

**SIMULASI KINERJA SISTEM PENYALUR PETIR PADA GEDUNG
PASCASARJANA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YGYAKARTA
DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ATP/EMTP**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Imam Hidayat
NIM : 20130120146
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir "**SIMULASI KINERJA SISTEM PENYALUR PETIR PADA GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ATP/EMTP**" ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis ilmiah yang lazim.

Yogyakarta 10 Oktober 2017
Penulis

Imam Hidayat



**It was the best of times, it was the worst of times,
It was the age of wisdom, it was the age of foolishness,
It was the epoch of belief, it was the epoch of incredulity,
It was the season of Light, it was the season of Darkness,
It was the spring of hope, it was the winter of despair,
We had everything before us, we had nothing before us,
We were all going direct to Heaven, we were all going direct the other way...**

- Charles Dickens



Untuk ibu,

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih, Maha Penyayang.

Puja dan puji syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T Tuhan semesta alam yang telah memberikan limpahan *rahmat, hidayah* dan *inayah*-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Simulasi Kinerja Sistem Penyalur Petir Pada Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Dengan Menggunakan Perangkat Lunak ATP/EMTP".

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata-1 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan juga menjadi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.). Selain sebagai syarat kelulusan, penulis berharap karya tulis ini dapat memberikan sumb angsih terhadap ilmu pengetahuan khususnya pada bidang teknik elektro. Penulis juga berharap karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Negara, dan bagi penulis pribadi.

Penulis menyadari dalam proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan selesaina karya ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, ibu, Ilham, dan Irma yang selalu memberikan dukungan dan doana sehingga penulis dapat menelesaikan pendidikan tinggi.
2. Incim, Amak dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan bantuan doa dan materi pada saat penulis menempuh pendidikan.

3. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 (satu), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
4. Rahmat Adiprasetya A.H., S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 (dua), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
5. Seluruh dosen program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis sehingga dapat menambah wawasan dan ilmu.
6. Seluruh staf Laboratorium Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dalam menjalankan praktikum.
7. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2013 khususnya kelas C yang telah memberikan pengalaman yang sangat berkesan.
8. Seluruh pihak yang tidak sempat disebutkan namanya satu-persatu.
Jasa kalian akan selalu penulis ingat.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih terdapat beberapa kekurangan, maka penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya. Oleh karena itu, penulis juga ingin meminta maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan dalam karya tulis ini.

Tak bosan-bosannya penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini. Penulis berharap karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi diri penulis sendiri maupun kepada pembaca sekalian. Segala bentuk kesalahan dan kekeliruan baik dalam bentuk teori maupun penyampaian harap disampaikan kepada penulis.

Yogyakarta, 10 Oktober 2017

Penulis,

Imam Hidayat



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
INTISARI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Petir.....	6
2.2.2 Mekanisme Terjadinya Petir.....	7
2.2.3 Rangkaian Equivalen Kelistrikan Atmosfer	9

2.2.4	Gelombang Arus Petir	10
2.2.5	Downward Leader	11
2.2.6	Upward Leader	12
2.2.7	Efek Sambaran Petir	13
2.2.8	Efek Sambaran Petir Terhadap Saluran Tegangan Rendah	13
2.2.9	Sistem Proteksi Petir	14
2.2.10	Sistem Proteksi Petir Eksternal	14
2.2.11	Sistem Proteksi Petir Internal	16
2.2.14	Terminasi Udara Jenis <i>Early Streamer Emission</i>	16
2.2.15	Kerusakan Akibat Sambaran Tidak Langsung	17
2.2.16	Perhitungan Kenaikan Tegangan Tanah (<i>Ground Potential Rise-GPR</i>) Akibat Sambaran Petir	19
2.2.17	Perhitungan Tegangan Induksi Akibat Sambaran Petir	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.4	Langkah Penelitian	23
3.6	Profil Gedung Pascasarjana UMY	27
3.7	Pemodelan Menggunakan ATP/EMTP	28
3.7.1	Model Surja Petir	29
3.7.2	Model Konduktor Penyalur	29
3.7.3	Model Sistem Pentanahan	29
3.7.4	Menentukan Nilai Besaran Parameter	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Pemodelan Sistem	32

