

SKRIPSI
ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PERALATAN
PADA GARDU INDUK 150 KV MARIANA



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DAVID HIDAYAT

132016127

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2020

SKRIPSI
ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PERALATAN
PADA GARDU INDUK 150KV MARIANA

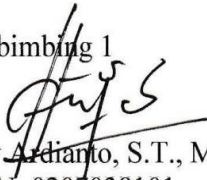


Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Telah dipertahankan di depan dewan

Dipersiapkan dan Disusun Oleh
DAVID HIDAYAT

Susunan Dewan Penguji

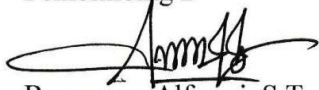
Pembimbing 1


Feby Ardianto, S.T., M.Cs
NIDN. 0207038101

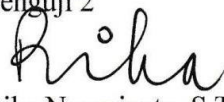
Penguji 1


Ir. Cekmas Cekdin, M.T
NIDN. 0330066901

Pembimbing 2

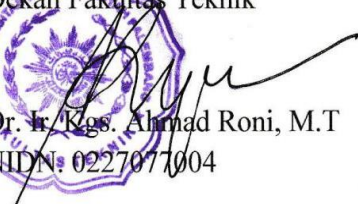

Bengawan Alfaresi, S.T., M.T
NIDN. 0205118504

Penguji 2


Rika Noverianty, S.T., M.T
NIDN. 0214117504

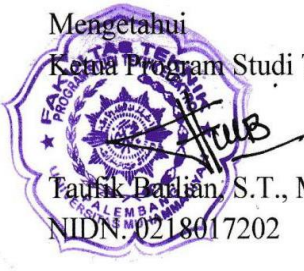
Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T
NIDN: 0227077004

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Taufik Badlihan, S.T., M.Eng
NIDN: 0218017202

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

22 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



David Hidayat



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PERALATAN PADA GARDU INDUK 150KV MARIANA** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs selaku Pembimbing I
- Bapak Bengawan Alfaresi, S.T., M.T selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan

skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, Agustus 2020

Penulis,

David Hidayat

ABSTRAK

Sistem pentanahan peralatan gardu induk menggunakan *kisi (grid)* dan gabungan antara sistem pentanahan *Grid* dan *Rod*. Model sistem pentanahan *Grid-Rod* paling sering digunakan untuk gardu induk tegangan tinggi 150 kV. Pentanahan pada gardu induk sangat dibutuhkan untuk mengamankan peralatan dan manusianya dari gangguan sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan evaluasi sistem pentanahan gardu induk 150kV Mariana. Penelitian ini menggunakan 2 metode, metode berdasarkan standar IEEE std 80/2000 "*IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*" dan metode dengan software ETAP 16.0.0. Dari perhitungan dan metode yang digunakan dapat dicari nilai resistansi pentanahan, nilai tegangan sentuh dan nilai tegangan langkah pada gardu induk Mariana. Hasil yang didapat dari perhitungan manual akan dibandingkan dengan hasil yang didapat dari software ETAP. Dari perhitungan dengan metode berdasarkan standar IEEE didapat nilai resistansi pentanahan adaah sebesar 0,56 Ω sedangkan menggunakan software ETAP didapat sebesar 0,51 Ω . Secara keseluruhan sistem pentanahan peralatan pada gardu induk 150kV Mariana sudah memenuhi kriteria aman dan sesuai standar *IEEE std 80/2000*.

Kata kunci : Sistem pentanahan, Resistansi pentanahan, Standard IEEE std 80/2000, ETAP 16.0.0 .

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL HALAMAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sistem Tenaga Listrik	4
2.2. Gardu Induk	5
2.2.1. Jenis gardu induk	6
2.3. Sistem Pentanahan	6
2.4. Metode Sistem Pentanahan	7
2.4.1. Pentanahan dengan driven ground	7
2.4.2. Pentanahan dengan counterpoise	7
2.4.3. Pentanahan dengan grid	8
2.5. Tahanan Jenis Tanah	9
2.6. Elektroda Pentanahan	10
2.6.1. Elektroda batang	10
2.6.2. Elektroda pelat	11
2.6.3. Elektroda pita	11
2.7. Perhitungan Pentanahan Gardu Induk Sesuai IEEE std 80/2000	12
2.7.1. Menghitung luas penampang konduktor	12
2.7.2. Menghitung tegangan sentuh dan tegangan langkah	14
2.7.2.1. Menghitung faktor derating dari material lapisan tambahan	14
2.7.2.2. Menghitung resistansi pentanahan gardu Induk	15
2.7.2.3. Menghitung arus maksimum yang dapat melewati pentanahan	17

