

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN
PADA PERALATAN GARDU INDUK 275 KV SUNGAI LILIN**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

**Disusun Oleh :
ROY HANAPI
1702230548**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

**ANALISIS SISTEM PENTANAHAN
PADA PERALATAN GARDU INDUK 275 KV SUNGAI LILIN**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata-1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridianti Palembang**

Disusun Oleh :



**ROY HANAPI
1702230548**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Roy Hanapi
NPM : 1702230548
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenjang Pendidikan : Strata -1 (S1)
Judul Skripsi : Analisis Sistem Pentanahan Pada Peralatan Gardu Induk 275 kV Sungai Lilin

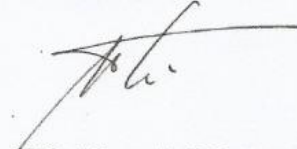
Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Ir.H. Ishak Effendi, M.T.

Pembimbing II,



Muhni Pamuji, S.T., M.M.

Mengetahui,

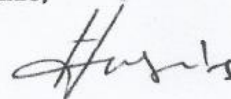
Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Zulkarnain Fatoni, M.T., M.M.

Palembang, Oktober 2021

Ketua Program Studi Teknik Elektro,



M. Husni Syahbani, S.T., M.T.

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Roy Hanapi

NIM : 1702230548

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisis sistem pentanahan pada peralatan Gardu induk 275 kV
Sungai Lilin

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benar nya bahwa :

1. Hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Jika terdapat kata-kata dan rumusan yang sama itu hanya dijadikan bahan referensi dan dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdsarkan undang-undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" Pasal 25, yat 2 dan pasal 70.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Oktober 2021


B63AJX445654380
Roy Hanapi

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Allah tidak membebani seseorang hamba melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah : 286)*

“Karna sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”(Q.S Al-Insyirah : 5)

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

- *Allah SWT, Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam atas rahmatnya skripsi ini dapat penulis selesaikan.*
- *Nabi Muhammad SAW, Suri tauladan yang baik, Semoga bisa bersama nya di akhirat kelak.*
- *Kedua orang tua yang penulis sayangi dan cintai, yang memberikan doa dan support yang tak henti-henti nya , dan selalu mendoakan anaknya agar menjadi lebih baik.*
- *Saudara-Suadari , keluarga, serta kerabat tercinta yang telah memberikan doa, dan semangat.*
- *Dosen-dosen yang telah membimbing, membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.*
- *Putri Ramadiana, yang telah menemani masa-masa skripsi hingga selesai.*
- *Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro*
- *Rekan kerja PT.PLN(Persero), UPT Palembang, ULTG Borang, GI Sungai Lilin yang telah membantu dalam pengumpulan data.*
- *Dan semua orang yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan skripsi ini.*

ABSTRAK

Sistem pentanahan atau biasa disebut sebagai *grounding system* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik utamanya petir. Sistem pentanahan digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi. Peralatan yang dilakukan pengukuran tahanan pentanahan nya ialah peralatan yang ada di *switchyard 275 kV* yaitu *Lightening arrester, current transformer, line trap, cavasitive voltage transformer*, pemisah, pemutus tenaga, transformator dan lain sebagainya. Penelitian ini menggunakan perhitungan sesuai standar IEEE Std 80/2000 dan menggunakan *software* ETAP . Dari hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan untuk resistansi pentanahan digardu induk 275 kV sungai lilin rata-rata fasa R,S,T adalah 0,34 ohm sudah sesuai standar IEEE std 80/2000 yaitu <1 ohm. Tegangan sentuh dari hasil perhitungan 476,5 V dan tegangan langkah sebesar 441,66 V untuk waktu lama gangguan 0.1 detik. Secara keseluruhan sistem pentanahan di gardu induk 275 kV Sungai lilin sudah memenuhi kriteria aman sesuai dengan standar IEEE Std 80/2000.

