

**PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN DAN
PROTEKSI PETIR DI GEDUNG REKTORAT
POLITEKNIK KESELAMATAN
TRANSPORTASI JALAN**

SKRIPSI

**Skripsi ini diajukan untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi
Sarjana Strata Satu Program S1**

Oleh:

**Bareg Septy Martindo
183112700220017**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

**PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN DAN
PROTEKSI PETIR DI GEDUNG REKTORAT
POLITEKNIK KESELAMATAN
TRANSPORTASI JALAN**

SKRIPSI

Oleh:

Bareg Septy Martindo
183112700220017



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
AGUSTUS 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi dengan judul:

“PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN DAN PROTEKSI PETIR DI GEDUNG REKTORAT POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN”

yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Skripsi yang sudah pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun di Perguruan Tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian-bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.



Jakarta, 20 Agustus 2024



(Bareg Septy Martindo)
NIM. 183/112700220017

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN DAN PROTEKSI PETIR DI GEDUNG REKTORAT POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN”


Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Strata Satu Program S1 pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional dan telah disetujui untuk diujikan dalam sidang skripsi sesuai dengan ketentuan administrasi dan akademik yang berlaku.



Jakarta, 20 Agustus 2024

Nama : Bareg Septy Martindo
NIM : 183112700220017

Pembimbing Utama,


(Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D)
NID. 0301050724

Pembimbing Pendamping,


(W.G. Adhyartha U. Keraf, S.T., M.T., M.T.I)
NID. 040017016

Ketua Program Studi,


(Ir. Idris Kusuma M. T.)
NID. 010990618

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Bareg Septy Martindo
NPM : 183112700220017
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Pentanahan dan Proteksi Petir di Gedung
Rektorat Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional.



The logo is a green shield with a yellow border. At the top is a yellow star with the text "DEWAN PENGUJI" below it. In the center is a stylized white and red emblem. At the bottom, the text "UNIVERSITAS NASIONAL" is written in white on a green background.

Pembimbing I : Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. (.....)

Pembimbing II : W.G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., M.T.I. (.....)

Penguji I : Ir. Idris Kusuma M. T. (.....)

Penguji II : Fuad Djauhari, S.T., M.T. (.....)

Penguji III : Ir. Rianto Nugroho, M.T. (.....)

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 20 Agustus 2024

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan tepat waktu. Penulis menyadari bahwa tanpa doa, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak akan sulit untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Sosok yang tidak pernah berhenti mendoakan dan memberikan masukan kepada penulis yaitu orang tua serta anak dan istri tercinta, beserta keluarga besar lainnya yang selalu memberikan dukungan doa dan semangat serta selalu meyakinkan penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. dan Bapak W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., M.TI. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan penelitian ini.
3. Bapak Ir. Idris Kusuma, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro dan dosen pembimbing akademik saya, Bapak Fuad Djauhari, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, terima kasih banyak karena telah memberikan banyak pelajaran dan empati kepada saya selama menjalani masa perkuliahan.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama menjalani perkuliahan.



Jakarta, 20 Agustus 2024
Bareg Septy Martindo

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

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bareg Septy Martindo
NPM : 183112700220017
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Sains
Jenis karya : Skripsi

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

“Perancangan Sistem Pentanahan dan Proteksi Petir di Gedung Rektorat Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

