

**SKRIPSI**

**PENENTUAN LOKASI ARRESTER PADA SALURAN DISTRIBUSI  
PENYULANG GEMINI RAYON LEMBAYUNG KABUPATEN LAHAT**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**EGEY SWANDY JULIAN**

**03041281621108**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Lokasi Arrester Pada Saluran Distribusi Penyulang Gemini Rayon Lembayung Kabupaten Lahat”. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan kita yakni Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan tugas akhir ini atas dasar pengamatan langsung ke lapangan, wawancara dan membaca literatur-literatur yang berkaitan dengan isi tugas akhir ini.

Penulis menyadari, bahwa setiap proses penyusunan skripsi ini terdapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Ayah dan Ibu, serta adik yang telah mendukung dan mendo'akan demi kelancaran dalam proses penulisan skripsi.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. dan selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, nasehat, arahan, dan bantuan kepada penulis dari awal sampai akhir penulisan skripsi ini.
3. Dosen pembimbing akademik, Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
4. Bapak Dwi Prasetya, selaku Manajer kantor PLN APD S2JB Rayon Ampera yang telah membantu proses pengambilan data tugas akhir.
5. Eko Apriansyah, selaku petugas kantor PLN ULP Lembayung kabupaten Lahat yang telah membantu pengambilan data dan informasi sistem distribusi penyulang Gemini.

6. Kakak Ahmad Irham Hanif teknik elektro 2015 dan kakak Kartika Maya teknik elektro 2015 yang telah membantu dan memberikan banyak informasi terkait simulasi pada tugas akhir ini.
7. Rio Yusdizali, Seiga Al Ghifari, selaku teman penulis yang telah membersamai dalam melakukan bimbingan tugas akhir.
8. Teman-teman Teknik Elektro 2016 yang telah memberikan dukungan, semangat dan canda tawanya selama proses belajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
9. Seluruh pihak yang sudah banyak membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Indralaya, Juni 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>COVER .....</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	ii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	iv
<b>ABSTRAK .....</b>	vi
<b>ABSTRACT .....</b>	vii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	viii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	6
2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	6
2.2 Sistem Distribusi .....	6
2.3 Gangguan Petir Pada SUTM .....	8
2.3.1 Akibat Sambaran Langsung .....	8
2.3.2 Akibat Sambaran Induksi .....	9
2.4 Sumber Tegangan Lebih .....	9
2.4.1 Tegangan Lebih Petir .....	9
2.4.2 Tegangan Lebih Penyakelaran .....	10
2.4.3 Tegangan Lebih Sementara.....	10
2.5 <i>Lightning Arrester</i> .....	11
2.5.1 Arrester Tipe Ekspulsi.....	14
2.5.2 Arrester Tipe Katup.....	14
2.6 Rating <i>Lightning Arrester</i> .....	15
2.6.1 Tegangan Nominal .....	15

2.6.2 Arus Pelepasan Nominal .....	16
2.6.3 Tegangan Percikan Frekuensi .....	16
2.6.4 Tegangan Percikan Impuls .....	16
2.6.5 Tegangan Sisa .....	16
2.6.6 Arus Pelepasan Maksimum.....	17
2.7 Lokasi <i>Arrester</i> pada SKUTM .....	17
2.8 Riset-riset Sebelumnya.....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu Penelitian .....	21
3.2 Metode Penelitian.....	21
3.3 Objek Penelitian .....	21
3.4 Perancangan Rangkaian Simulasi .....	22
3.5 Pemodelan Menggunakan <i>ATP draw</i> .....	23
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	25
3.7 Prosedur Percobaan.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Data Penelitian .....	28
4.2 Pemodelan Saluran Distribusi Penyulang Gemini .....	28
4.3 Saluran Distribusi Sebelum diberi gangguan sambaran petir.....	30
4.4 Simulasi Sambaran Petir di Saluran Distribusi .....	30
4.4.1 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Melur pada Jarak 8,2 km dari Transformator Daya .....	34
4.4.2 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Melur pada Jarak 10,55 km dari Transformator Daya .....	35
4.4.3 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Melur pada Jarak 15,3 km dari Transformator Daya .....	36
4.4.4 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Seruni pada Jarak 7,8 km dari Transformator Daya .....	37
4.4.5 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Seruni pada Jarak 10,35 km dari Transformator Daya .....	38
4.4.6 Simulasi Sambaran Petir di Jurusan Seruni pada Jarak 11,8	

