

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG  
AULA DAN PUSAT KEGIATAN MAHASISWA FAKULTAS EKONOMI  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



**SKRIPSI**

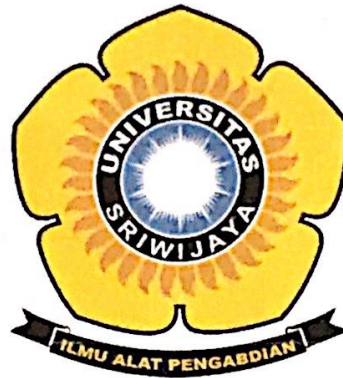
**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:  
ROFIQOH AINUN  
03041281621035**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG**  
**AULA DAN PUSAT KEGIATAN MAHASISWA FAKULTAS EKONOMI**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**ROFIQOH AINUN**  
**03041281621035**

**Indralaya, September 2020**

**Menyetujui,**  
**Pembimbing Utama**


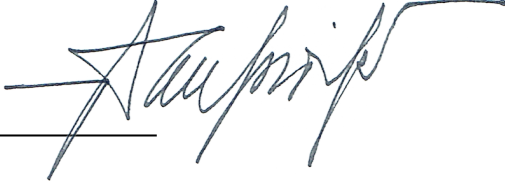
**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197108141999031005**



**Mhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP. 197108141999031005**

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  

Pembimbing Utama : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

Tanggal : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rofiqoh Ainun  
NIM : 03041281621035  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR PADA GEDUNG AULA DAN  
PUSAT KEGIATAN MAHASISWA FAKULTAS EKONOMI  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal: September 2020



Rofiqoh Ainun

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rofiqoh Ainun  
NIM : 03041281621035  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 9%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “**Evaluasi Sistem Proteksi Petir pada Gedung Aula Dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya**” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, September 2020



Rofiqoh Ainun

NIM. 03041281621035

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allaah Subhaanahu wa Ta'aalaa. Karena atas rahmat, ridho dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Evaluasi Sistem Proteksi Petir Eksternal pada Gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasuullullaah Shallallaahu 'Alaihi wa Sallam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

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.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu sehingga dapat menambah wawasan penulis dengan membandingkan antara teori praktik dan lapangan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, yaitu Ayah (Alm. Muhammad Nasai) dan Ibu (Emmy Surawahyuni). Serta, kepada kakak (Amanah Rizki Dyahniesa) yang mana mereka semua selalu mendoakan, memberi ridho dalam setiap kebaikan, juga memberi bantuan dan motivasi dalam segala bentuk kepada penulis, khususnya dalam penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya serta Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah banyak membantu penulis selama proses perkuliahan serta membimbing penulis dengan sangat baik dalam penyelesaian tugas akhir.
3. Para dosen penguji seminar, Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D. dan Bapak Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng., Ph.D. yang telah memberikan kritik yang membangun serta saran yang baik terhadap tugas akhir penulis.

4. Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu, membimbing, serta memberikan arahan dan nasihat kepada penulis selama proses perkuliahan.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
6. Seluruh staf Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu penulis dalam hal administrasi serta hal-hal lainnya selama masa perkuliahan.
7. Wakil Dekan II Fakultas Ekonomi, Universitas Sriwijaya, Ibu Dr. Yulia Saftiana, S.E., M.Si. yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan perizinan perihal pengambilan data tugas akhir.
8. Seluruh staf Bagian Perencanaan Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu penulis selama proses pengambilan data.
9. Sahabat Aliansi, yaitu Bella Sonea, Esa Putri Permata Hati, Rahmah Hamidah dan Sella Pratiwi Khoirunnisa yang telah banyak membantu serta memberi motivasi dalam segala bentuk kepada penulis selama masa perkuliahan, terutama dalam penyelesaian tugas akhir. Serta, berjuang bersama melalui suka dan duka dunia perkuliahan.
10. Seluruh rekan-rekan satu pembimbing, terutama Dewi Amalia, Dinda Sintia Dewi, Lara Pebriani, Salu Widiayati dan Rio Yusdizali yang telah membantu serta memberi semangat kepada penulis selama proses penyelesaian tugas akhir.
11. Seluruh teman-teman Angkatan 2016 Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, yaitu *Electheral Janissary*, yang telah membantu dan kebersamai penulis selama masa perkuliahan.

