

**SKRIPSI**

**STUDI SISTEM PEMBUMIHAN INSTALASI LISTRIK  
DI KANTOR BUPATI JENEPONTO SULAWESI SELATAN**



**Disusun Oleh :**

**DEDY AMARONU                    105821110916**  
**MUHAMMAD YASIR                105821110416**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2023**

**STUDI SISTEM PEMBUMIAN INSTALASI LISTRIK  
DI KANTOR BUPATI JENEPONTO SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Disusun dan Diajukan Oleh :

DEDY AMARONU 105821110916

MUHAMMAD YASIR 105821110416

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
2023**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDY SISTEM PEMBUMIHAN INSTALASI LISTRIK DI KANTOR  
BUPATI JENEPONTO SULAWESI SELATAN**

Nama : 1. Dedy Amaronu  
2. Muhammad Yasir

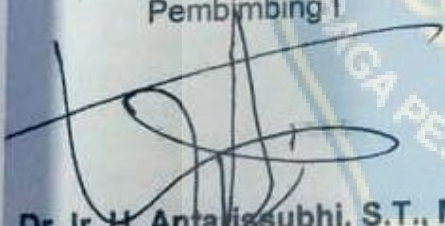
Stambuk : 1. 105821110916  
2. 105821110416

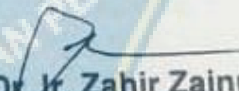
Makassar, 10 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

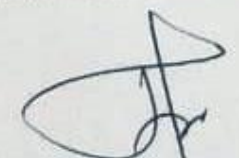
Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Ir. H. Antalissubhi, S.T., M.T.

  
Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Elektro

  
Ir. Adriani, S.T., M.T.  
NBM : 1044 202





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**



**Kampus  
Merdeka**  
INSPIRASI BELAJAR

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221  
 Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : [teknik@unismuh.co.id](mailto:teknik@unismuh.co.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **Dedy Amaronu** dengan nomor induk Mahasiswa 105821110916 dan **Muhammad Yasir** dengan nomor induk Mahasiswa 105821110416, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor 0005/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 05 Agustus 2023.

**Panitia Ujian**

**1. Pengawas Umum**

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar  
Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

23 Muharram 1445 H  
10 Agustus 2023 M

**2. Penguji**

- a. Ketua : Dr. Umar Kattu, S.T., M.T.
  - b. Sekretaris : Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM
- 3. Anggota**
- 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng
  - 2. Andi Faharuddin, S.T., M.T.
  - 3. Ir. Suryani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Antarasubhi, S.T., M.T

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Dekan



Dr. Ir. M. Nurmahasbi, S.T., M.T., IPM

058211109108

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,  
Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan),  
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain),  
Dan hanya kepada Tuhan Allah hendaknya kamu berharap.*

*( Q.S Al – Insyirah:6-8)*

### **Kupersembahkan :**

Karya sederhana ini sebagai tanda baktiku kepada Ayah dan Ibu serta Saudaraku tercinta yang senantiasa menyayangiku, berdoa dengan tulus ikhlas kepada Allah SWT dan selalu memberikan yang terbaik serta selalu mengharapkan kesuksesan. Doamu, Pengorbananmu, Nasehatmu, serta Kasih Sayangmu, yang tulus menunjang kesuksesan Ananda dalam menggapai cita-cita.

## ABSTRAK

**Dedy Amaronu. Muhammad Yasir.** 2023. *Studi Sistem Pembumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan*. Skripsi. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar. Pembimbing: Antarissubhi dan Zahir Zainuddin.

Penelitian ini dilatarbelakangi bahwa selama 10 tahun terakhir belum pernah dilakukan evaluasi sistem instalasi listrik termasuk sistem pembumian di Kantor Bupati Jeneponto. Berdasarkan hal tersebut, peneliti berinisiatif mengadakan suatu penelitian dengan judul “Studi Sistem Pembumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis sistem pembumian, nilai resistansi pembumian dan mengetahui apakah sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto masih sesuai dengan standarisasi PUIL 2011. Sumber data dalam penelitian ini adalah sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto dengan sub variabel yang terdiri dari : jenis sistem pembumian, resistansi pembumian, elektroda pembumian dan penghantar pembumian. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, dokumentasi dan Teknik pengukuran. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Sistem yang digunakan pada pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto adalah sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), telah memenuhi standar dalam PUIL 2011. (2) Besar resistansi pembumian pada Kantor Bupati Jeneponto berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai terendah sebesar  $1,83 \Omega$  sedangkan untuk nilai tertinggi sebesar  $6,93 \Omega$  sedangkan untuk hasil perhitungan didapatkan nilai terendah  $1,32 \Omega$  dan nilai tertinggi  $6,94 \Omega$ . (3) Elektroda pembumian instalasi listrik pada Kantor Bupati Jeneponto, menggunakan elektroda batang jenis insuno dengan panjang 5 m dan jari-jari penampang elektroda 15 mm. (4) Pembumian instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto menggunakan kabel putih, warna kabel tersebut tidak sesuai dengan standarisasi PUIL 2011.

