



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA GARDU INDUK 150 KV GANDUL
DENGAN *SOFTWARE* SIMULASI**

SKRIPSI

AKHMAD FATUL QORI

1111800023

TEKNIK ELEKTRO

TANGERANG SELATAN

FEBRUARI 2023



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA GARDU INDUK 150 KV GANDUL
DENGAN *SOFTWARE* SIMULASI**

SKRIPSI

AKHMAD FATUL QORI

1111800023

TEKNIK ELEKTRO

TANGERANG SELATAN

FEBRUARI 2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Akhmad Fatul Qori

NIM : 1111800023

Tanda Tangan :

Tanggal : 24 Februari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Akhmad Fatul Qori
NIM : 1111800023
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Sistem Pentanahan Pada Gardu Induk 150 KV
Gandul Dengan *Software* Simulasi

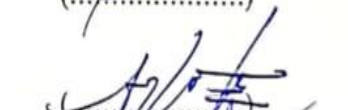
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia.

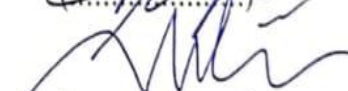
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Hendro Tjahjono, DEA
Penguji 1 : Ir. Edwin Kamal, S.T., M.Eng.Sc, IPM
Penguji 2 : Ir. Ulfah Khairiyah Luthfiyani S.T., M.Eng
Penguji 3 : Ir. Adi Setiawan, S.T., M.Eng.Sc, IPM
Ditetapkankan di : Kampus Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan
Tanggal : 24 Februari 2023


(.....)


(.....)


(.....)


(.....)

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO



(Ir. Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM)

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji Syukur ke hadirat Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Sistem Pentanahan Pada Gardu Induk 150 KV Gandul Dengan *Software* Simulasi”.

Tugas akhir ini dilaksanakan sebagai persyaratan untuk memenuhi program sarjana pada Studi Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia. Selama mengerjakan penyusunan Tugas Akhir, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan dan do'a dari berbagai pihak, sangat sulit bagi penulis menyelesaikan skripsi ini, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua, Bapak Mukhit dan Ibu Aenih yang selalu memberikan do'a, dukungan dan semangat baik secara moral maupun materi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan sebaik – baiknya.
2. Adik penulis, Nur Ananda Rahma Salsabila yang selalu memberikan perhatian dan dukungannya.
3. Bapak Saharudin, S.T., M.Eng.Sc., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro ITI.
4. Bapak Dr. Ir. Hendro Tjahjono, DEA, selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bantuan berupa masukan, diskusi, konsultasi dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ir. Tita Aisyah, MT., selaku Koordinator Tugas Akhir yang tak pernah lelah untuk selalu mengingatkan dan memberikan nasihatnya.
6. Ibu Novy Hapsari, S.T., M.Sc., selaku Penasihat Akademik atas segala bimbingan dan bantuan dari awal penulis masuk kuliah sampai mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Terima kasih kepada seluruh dosen Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama ini.
8. Angga, Arjun, Ade, Fajar, Fikri, Iqbal, Haris, Ryan, Arif, Irsyad, Apal, Zidane, Fazqi dan seluruh teman-teman Teknik Elektro 2018 yang telah membuat masa perkuliahan penulis menjadi sangat berkesan.

9. Rofi, Raul, Afif dan arilangga selaku keluarga Apartemen Pelangi yang telah memberikan kesan yang berarti bagi penulisan selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
10. Melin, Adit, Cica, Cece, Aji, Fendy, Guntur dan seluruh teman – teman Teknik Elektro 2019 yang telah membantu penulis.
11. Andes, Hafiz, Yudo, Fahri, Rafif, Aldi, Aldo, Adrian dan seluruh teman – teman Teknik Elektro 2020.
12. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Elektro Institut Teknologi Indonesia beserta *Workshop* Himpunan Mahasiswa Elektro yang selalu memberikan masukan dan juga pengalamannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis mengucapkan permohonan maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam menunjang kemajuan Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia dan Bangsa Indonesia. Aamiin.

Wassalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

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

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Akhmad Fatul Qori

NIM : 1111800023

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir / Skripsi

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

Analisis Sistem Pentanahan Pada Gardu Induk 150 KV Gandul Dengan Software Simulasi.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi saya selama *tsimulasi* mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tangerang Selatan
Pada Tanggal 24 Februari 2023
Yang Menyatakan,

(Akhmad Fatul Qori)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Gardu Induk	3
2.1.1 Fungsi Gardu Induk	4
2.1.2 Klasifikasi Gardu Induk.....	4
2.2 Sistem Pentanahan	7
2.2.1 Syarat Sistem Pentanahan.....	8
2.2.2 Metode Sistem Pentanahan.....	9
2.3 Tujuan Sistem Pentanahan	11
2.4 Macam-Macam Elektroda Pentanahan	11
2.5 Tahanan Jenis Tanah.....	13
2.6 Pengaruh Ketebalan Lapisan Tanah.....	14
2.7 Resistansi Pentanahan.....	15

2.8	Tahanan Tubuh Pada Manusia.....	15
2.9	Arus Melalui Tubuh Manusia	16
2.10.1	Arus Fibrilasi	16
2.10	Tegangan Sentuh.....	17
2.10.1	Tegangan Sentuh yang diizinkan.....	18
2.10.2	Tegangan Sentuh	19
2.11	Tegangan Langkah	19
2.12.1	Tegangan Langkah yang diizinkan.....	20
2.12.2	Tegangan Langkah	21
2.12	<i>Software</i> Simulasi.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		23
3.1	Tempat Penelitian	23
3.2	Pendekatan Sistem	24
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.4	Langkah-langkah Analisa	25
3.5	Proses <i>Simulasi</i>	28
BAB IV ANALISA DAN HASIL		29
4.1	Perhitungan Manual Pentanahan Gardu Induk 150 KV	29
4.1.1	Perhitungan Faktor Reduksi Resistivitas Tanah.....	29
4.1.2	Perhitungan Nilai Arus Fibrilasi.....	30
4.1.3	Perhitungan Nilai Tegangan Sentuh Yang Diizinkan.....	33
4.1.4	Perhitungan Nilai Tegangan Sentuh Hasil Perhitungan	36
4.1.5	Perhitungan Nilai Tegangan Langkah Yang Diizinkan.....	38
4.1.6	Perhitungan Nilai Tegangan Langkah Hasil Perhitungan	41
4.1.7	Perhitungan Nilai Resistansi Pentanahan	42
4.2	<i>Software</i> Simulasi	43

4.2.1	Desain Sistem Pentanahan.....	43
4.2.2	Data Nilai Lapisan Tanah	45
4.2.3	Data GRD <i>Study Case Editors</i>	46
4.2.4	Hasil <i>Simulasi Software</i> Simulasi.....	47
4.3	Pembahasan dan Analisa Hasil Perhitungan.....	48
4.4	Simulasi Variasi Perubahan Lapisan Tanah, Kedalaman Konduktor dan Jarak Penanaman konduktor	50
4.3.1	Pengaruh Perubahan Lapisan Tanah Tambahan.....	50
4.3.2	Pengaruh Perubahan Kedalaman Konduktor Dengan <i>Simulasi Software</i>	54
4.3.3	Pengaruh Jarak Penanaman Konduktor Dengan Pehitungan Manual	57
BAB V KESIMPULAN.....		62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gardu Induk	3
Gambar 2. 2 Gas Insulted Switchgear (GIS)	6
Gambar 2. 3 Gardu induk menggunakan isolasi udara.....	6
Gambar 2. 4 Sistem pentanahan gabungan grid-rod.....	8
Gambar 2. 5 Sistem pentanahan driven ground.....	9
Gambar 2. 6 Sistem pentanahan counterpoise.....	10
Gambar 2. 7 Sistem pentanahan mesh atau grid.....	10
Gambar 2. 8 Bentuk elektroda pita.....	12
Gambar 2. 9 Elektroda Pelat.....	12
Gambar 2. 10 Bentuk elektroda batang	13
Gambar 2. 11 Tegangan sentuh dan rangkainnya.....	17
Gambar 2. 12 Tegangan langkah dan rangkaian penggantinya.....	20
Gambar 2. 13 layar kerja dari <i>Software</i>	22
Gambar 3. 1 Gardu Induk Gandul	23
Gambar 3. 2 Diagram Blok Faktor Reduksi Resistivitas Tanah.....	25
Gambar 3. 3 Diagram Blok Arus Fibrilasi	26
Gambar 3. 4 Diagram Blok Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah Yang Diizinkan ...	26
Gambar 3. 5 Diagram Blok Tegangan Sentuh.....	27
Gambar 3. 6 Diagram Blok Tegangan Langkah.....	27
Gambar 3. 7 Diagram Blok Resistansi Pentanahan.....	27
Gambar 3. 8 Diagram Blok Proses <i>Simulasi Software</i>	28
Gambar 4. 1 Layar Kerja <i>Software</i> simulasi.....	43
Gambar 4. 2 Desain Sistem Pentanahan	44
Gambar 4. 3 IEEE Group Editor	44
Gambar 4. 4 IEEE Group Editor	45
Gambar 4. 5 Data Lapisan Tanah	46
Gambar 4. 6 Data GRD Study Case Editors Berat 50 kg.....	46
Gambar 4. 7 Data GRD Study Case Editors Berat 70 Kg	47
Gambar 4. 8 Hasil <i>Simulasi Software</i> simulasi Berat 50 kg.....	47
Gambar 4. 9 Hasil Simulsi Berat 70 kg.....	48
Gambar 4. 10 Lapisan Tanah Crushed Rock.....	50