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

Akhir kata, 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.

Palembang, September 2020

Penulis



## ABSTRAK

### EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG AULA DAN PUSAT KEGIATAN MAHASISWA FAKULTAS EKONOMI UNIVERSITAS SRIWIJAYA

(Rofiqoh Ainun, 03041281621035, 2020, xix + 55 hal. + lampiran)

---

Universitas Sriwijaya merupakan salah satu perguruan tinggi yang berada di Sumatera Selatan. Terdapat salah satu gedung yang baru selesai dibangun di kampus Indralaya Universitas Sriwijaya, yaitu Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya yang berada dekat pusat kegiatan mahasiswa dan kepadatan bangunan perkuliahan. Maka, dibutuhkan suatu Sistem Proteksi Petir (SPP) eksternal pada gedung guna meminimalisir dampak dari sambaran petir secara langsung yang dapat terjadi. Telah dilakukan penelitian mengenai evaluasi SPP eksternal pada gedung tersebut melalui simulasi menggunakan *software Alternative Transient Program (ATP)* yang bertujuan untuk melihat besar potensial yang timbul pada *down conductor* ketika terjadi sambaran petir secara langsung pada terminasi udara. Berdasarkan data *layout* SPP gedung, diketahui bahwa *down conductor* yang akan digunakan adalah Kabel *Bare Core (KBC)* 50 mm<sup>2</sup> dengan satu elektroda pentanahan. Berdasarkan simulasi yang dilakukan, didapat bahwa besar potensial yang timbul pada *down conductor* jika menggunakan KBC 50 mm<sup>2</sup> yaitu  $4.4408 \times 10^6$  V. Sementara, besar potensial yang timbul pada *down conductor* menggunakan KBC 70 mm<sup>2</sup> yaitu  $4.4406 \times 10^6$  V. Dengan satu *down conductor* dan satu batang elektroda pentanahan yang digunakan, didapat besar potensial yang timbul pada *Rod 1* yaitu  $4.441 \times 10^6$  V. Sementara, besar potensial yang timbul pada masing-masing *Rod (Rod 1 dan Rod 2)* jika menggunakan dua *down conductors* dan dua elektroda pentanahan yaitu  $2.7249 \times 10^6$  V. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, timbul tegangan induksi sebesar 378 kV pada satu *loop* instalasi peralatan elektronik yang terdapat di dalam ruangan terletak bersebelahan dengan *down conductor* jika kecuraman arus petir yang menyambar *down conductor* sebesar 30 kA/ $\mu$ s. Sementara melalui simulasi dengan menggunakan *software ATP*, besarnya tegangan induksi pada rangkaian ekivalen instalasi yaitu sebesar 4441.5 kV.

**Kata Kunci:** *Alternative Transient Program (ATP)*, Sistem Proteksi Petir,  
Tegangan Induksi

Indralaya, September 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005



Muhd. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

## **ABSTRACT**

### ***EVALUATION OF EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION SYSTEM AT HALL AND STUDENT CENTER FACULTY OF ECONOMICS SRIWIJAYA UNIVERSITY***

(Rofiqoh Ainun, 03041281621035, 2020, xix + 55 pages + appendix)

