

PERANCANGAN SISTEM PENANGKAL PETIR KONVENSIONAL TIPE FRANKLIN METODE ROLLING SPHERE DI GEDUNG BERTINGKAT

SKRIPSI

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

Oleh:

**Maulana Febri Yananto
197002516035**



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

PERANCANGAN SISTEM PENANGKAL PETIR KONVENSIONAL TIPE FRANKLIN METODE ROLLING SPHERE DI GEDUNG BERTINGKAT

SKRIPSI

Oleh:

Maulana Febri Yananto
197002516035



**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 PENANGKAL PETIR KONVENSIONAL TIPE FRANKLIN METODE ROLLING SPHERE DI GEDUNG BERTINGKAT”

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, 30 Agustus 2024



(Maulana Febri Yananto)
NIM. 197002516035

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

“DESIGN LIGHTNING PROTECTION SYSTEM FRANKLIN TYPE BY ROLLING SPHERE METHOD FOR HIGH RISE BUILDING”

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, 30 Agustus 2024



Nama : Maulana Febri Yananto
NIM : 19700251635



Pembimbing Utama,

(Ir. Rianto Nugroho, M. T.)
NID.0104050734

Pembimbing Pendamping,

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

Ketua Program Studi,

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Maulana Febri Yananto
NPM : 197002516035
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perancangan Sistem Penangkal Petir Konvensional Tipe Franklin Metode Rolling Sphere Di Gedung Bertingkat.

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.



DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Rianto Nugroho, M. T. (.....)

Pembimbing II : Ir. Idris Kusuma M. T. (.....)

Penguji I : Rulyanto, S.T, M.T. Ph.D. (.....)

Penguji II : Novi Azman, S.T., M.T., Ph.D. (.....)

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

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 30 Agustus 2024

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmatnya 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). Bapak Ir. Rianto Nugroho, M. T. dan Bapak Ir. Idris Kusuma, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan penelitian ini.
- (2). Bapak Ir. Idris Kusuma, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro dan dosen pembimbing akademik saya, Bapak Novi Azman, M.T., Ph.D. Terima kasih banyak karena telah memberikan banyak pelajaran dan empati kepada saya selama menjalani masa perkuliahan.
- (3). Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
- (4). Ayahanda Miftahudin, beliau yang menjadi inti tulang punggung keluarga. Meskipun beliau tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis menjadi laki-laki yang kuat dan tegar dalam segala rintangan, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
- (5). Ibunda Sri Wiharyani, Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program studi penulis. Beliau juga memang tidak sempat merasakan pendidikan hingga bangku perkuliahan, namun gigih dalam memanjatkan doa yang selalu beliau berikan yang tiada henti meminta kepada Tuhan Yang Maha Esa, hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
- (6). Seluruh adik-adik saya yaitu Harist Abiyyufarhan dan Dinda Rifdah Aisyah yang tidak pernah berhenti memberi segala motivasi, doa yang terus di panjatkan, dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan pendidikan tinggi ini dengan penuh semangat dan tekad yang sangat besar.
- (7). Seluruh teman-teman saya Annisa Alifia Ayu, Ahmad Aminul Kasbi, Arya Rizky Pramono, Fajar Nur Ramadhani, Dan seluruh teman-teman kerja saya di Proyek PT PP Gedung IT Mandiri Bumi Slipi yang tidak pernah berhenti memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan studi ini sampai selesai.
- (8). Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nasional atas ilmu dan bimbingan yang diberikan selama menjalani perkuliahan.

Jakarta, 30 Agustus 2024
Penulis

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

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

Nama : Maulana Febri Yananto
NPM : 197002516035
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 Penangkal Petir Konvensional Tipe Franklin Metode Rolling Sphere Di Gedung Bertingkat”

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

Maulana Febri Yananto, “Perancangan Sistem Penangkal Petir Konvensional Tipe Franklin Metode Rolling Sphere Di Gedung Bertingkat”, Program SI Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional, dibawah bimbingan Ir. Rianto Nugroho, M. T, dan Ir. Idris Kusuma M. T. , 2 Agustus 2024, 72 halaman + xiii,