**Kata Kunci:** Studi, Sistem Pembumian, Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

## ABSTRACT

**Dedy Amaronu. Muhammad Yasir.** 2023. Study of the Electrical Installation Grounding System at the Jeneponto Regent's Office, South Sulawesi. Thesis. Electrical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Makassar. Supervisors: Antarissubhi and Zahir Zainuddin.

This research is motivated by the fact that during the last 10 years there has never been an evaluation of the electrical installation system including the earthing system at the Jeneponto Regent's Office. Based on this, researchers took the initiative to conduct research with the title "Study of Electrical Installation Grounding Systems in the Jeneponto Regent's Office, South Sulawesi". The purpose of this research is to determine the type of earthing system, the value of earthing resistance and to find out whether the electrical installation earthing system at the Jeneponto Regent's Office still complies with the 2011 PUIL standardization. The data source in this research is the electrical installation earthing system at the Jeneponto Regent's Office with sub variables consisting of : type of earthing system, earthing resistance, earthing electrode and earthing conductor. The data collection techniques used are observation, documentation and measurement techniques. The data analysis technique used in this research is descriptive analysis.

The results of the research show that: (1) The system used for grounding electrical installations at the Jeneponto Regent's Office is the TN-S (Terra Neutral-Separated) system, which meets the standards in PUIL 2011. (2) The amount of grounding resistance at the Jeneponto Regent's Office is based on the results measurements obtained the lowest value of 1.83  $\Omega$ , while the highest value was 6.93  $\Omega$ , while the calculation results obtained the lowest value of 1.32  $\Omega$  and the highest value of 6.94  $\Omega$ . (3) The grounding electrode for the electrical installation at the Jeneponto Regent's Office uses an Insuno type rod electrode with a length of 5 m and an electrode cross-sectional radius of 15 mm. (4) The grounding of the Jeneponto Regent's Office electrical installation uses a white cable, the color of the cable does not comply with the 2011 PUIL standardization.

**Keywords: Study, Earthing System, Jeneponto Regent's Office, South Sulawesi.**



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Salawat dan salam semoga senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul skripsi Kami adalah: **“STUDI SISTEM PEMBUMIHAN INSTALASI LISTRIK DI KANTOR BUPATI JENEPONTO SULAWESI SELATAN”**

Penulis menyadari bahwa sejak penyusunan proposal sampai skripsi ini rampung, banyak hambatan, rintangan dan halangan, namun berkat bantuan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak semua ini dapat teratasi dengan baik. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap dengan selesainya skripsi ini, bukanlah akhir dari sebuah karya, melainkan awal dari semuanya, awal dari sebuah perjalanan hidup.



Selanjutnya ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T. Selaku Ketua Prodi Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. H. Antarisubhi, S.T., M.T Selaku Pembimbing I dan Bapak Dr.Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc Selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing kami.
5. Bapak serta Ibu Dosen dan para Staf Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani kami selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Faisal Abdul Malik, SE., MM selaku kepala bidang administrasi umum yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.
7. Bapak dan Ibu tercinta serta keluarga-keluarga yang lain, kami mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih, doa dan dukungannya terutama dalam bentuk materi dalam proses menyelesaikan kuliah.

8. Rekan-rekan mahasiswa kami khususnya angkatan 2016 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Presiden republic batu yang dengan persaudaraan telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak sempat disebutkan satu persatu semoga menjadi ibadah dan mendapat ridhanya.

Terlalu banyak orang yang berjasa dan mempunyai andil kepada penulis selama menempuh Pendidikan di Universitas Muhammadiyah Makassar, sehingga tidak akan termuat bila dicantumkan namanya satu persatu, kepada mereka semua tanpa terkecuali, penulis ucapkan terima kasih yang teramat dalam dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dengan pahala yang melimpah dan tak terbatas. Aamiin.