---

*Sriwijaya University is one of the universities located in South Sumatera. There is one building that recently built in Indralaya campus of Sriwijaya University, namely Hall and Student Center Faculty of Economics Sriwijaya University which is built near the density of student activities and buildings. Thus, it needs an external Lightning Protection System (LPS) to minimize the impact of direct lightning strike that can be occurred. A research about the building's external LPS evaluation has been done using Alternative Transient Program (ATP) software to see the potential that arise on the down conductor when lightning directly strikes the air termination. Based on the layout data of the building, it is known that the type of down conductor that will be installed on the external LPS is Bare Core Cable (KBC) 50 mm<sup>2</sup> with one down conductor and one earthing rod. Based on the simulation that has been done, it is known that the potential that arised on the down conductor using KBC 50 mm<sup>2</sup> is  $4.4408 \times 10^6$  V. Meanwhile, the potential that arise on the down conductor using KBC 70 mm<sup>2</sup> is  $4.4406 \times 10^6$  V. With one down conductor and one earthing rod that installed on the external LPS, the potential that arise on Rod 1 is  $4.441 \times 10^6$  V. Meanwhile, the potential that arise on each Rod (Rod 1 and Rod 2) of the external LPS that installed with two down conductors and two earthing rods is  $2.7249 \times 10^6$  V. Based on the calculation that has been done, the induced voltage that arise in one loop in a room that located next to the down conductor is 378 kV if the peak value of lightning current that strikes the down conductor is 30 kA/ $\mu$ s. Meanwhile, based on the simulation that has been done by using ATP software, the induced voltage that arise is 4441.5 kV.*

**Keywords:** *Alternative Transient Program (ATP), Lightning Protection System, Induced Voltage.*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



*Muhsid*

Muhsid. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Indralaya, September 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama



*Muhsid*

Muhsid. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>-</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xviii</b>
<b>NOMENKLATUR.....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Gambaran Umum Petir .....	5
2.2 Mekanisme Sambaran Petir.....	7

2.3 Jenis Sambaran Petir .....	9
2.4 Parameter Petir .....	11
2.5 Sistem Proteksi Petir Eksternal .....	12
2.5.1 Terminasi Udara ( <i>Air Termination</i> ).....	13
2.5.2 Konduktor Penyalur ( <i>Down Conductor</i> ).....	13
2.5.2.1 Perhitungan Nilai Resistansi (R).....	14
2.5.2.2 Perhitungan Nilai Induktansi (L) .....	14
2.5.3 Sistem Pentanahan ( <i>Grounding System</i> ).....	15
2.6 Perhitungan Nilai Kapasitansi (C).....	17
2.7 Tegangan Induksi Elektromagnetik pada <i>Loop</i> Persegi .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	19
3.2 Waktu Penelitian .....	19
3.3 Metode Penelitian .....	19
3.4 Pemodelan Rangkaian Ekuivalen Menggunakan <i>Software ATP</i> .....	20
3.5 Prosedur Percobaan .....	30
3.6 Diagram Alir Penelitian .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Data Penelitian .....	33
4.2 Simulasi Rangkaian Ekuivalen SPP Eksternal Tanpa Komponen Kapasitansi .....	33
4.3 Simulasi Sambaran Petir dengan <i>Down Conductor KBC</i> 50mm <sup>2</sup> . 35	
4.4 Simulasi Sambaran Petir dengan <i>Down Conductor KBC</i> 70mm <sup>2</sup> . 37	
4.5 Dampak Perbedaan Luas Penampang <i>Down Conductor</i> .....	38
4.6 Evaluasi Jumlah Elektroda Pentanahan pada SPP Gedung .....	39
4.6.1 Simulasi Sambaran Petir dengan Satu Batang Elektroda Pentanahan .....	41
4.6.2 Simulasi Sambaran Petir dengan Dua Batang Elektroda Pentanahan .....	42
4.7 Dampak Penambahan Batang Elektroda pada SPP .....	43

