

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA GEDUNG  
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Drajat Strata-1  
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



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

**2019**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dan bertanggungjawab dibawah ini menyatakan bahwa penelitian ini saya buat tanpa ada tindak plagiarisme kecuali yang mengacu secara tertulis dalam daftar pustaka sesuai peraturan yang berlaku pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jika dikemudian hari saya terbukti melakukan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang dijatuhkan oleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 01 Mei 2019



Muhammad Arif Zakaria

20150120094

## MOTTO

“Man Jadda Pasti Wa Jadda”  
(Muhammad Arif Zakaria)

سُورَةُ طه آية ١١٤:

فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ ۚ وَلَا تَجْعَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَىٰ  
إِلَيْكَ وَحْيُهُ، صَلَّى وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا (١١٤)

Artinya:

“Maka Maha Tinggi Allah, Raja yang sebenar-benarnya. Dan janganlah engkau (Muhammad) tergesa-gesa (membaca) Al-Qur'an sebelum selesai diwahyukan kepadamu, dan katakanlah, “Ya Tuhanku, tambahkanlah ilmu kepadaku”.” (Q.S. Taha ayat 114).

“Apabila anak adam meninggal, maka terputuslah amalnya kecuali tiga hal, yaitu ilmu yang bermanfaat, sedekah jariah dan anak yang soleh yang mendoakan.”

(HR. Muslim)

“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar”

(Umar bin Khattab)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tak lupa saya mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT. yang senantiasa memberikan kemudahan bagi Hamba-Nya yang mau berusaha dan berdo'a. Tak lupa juga karya ini saya persembahkan kepada:

1. Agama Islam yang telah mengenalkan saya kepada Allah SWT. dan Rosul-Nya serta makhluk-makhluk ciptaan-Nya.
2. Kedua orang tua saya bapak dan ibu tercinta, dengan do'a restu dan kasih sayangnya yang luar biasa selalu memberikan semangat tiada henti.
3. Semua sahabat dan teman-teman saya yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>6</b>
<b>LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Landasan Teori .....	7
2.2.1 Petir.....	7
2.2.2 Proses Terjadinya Petir .....	9
2.2.3 Hari Guruh .....	11
2.2.4 Surja Petir .....	12

2.2.5	Jenis-jenis Petir .....	12
2.2.6	Bentuk Arus pada Gelombang Petir .....	13
2.2.7	Frekuensi Sambaran Petir .....	14
2.2.8	Akibat dari Sambaran Petir .....	15
2.2.9	Prinsip Dasar Instalasi Listrik .....	15
2.2.10	Komponen Pengaman Instalasi Listrik .....	16
2.2.11	Definisi Sistem Pentanahan .....	19
2.2.12	Fungsi Sistem Pentanahan .....	20
2.2.13	Tujuan Sistem Pentanahan .....	21
2.2.14	Sistem Pentanahan Eksternal dan Internal .....	22
2.2.15	Macam-macam Sistem Pentanahan .....	24
2.2.16	Sistem Pentanahan pada Pengamanan Peralatan .....	27
2.2.17	Jenis-jenis Elektroda Pentanahan .....	30
2.2.18	Tahanan Jenis Tanah .....	33
2.2.19	Penangkal Petir .....	35
2.2.20	Jenis-jenis Metode Pemasangan Penangkal Petir .....	35
2.2.21	Perhitungan Kegagalan Perlindungan Penangkal Petir .....	38
2.2.22	Kebutuhan Perlindungan Terhadap Petir .....	39
2.2.23	Kebutuhan Perlindungan Terhadap Petir Menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) .....	39
2.2.24	Metode Ruang Sistem Perlindungan Konvensional .....	43
2.2.25	Metode Ruang Sistem Perlindungan Non-Konvensional .....	45
2.2.26	Standar Penghantar yang Digunakan pada Sistem Pentanahan .....	46
2.2.27	Penghantar Rel ( <i>Busbar</i> ) .....	52
<b>BAB III</b>	.....	<b>53</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	.....	<b>53</b>
3.1.	Metode Penelitian .....	53
3.2.	Lokasi Penelitian .....	53
3.3.	Waktu Penelitian .....	53
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian .....	54
3.4.1	Alat .....	54