Kata kunci : Sistem pentanahan,Peralatan Gardu induk, Resistansi pentanahan, Tegangan sentuh dan Tegangan Langkah

ABSTRACT

The grounding system or commonly referred to as the grounding system is a security system for devices that use electricity as a power source, from electrical surges, especially lightning. The grounding system is described as the connection between an equipment or electrical circuit with the earth. The equipment for measuring ground resistance is the equipment in the 275 kV switchyard, namely lighting arresters, current transformers, line traps, cavasive voltage transformers, separators, circuit breakers, transformers and so on. This research uses calculations according to the IEEE Std 80/2000 standard and uses ETAP software. From the results of calculations and measurements obtained for the grounding resistance of the 275 kV substation, the river candles, the average R, S, T phase is 0.34 ohms, according to the IEEE std 80/2000 standard, which is <1 ohm. The touch voltage from the calculation results is 476.5 V and the step voltage is 441.66 V for a disturbance time of 0.1 seconds. Overall, the grounding system at the 275 kV Sungai candle substation has met the safety criteria according to the IEEE Std 80/2000 standard.

Keywords: Grounding system, Substation Equipment, Grounding Resistance, Touch Voltage and Step Voltage

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul : “ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA PERALATAN GARDU INDUK 275 KV SUNGAI LILIN” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Tridianti Palembang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Ishak Effendi, M.T. selaku pembimbing I
2. Bapak Muhni Pamuji, S.T., M.M. selaku pembimbing II

Yang telah membantu memberikan saran dan ilmu sehingga selesainya skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hj. Manisah Mp. Rektor Universitas Tridianti Palembang
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni, M.M., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridianti beserta staff.
3. Bapak M. Husni Syahbani, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
4. Ibu Dina Fitria, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
5. Staf Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti Palembang.
6. Kedua Orang Tua, Keluarga, dan kerabat terdekat yang telah membantu dan mendoakan saya.
7. Teman - teman seperjuangan dan pihak lain yang selalu membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.
8. Rekan kerja di PT PLN (Persero), UPT Palembang ,ULTG Borang dan Gardu Induk Sungai Lilin yang telah membantu dalam pengumpulan data skripsi ini.

Semoga amal baik yang diberikan mendapat imbalan dari Allah SWT, Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khusus bagi penulis dan yang membacanya pada umumnya, terima kasih.

Palembang, Oktober 2021

Penulis,

Roy Hanapi

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN RINGKASAN (ABSTRAK INDONESIA)	v
HALAMAN RINGKASAN (ABSTRAK INGGRIS).....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN TEORI	
2.1 Gardu Induk	5
2.2 Sistem Pertanahan	7
2.3 Sistem Pentanahan Mesh/Grid.....	9
2.4 Faktor yang mempengaruhi nilai pertanahan	10
2.4.1 Tanah jenis Tanah	10
2.4.2 Elektroda Pentanahan.....	10
2.5 Karakteristik sistem pentanahan.....	13
2.6 Syarat sistem pentanahan	13

2.7 Tahapan Penelitian dalam Menganalisis sistem Pentanahan	
Gardu Induk Sesuai Standart IEEE 80/2000.....	14
2.7.1 Data Lokasi Gardu Induk.....	15
2.7.2 Resistansi Jenis Tanah	15
2.7.3 <i>Factor Derating</i> dari Material Lapisan Tambahan	15
2.7.4 Resistansi Pentanahan Gardu Induk.....	16
2.7.5 Arus Maksimum Yang Dapat Melewati Pentanahan.....	17
2.7.6 Batas Arus yang di Toleransi	18
2.7.7 Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah yang Di Izinkan	19
2.7.8 GPR (<i>Ground Potential Rise</i>)	20
2.7.9 Tegangan Sentuh Sebenarnya	20
2.7.10 Tegangan Langkah Sebenarnya	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah penelitian.....	24
3.2 Prosedur Penelitian	25
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.4 Alat dan Bahan.....	26
3.4.1 Alat	26
3.4.2 Bahan.....	26
3.5 Data peralatan Gardu induk Sungai Lilin	27
3.5.1 Data peralatan Gardu induk Sungai lilin.....	27
3.5.2 Arus hubung singkat Gardu induk Sungai lilin.....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Luas dan Kisi-Kisi Grid Gardu Induk Sungai Lilin.....	28
4.2 Perhitungan Manual	29
4.2.1 Menentukan Resitansi Jenis Tanah	29
4.2.2 Faktor Derating Dari Material Lapisan Tambahan	29
4.2.3 Resistansi Pertanahan.....	30
4.2.3.1 Data Pengukuran Pertanahan.....	31