4.8 Evaluasi SPP Eksternal secara Keseluruhan Berdasarkan Hasil Simulasi.....	44
4.9 Perhitungan Tegangan Induksi Elektromagnetik Terhadap Peralatan Elektronik di dalam Gedung .....	45
4.9.1 Perhitungan Tegangan Induksi pada <i>Loop</i> Instalasi .....	46
4.9.2 Simulasi <i>Loop</i> Instalasi Peralatan Elektronik Menggunakan <i>Software ATP</i> .....	47
4.10 Perhitungan Tegangan Induksi Elektromagnetik Terhadap Peralatan Elektronik di dalam Gedung .....	49
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sambaran Petir.....	5
Gambar 2.2	Proses Terjadinya <i>Up-draft</i> dan <i>Down-draft</i> .....	6
Gambar 2.3	Struktur Distribusi Muatan di dalam <i>Thundercloud</i> .....	7
Gambar 2.4	Proses Terjadinya Sambaran Petir Pertama .....	7
Gambar 2.5	Proses Terjadinya <i>Dart Leader</i> .....	8
Gambar 2.6	Jenis-jenis Petir Awan ke Tanah .....	10
Gambar 2.7	Pemasangan Sistem Proteksi Petir Eksternal pada Struktur.....	12
Gambar 2.8	Ilustrasi Komponen dari Sistem Pentanahan.....	15
Gambar 2.9	Rangkaian Ekuivalen Elektroda Pentanahan Vertikal .....	16
Gambar 2.10	Ilustrasi Kabel Koaksial .....	17
Gambar 2.11	Ilustrasi <i>Loop</i> .....	18
Gambar 3.1	Tampilan Awal <i>Software ATP</i> .....	20
Gambar 3.2	Tampilan Menu <i>PlotXY</i> .....	21
Gambar 3.3	<i>Layout</i> Tampak Atas SPP Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya .....	21
Gambar 3.4	Struktur Sebuah Terminasi Udara Bangunan .....	22
Gambar 3.5	Celah Udara pada Pipa Galvanis 1.5" dan Kabel <i>BC</i> 50 mm <sup>2</sup> ..	23
Gambar 3.6	Rangkaian Ekuivalen dari Satu Terminasi Udara.....	24
Gambar 3.7	Rangkaian Ekuivalen dari Ketiga Terminasi Udara .....	25
Gambar 3.8	<i>Layout</i> Potongan Gedung .....	26
Gambar 3.9	Rangkaian Ekuivalen SPP dengan Penambahan Komponen RLC Atap .....	27
Gambar 3.10	Komponen Pengganti Sistem Pentanahan.....	26
Gambar 3.11	<i>Probe Voltage</i> .....	28
Gambar 3.12	Sumber <i>Heidler</i> pada <i>Software ATP</i> .....	28
Gambar 3.13	Rangkaian Ekuivalen dari SPP Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya .....	29
Gambar 3.14	Diagram Alir Penelitian .....	32
Gambar 4.1	Rangkaian Ekuivalen dari SPP Aula dan Pusat Kegiatan	



	Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya tanpa Komponen Kapasitansi.....	34
Gambar 4.2	Grafik Potensial pada <i>Down Conductor</i> untuk Rangkaian Ekivalen SPP tanpa Komponen Kapasitansi .....	35
Gambar 4.3	Rangkaian Ekivalen dari SPP Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya .....	36
Gambar 4.4	Grafik Potensial pada <i>Down Conductor KBC</i> 50 mm <sup>2</sup> .....	37
Gambar 4.5	Grafik Potensial pada <i>Down Conductor KBC</i> 70 mm <sup>2</sup> .....	38
Gambar 4.6	Rangkaian Ekivalen dari SPP Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya dengan Dua <i>Down Conductor</i> dan Elektroda Pentanahan .....	40
Gambar 4.7	Grafik Potensial <i>Rod</i> 1 pada SPP dengan Satu Elektroda Pentanahan.....	41
Gambar 4.8	Grafik Potensial <i>Rod</i> 1 pada SPP dengan Dua Elektroda Pentanahan.....	42
Gambar 4.9	Grafik Potensial <i>Rod</i> 2 pada SPP dengan Dua Elektroda Pentanahan.....	43
Gambar 4.10	Salah Satu Ruang UKM pada Gedung.....	45
Gambar 4.11	Ilustrasi <i>Loop</i> pada Ruang UKM.....	46
Gambar 4.12	Rangkaian Ekivalen dari <i>Loop</i> Instalasi Perangkat Elektronik .....	48
Gambar 4.13	Grafik Tegangan Induksi pada Instalasi Peralatan Elektronik .....	49

**DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Nilai pada Rangkaian Simulasi dengan Komponen Kapasitansi pada Rangkaian Ekivalen SPP Eksternal
- Lampiran 2 Nilai pada Rangkaian Simulasi Tanpa Komponen Kapasitansi pada Rangkaian Ekivalen SPP Eksternal
- Lampiran 3 Nilai RLC Komponen Atap pada Simulasi
- Lampiran 4 Nilai Kapasitansi dan Induktansi pada Simulasi Tegangan Induksi

**DAFTAR ISTILAH**

<i>ACP</i>	: <i>Aluminium Composite Panel</i>
<i>Air termination</i>	: Terminasi udara
<i>ATP</i>	: <i>Alternative Transient Program</i>
<i>Cumulonimbus</i>	: Awan penghasil petir
<i>Down conductor</i>	: Konduktor penyalur
<i>Electrical discharge</i>	: Pelepasan muatan listrik
<i>Grounding system</i>	: Sistem pentanahan
<i>IEC</i>	: <i>International Electrotechnical Commission</i>
<i>JT</i>	: Jarum Tembaga
<i>KBC</i>	: Kabel <i>Bare Core</i>
<i>Layout</i>	: Tata ruang
<i>Leader</i>	: Lidah petir
<i>Overvoltage</i>	: Tegangan lebih
<i>PG</i>	: Pipa Galvanis
<i>Point of strike</i>	: Titik sambar
<i>Potensial</i>	: Tegangan
<i>PVC</i>	: <i>PolyVinyl Chloride</i>
<i>Return stroke</i>	: Sambaran balik
<i>Rod</i>	: Batang
<i>SPP</i>	: Sistem Proteksi Petir
<i>Striking distance</i>	: Jarak sambar
<i>Thundercloud</i>	: Awan guruh
<i>Thunderstorm</i>	: Hujan badai

**NOMENKLATUR**

$d$	: Diameter
$M$	: Induktansi bersama
$\rho$	: Hambatan jenis/resistivitas
$L$	: Induktansi
$r$	: Jari-jari
$C$	: Kapasitansi
$k_e$	: Konstanta elektrostatik
$A$	: Luas permukaan
$m$	: Meter
$mm$	: Milimeter
$M$	: Induktansi bersama
$\Omega$	: Ohm
$\ell$	: Panjang
$\mu_r$	: Permeabilitas relatif
$\mu_0$	: Permeabilitas udara
$\epsilon_0$	: Permittivitas udara
$R$	: Resistansi
$U$	: Tegangan induksi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia adalah salah satu negara yang terletak di garis khatulistiwa dengan iklim tropis. Kondisi ini menyebabkan Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi dikarenakan negara tersebut mempunyai wilayah perairan yang luas dengan suhu panas serta kelembapan yang tinggi [1], [2]. Curah hujan yang tinggi menyebabkan tingginya pula pembentukan awan *Cumulonimbus*, yaitu salah satu jenis awan penyebab terjadinya petir dengan bentuk yang tinggi dan cenderung menggumpal dibandingkan dengan awan biasa [3], [4]. Dengan tingginya curah hujan di Indonesia, maka semakin tinggi pula jumlah sambaran petir yang dapat terjadi.