3.4.2	Bahan .....	54
3.5.	Langkah-langkah Penelitian .....	55
3.5.1	Studi Kasus .....	55
3.5.2	Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	56
3.5.3	Studi Literatur .....	56
3.5.4	Pengambilan Data .....	56
3.5.5	Pengolahan Data .....	57
3.5.6	Hasil Penelitian .....	57
3.5.7	Kesimpulan .....	58
<b>BAB IV</b>	.....	<b>59</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>59</b>
4.1.	Hasil dan Analisis Data.....	59
4.2.	Analisis Tingkat Kebutuhan Sistem Pentanahan terhadap Sambaran Petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.....	60
4.3.	Analisis Daerah Perlindungan Penangkal Petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta .....	62
4.4.	Analisis Persentase Kegagalan Perlindungan Penangkal Petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta .....	65
4.5.	Analisis Sistem Pentanahan Elektroda Penangkal Petir terhadap Sambaran Petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.....	68
4.6.	Analisis Sistem Pentanahan Elektrikal Instalasi Listrik terhadap Sambaran Petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.....	70
<b>BAB V</b>	.....	<b>75</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	.....	<b>75</b>
5.1.	Kesimpulan .....	75
5.2.	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN – LAMPIRAN</b>	.....	<b>78</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme terjadinya petir .....	11
Gambar 2.2 Osilogram-bentuk-gelombang-arus-petir .....	13
Gambar 2.3 Saluran tanah dan netral disatukan (TN-C).....	25
Gambar 2.4 Saluran tanah dan netral disatukan terpisah .....	25
Gambar 2.5 Saluran tanah dan netral dipisah (TN-S).....	26
Gambar 2.6 Saluran pentanahan sistem tanah dengan tanah (TT).....	27
Gambar 2.7 Saluran sistem tanah terisolasi (IT).....	27
Gambar 2.8 Fenomena (a) tegangan sentuh dan (b) tegangan langkah .....	29
Gambar 2.9 Kejadian tegangan sentuh tidak langsung .....	30
Gambar 2.10 Elektroda berbentuk batang (rod).....	31
Gambar 2.11 Elektroda berbentuk pita .....	32
Gambar 2.12 Elektroda berbentuk pelat .....	33
Gambar 2.13 Sudut dan ruang proteksi.....	44
Gambar 2.14 Copper Butter Connector .....	46
Gambar 2.15 Ground Rod Drilling Head.....	47
Gambar 2.16 (a) Klem kabel (b) Klem penjepit .....	48
Gambar 2.17 Bak-kontrol .....	48
Gambar 2.18 Kabel NYA.....	49
Gambar 2.19 Kabel NYM.....	50
Gambar 2.20 Kabel NYY.....	50
Gambar 2.21 Kabel NYF .....	51
Gambar 2.22 Kabel NYFGbY .....	51
Gambar 3.1 Lokasi Perpustakaan UMY .....	53
Gambar 4.1 Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.....	59
Gambar 4.2 Sudut Perlindungan Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.....	63
Gambar 4.3 Penangkal Petir.....	64
Gambar 4.4 Elektroda penangkal petir berbentuk batang (rod).....	68



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahanan jenis tanah.....	34
Tabel 2.2 Indeks A: Bahaya berdasarkan penggunaan dan Isi bangunan .....	40
Tabel 2.3 Indeks B: Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan.....	41
Tabel 2.4 Indeks C: Bahaya berdasarkan tinggi bangunan .....	41
Tabel 2.5 Indeks D: Bahaya berdasarkan situasi bangunan.....	41
Tabel 2.6 Indeks E: Bahaya berdasarkan hari guruh .....	42
Tabel 2.7 Indeks R: Perkiraan bahaya sambaran petir.....	42
Tabel 2.8 Efisiensi sistem proteksi petir .....	43
Tabel 2.9 Penempatan terminasi udara sesuai tingkat proteksi .....	44
Tabel 4.1 Data Gedung Perpustakaan UMY dan Hari Guruh BMKG.....	59
Tabel 4.2 Tabel hari guruh tahun 2018 di Daerah Istimewa Yogyakarta .....	60
Tabel 4.3 Analisis tahanan pentanahan penangkal petir .....	70
Tabel 4.4 Analisis tahanan pentanahan elektrik.....	70
Tabel 4.5 Kabel pentanahan LPD.PRP dengan PUIL 2011.....	71
Tabel 4.6 Kabel pentanahan LP 1.PRP dengan PUIL 2011.....	72
Tabel 4.7 Kabel pentanahan LP 2.PRP dengan PUIL 2011.....	72
Tabel 4.8 Kabel pentanahan LP 3.PRP dengan PUIL 2011.....	73
Tabel 4.9 Kabel pentanahan LP 4.PRP dengan PUIL 2011.....	74

## DAFTAR NOTASI

p	= Panjang bangunan (meter)
l	= Lebar bangunan (meter)
h	= Tinggi atap gedung (meter)
T	= Hari guruh wilayah per tahun
Ng	= Kerapatan sambaran petir ke tanah
Ae	= Luas daerah yang memiliki angka sambaran Nd (km <sup>2</sup> )
Nd	= Nilai frekuensi sambaran petir yang mengenai struktur bangunan yang dilindungi
RG	= Resistansi pentanahan (ohm)
RR	= Resistansi pentanahan berbentuk rod (ohm)
LR	= Panjang elektroda (meter)
AR	= Diameter elektroda (meter)
RW	= Tahanan kisi-kisi (grid) kawat (ohm)
$\rho$	= Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
Lw	= Panjang total grid kawat (meter)
Rp	= Tahanan pelat (ohm)
Wp	= Lebar pelat (meter)
Lp	= Panjang pelat (meter)
Tp	= Tebal pelat (meter)
A	= Luas daerah yang dilindungi
S	= Tinggi total gedung
d	= Diameter perlindungan (meter)
r	= Jari-jari perlindungan (meter)
D	= Kerapatan sambaran petir
SFO	= Jumlah gangguan akibat kegagalan penangkal petir
IKL	= Jumlah hari guruh per tahun
L	= Jumlah sambaran petir
$\theta$	= Sudut perlindungan
P $\theta$	= Kemungkinan kegagalan penangkal petir

- E = Efisiensi sistem proteksi
- Nc = Nilai frekuensi sambaran petir
- $\alpha = \theta$  = Besar sudut perlindungan
- h = Tinggi dari tanah ke ujung penangkal petir/penerima (meter)
- Rp = Radius dari proteksi dalam area dalam horizontal dalam jarak vertikal h  
dari ujung tipe ESE
- D = Tingkat proteksi
- $\Delta L$  = Tambahan jarak (meter)