4.2.4	Arus Maksimum yang Dapat Melewati Pentanahan	35
4.2.5	Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah yang diizinkan	36
4.2.6	GPR (<i>Ground Potential Rise</i>).....	38
4.2.7	Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah Sebenarnya .	38
4.2.8	Tegangan Sentuh Sebenarnya.....	38
4.2.9	Tegangan Langkah Sebenarnya.....	42
4.3	Perhitungan Dengan Metode IEEE Menggunakan Software ETAP.....	44
4.3.1.	Tampilan Lembar Kerja ETAP	44
4.3.2.	Metode Grid Yang Digunakan.....	45
4.3.3.	Desain Sistem Pertanahan.....	45
4.3.4.	Memasukan Nilai Lapisan Pertanahan.....	45
4.3.5.	Simulasi Tegangan Sentuh dan Langkah Untuk Berat Badan 50 kg	47
4.3.6.	Simulasi Tegangan Sentuh dan Langkah Untuk Berat Badan 70 kg	48
4.3.7.	Hasil akhir perhitungan menggunakan Metode ETAP.....	50
4.3.7.1.	Hasil akhir untuk bobot manusia 50 Kg.....	50
4.3.7.2.	Hasil akhir untuk bobot manusia 70 Kg.....	50
4.4	Pengukuran resistansi pentanahan pada Gardu induk 275 kV Sungai lilin	52
4.5	Analisis sistem pentanahan dari hasil data,perhitungan manual dengan metode IEEE Std 80/2000 dan <i>Software</i> ETAP serta pengukuran langsung.....	56