Universitas Sriwijaya merupakan salah satu perguruan tinggi yang berada di Sumatera Selatan dan memiliki dua kampus utama, yaitu di Bukit Besar (Palembang) dan di Indralaya (Ogan Ilir) serta memiliki sepuluh fakultas, dimana setiap fakultas memiliki gedung perkuliahan masing-masing yang dibangun dan digunakan untuk menunjang kegiatan mahasiswa, baik untuk kegiatan akademik maupun non akademik [5].

Terdapat satu gedung yang baru selesai dibangun di kampus Indralaya, yaitu Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi, Universitas Sriwijaya. Sebagai gedung yang terletak di dekat pusat kegiatan mahasiswa dan kepadatan bangunan perkuliahan, maka dibutuhkan suatu Sistem Proteksi Petir (SPP) pada gedung guna meminimalisir dampak dari sambaran petir.

Dampak dari sambaran petir secara langsung maupun tidak langsung pada suatu bangunan dapat menyebabkan kerusakan yang fatal, baik pada bangunan itu sendiri maupun peralatan listrik yang ada di dalam dan disekitar bangunan tersebut [6]. Hal ini disebabkan oleh adanya arus petir yang menghasilkan medan elektromagnetik, sehingga timbulnya tegangan induksi [7].

SPP dirancang bertujuan untuk mengurangi kerusakan pada bangunan yang disebabkan oleh dampak dari sambaran petir langsung ke bangunan tersebut, yaitu dengan adanya terminasi udara (*air termination*) pada bagian atas bangunan dengan impedansi yang rendah untuk menyalurkan arus petir yang besar melalui konduktor penyalur (*down conductor*) menuju sistem pentanahan (*grounding system*) dengan aman. [8], [9]

## 1.2 Perumusan Masalah

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan simulasi SPP pada suatu bangunan. Rakov et al [10] telah melakukan penelitian dengan menginjeksikan arus petir secara langsung ke SPP pada suatu rumah untuk melihat distribusi arus petir yang mengalir dalam setiap bagian sistem, dimana SPP rumah tersebut terdiri dari satu terminasi udara dan dua batang elektroda pada sistem pentanahannya.

Maslowski et al [11] membahas mengenai bentuk gelombang dan distribusi arus petir pada setiap bagian SPP suatu struktur yang relatif kecil menggunakan *software Alternative Transient Program (ATP)*, dimana rangkaian ekuivalen yang dibuat untuk simulasi *software* difokuskan pada batang elektroda dari sistem pentanahan struktur tersebut.

Namun, hingga saat ini belum dilakukan penelitian mengenai simulasi dan evaluasi dari SPP eksternal gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya menggunakan *software ATP* terhadap potensial yang timbul pada *down conductor* diakibatkan sambaran petir secara langsung pada salah satu terminasi udara.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Untuk membuat rangkaian ekuivalen dari SPP gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya menggunakan *software Alternative Transient Program (ATP)*.
2. Untuk mengevaluasi SPP yang sedang dikerjakan pada gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya.

#### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Agar pembahasan dari penelitian ini dapat mencapai tujuan yang diinginkan, maka lingkup kerja penelitian ini hanya dibatasi pada beberapa hal yaitu sebagai berikut.

1. Membuat rangkaian ekuivalen serta melakukan simulasi dari SPP gedung Aula dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya pada *software ATP*.
2. Bagian yang akan dievaluasi hanya ukuran *down conductor*, jumlah *down conductor* dan elektroda pentanahan yang digunakan dalam SPP.
3. Menganalisa besar potensial yang timbul pada *down conductor* pada setiap simulasi.
4. Ukuran *down conductor* yang digunakan dalam simulasi yaitu Kabel *Bare Core (KBC)* berukuran 50 mm<sup>2</sup> dan 70 mm<sup>2</sup>.
5. Jumlah *down conductor* dan batang elektroda pentanahan pada masing-masing rangkaian ekuivalen yang disimulasikan yaitu satu dan dua batang.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Adapun bahasan dari setiap bab dalam penelitian ini dijelaskan dalam uraian berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup kerja dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan teori yang berkaitan dengan topik yang dapat mendukung serta menunjang penulisan tugas akhir, yaitu mengenai petir, SPP eksternal dan penjelasan mengenai simulasi menggunakan *software ATP*.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian, seperti komponen-komponen yang digunakan dalam simulasi, rangkaian ekuivalen pada *software ATP*, prosedur percobaan dan diagram alir penelitian.