km dari Transformator Daya .....	39
4.5 Analisa Sambaran Petir di Saluran Distribusi Sebelum Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> .....	40
4.6 Simulasi Sambaran Petir di Saluran distribusi Setelah Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> .....	40
4.7 Analisa Sambaran Petir di Saluran Distribusi Setelah Pemasangan <i>Lightning Arrester</i> .....	46
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	49

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Table</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Penetapan tingkat isolasi transformator dan Arrester .....	11
2.2 Riset-riset sebelumnya .....	18
4.1 Tegangan <i>output</i> sebelum terjadi gangguan sambaran petir.....	30
4.2 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Melur dengan jarak 8,2 km dari transformator daya.....	34
4.3 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Melur dengan jarak 10,55 km dari transformator daya.....	35
4.4 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Melur dengan jarak 15,3 km dari transformator daya.....	36
4.5 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Seruni dengan jarak 7,8 km dari transformator daya.....	37
4.6 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Seruni dengan jarak 10,35 km dari transformator daya.....	38
4.7 Besar tegangan lebih saat simulasi sambaran petir di jurusan Seruni dengan jarak 11,8 km dari transformator daya.....	39
4.8 Perbandingan nilai tegangan lebih puncak akibat sambaran petir sebelum dan sesudah pemasangan Arrester .....	42

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Konfigurasi horisontal tiang distribusi.....	7
2.2 Hubung singkat satu fasa .....	10
2.3 Konstruksi <i>lightning arrester</i> .....	13
2.4 <i>Arrester</i> tipe ekspulsi .....	14
2.5 <i>Arrester</i> tipe katup.....	15
2.6 Penempatan <i>arrester</i> pada SKUTM.....	18
3.1 <i>Single line diagram</i> penyulang Gemini .....	22
3.2 Jaringan distribusi penyulang Gemini 3 phasa 20 kV.....	23
3.3 Tampilan utama <i>ATP draw</i> .....	24
3.4 Diagram alir penelitian.....	25
3.5 Rangkaian simulasi pada <i>ATP draw</i> .....	26
4.1 Rangkaian simulasi saluran distribusi penyulang Gemini .....	29
4.2 (a) Sambaran Petir Langsung, (b) Pemodelan <i>Lightning Arrester</i> .....	29
4.3 Sambaran petir di jurusan Melur pada jarak 8,2 km dari transformator daya .....	31
4.4 Sambaran petir di jurusan Melur pada jarak 10,55 km dari transformator daya .....	31
4.5 Sambaran petir di jurusan Melur pada jarak 15,3 km dari transformator daya .....	32
4.6 Sambaran petir di jurusan Seruni pada jarak 7,8 km dari transformator daya .....	32
4.7 Sambaran petir di jurusan Seruni pada jarak 10,35 km dari transformator daya .....	33
4.8 Sambaran petir di jurusan Seruni pada jarak 11,8 km dari transformator daya .....	33
4.9 Rangkaian Simulasi yang telah terpasang <i>Lightning Arrester</i> .....	41
4.10 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Melur pada jarak 8,2 km dari transformator, (a)	

Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	43
4.11 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Melur pada jarak 10,55 km dari transformator, (a)	
Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	43
4.12 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Melur pada jarak 15,3 km dari transformator, (a)	
Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	44
4.13 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Seruni pada jarak 7,8 km dari transformator, (a)	
Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	44
4.14 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Seruni pada jarak 10,35 km dari transformator, (a)	
Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	45
4.15 Grafik tegangan pada sisi sekunder transformator, ketika petir menyambar di jurusan Seruni pada jarak 11,8 km dari transformator, (a)	
Sebelum pemasangan <i>LA</i> , (b) Setelah Pemasangan <i>LA</i> .....	45