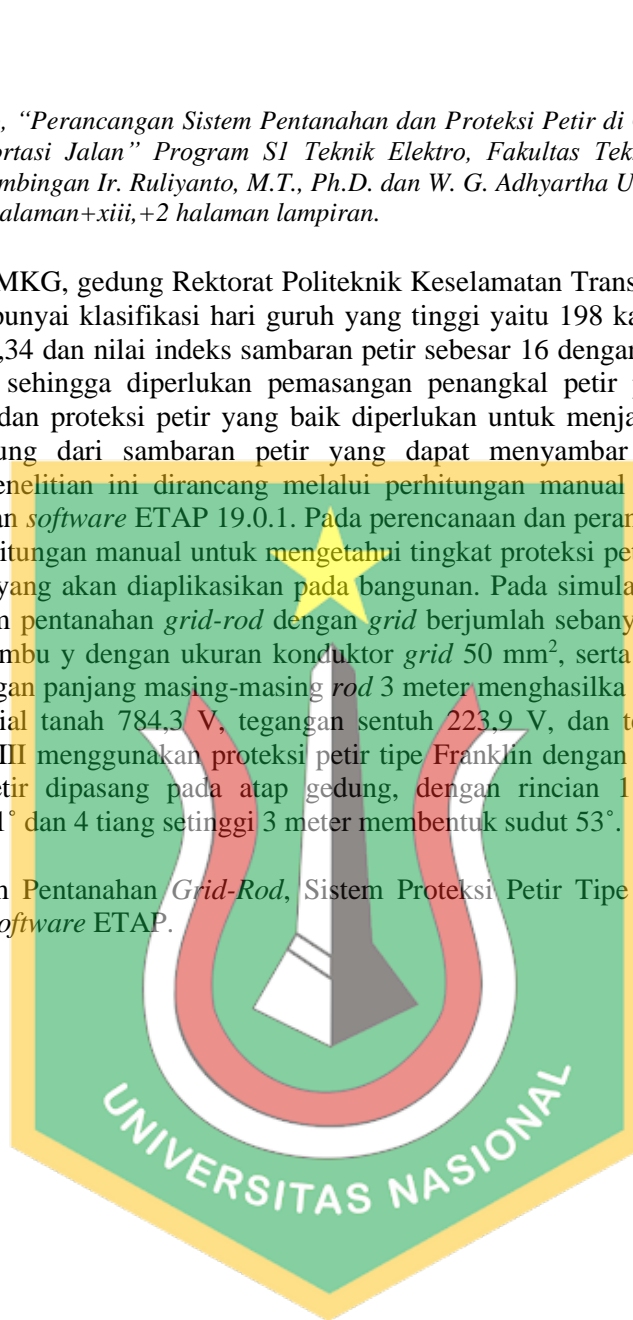


ABSTRAK

Bareg Septy Martindo, "Perancangan Sistem Pentanahan dan Proteksi Petir di Gedung Rektort Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan" Program S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Nasional, di bawah bimbingan Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D. dan W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., M.T.I., 20 Agustus 2024, 76 halaman+xiii,+2 halaman lampiran.

Berdasarkan data BMKG, gedung Rektorat Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan berlokasi di wilayah yang mempunyai klasifikasi hari guruh yang tinggi yaitu 198 kali dalam setahun dengan nilai isokeraunik 54,34 dan nilai indeks sambaran petir sebesar 16 dengan kategori potensi bahaya yang sangat tinggi sehingga diperlukan pemasangan penangkal petir pada bangunan tersebut. Sistem pentanahan dan proteksi petir yang baik diperlukan untuk menjaga keselamatan personel dan peralatan gedung dari sambaran petir yang dapat menyambar sewaktu-waktu. Sistem pentanahan pada penelitian ini dirancang melalui perhitungan manual kemudian disimulasikan dengan menggunakan *software* ETAP 19.0.1. Pada perencanaan dan perancangan sistem penangkal petir dilakukan perhitungan manual untuk mengetahui tingkat proteksi petir kemudian menentukan jenis proteksi petir yang akan diaplikasikan pada bangunan. Pada simulasi *software* ETAP 19.0.1 menggunakan sistem pentanahan *grid-rod* dengan *grid* berjumlah sebanyak 5 buah pada sumbu x dan 5 buah pada sumbu y dengan ukuran konduktor *grid* 50 mm², serta 4 konduktor *rod* dengan ukuran 70 mm² dengan panjang masing-masing *rod* 3 meter menghasilkan nilai resistansi *grid* 0,051 Ω, kenaikan potensial tanah 784,3 V, tegangan sentuh 223,9 V, dan tegangan langkah 117 V. Proteksi petir level III menggunakan proteksi petir tipe Franklin dengan metode sudut proteksi. 5 tiang penangkal petir dipasang pada atap gedung, dengan rincian 1 tiang setinggi 7 meter membentuk sudut 41° dan 4 tiang setinggi 3 meter membentuk sudut 53°.

Kata kunci: Sistem Pentanahan *Grid-Rod*, Sistem Proteksi Petir Tipe Franklin, Metode Sudut Proteksi, Simulasi *Software* ETAP.