2.7.2.4. Menghitung tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan	18
2.7.2.5. Menghitung gpr	19
2.7.2.6. Menghitung tegangan sentuh dan tegangan langkah sebenarnya	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2. Prosedur Penelitian	24
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.4. Alat dan Bahan	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Data	26
4.2. Perhitungan	27
4.2.1. Menghitung luas penampang konduktor	28
4.2.2. Menentukan resistansi jenis tanah	28
4.2.3. Menghitung faktor derating	29
4.2.4. Menghitung resistansi pentanahan	29
4.2.5. Pengukuran pentanahan	29
4.2.5.1. Nilai pentanahan trafo	29
4.2.5.2. Nilai pentanahan bay kopel	30
4.2.5.3. Nilai pentanahan bay penghantar	31
4.2.6. Menghitung Arus Maksimum Pentanahan	32
4.2.7. Menghitung Tegangan Setuh dan Tegangan Langkah yang Diizinkan	34
4.2.8. Mengitung gpr	35
4.2.9. Menghitung Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah Sebenarnya	35
4.2.9.1. Tegangan sentuh sebenarnya	36
4.2.9.2. Tegangan langkah sebenarnya	40
4.2.10. Perhitungan Dengan Software ETAP 16.0.0	41
4.2.10.1 Menggambar desain sistem pentanahan	42
4.2.10.2 Memasukkan nilai input	43
4.2.10.3 Memasukkan niali untuk lapisan tanah.....	43
4.2.10.4 Proses perhitungan	44
4.3. Analisis hasil perhitungan dengan ETAP 16.0.0	47
BAB 5 PENUTUP	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Single line diagram sistem tenaga listrik	5
Gambar 2.2. Pentanahan dengan driven grund	7
Gambar 2.3. Pentanahan dengan counterpoise	8
Gambar 2.4. Pentanahan dengan mesh\grid	8
Gambar 2.5. Elektroda batang	11
Gambar 2.6. Elektroda pelat	11
Gambar 2.7. Elektroda pita	12
Gambar 3.1. Diagram alur	23
Gambar 4.1. Bentuk grid pentanahan gardu induk mariana	27
Gambar 4.2. Mode pilihan metode elemen hingga	42
Gambar 4.3. Desain 2D pentanahan gardu induk mariana	42
Gambar 4.4. Desain 3D pentanahan gardu induk mariana	42
Gambar 4.5. Tampilah study case editor	43
Gambar 4.6. Lapisan tanah pada swithyard	44
Gambar 4.7. Tampilan soil editor	44
Gambar 4.8. Hasil akhir untuk bobot manusia 50 kg	45
Gambar 4.9. Hasil akhir untuk bobot manusia 70 kg	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Harga-harga tahanan jenis tanah	9
Tabel 2.2. Konstanta material	13
Tabel 2.3. Jenis-jenis lapisan pelapis	15
Tabel 3.1. Peralatan yang digunakan	25
Tabel 3.2. Bahan yang digunakan	25
Tabel 4.1. Data pentanahan gardu induk mariana	26
Tabel 4.2. Data arus hubung singkat	27
Tabel 4.3. Data perhitungan	27
Tabel 4.4. Perbandingan nilai tahanan pada bay trafo 1	30
Tabel 4.5. Perbandingan nilai tahanan pada bay trafo 2	30
Tabel 4.6. Perbandingan nilai tahanan pada bay Kopel	31
Tabel 4.7. Perbandingan nilai tahanan pada bay penghantar 1	31
Tabel 4.8. Perbandingan nilai tahanan pada bay penghantar 2	32
Tabel 4.9. Data hasil perhitungan	33
Tabel 4.10. Data hasil perhitungan n	37
Tabel 4.11. Hasil perhitungan untuk tegangan sentuh	38
Tabel 4.12. Hasil perhitungan untuk tegangan langkah	41
Tabel 4.13. Hasil perhitungan dengan metode elemen hingga	46
Tabel 4.14. Perbandingan hasil perhitungan dengan software ETAP 16.0.0	46

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gardu induk sebagai salah satu bagian sistem tenaga listrik yang mempunyai fungsi amat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit menuju beban. Apabila dikaitkan dengan keandalan sistem pelayanan maka sistem tenaga listrik harus mampu memberikan keamanan yang baik bagi peralatan yang terpasang maupun bagi makhluk hidup yang berada di sekitar gardu induk tersebut.

Pada Gardu Induk harus memiliki sistem pembumian yang handal yang memenuhi standar aman bagi manusia dan peralatan yang berada di area Gardu Induk. Sistem pembumian yang digunakan harus benar benar dapat mencegah bahaya ketika pada saat gangguan terjadi, dimana arus gangguan yang mengalir ke bagian peralatan dan ke piranti pembumian dapat dibumikan, sehingga gradient tegangan di sekitar area pembumian menjadi merata sehingga tidak menimbulkan beda potensial antara titik-titik disekitar terjadinya gangguan (Kamal & Abduh, 2018).

Tujuan dari pembumian gardu induk adalah untuk memastikan kondisi aman bagi manusia ataupun peralatan lain didalam dan disekitar switchyard gardu induk selama kondisi normal ataupun saat terjadi gangguan. Sistem pentanahan gardu induk yang baik harus mampu melakukan fungsi-fungsi sebagai berikut : Mampu menghubungkan bagian konduktif pada peralatan dengan bumi, Mampu menyediakan rute aliran arus gangguan sehingga tidak menyebabkan kerusakan mekanik pada peralatan, Mampu menyediakan koneksi antara netral transformator dengan bumi, dan Mampu meminimalisir gangguan elektromagnetik yang dapat merusak peralatan lain seperti sistem kontrol dan komunikasi.