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Single Line Diagram Saluran Distribusi Penyulang Gemini
- Lampiran 2. Data Grafik Tegangan Puncak Pada Transformator daya
- Lampiran 3. Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan  
Akademis
- Lampiran 4. Lembar Plagiarisme dan Berita Acara Tugas Akhir

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan energi listrik pada suatu daerah meningkat untuk setiap tahunnya. Diperlukan perencanaan sistem kelistrikan dengan tujuan menghitung kebutuhan energi listrik pada suatu daerah supaya dapat tercukupi. Adapun beberapa cara yaitu dengan menggunakan sumber energi alternatif dan membangun pembangkit energi listrik.

Pembangkit tenaga listrik memanfaatkan beberapa sumber tenaga seperti, air, gas, dan panas bumi. Tetapi lokasi dari sumber tenaga itu pada umumnya terletak jauh dari pusat industri dan konsumen lainnya. Karena itu tenaga listrik yang telah dibangkitkan mesti disalurkan melalui kawat-kawat penghantar atau saluran transmisi. Sebelum disalurkan ke konsumen, tegangan tenaga listrik dari pembangkit akan dinaikkan tegangannya oleh transformator tenaga yang terdapat didalam gardu induk [1]. Selain pembangkitan energi listrik, upaya mentransmisikan dan mendistribusikan energi listrik juga sangat penting. Maka dibutuhkan sistem transmisi dan distribusi agar energi listrik dapat sampai pada konsumen [2]. Di indonesia saluran transmisi menggunakan tegangan 150 kV, tegangannya lebih tinggi dari saluran distribusi. Sedangkan, nilai tegangan pada saluran distribusi yakni sebesar 20 kV dan 380/220 v.

Saluran transmisi dan saluran distribusi di indonesia umumnya menggunakan saluran udara (*overhead lines*) dan dapat diketahui instalasi untuk saluran udara terletak di ruang terbuka dan berpotensi terkena gangguan sambaran petir dan faktor gangguan alam yang lainnya. Pada saluran transmisi dan saluran distribusi sudah dilengkapi dengan komponen-komponen proteksi seperti, *lightning arrester*, dan kawat tanah (*ground wire*) [2].

Pada sistem distribusi yang telah terpasang dengan kawat tanah bertujuan melindungi kawat fasa dari sambaran petir langsung. Akan tetapi jika sistem distribusi tersebut tidak dilengkapi dengan kawat tanah maka sambaran petir tersebut akan mengenai kawat fasa. Pada waktu petir menyambar kawat fasa akan timbul arus besar dan sepasang gelombang berjalan yang merambat pada kawat. Salah satu penyebab terjadi kerusakan komponen dan peralatan pada sistem distribusi yakni gelombang berjalan, seiring dengan merambat gelombang berjalan pada kawat semakin besar amplitudo yang ditimbulkan [3]. Berdasarkan data trip kantor PLN APD S2JB rayon ampera tahun 2017-2019 pada salah satu saluran distribusi untuk penyulang gemini terkena sambaran petir langsung sehingga menyebabkan terputusnya salah satu kawat fasa.

Ketika sistem distribusi terkena sambaran petir maka otomatis akan terjadi trip atau pemutusan tenaga pada gardu induk. Berdasarkan data trip kantor PLN APD S2JB rayon ampera tahun 2017-2019 sebagian besar trip terjadi ketika hujan dan petir. Terdapat kasus kerusakan pada transformator tenaga di instalasi PLN terjadi di daerah Gunung Megang, Sumatera Selatan telah menunjukkan akibat dari tidak terdapatnya arrester pada sisi 20 kV dan tidak baiknya pemasangan *lightning arrester* pada sisi *riser pole* (tiang awal) di sisi saluran udara 20 kV [4]. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini membahas cara mengurangi dampak dari tegangan lebih surja petir dengan menentukan lokasi pemasangan *LA* pada sistem distribusi.