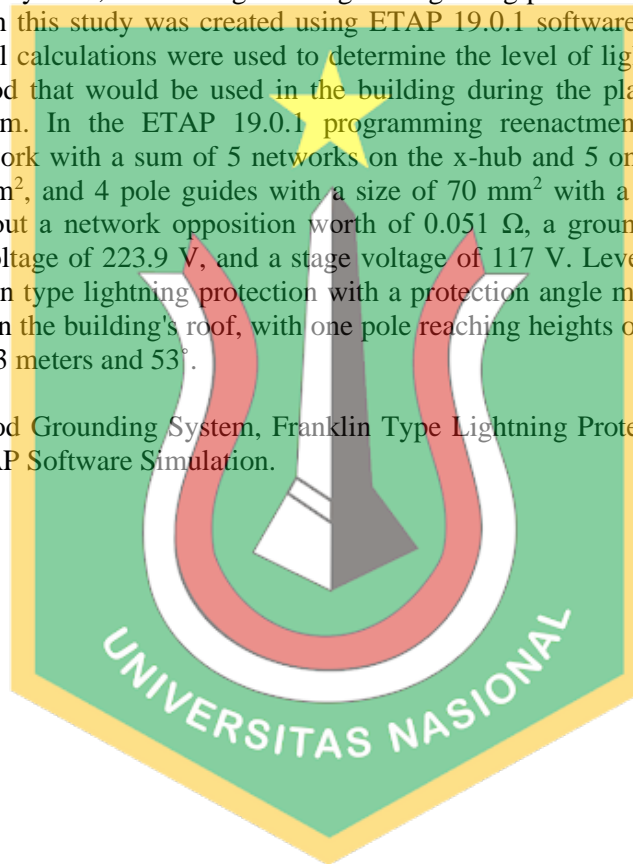


ABSTRACT

Bareg Septy Martindo, "Design of Grounding and Lightning Protection Systems in the Rectorate Building of the Road Transportation Safety Polytechnic" Bachelor's Degree Program in Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Ruliyanto, M.T., Ph.D., and W. G. Adhyartha Usse Keraf, S.T., M.T., M.T.I., Agustus 20, 2024, 76 pages + xiii+2 attachment pages.

According to BMKG data, the Road Transportation Safety Polytechnic's Rectorate Building is in an area with 198 high thunderstorm days per year, an isokeraunic value of 54.34, a lightning strike index value of 16, and a very high potential hazard category, necessitating the installation of lightning rods on the building. To protect personnel and building equipment from lightning strikes, which can occur at any time, a reliable grounding and lightning protection system is required. The grounding system in this study was created using ETAP 19.0.1 software simulations and manual calculations. Manual calculations were used to determine the level of lightning protection and the kind of lightning rod that would be used in the building during the planning and design of the lightning rod system. In the ETAP 19.0.1 programming reenactment utilizing a lattice bar establishing framework with a sum of 5 networks on the x-hub and 5 on the y-hub with a matrix guide size of 50 mm², and 4 pole guides with a size of 70 mm² with a length of every bar of 3 meters bringing about a network opposition worth of 0.051 Ω , a ground expected increment of 784.3 V, a touch voltage of 223.9 V, and a stage voltage of 117 V. Level III lightning protection employs the Franklin type lightning protection with a protection angle method. Five lightning rod poles are installed on the building's roof, with one pole reaching heights of 7 meters and four poles reaching heights of 3 meters and 53°.

Keywords: Grid-Rod Grounding System, Franklin Type Lightning Protection System, Protection Angle Method, ETAP Software Simulation.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Urgensi Penelitian	3
1.4 Tujuan Penulisan.....	3
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Metode Penyelesaian Masalah.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
1.1. Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Hasil Tinjauan Pustaka	10
2.2 Grounding	10
2.2.1 Resistivitas Tanah.....	10
2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Resistivitas Tanah	11
2.2.3 Perhitungan <i>Grounding</i>	11
2.2.4 Perhitungan Elektroda Pembumian	12
2.2.5 Perhitungan Ukuran Konduktor.....	14
2.2.6 Perhitungan Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah Yang Diijinkan.....	16
2.2.7 Perhitungan Resistansi <i>Grid</i>	17
2.2.8 Perhitungan Ground Potential Rise (GPR).....	17
2.2.9 Perhitungan Tegangan <i>Mesh</i> dan Tegangan Langkah Sebenarnya	18
2.2.10 Struktur Tanah	20
2.3 Penangkal Petir	20
2.3.1 Mekanisme terjadinya petir	21
2.3.2 Efek Sambaran Petir	21
2.3.3 Cara Kerja Proteksi Petir	22
2.3.4 Perhitungan Indeks Kebutuhan Instalasi Proteksi Petir.....	22
2.3.5 Perhitungan Sistem Proteksi Petir	26
2.3.6 Jenis Jenis Proteksi Petir	30
2.4 Arus Hubung Singkat.....	36
2.5 Kesalahan Perhitungan	37
2.5.1 Kesalahan Mutlak	37
2.5.2 Kesalahan Relatif.....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	38