Untuk menjamin keandalan dari sistem pentanahan pada gardu induk, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap sistem pentanahan tersebut Faktor yang dapat merubah sistem pentanahan pada gardu induk ialah Penambahan fasilitas

pada switchyard gardu induk, Perubahan kondisi air di dalam tanah, dan Kondisi elektroda pentanahan itu sendiri. Faktor-faktor diatas menekankan bahwa perlu dilakukan pengujian pentanahan yang dilakukan secara berkala dan berkelanjutan. Pengujian tersebut tidak cukup hanya dilakukan sekali saja selama pemasangan pentanahan (Sanjaya, Partha, & Arjuna, 2020).

Karena peranannya yang sangat penting dalam menyalurkan daya listrik dan menjadi penghubung listrik dari pembangkit ke jaringan transmisi maka itulah penulis mengangkat skripsi kali ini dengan judul “*Analisis Sistem Pentanahan Peralatan pada Gardu Induk 150 kV Mariana*” untuk menganalisa keamanan dari pentanahan pada gardu induk tersebut.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini ialah :

1. Menghitung nilai tahanan tanah, resistansi jenis tanah, tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan dan nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah sebenarnya pada Gardu Induk 150 kV Mariana.
2. Mengukur tahanan pentanahan dengan alat ukur dan mengevaluasi sistem pentanahan di Gardu Induk Mariana .

1.3. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan yang diuraikan di atas dibatasi dengan asumsi sebagai berikut :

1. Dalam tugas akhir ini standar acuan yang digunakan dalam perhitungan adalah berdasarkan IEEE std 80/2000 berjudul *IEEE Guide for Safety in AC Substations Grounding*.
2. Analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah analisis mengenai aspek teknis.
3. Pada tugas akhir ini simulasi dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan *software* ETAP 16.0.0.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang disusun dalam penulisan tugas akhir ini secara sistematis dibagi dalam 5 bab, antara lain :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisikan mengenai latar belakang penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika yang digunakan dalam penulisan ini.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori umum tentang sistem tenaga listrik, gardu induk, fungsi gardu induk, jenis gardu induk, sistem pentanahan, metode sistem pentanahan, tahanan jenis tanah, macam-macam elektroda pentanahan dan perhitungan sistem pentanahan gardu induk sesuai IEEE std 80/2000.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang diagram alir penelitian, prosedur penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta peralatan yang dipakai untuk membantu kelancaran penulisan tugas akhir ini.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang analisis sistem pentanahan gardu induk 150kV Mariana dengan perhitungan manual berdasarkan IEEE std 80/2000 dan metode elemen hingga menggunakan software ETAP 16.0.0.

BAB 5 : PENUTUP

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang disampaikan berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. (2005). *Sistem tenaga listrik operasi sistem dan pengendalian*. Malang: Universitas negeri malang.
- Gunawan, S. M., & Santosa, J. (2013). Analisa perancangan gardu induk sistem outdoor 150kV. *Jurnal dimensi teknik elektro* , 37-42.
- Kamal, J., & Abduh, S. (2018). Perancangan sistem pentanahan gas insulated switchgear 150kv pulogadung dengan finite elemen method. *JETri* , 187-200.
- Pronoto, A., Tumaliang, H., & Mangindaan, G. M. (2018). Analisa sistem pentanahan gardu induk teling dengan konstruksi grid. *Pentanahan* , 189-197.
- Riyanto, A., & Simatupang, J. W. (2019). Analisis Sistem Pentanahan Jaringan Gardu Induk 150 kV PT Bekasi Power Cikarang. *JKTE UTA* .
- Riza, Y., Hernanda, I. S., & Wahyudi. (2014). Analisis kinerja sistem pentanahan PT. PLN (Persero) Gardu induk 150k kV ngimbang-lamongan dengan metode finite element methode. *Jurnal teknik pomits* .
- Sanjaya, D. M., Partha, C. G., & Arjuna, I. G. (2020). Perencanaan sistem pembumian grid-rod pada gardu induk 150 kv new sanur. *Jurnal Spektrum* , 69-75.
- Standar Nasional Indonesia. (2000). *Persyaratan umum instalasi listrik 2000 (PUIL 2000)*. Badan standarisasi nasional .
- Substations Committee. (2000). *IEEE Giude for Safety in AC Substation Grounding*. New York: The Institute of Electitrical and Electronics Engineers.
- Syofian, A. (2013). Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk PLTU Teluk Sirih. *Jurnal Momentum* .
- Yusmartato, Parinduri, L., & Sudaryanto. (2017). Pembangunan gardu induk 150kv di desa parbaba dolok. *Journal of electrical technology* , 13-17.