## 1.2 Perumusan Masalah

Saluran distribusi penyulang Gemini rayon Lembayung kabupaten Lahat sudah memiliki peralatan proteksi seperti *lightning arrester*, dan sistem pengentanan. Sistem distribusi untuk penyulang Gemini seringkali terjadi trip yang disebabkan oleh sambaran petir. Tegangan lebih yang timbul akibat sambaran petir dapat mengalir pada sistem distribusi. Maka diperlukan penentuan lokasi pemasangan *lightning arrester* agar dapat menyalurkan tegangan lebih ke

tanah dan menghindari kerusakan peralatan penting pada gardu induk. Karena itu, pada penelitian ini akan mengevaluasi lokasi pemasangan *LA* dan kuantitas *LA* pada sistem distribusi penyulang Gemini rayon Lembayung kabupaten Lahat.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mensimulasikan tegangan lebih yang mungkin muncul pada sistem distribusi penyulang Gemini.
2. Untuk evaluasi lokasi pemasangan *LA* yang optimal agar dampak tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir pada sistem distribusi penyulang Gemini dapat diturunkan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dilakukan penelitian ini adalah :

1. Besar tegangan yang mungkin muncul pada saluran distribusi dapat diketahui.
2. Penentuan lokasi *arrester* dapat lebih efektif dari metode sebelumnya
3. Dengan efektifitas penempatan *arrester* maka dampak kerusakan komponen dan peralatan yang mungkin terjadi akibat adanya kenaikan tegangan pada sistem penyulang Gemini akibat sambaran petir dapat diminimalisasi.

## **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Membuat rangkaian sistem distribusi penyulang Gemini aliran listrik AC pada *software ATP draw*.
2. Penelitian ini mensimulasikan rangkaian sistem distribusi penyulang Gemini dengan menggunakan *software ATP draw* untuk menentukan posisi *LA* yang optimal.
3. Mengukur tegangan lebih yang disebabkan oleh sambaran petir terhadap rangkaian sistem distribusi penyulang Gemini aliran listrik AC.
4. Mengevaluasi data hasil percobaan menggunakan *LA* sebagai variabel pada rangkaian sistem distribusi penyulang Gemini aliran listrik AC.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini adalah :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang berkaitan dengan *Lightning Arrestor*, sistem distribusi, dan hal yang berkaian dengan kelistrikan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan yang digunakan, rangkaian simulasi, prosedur percobaan, teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir dan menjelaskan secara umum tentang proses penelitian yang akan dilakukan.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi data yang diperoleh dari simulasi atau percobaan yang telah dilakukan dan analisa hasil percobaan serta menampilkan grafik dan gambar hasil dari percobaan.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari percobaan serta pembahasan yang telah diterangkan pada bab sebelumnya dan saran untuk penelitian yang selanjutnya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhadi, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik untuk smk jilid 1*. Jakarta, 2008.
- [2] Aslimeri, *Teknik Transmisi Tenaga Listrik jilid 2*. 2008.
- [3] P. Wang, L. Li, and V. A. Rakov, “Calculation of Current Distribution in the Lightning Protective System of a Residential House,” vol. 50, no. 2, pp. 1–4, 2014.
- [4] Reynaldo Zoro, *Sistem Proteksi Petir Pada Sistem Tenaga Listrik*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2018.
- [5] T. S. Hutaikur, *Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*. Jakarta, 1989.
- [6] Y. P. Sudarmojo, “STUDI SISTEM PENGAMAN SALURAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH 20 KV TERHADAP SURJA PETIR,” 2017.
- [7] R. P. S. Barradas *et al.*, “Analysis of Overvoltage in Distribution Networks under different Ground Conditions using ATP,” pp. 1194–1199, 2018.
- [8] A. Sintianingrum, Y. Martin, E. Komalasari, and A. L. Teori, “Simulasi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir terhadap Penentuan Jarak Maksimum untuk Perlindungan Peralatan pada Gardu Induk,” vol. 10, no. 1, 2016.
- [9] T. Chatterjee, “Study of Lightning Overvoltage Transients using ATP,” pp. 0–3, 2015.
- [10] R. W. Syaifulloh and E. Hamdani, ““ Analisa Pengaruh Sambaran Petir pada Jaringan Distribusi 13,8 kV di BOB PT. BSP - Pertamina Hulu Bandar Pedada Menggunakan Software ATP-EMTP ,”” vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [11] B. A. B. Ii and T. Pustaka, “Politeknik Negeri Sriwijaya,” 2013.
- [12] H. A. Sano, F. Murdiya, K. Bina, H. R. Soebrantas, and S. Baru, “ANALISA SISTEM PROTEKSI PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ATP,” vol. 5, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [13] L. Yong-ling, L. Yang, Z. Zhi-cheng, and T. Feng-bo, “Research of Lightning Trip and Protection Measures of Overhead Transmission Lines,”