Gambar 4. 11 Hasil <i>Simulasi</i> Lapisan Tanah Crushed Rock.....	51
Gambar 4. 12 Lapisan Tanah Clean Limestone	51
Gambar 4. 13 Hasil <i>Simulasi</i> Lapisan Tanah Clean Limestone	51
Gambar 4. 14 Lapisan Tanah Clean Granite	52
Gambar 4. 15 Hasil <i>Simulasi</i> Lapisan Tanah Clean Granite	52
Gambar 4. 16 Lapisan Tanah Crusher Run Granite	53
Gambar 4. 17 Hasil <i>Simulasi</i> Lapisan Tanah Crusher Run Granite	53
Gambar 4. 18 Kedalaman Konduktor 2m.....	54
Gambar 4. 19 Hasil <i>Simulasi</i> Kedalaman Konduktor 2m	54
Gambar 4. 20 Kedalaman Konduktor 3m.....	55
Gambar 4. 21 Hasil <i>Simulasi</i> Kedalaman Konduktor 3m	55
Gambar 4. 22 Kedalaman Konduktor 4m.....	55
Gambar 4. 23 Hasil <i>Simulasi</i> Kedalaman Konduktor 4m	56
Gambar 4. 24 Kedalaman Konduktor 5m.....	56
Gambar 4. 25 Hasil <i>Simulasi</i> Kedalaman Konduktor 5m	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Tahanan Jenis Tanah	14
Tabel 2. 2 Batas Arus Tubuh Manusia	16
Tabel 2. 3 Hubungan tegangan sentuh dengan lama waktu gangguan.....	18
Tabel 2.4 Hubungan tegangan langkah dengan lama waktu gangguan.....	21
Tabel 4. 1 Nilai Arus Fibrilasi Dengan Berat 50 Kg	31
Tabel 4. 2 Nilai Arus Fibrilasi Dengan Berat 70 Kg	32
Tabel 4. 3 Nilai Tegangan Sentuh Yang Diizinkan Untuk Berat 50 Kg	34
Tabel 4. 4 Nilai Tegangan Sentuh Yang Diizinkan Untuk Berat 70 Kg	36
Tabel 4. 5 Nilai Tegangan Langkah Yang Diizinkan Untuk Berat 50 Kg	39
Tabel 4. 6 Nilai Tegangan Langkah Yang Diizinkan Untuk Berat 70 Kg	41
Tabel 4. 7 <i>Simulasi</i> Perubahan Lapisan Tanah.....	53
Tabel 4. 8 Perubahan Kedalaman Konduktor.....	57
Tabel 4. 9 Perubahan Jarak Penanaman Konduktor	61