Makassar, 18 Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Kajian Teori.....	7
B. Penelitian Yang Relevan.....	41
C. Kerangka Pikir.....	43
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
A. Jenis Penelitian.....	45
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	45
C. Variabel penelitian.....	45
D. Definisi Operasional Variabel.....	46
E. Objek Penelitian.....	47
F. Teknik Pengumpulan Data.....	48
G. Instrumen Penelitian.....	48
H. Teknik Analisis Data.....	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	52
A. Hasil Penelitian.....	52
B. Pembahasan.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Elektroda Batang.....	13
Gambar 2.2 Elektroda Pita.....	14
Gambar 2.3 Elektroda Plat.....	15
Gambar 2.4 Sistem TN-S dengan konduktor netral dan konduktor proteksi terpisah pada saluran sistem.....	25
Gambar 2.5 Sistem TN-S dengan konduktor lin dibumikan dan koonduktor proteksi terpisah pada seluruh system.....	25
Gambar 2.6 Sistem NT-C dengan fungsi konduktor netral dan konduktor proteksi digabungkan dalam konduktor tunggal di seluruh system.....	26
Gambar 2.7 Sistem TN-C-S trifasa, 4-kawat, dengan PEN terpisah menjadi PE dan N ditempat lain pada instalasi.....	26
Gambar 2.8 Sistem TT dengan konduktor netral dan konduktor proteksi terpisah di seluruh instalasi.....	34
Gambar 2.9 Sistem TT dengan konduktor proteksi dibumikan tanpa konduktor netral di distribusikan, diseluruh instalasi.....	34
Gambar 2.10 Sistem IT dengan semua BKT diinterkoneksi dengan konduktor proteksi yang secara kolektif dibumikan.....	37
Gambar 2.11 Sistem IT dengan BKT dibumikan dalam kelompok atau secara individu.....	38
Gambar 2.12 Skema pengukuran pentanahan.....	41
Gambar 2.13 Kerangka pikir.....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Besar dan Lama Tegangan Sentuh Maksimum.....	12
Tabel 2.2. Rincian Jenis Elektroda.....	18
Tabel 2.3. Resistansi Jenis tanah.....	19
Tabel 2.4 Kode untuk indentifikasi penghantar.....	23
Tabel 2.5 Waktu Pemutusan Maksimum Untuk Sistem TN.....	28
Tabel 3.1 Instrumen Pengukuran.....	49
Tabel 3.2 Panduan Obeservasi.....	50
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Resistansi Pembedaan Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.....	54
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Resistansi Pembedaan Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.....	55
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Hasil Perhitungan Nilai Resistansi Pembedaan Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.....	56
Tabel 4.4 Hasil Observasi di Lapangan.....	57
Tabel 4.5 Resistansi Pembedaan Kantor Bupati Jeneponto Berdasarkan Standar PUIL 2011.....	59

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Tenaga listrik merupakan bagian dari bentuk energi dan cabang produksi yang penting bagi negara yang sangat menunjang upaya dalam memajukan dan mencerdaskan bangsa, hal ini dikarenakan sistem ketenagalistrikan telah memunculkan multi implikasi yang sangat kompleks di berbagai aspek kehidupan, antara lain keuangan, ekonomi, sosial, budaya, politik, dan lain-lain. Kondisi tersebut mengidentifikasikan bahwa listrik telah menjadi bagian yang sangat penting dan utama bagi umat manusia. Oleh karenanya listrik bisa dikatakan sebagai salah satu kebutuhan utama bagi penunjang dan pemenuhan kebutuhan hidup umat manusia. Salah satu hasil pemanfaatan kekayaan alam yang menguasai hajat hidup orang banyak, tenaga listrik perlu dipergunakan untuk kesejahteraan dan kemakmuran rakyat (Aslimeri, 2008).

Energi listrik sangat penting di dalam kehidupan manusia, hal ini dikarenakan semua peralatan yang dapat menunjang kehidupan manusia menggunakan energi listrik. Energi listrik itu sendiri dapat dengan mudah ditransportasikan atau disalurkan. Dengan tersedianya listrik, maka terjadi kemajuan peradaban dalam kehidupan manusia, khususnya dalam bidang teknologi. Untuk keperluan penyediaan dan penyaluran tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik yang saling terhubung antara

yang satu dengan yang lain sehingga mempunyai interelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik. Dengan demikian sistem tenaga listrik adalah kumpulan berbagai peralatan listrik, yang terdiri dari pembangkitan, penyaluran, dan distribusi, di mana satu dengan yang lain saling berhubungan dan bekerja sama sehingga menghasilkan tenaga listrik, yang selanjutnya digunakan oleh para pelanggan.