pp. 381–385, 2014.

- [14] T. E. Mcdermott, T. A. Short, and J. G. Anderson, “Lightning Protection Of Distribution Lines,” vol. 9, no. 1, 1994.
- [15] I. K. A. Y. Bhaskara, I. G. D. Arjana, and I. M. Suartika, “ANALISA KEGAGALAN LIGHTNING ARRESTER PADA PENYULANG SULAHAN BANGLI,” vol. 6, no. 3, pp. 94–100, 2019.
- [16] P. T. P. L. N. Persero, “BUKU PEDOMAN PEMELIHARAAN LIGHTNING ARRESTER ( LA ),” no. 0520, 2014.
- [17] I. Hajar and E. Rahman, “KAJIAN PEMASANGAN LIGHTNING ARRESTER PADA SISI HV TRANSFORMATOR DAYA UNIT SATU GARDU INDUK TELUK BETUNG,” 2017.
- [18] C. Widyastuti, “PEMASANGAN ARRESTER DAN ARCING HORN PADA PENGHANTAR,” 2017.
- [19] SPLND5.006, “PEDOMAN PEMILIHAN ARRESTER UNTUK JARINGAN DISTRIBUSI 20 kV,” no. 0769, 2013.
- [20] M. Sabdullah, T. Haryono, and S. P. Hadi, “Analisis Distribusi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir untuk Pertimbangan Proteksi Peralatan pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di Yogyakarta.” Yogyakarta, 2005.
- [21] L. N. Sumardi, A. Warsito, and A. Syakur, “SIMULASI INDUKSI SAMBARAN PETIR DAN KINERJA ARESTER PADA JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 kV MENGGUNAKAN EMTP ( Studi Kasus Penyulang 1 Gardu Induk Mojosongo Boyolali ),” no. January 2011, 2016.
- [22] D. O. Belko and G. V Podporkin, “Analysis of current distribution among long-flashover arresters for 10 kV overhead line protection against direct lightning strikes,” 2014.
- [23] Z. Abidin, “Studi Analisis Gangguan Petir Terhadap Kinerja Arrester Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah 20 KV Menggunakan Alternative Transient Program ( ATP ),” vol. 2, no. 2, 2017.
- [24] R. J. Cabral and D. D. Gazzana, “A Methodology to Evaluate the Performance of Distribution Feeders Against Lightning : Fundamentals ,

- Case Study and Computational Tool,” pp. 0–6, 2018.
- [25] L. Prikler and H. K. Høidalen, “ATP DRAW for Windows 9x / NT / 2000 / XP / Vista Users ’ Manual,” no. 1, 2009.
  - [26] V. L. Coelho, A. Raizer, J. Osvaldo, and S. Paulino, “Analysis of the Lightning Performance of Overhead Distribution Lines,” vol. 25, no. 3, pp. 1706–1712, 2010.