Sambaran petir di Indonesia disebabkan oleh letak geografis yang melewati garis khatulistiwa. Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini permasalahan yang akan dibahas adalah dikarenakan adanya ancaman sambaran petir. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada struktural bangunan dan kerusakan pada sistem tenaga listrik yang ada di dalam Gedung IT Mandiri. Maka dilakukan sebuah desain dan perancangan sebuah penangkal petir, hal tersebut dilakukan guna untuk melindungi gedung dari sambaran petir. Setelah dilakukan perhitungan dengan Persamaan, maka didapatkan nilai arus hubung singkat berkisar 51,5 kA dan nilai arus hubung singkat dibulatkan menjadi 52 kA. Menurut data dari BMKG, gedung IT Mandiri terletak di area dengan frekuensi guruh yang sangat tinggi, mencapai 193 kali per tahun, dengan isokeraunik level 52,88 dan indeks bahaya sambaran petir sebesar 23, menunjukkan risiko yang sangat besar. Oleh karena itu, diperlukan pemasangan sistem penangkal petir di gedung tersebut. Untuk melindungi gedung dari risiko sambaran petir yang mungkin terjadi, diperlukan sistem pentanahan dan penangkal petir yang efektif guna melindungi orang dan peralatan di dalam gedung. Dalam penelitian ini, sistem pentanahan dirancang melalui perhitungan manual yang kemudian disimulasikan menggunakan software ETAP. Perancangan penangkal petir juga dilakukan melalui perhitungan manual untuk menentukan tingkat proteksi petir dan tipe penangkal petir yang sesuai untuk gedung tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pentanahan yang digunakan adalah grounding grid-rod, dengan konfigurasi 5 grid pada sumbu x dan 5 grid pada sumbu y berukuran 50 mm². Selain itu, digunakan 4 rod berukuran 150 mm² dengan panjang masing-masing 7,5 meter. Hasil simulasi ETAP menunjukkan nilai tahanan grid sebesar 0,21 Ω , Ground Potential Rise sebesar 1133,7 V, tegangan sentuh 988,09 V, dan tegangan langkah 372 V. Pada perancangan sistem penangkal petir, diperoleh hasil proteksi petir tingkat IIII dengan menggunakan penangkal petir tipe Franklin dan metode rolling sphere dan membentuk radius 20 meter.

Kata Kunci : *Grounding, Penangkal Petir Tipe Franklin, Rolling Sphere.*

ABSTRACT

Maulana Febri Yananto, "Design Lightning Protection System Franklin Type By Rolling Sphere For High Rise Building", S1 Electrical Engineering Program, Faculty of Engineering and Science, National University, under the guidance of Ir. Rianto Nugroho, M. T., and Ir. Idris Kusuma M. T., 2 August 2024, 72 pages + xiii.

Lightning strikes in Indonesia are caused by the geographical location that passes through the equator. Based on the above background, the problem to be discussed in this research is due to the threat of lightning strikes. This can cause structural damage to the building and damage to the electrical power system in the IT Mandiri Building. So a design and design of a lightning rod is carried out, this is done in order to protect the building from lightning strikes. After calculating with Equation, the short circuit current value is obtained around 51.5 kA and the short circuit current value is rounded up to 52 kA. According to data from BMKG, the IT Mandiri building is located in an area with a very high frequency of thunder, reaching 193 times per year, with an isokeraunic level of 52.88 and a lightning strike hazard index of 23, indicating a very large risk. Therefore, it is necessary to install a lightning rod system in the building. To protect the building from the risk of lightning strikes that may occur, an effective grounding system and lightning rod are needed to protect people and equipment in the building. In this research, the grounding system is designed through manual calculations which are then simulated using ETAP software. The design of lightning rods is also carried out through manual calculations to determine the level of lightning protection and the type of lightning rod that is suitable for the building. The results show that the grounding system used is grid-rod grounding, with a configuration of 5 grids on the x-axis and 5 grids on the y-axis measuring 50 mm². In addition, 4 150 mm² rods with a length of 7.5 meters each were used. ETAP simulation results show a grid resistance value of 0.21 Ω , Ground Potential Rise of 11343.7 V, touch voltage of 988.09 V, and step voltage of 372 V. In the design of the lightning rod system, the results of lightning protection level III were obtained using the Franklin type lightning rod and the rolling sphere method and forming a radius of 20 meters.

Keywords: *Grounding, Franklin Type Lightning Rod, Rolling Sphere*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Urgensi Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	3
BAB 2 DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Fenomena Terjadinya Petir	4
2.2.1 Jenis-jenis Petir	6
2.2.2 Efek Sambaran Petir	8
2.2.3 Indeks Kebutuhan Instalasi Proteksi Petir	10
2.3 Penangkal Petir Konvensional	12
2.4 Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)	17
2.5 <i>National Fire Protection Association (NFPA) 780</i>	21
2.6 IEC 1024-1-1	26
2.7 Taksiran Resiko Sistem Perlindungan Petir	27
2.8 Sistem Proteksi Petir Eksternal Menggunakan <i>Rolling Sphere</i>	28
2.9 Jenis-jenis Konduktor	35
2.10 Pehitungan Sistem Pentanahan	37
2.11 Tegangan Sentuh	37
2.12 Tegangan Langkah	39
2.13 Perhitungan Resistansi Grid	42
2.14 Menghitung Ground Potential Rise (GPR)	43
2.15 Arus Hubung Singkat	44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	45
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	45
3.4 Diagram Alur Penelitian	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Analisa Hasil Desain Area Proteksi Petir	58
4.2 Perhitungan Ukuran Konduktor	61
4.3 Perhitungan Nilai Tegangan Sentuh	61
4.4 Perhitungan Nilai Tegangan Langkah	62
4.5 Perhitungan Grid	63
4.6 Perhitungan Tahanan Tanah	63