## **BAB IV HASIL PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang data hasil simulasi berupa grafik beserta analisa dari data yang telah didapat berdasarkan tujuan dari penelitian ini.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan untuk penelitian selanjutnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Gunawan and L. N. L. Pandiangan, "Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Dengan Metode Simple Additive Weighting Di Provinsi Bali," *J. Meteorol. dan Geofis.*, pp. 193–201, 2014.
- [2] M. Sukmawidjaja *et al.*, "Analisis Perancangan Sistem Proteksi Bangunan the Bellagio Residence Terhadap Sambaran Petir," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 12, pp. 75–86, 2016.
- [3] C. Putra, Angie; Lursinsap, "Cumulonimbus Prediction Using Artificial Neural Network Back Propagation with Radiosonde Indeces," *Natl. Remote Sens. Semin.*, vol. 96, no. 24, pp. 7549–7551, 2014.
- [4] S. H. J. Tongkukut and B. M. Utara, "Identifikasi Potensi Kejadian Petir di Sulawesi Utara," *J. Ilm. Sains*, vol. 11, pp. 41–47, 2011.
- [5] Universitas Sriwijaya, "Lokasi Kampus Utama," 2008. [Online]. Available: [http://www.unsri.ac.id/unsri\\_lokasi\\_kampus\\_utama.php](http://www.unsri.ac.id/unsri_lokasi_kampus_utama.php). [Accessed: 12-Sep-2019].
- [6] R. Zoro and A. S. Wibowo, "Evaluasi Sistem Proteksi Eksternal dan Analisa Resiko Sambaran Petir pada Bangunan," *Semin. Nas. Tek. Ketenagalistrikan*, pp. 29–35, 2008.
- [7] N. Rameli, M. Z. A. Ab-Kadir, M. Izadi, C. Gomes, and N. Azis, "Variations in Return Stroke Velocity and Its Effect on The Return Stroke Current Along Lightning Channel," *2016 33rd Int. Conf. Light. Prot. ICLP 2016*, pp. 1–5, 2016.
- [8] L. Pecastaing *et al.*, "Experimental Demonstration of The Effectiveness of An Early Streamer Emission Air Terminal Versus A Franklin Rod," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 23, no. 1, pp. 605–608, 2016.
- [9] W. Rison, "Experimental Validation of Conventional and Non-Conventional Lightning Protection Systems," *2003 IEEE Power Eng. Soc. Gen. Meet. Conf. Proc.*, vol. 4, pp. 2195–2200, 2003.
- [10] V. A. Rakov *et al.*, "Direct Lightning Strikes to The Lightning Protective System of A Residential Building: Triggered-Lightning Experiments," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 17, no. 2, pp. 575–586, 2002.

