.**  
Gambar 4.5 Pembahasan Thermovisi.....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengembangan Lightning Arrester.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.2 Kegiatan Inspeksi Level (IL-1) pada Lightning Arrester.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.3 Kegiatan Dan Interval IL-2 Lightning Arrester.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.4 Koefisien Emisivitas Berbagai Material.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.5 Parameter Dan Rekomendasi Thermovisi Pada Klem ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.6 Rekomendasi Hasil Ukur Leakage Current Monitor ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.7 Batasan Nilai Arus Bocor Resistif Maksimum Dari Berbagai Pabrikan.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.8 Batasan Nilai Arus Bocor Resistif Maksimum Dengan Pendekatan Statistik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.9 Kelengkapan Alat Uji Leakage Current Monitor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.10 Kegiatan Ispeksi Level-3 Lightning Arrester (IL-3) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.11 Evaluasi Dan Rekomendasi Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Insulasi LA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2.12 Evaluasi dan Rekomendasi Hasil Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.1 Inspeksi Level 1 (IL-1) Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Inspeksi Level 2 (IL-2) Lightning Arrester (Thermovisi).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.3 Selisih suhu Klem – Konduktor ( $\Delta T$ ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tahanan Insulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Surge Counter .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.6 Nilai Kecuraan Gelombang Tegangan Datang	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.7 Nilai Jarak Lindung Lightning Arrester .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.8 Jarak Aktual Pada Lapangan LA Terhadap Peralatan yang dilindnginya	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR PUSTAKA

- A, I., & Wahyuddin. (2021). *Analisis Rating Lighting Arrester Untuk Pengaman Peralatan Pada Gardu Induk Maros 150 kV Di PT. PLN (Persero) ULTG Maros*. Universitas MUhammadiyah Makasar.
- Arief Bijaksana, A. M., Faridah, Muhammad, & Jubbar, A. (2018). *Analisis Pemanfaatan Lighting Arester Untuk Pengaman Transformator Pada Gardu Induk Bolangi*. 13, 1.
- Asna, M., Suriana, W., Wayan, I., Yasa, S., Utama, W., & Sariana, M. (2021). *Analisis Konstruksi Posisi Lightning Arrester Di Gardu Distribusi Km 0003 Penyulang Subagan Wilayah Kerja PT PLN (Persero) ULP Karangasem* (Vol. 4, Issue 1).
- Banjanin, M. (2019). Line arresters and underbuilt wire application in lightning protection of 110 kV and 220 kV overhead transmission lines. *2019 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, INFOTEH 2019 - Proceedings, March*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2019.8717663>
- Boehne, E. W., Koch, R. E., & Mikulecky, H. W. (1971). *Coordination Of Lightning Arresters And Current-Limiting Fuses Working Group Report Of Switchgear And Surge Protective Devices Committees*.
- Chen, X., Xia, C., Wu, G., Zhang, F., Wang, J., Ji, H., Shi, W., Lu, T., & Chen, L. (2019). Lightning protection of 110 kV and 220 kV transformer neutral points in shenzhen power grid. *2019 11th Asia-Pacific International Conference on Lightning, APL 2019, 1*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/APL.2019.8815979>
- Fatimah, S. (2021). Daerah di Jabar Ini Rawan Sambaran Petir, Bulan Juli Tercatat Capai 6.239 Kejadian, Ini Kata BMKG. *Tribun Jabar*. <https://jabar.tribunnews.com/2021/08/15/daerah-di-jabar-ini-rawan-sambaran-petir-bulan-juli-tercatat-capai-6239-kejadian-ini-kata-bmkg>
- Grzybowski, S., & Gao, G. (1999). Evaluation of 15-420 kV substation lightning arresters after 25 years of service. *Conference Proceedings - IEEE SOUTHEASTCON, 1999-March*, 333–336. <https://doi.org/10.1109/SECON.1999.766151>
- Gultom, T. T. (2017). Optimasi Jarak Maksimum Penempatan Lightning Arrester Sebagai Proteksi Transformator Pada Gardu Induk. *Dunia Ilmu*, 3 No.1.
- Hidayatulloh, N. (2009). *Kemampuan Arester Untuk Pengaman Tranformator Pada Gardu Induk Sronдол 150 kV*. Universitas Negeri Semarang.
- Hutauruk, S. T. (1991). *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*. Erlangga.
- Isnain, T. M., & Winardi, B. (2013). *Pemakaian Dan Pemeliharaan Arrester Gardu Induk 150 kV Ungaran PT.PLN (Persero) APP Semarang*. Universitas Diponegoro.