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 60

DAFTAR PUSTAKA..... 61

LAMPIRAN..... 62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Resistansi Jenis Tanah	10
Tabel 2.2 Jenis-Jenis Lapisan Pelapis	16
Tabel 3.1 Peralatan Yang digunakan	26
Tabel 3.2 Bahan Yang digunakan	26
Tabel 3.3 Data Peralatan Gardu Induk 275 KV Sungai Lilin	27
Tabel 3.4 Data Arus Hubung singkat Gardu Induk Sungai Lilin.....	27
Tabel 4.1 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Bay Diameter 1.....	31
Tabel 4.2 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Bay Diameter 2.....	32
Tabel 4.3 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Bay Diameter 3.....	33
Tabel 4.4 Data Pengukuran dan Perhitungan Pada Bay Diameter 4.....	34
Tabel 4.5 Rata-Rata Nilai Resistansi Pentanahan	35
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Tegangan Sentuh.....	41
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Tegangan Langkah	43
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Menggunakan <i>Software</i> ETAP Dengan Metode IEEE 80/2000	51
Tabel 4.9 Pengukuran Resistansi pentanahan Bay Diameter 1.....	52
Tabel 4.10 Pengukuran Resistansi pentanahan Bay Diameter 2.....	53
Tabel 4.11 Pengukuran Resistansi pentanahan Bay Diameter 3.....	54
Tabel 4.12 Pengukuran Resistansi pentanahan Bay Diameter 4.....	55
Tabel 4.13 Rata-Rata Pengukuran Resistansi pentanahan	55
Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Perhitungan Menggunakan <i>Software</i> ETAP	56
Tabel 4.15 Nilai rata-rata Resistansi Pentanahan dari hasil data pengukuran, perhitungan , <i>Software</i> ETAP dan pengukuran langsung.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pertanahan <i>Mesh</i>	9
Gambar 2.2 Elektroda Batang	12
Gambar 2.3 Elektroda Pelat	12
Gambar 2.4 Elektroda Pita	12
Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian	24
Gambar 4.1 Gambar Kisi-Kisi <i>Mesh</i> Gardu Induk Sungai Lilin	28
Gambar 4.2 Tampilan Etap 12.6.0	44
Gambar 4.3 Metode <i>Grid/Mesh</i>	45
Gambar 4.4 Desain 3D Petanahan Gardu Induk Sungai Lilin	45
Gambar 4.5 Lapisan Tanah Pada <i>Switchyard</i>	46
Gambar 4.6 Tampilan Soil Editor	46
Gambar 4.7 Tampilan Study Case Editor 50 Kg	47
Gambar 4.8 Hasil Perhitungan Menggunakan ETAP Untuk BB 50 Kg	47
Gambar 4.9 Tampilan Study Case Editor 70 Kg	48
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Menggunakan ETAP Untuk BB 70 Kg ...	49
Gambar 4.11 Hasil Akhir Untuk Bobot Manusia 50 Kg	50
Gambar 4.12 Hasil Akhir Untuk Bobot Manusia 70 Kg	50
Gambar 4.13 Grafik tegangan sentuh dan tegangan langkah	57
Gambar 4.14 Grafik rata-rata resistansi pentanahan	58

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Lokasi Gardu induk Sungai Lilin
- Lampiran 2 : Layout Gardu induk Sungai Lilin
- Lampiran 3 : Single Line Diagram
- Lampiran 4 : Data Pengukuran Pentanahan Gardu induk
- Lampiran 5 : Arus hubung singkat UPT Palembang
- Lampiran 6 : Peralatan Grounding
- Lampiran 7 : Foto Pengukuran Tahanan Pentanahan
- Lampiran 8 : PUIL 2000
- Lampiran 9 : IEEE 80/2000 Guid for safety in AC Subtation Grounding
- Lampiran 10 : Surat keputusan pengangkatan dosen
pembimbing dan pengesahan judul tugas akhir
- Lampiran 11 : Kartu bimbingan skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan pentanahan pada gardu induk adalah untuk mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya bagi manusia, memastikan kondisi aman bagi manusia ataupun peralatan lain didalam dan disekitar *switchyard* gardu induk selama kondisi normal ataupun saat terjadi gangguan dan juga untuk memperbaiki penampilan.

Sistem pentanahan atau biasa disebut sebagai *grounding system* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik utamanya petir. Sistem pentanahan digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi.

Standar IEEE Std 80-2000 terdapat konsep-konsep perancangan gardu induk mulai dari jenis tanah, ukuran, jenis konduktor dan langkah-langkah perancangan. Sistem pertanahan *Grid dan Rod* merupakan yang paling sering digunakan untuk gardu induk.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Agus Pranoto (2018) telah menganalisis sistem pentanahan secara khusus gardu induk menggunakan kontruksi Grid dengan mempertimbangkan tegangan mesh, tegangan Grid Maksimum *GPR (Ground Potential Rise)* dan Resistivitas tanah.

Pada gardu induk sungai lilin terdapat salah satu peralatan yang hasil pentanahannya 5,66 ohm melebihi standard IEEE 80/20. Untuk menjamin keandalan dari sistem pentanahan pada gardu induk sungai lilin, maka perlu

dilakukan analisis terhadap sistem pentanahan tersebut. Faktor yang dapat merubah sistem pentanahan pada gardu induk perubahan kondisi tanah, dan Kondisi elektroda pentanahan itu sendiri. Berdasarkan hal tersebut diatas ,maka penulis melakukan penelitian berupa “*Analisis Sistem Pentanahan pada peralatan Gardu induk 275 kV Sungai Lilin*”.