4.2 Simulasi Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Kelistrikan Gedung Terhadap Kenaikan Tegangan pada Sistem Pentanahan Ketika Terjadi Sambaran.....	33
4.2.1 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 10 kA, 8/20 μ s	34
4.2.2 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 10 kA, 1,2/50 μ s	36
4.2.3 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 50 kA, 8/20 μ s	38
4.2.4 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 50 kA, 1,2/50 μ s	40
4.2.5 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 100 kA, 8/20 μ s	42
4.2.6 Simulasi Sambaran Petir dengan Impuls 100 kA, 1,2/50 μ s	44
4.3 Simulasi Dampak Sambaran Petir pada Tegangan Nominal di Sistem Kelistrikan Gedung.....	48
4.3.1 Impuls Petir 10 kA, 8/20 μ s.....	48
4.3.2 Impuls Petir 10 kA, 1,2/50 μ s.....	51
4.3.3 Impuls Petir 50 kA, 8/20 μ s.....	54
4.3.4 Impuls Petir 50 kA, 1,2/50 μ s.....	56
4.3.5 Impuls Petir 100 kA, 8/20 μ s.....	59
4.3.6 Impuls Petir 100 kA, 1,2/50 μ s.....	61
BAB V PENUTUP.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 10 kA, 8/20 μ s	34
Tabel 4. 2 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 10 kA, 1,2/50 μ s	37
Tabel 4. 3 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 50 kA, 8/20 μ s	39
Tabel 4. 4 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 50 kA 1,2/50 μ s	41
Tabel 4. 5 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 100 kA 8/20 μ s	43
Tabel 4. 6 Tabel pengaruh tahanan pentanahan terhadap efek sambaran petir 100 kA 1,2/50 μ s	45
Tabel 4. 7 Tabel pengaruh sambaran petir 10 kA 8/20 μ s terhadap tegangan nominal.....	49
Tabel 4. 8 Tabel pengaruh sambaran petir 10 kA 1,2/50 μ s terhadap tegangan nominal.....	51
Tabel 4. 9 Tabel pengaruh sambaran petir 50 kA 8/20 μ s terhadap tegangan nominal.....	54
Tabel 4. 10 Tabel pengaruh sambaran petir 50 kA 1,2/50 μ s terhadap tegangan nominal.....	57
Tabel 4. 11 Tabel pengaruh sambaran petir 100 kA 8/20 μ s terhadap beban tegangan nominal	59
Tabel 4. 12 Tabel pengaruh sambaran petir 100 kA 1,2/50 μ s terhadap beban tegangan nominal	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta sambaran petir pada bulan Maret 2017	1
Gambar 2. 1 Proses pembentukan awan cumulonimbus.....	7
Gambar 2. 2 Proses terjadinya petir	9
Gambar 2. 3 Rangkaian ekuivalen atmosfer	10
Gambar 2. 4 Bentuk gelombang impuls petir standar.....	11
Gambar 2. 5 Downward leader	12
Gambar 2. 6 Upward leader.....	12
Gambar 2. 7 Elektroda pentanahan	15
Gambar 2. 8 Prinsip kerja early streamer emission.....	16
Gambar 2. 9 Mekanisme coupling resistive.....	18
Gambar 2. 10 Mekanisme coupling inductive	18
Gambar 2. 11 Mekanisme coupling capacitive.....	19
Gambar 2. 12 Distribusi tegangan petir pada elektroda di dalam tanah.....	19
Gambar 2. 13 Distribusi tegangan petir elektroda rod di dalam tanah.....	20
Gambar 2. 14 Loop berada di samping kabel konduktor.....	22
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 3. 2 Denah bangunan.....	27
Gambar 3. 3 Prosedur simulasi menggunakan ATPDraw	28
Gambar 3. 4 Model tipe Heidler	29
Gambar 3. 5 Model konduktor penyalur	29
Gambar 3. 6 Model rangkaian elektroda pentanahan.....	29
Gambar 4. 1 Diagram model saluran penyalur petir pada Gedung Pascasarjana UMY	32
Gambar 4. 2 Tegangan Petir 10 kA, 8/20 μ s.....	34
Gambar 4. 3 Grafik arus petir 10 kA, 8/20 μ s.....	34
Gambar 4. 4 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 10 kA, 8/20 μ s.....	35