- [11] G. Maslowski, V. A. Rakov, and R. Ziembra, “Experimental Investigation and Modeling of Surge Currents in Lightning Protection System 2 . Experimental Setup,” no. Lv, pp. 10–13, 2014.
- [12] R. Zoro, *Sistem Proteksi Petir pada Sistem Tenaga Listrik*, 1st ed. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2018.
- [13] H. Maulana, P. Studi, T. Elektro, S. Tinggi, and T. Mandala, “Analisis Luas Daerah Proteksi Petir Jenis Early Streamer pada Tower SUTT,” *J. Isu Teknol. STT Mandala*, vol. 12, no. 1, pp. 9–19, 2017.
- [14] H. P. A and F. Murdiya, “Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung Baru Fakultas Teknik Universitas Riau,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–12, 2017.
- [15] Dehn, *Lightning Protection Guide*, 3rd ed. Jerman: Dehn and Sohne, 2014.
- [16] V. Cooray, *An Introduction to Lightning*. New York, London: Springer Dordrecht Heidelberg, 2014.
- [17] D. Nugraheny, “Metode Nilai Jarak Guna Kesamaan Atau Kemiripan Ciri Suatu Citra (Kasus Deteksi Awan Cumulonimbus Menggunakan Principal Component Analysis),” *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 21, 2017.
- [18] Y. Baba and V. A. Rakov, “Present Understanding of the Lightning Return Stroke,” in *Lightning: Principles, Instruments and Applications*, H. D. Betz, U. Schumann, and P. Laroche, Eds. Springer, Dordrecht, 2008, pp. 171–187.
- [19] A. R. Hileman, “The Lightning Flash,” in *Insulation Coordination for Power Systems*, H. L. Willis, Ed. London: CRC Press, 1999.
- [20] V. Apollonov, “High Power/Energy Lasers and New Applications,” in *High-Conductivity Channels in Space*, Moscow: Springer International Publishing, 2018, pp. 171–187.
- [21] S. Ak. Hutagaol, “Studi Tentang Sistem Penangkal Petir pada BTS (Base Transceiver Station),” Universitas Sumatera Utara, 2009.
- [22] V. Cooray, V. Rakov, and N. Theethayi, “The lightning striking distance — Revisited,” *J. Electrostat.*, vol. 65, pp. 296–306, 2007.
- [23] IET Power, *Lightning Protection*. London, United Kingdom: The Institution of Engineering and Technology, 2010.

- [24] A. Braunstein, D. Berla, and Y. Beck, "External Lightning Protection- Israeli Standard and Code of Practice," *IEEE 24th Conv. Electr. Electron. Eng. Isr.*, pp. 57–61, 2006.
- [25] Z. M. Leksana, "Evaluation of Implementation of External Lightning Protection System : Case Study on the Military Radar Tower," *2018 3rd Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng.*, pp. 164–168, 2018.
- [26] Furse, "Introduction BS EN / IEC 62305 Lightning Protection Standard Key Points Guide to BS EN/IEC 62305," vol. 44, no. 0, 2008.
- [27] Standar Nasional Indonesia, "Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung," 2004.
- [28] R. A. Serway and J. John W. Jewett, *Principles of Physics: A Calculus-Based Text Fourth Edition*. USA: David Harris, 2006.
- [29] D. M. Christian, "Evaluasi Sistem Proteksi Petir Eksternal pada Pabrik PT. Pupuk Sriwijaya," 2017.
- [30] L. D. Grcev, A. Kuhar, V. Arnautovski-Toseva, and B. Markovski, "Evaluation of High-Frequency Circuit Models for Horizontal and Vertical Grounding Electrodes," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 33, no. 6, pp. 3065–3074, 2018.
- [31] R. Ziembra, G. Maslowski, and K. Baran, "Modeling of Surge Currents in Lightning Protection System Using ATP-EMTP," *ICHVE 2014 - 2014 Int. Conf. High Volt. Eng. Appl.*, pp. 2–5, 2014.
- [32] P. Hasse, "Overvoltage Protection of Low Voltage Systems," *Power Energy Ser.* 33, 2000.
- [33] P. S. Harijanto, M. Dhofir, and J. M. T. Haryono, "Perancangan Sistem Proteksi Petir Internal pada Condotel Borobudur Blimbing Kota Malang," *Malang Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2007.
- [34] Isnaini, "Perencanaan Gedung Aula dan UKM Fakultas Ekonomi, Tahap III, Universitas Sriwijaya Kampus Inderalaya," Ogan Ilir, ME, 2018.