1.2 Perumusan Masalah

- 1) Bagaimana cara menghitung tahanan pentanahan pada peralatan Gardu Induk 275 kV Sungai Lilin.
- 2) Bagaimana cara menghitung nilai tegangan sentuh dan tagangan langkah yang diizinkan serta tegangan sentuh dan tegangan langkah yang sebenarnya pada peralatan gardu induk 275 kV sungai lilin.
- 3) Bagaimana menganalisis sistem pentanahan pada peralatan gardu induk 275 kV sungai lilin.

1.3 Batasan Masalah

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

- 1) Ruang Lingkup mengenai analisis sistem pentanahan pada peralatan Gardu Induk 275 kV Sungai Lilin
- 2) Standar acuan yang digunakan dalam perhitungan adalah berdasarkan IEEE std 80/2000 berjudul *IEEE Guide for Safety in AC Substations Grounding*.
- 3) Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ETAP

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini ialah :

- 1) Menghitung besarnya tahanan pentanahan pada peralatan gardu induk 275 kV sungai lilin.
- 2) Untuk mendapatkan nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diizinkan serta tegangan sentuh dan tegangan langkah yang sebenarnya pada peralatan gardu induk 275 kV sungai lilin.
- 3) Menganalisis sistem pentanahan pada peralatan gardu induk 275 kV sungai lilin .

1.5 Manfaat Penelitian.

- 1) Meminimalisir terjadinya kejut listrik yang berbahaya bagi makhluk hidup dan peralatan disekitar gardu induk.
- 2) Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan disusun direncanakan dibagi dalam 5 bab, antara lain :

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : KAJIAN TEORI

Berisikan teori umum tentang gardu induk, fungsi gardu induk, jenis gardu induk, sistem pentanahan, sistem pentanahan *mesh/grid*, tahapan

penelitian dalam menganalisis sistem pentanahan di gardu induk sesuai standar IEEE std 80/2000.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah penelitian, prosedur penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta peralatan yang dipakai untuk membantu kelancaran penelitian ini.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang analisis sistem pentanahan pada peralatan gardu induk 275 kV Sungai Lilin dengan perhitungan manual berdasarkan standar IEEE 80/2000 dan menggunakan *software* ETAP 12.6.0, serta pengukuran dilapangan.

BAB V : PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yusmartato, Parinduri, L., & Sudaryanto. (2017). Pembangunan gardu induk 150 kv di desa parbaba dolok. *Journal of electrical technology*,13-17.
- [2] Riyanto, A., & Simatupang, J. W. (2019). *Analisis Sistem Pentanahan Jaringan Gardu Induk 150 kV*. PT Bekasi Power Cikarang. JKTE UTA
- [3] Pronoto, A., Tumaliang, H., & Mangindaan, G. M. (2018). *Analisa sistem pentanahan gardu induk teling dengan konstruksi grid*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [4] Syofian, Andi. (2013). Teknik Elektro, Fakultas Teknologi industri Institut Sistem pentanahan pada gardu induk PLTU Teluk Sirih. Jurusan Teknologi Padang. Tanjung, Abrar. *Analisis pentanahan gardu induk Bagan Batu dengan bentuk konstruksi Grid (kisikisi)*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas teknik, Universitas Lancang kuning.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2011). Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011). Jakarta: Erlanga.
- [6] PT. PLN (Persero). Materi Operasi Gardu Induk dan Transmisi. Udiklat Palembang.
- [7] Substation Comitte (2000), IEEE Giude for Safety in AC Substation Grounding, New York, The Institute of Elecrical and Electronics Engineers.
- [8] Sulaiman, Juliana. (2012). *Analisis sistem pentanahan peralatan pada komponen utama pada gardu induk di maros*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin Makasar.