Gambar 4. 5 Grafik arus petir 10 kA 1,2/50 μ s.....	36
Gambar 4. 6 Grafik tegangan petir 10 kA 1,2/50 μ s.....	36
Gambar 4. 7 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 10 kA, 1,2/50 μ s.....	38
Gambar 4. 8 Grafik arus petir 50 kA 8/20 μ s.....	38
Gambar 4. 9 Grafik tegangan petir 50 kA 8/20 μ s.....	39
Gambar 4. 10 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 50 kA, 8/20 μ s.....	40
Gambar 4. 11 Grafik arus petir 50 kA 1,2/50 μ s.....	40
Gambar 4. 12 Grafik tegangan petir 50 kA 1,2/50 μ s.....	41
Gambar 4. 13 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 50 kA 1,2/50 μ s.....	42
Gambar 4. 14 Grafik arus petir 100 kA 8/20 μ s.....	42
Gambar 4. 15 Grafik tegangan petir 100 kA 8/20 μ s.....	43
Gambar 4. 16 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 100 kA 8/20 μ s.....	44
Gambar 4. 17 Grafik arus petir 100 kA 1,2/50 μ s.....	44
Gambar 4. 18 Grafik tegangan petir 100 kA 1,2/50 μ s.....	45
Gambar 4. 19 Grafik hasil simulasi pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap sambaran petir 100 kA 1,2/50 μ s.....	46
Gambar 4. 20 Grafik perbandingan nilai tegangan pada sistem pentanahan gedung.....	47
Gambar 4. 21 Efek sambaran petir 10 kA 8/20 μ s pada beban 220 V tiga fasa	48
Gambar 4. 22 Grafik pengaruh sambaran petir 10 kA 8/20 μ s terhadap tegangan nominal.....	50
Gambar 4. 23 Efek sambaran petir 10 kA 1,2/50 μ s pada beban 220 V tiga fasa.....	51
Gambar 4. 24 Grafik pengaruh sambaran petir 10 kA 1,2/50 μ s terhadap tegangan nominal.....	53
Gambar 4. 25 Efek sambaran petir 50 kA 8/20 μ s pada beban 220 V tiga fasa	54

Gambar 4. 26 Grafik pengaruh sambaran petir 50 kA 8/20 μ s terhadap tegangan nominal.....	55
Gambar 4. 27 Efek sambaran petir 50 kA 1,2/50 μ s pada beban 220 V tiga fasa	56
Gambar 4. 28 Grafik pengaruh sambaran petir 50 kA 1,2/50 μ s terhadap beban tegangan nominal.....	58
Gambar 4. 29 Efek sambaran petir 100 kA 8/20 μ s pada beban 220 V tiga fasa	59
Gambar 4. 30 Grafik pengaruh sambaran petir 100 kA 8/20 μ s terhadap beban tegangan nominal.....	60
Gambar 4. 31 Efek sambaran petir 100 kA 1,2/50 μ s pada beban 220 V tiga fasa	61
Gambar 4. 32 Grafik pengaruh sambaran petir 100 kA 1,2/50 μ s terhadap beban tegangan nominal.....	63



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

°C	=	<i>Celcius</i>
Ω	=	Ohm
Ωm	=	Ohm meter
μF	=	mikro Farad (10^{-6} Farad)
μs	=	mikro sekon (10^{-6} sekon)
A	=	Ampere
AC	=	<i>Alternating Current</i>
APAR	=	Alat Pemadam Api Ringan
ATP	=	<i>Alternative Transients Program</i>
BMKG	=	Badan Meteorologi dan Geofisika
C	=	Kapasitansi
CCTV	=	Closed-Circuit Televisions
EMTP	=	<i>Electromagnetic Transients Program</i>
F	=	Farad
GPR	=	<i>Ground Potential Rise</i>
Hz	=	<i>Hertz</i>
IEC	=	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	=	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
kA	=	kilo Ampere (10^3 Ampere)
Km	=	Kilometer (10^3 meter)
kVA	=	Kilo volt ampere
L	=	Induktansi
m ²	=	meter per segi
mH	=	mili Henry (10^{-3} Henry)
R	=	Resistansi
V	=	Volt