- Koga, Y., Yoneda, Y., Yokoyama, S., Sato, T., & Matsumoto, S. (2016). Degradation characteristics on MOV of surge arrester used for 6.6kV power distribution line. *2016 33rd International Conference on Lightning Protection, ICLP 2016*. <https://doi.org/10.1109/ICLP.2016.7791469>
- Kurniawan, D. (2018). *Analisa Optimasi Penentuan Letak Optimum Lightning Arrester Pada Gardu Induk Wonogiri 150 kV*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Labado, R., & Eko Pambudi, P. (2015). Analisis Penempatan Arrester Terhadap Efektifitas Proteksi Transformator Pada PT. PLN (Persero) P3b Jawa-Bali App Salatiga Gardu Induk 150 kV Bantul. In *Jurnal Elektrikal* (Vol. 2, Issue 2).
- Li, J., Jiang, Y., Zhang, C., Zhang, Y., & Ma, X. (2017). Substation lightning invaded over-voltage monitoring system based on arrester valve divider. *2017 International Symposium on Lightning Protection, XIV SIPDA 2017, October*, 315–318. <https://doi.org/10.1109/SIPDA.2017.8116943>
- Marlanfara, Yusmartato, Yusniati, & Pelawi, Z. (2020). Analisa Penempatan Lightning Arestre Pada Gardu Induk Tanjung Morawa. In *Cetak) Buletin Utama Teknik* (Vol. 15, Issue 3). Online.
- Mohajeryami, S., & Doostan, M. (2016). Including surge arresters in the lightning performance analysis of 132kV transmission line. *Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference, 2016-July(2)*, 9–13. <https://doi.org/10.1109/TDC.2016.7519906>
- Popov, M., Van Der Sluis, L., & Paap, G. C. (2002). Application of a New Surge Arrester Model in Protection Studies Concerning Switching Surges. *IEEE Power Engineering Review*.
- Prasetyo, T. (2021). *Analisis Pemeliharaan Tiga Level Inspeksi Lightning Arrester Bay Jajar 2 Di Gardu Induk 150 kV Gondangrejo*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- PT. PLN Persero. (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Lightning Arrester*.
- PUIL. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). *DirJen Ketenagalistrikan, Puil*, 1–133.
- Putra, I. J. D. P. (2019). *Analisis Pemeliharaan Dan Penempatan Lightning Arrester Bay Bawen 2 Gardu Induk 150 kV Klaten*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- SPLN 14 1979, P. P. (Persero). (1979). *Kriteria Dasar Bagi Perencanaan Saluran Udara Teganga Menengah 20 kV Serta Tegangan Tinggi 66 kV dan 150 kV*.
- SPLN T5.007, P. P. (Persero). (2014). *Pedoman Pemilihan Arrester Untuk Jaringan Transmisi 66 kV, Pedoman Pemilihan Arrester 150 kV, 275 kV, Dan 500 kV*. PT PLN (Persero).
- Tasbir, M. (2020). *Analisa Peralatan Lightning Arrester Pada Gardu Induk Bolangi 150 kV*. Universitas Muhammadiyah Makasar.

- Tridelta. (2020). *Tridelta IEC Class 3 Up To 300 kV*.
- Tuethong, P., Yutthagowith, P., & Maneerot, S. (2016). Design and construction of a variable air-core inductor for lightning impulse current test on surge arresters. *2016 33rd International Conference on Lightning Protection, ICLP 2016*, 4–7. <https://doi.org/10.1109/ICLP.2016.7791430>
- UIT JBT, P. P. (Persero). (2020). *Petunjuk Pengoperasian Gardu Induk Dago Pakar*.
- Wang, Z., Li, T., Wang, S., Zhou, X., Zhou, L., & Ni, L. (2020). Evaluation of the Protective Performance of the Lightning Arrester for the Lightning Shielding Failure of  $\pm 800\text{ kV}$  Yibin-Jinhua UHVDC Transmission Line. *7th IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application, ICHVE 2020 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICHVE49031.2020.9279976>
- Witzke, R. L., & Bliss, T. J. (1950). Co-ordination of Lightning Arrester Location with Tranformer Insulation Level. *AIEE TRANSACTIONS*, 69, 964–975.
- Zhou, Y., Zhou, L., Li, L., Gan, L., & Xu, Y. (2009). Research on protective distance between arrester and transformer of 220kV AIS substation. *2009 International Conference on Energy and Environment Technology, ICEET 2009*, 2, 236–239. <https://doi.org/10.1109/ICEET.2009.295>