3.2	Peralatan Penelitian.....	38
3.3	Konsep Perancangan Penelitian.....	38
3.3.1	Diagram Alir Penelitian.....	38
3.3.2	Objek Penelitian	39
3.4	Perhitungan Nilai Konduktor <i>Rod</i>	41
3.4.1	Menghitung Nilai Resistansi Rod Tunggal	42
3.4.2	Menghitung Nilai Resistansi Multi Rod.....	43
3.5	Perhitungan Nilai Konduktor <i>Grid</i>	43
3.5.1	Menghitung Ukuran Konduktor <i>Grid</i>	43
3.5.2	Menghitung Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah Yang Diijinkan	44
3.5.3	Menghitung Resistansi Konduktor	45
3.5.4	Menghitung <i>Ground Potential Rise</i> (GPR)	46
3.5.5	Menghitung Tegangan <i>Mesh</i> dan Tegangan Langkah Yang Sebenarnya	46
3.6	Hasil Perhitungan Manual	47
3.7	Desain <i>Grounding</i>	49
3.6.1	Langkah-langkah Desain <i>Grounding</i>	49
3.6.2	Data Desain <i>Grounding</i>	49
3.6.3	Input Data Desain <i>Grounding</i>	50
3.8	Perhitungan Indeks Kebutuhan Proteksi Petir	52
3.9	Perhitungan Proteksi Petir	53
3.10	Hasil Perhitungan Sistem Proteksi Petir	55
3.11	Desain Proteksi Petir	55
3.11.1	Langkah-langkah Desain Proteksi Petir	55
3.11.2	Asumsi Desain Proteksi Petir	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1	Hasil.....	59
4.1.1	Hasil Desain <i>Grounding</i>	59
4.1.2	Hasil Desain Proteksi Petir.....	61
4.2	Analisis	62
4.2.1	Analisis Hasil Desain <i>Grounding</i>	62
4.2.2	Analisis Hasil Desain Proteksi Petir.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Sambaran Petir Indonesia Februari 2024 [3]	1
Gambar 2.1 Elektroda Plat[12]	14
Gambar 2.2 Grafik Sudut Proteksi Petir[41][42]	28
Gambar 2.3 Penangkal Petir Tipe Franklin	32
Gambar 2.4 Sudut Proteksi Pada Gedung	33
Gambar 2.5 Air Termination Rod	34
Gambar 2.6 Sistem Proteksi Petir Bola Bergulir[44]	35
Gambar 2.7 Sistem Proteksi Petir Tipe Faraday	35
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3.2 Gedung Rektorat PKTJ Tampak Depan	40
Gambar 3.3 Gedung Rektorat PKTJ Tampak Samping Kanan	40
Gambar 3.4 Gedung Rektorat PKTJ Tampak Atas	40
Gambar 3.5 Potongan dan Ukuran Gedung Rektorat PKTJ	41
Gambar 3.6 Input Data Konduktor Grid	50
Gambar 3.7 Input Data Konduktor Rod	51
Gambar 3.8 Input Data Soil Editor	51
Gambar 3.9 Input Data Soil Editor	52
Gambar 3.10 Sudut Proteksi Petir Asumsi 1	56
Gambar 3.11 Area Proteksi Petir Asumsi 1	56
Gambar 3.12 Sudut Proteksi Petir Asumsi 2	57
Gambar 3.13 Area Proteksi Petir Asumsi 2	57
Gambar 3.14 Sudut Proteksi Petir Asumsi 3	58
Gambar 3.15 Area Proteksi Petir Asumsi 3	58
Gambar 4.1 Tampilan Desain Grounding Grid-Rod Tampak Samping	59
Gambar 4.2 Tampilan Desain Grounding Grid Tampak Atas	60
Gambar 4.3 Tampilan Hasil Desain Lapisan Tanah Pada ETAP	60
Gambar 4.4 Hasil Kalkulasi Desain Pentanahan	61
Gambar 4.5 Desain Proteksi Petir Gedung Rektorat PKTJ Tampak Depan	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kesimpulan Tinjauan Pustaka	9
Tabel 2. 2 Resistansi Jenis Tanah[13]	12
Tabel 2. 3 Faktor λ Multi Rod[28]	13
Tabel 2.4 Parameter Material Konduktor[14], [31].....	15
Tabel 2.5 Decrement Factor (Df)[34].....	18
Tabel 2.6 Indeks A Penggunaan Isi Bangunan.....	23
Tabel 2.7 Indeks B Konstruksi Bangunan.....	23
Tabel 2.8 Indeks C Tinggi Bangunan.....	24
Tabel 2.9 Indeks D Situasi Bangunan	24
Tabel 2.10 Hari Guruh Kota di Indonesia[38].....	25
Tabel 2.11 Indeks E Hari Guruh Pertahun	25
Tabel 2.12 Indeks R Perkiraan Bahaya	26
Tabel 2.13 Tingkat Proteksi Petir.....	27
Tabel 2.14 Sudut Proteksi Petir[42], [43].....	28
Tabel 2.15 Parameter Petir.....	30
Tabel 3.1 Data Trafo.....	42
Tabel 3.2 Nilai Asumsi Desain Konduktor	45
Tabel 3.3 Resistansi Grid Hasil Perhitungan.....	46
Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Manual Sistem Pentanahan.....	48
Tabel 3.5 Data Input Simulasi Software ETAP.....	50
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Sistem Proteksi Petir.....	55
Tabel 4.1 Parameter grounding asumsi 4	63
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP	67



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL UJI RESISTIVITAS TANAH	77
LAMPIRAN 2 TRAFU GEDUNG REKTORAT PKTJ	78
LAMPIRAN 3 NAME PLATE TRAFU GEDUNG REKTORAT PKTJ	78