4.7	Perhitungan GPR	64
4.8	Perhitungan Tegangan Mesh Grid	64
4.9	Perhitungan Tegangan step Grid.....	65
4.10	Analisis Grounding Grid	66
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN		73
LAMPIRAN 1 HASIL UJI KEDALAMAN TANAH		73



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Petir	5
Gambar 2. 2 Jenis-jenis Petir	6
Gambar 2. 3 Downward Leader	7
Gambar 2. 4 Upward Leader	7
Gambar 2. 5 Return Stroke	7
Gambar 2. 6 Pemasangan Sistem Penangkal Petir	13
Gambar 2. 7 Ilustrasi Tipe Franklin Lightning Rod	14
Gambar 2. 8 Kurva Franklin Lightning Rod	15
Gambar 2. 9 Reaksi Hasil dari Eksperimen Sangkar Faraday	16
Gambar 2.10 Ilustrasi Tipe Faraday Cage	17
Gambar 2. 11 Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Metode Rolling Sphere	29
Gambar 2. 12 Ruang Proteksi Konvensional	30
Gambar 2. 13 Sistem Terminasi Bumi	33
Gambar 2. 14 Elektroda Pembumian Single Rod	34
Gambar 2. 15 Elektroda Pembumian Multiple Rod	35
Gambar 2. 16 Elektroda Pembumian Multiple Rod	37
Gambar 2. 17 Tegangan sentuh (IEEE, 2013)	38
Gambar 2. 18 Tegangan sentuh (IEEE, 2013)	39
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3. 2 Gambar Tower Tampak Samping	47
Gambar 3. 3 Gambar Podium Barat Tampak Atas	48
Gambar 3. 4 Gambar Podium Timur Tampak Atas	48
Gambar 3. 5 Input Data Kunduktor Grid	52
Gambar 3. 6 Input Data Rods	52
Gambar 3. 7 Input Data Soil Editor	53
Gambar 3. 8 Input Data Study Case Editor	53
Gambar 4. 1 Gambar Gedung IT Mandiri Tampak Samping	59
Gambar 4. 2 Gambar Podium Timur Tampak Atas	59
Gambar 4. 3 Gambar Podium Barat Tampak Atas	60
Gambar 4. 4 Hasil Tampak Atas Tower	60
Gambar 4. 5 Gambar Grounding Grid	67
Gambar 4. 6 Konfigurasi Grounding Grid	68
Gambar 4. 7 Tampilan Hasil Desain Lapisan Tanah Pada ETAP	68
Gambar 4. 9 Hasil Kalkulasi Desain Pentanahan	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indeks R, tingkat bahaya sambaran petir	18
Tabel 2.2 Indeks A, bahaya berdasarkan jenis bangunan	18
Tabel 2.3 Indeks B, bahaya berdasarkan konstruksi bangunan	19
Tabel 2.4 Indeks C, bahaya berdasarkan tinggi bangunan.....	19
Tabel 2.5 Indeks D, bahaya berdasarkan situasi lingkungan bangunan	20
Tabel 2.6 Indeks E, bahaya berdasarkan hari guruh pertahun wilayah bangunan.....	20
Tabel 2.7 Indeks R, perkiraan bahaya sambaran petir berdasarkan NFPA 780	22
Tabel 2.8 Indeks A, jenis bangunan berdasarkan NFPA 780	22
Tabel 2.9 Indeks B, jenis struktur bangunan berdasarkan NFPA 780	23
Tabel 2.10 Indeks C, lokasi bangunan berdasarkan NFPA 780	24
Tabel 2.11 Indeks D, topografi bangunan berdasarkan NFPA 780	24
Tabel 2.12 Indeks E, penggunaan dan isi bangunan berdasarkan NFPA 780	25
Tabel 2.13 Indeks F, isokeraunic level berdasarkan NFPA 780	25
Tabel 2.14 Tingkat proteksi dengan efisiensi.....	28
Tabel 2.15 Jenis-jenis Konduktor	36
Tabel 2.16 Tabel Tegangan Sentuh	39
Tabel 2.17 Tabel Tegangan Langkah.....	39
Tabel 2.18 Decrement Factor.....	43
Tabel 3.1 Data Gedung IT Mandiri	49
Tabel 3.2 Data Hari Guruh Beberapa Kota.....	49
Tabel 3.3 Data Trafo Gedung IT Mandiri.....	50
Tabel 3.4 Data Spesifikasi Rod Dan Konduktor.....	50
Tabel 3.5 Penempatan Terminasi Udara sesuai dengan tingkat proteksi	54