Semua orang menggunakan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari, baik itu untuk penerangan, televisi, memasak, mencuci pakaian dan sebagainya. Listrik menghubungkan orang yang satu dengan yang lainnya melalui jalur komunikasi audio maupun visual sehingga memudahkan penyebaran informasi sampai ke daerah pelosok yang belum dapat dijangkau dengan transportasi. Selain itu, listrik juga sangat berguna dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan menjadi tolak ukur kemajuan suatu negara. Pabrik-pabrik serta berbagai macam permesinan yang melingkupi hajat hidup rakyat banyak sangat bergantung pada ketersediaan tenaga listrik. Hampir keseluruhan struktur penyangga kehidupan moderen terkait dengan listrik.

Selain bermanfaat bagi kehidupan manusia, listrik juga bisa mendatangkan bahaya jika tidak diperhatikan dengan baik. Tingkat kebakaran yang tinggi disebabkan oleh listrik akibat peningkatan suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada kabel atau bahkan percikan api pada material lalu terbakar dan yang paling berbahaya adalah listrik dapat menyebabkan kematian. Jika tidak dilakukan pemutusan dengan cepat, arus



listrik dapat mengalir ke tubuh manusia dan dapat merusak fungsi tubuh yang vital yaitu pernapasan dan detak jantung.

Untuk memproteksi bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh listrik, maka dibutuhkan sistem yang bisa melindungi manusia, ternak, dan peralatan. Untuk itu, setiap bangunan termasuk gedung/kantor membutuhkan pembumian untuk menghindari terjadinya bahaya-bahaya tersebut. Pembumian merupakan salah satu cara konvensional untuk mengatasi bahaya tegangan sentuh tidak langsung yang dimungkinkan terjadi pada bagian peralatan yang terbuat dari logam. Untuk peralatan yang mempunyai selungkup/rumah tidak terbuat dari logam tidak memerlukan sistem ini. Agar sistem ini dapat bekerja secara efektif maka baik dalam pembuatannya maupun hasil yang dicapai harus sesuai dengan standar.

Ada 2 hal yang dilakukan oleh sistem pembumian, yaitu: (1) menyalurkan arus dari bagian-bagian logam peralatan yang teraliri arus listrik liar ke tanah melalui saluran pembumian, dan (2) menghilangkan beda potensial antara bagian logam peralatan dan tanah sehingga tidak membahayakan bagi yang menyentuhnya.

Sistem pembumian sangat dipengaruhi oleh jenis pembumian, resistansi pembumian, dan elektroda pembumian. Resistansi pembumian terkait dengan jenis tanah di daerah yang mempunyai bangunan yang dibumikan. Setiap daerah memiliki jenis tanah yang bervariasi sehingga memiliki resistansi yang berbeda pula. Resistansi tanah sangat menentukan dalam sistem pembumian yang akan diterapkan. Menurut Pabla (1994) resistansi tanah sangat bervariasi di berbagai

tempat dan berubah menurut iklim. Resistansi tanah ini terutama dipengaruhi oleh kandungan elektrolitnya, kandungan airnya, mineral-mineral dan garam-garaman. Selain itu, yang harus menjadi perhatian adalah penggunaan elektrodanya.

Pembumian yang baik adalah pembumian yang sesuai dengan standar dalam PUIL 2011, yaitu memiliki resistansi pembumian total seluruh sistem yang tidak boleh lebih dari 5  $\Omega$ . Untuk daerah yang resistansi jenis tanahnya sangat tinggi, resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh mencapai 10  $\Omega$ . Selain itu pemasangan elektroda pembumiannya harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku baik jenis elektroda yang akan digunakan ataupun bahan dari elektroda itu sendiri. Jika tidak memperhatikan ketentuan-ketentuan di atas maka sistem pembumian tidak dapat dikatakan baik. Oleh karena itu, dianggap perlu untuk diadakan pengujian kembali.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan penulis pada tanggal 20 Maret 2023 di Kantor Bupati Jeneponto, diperoleh informasi bahwa selama 10 tahun terakhir belum pernah dilakukan evaluasi sistem instalasi listrik termasuk sistem pembumian. Jika kondisi tersebut tidak segera ditindak lanjuti, maka akan berpengaruh pada kegiatan operasional ke depannya, terutama pada peralatan listrik. Untuk menghindari kerusakan pada peralatan maka perlu dilakukan suatu pengujian ulang terhadap sistem pembumiannya sesuai dengan peraturan PUIL 2011, Pasal 9.12.1.1 yang menyatakan bahwa pemeliharaan instalasi listrik meliputi program pemeriksaan, perawatan, perbaikan dan uji ulang berdasarkan petunjuk pemeliharaan yang sudah ditentukan, agar keadaan

instalasi selalu baik dan bersih, penggunaannya aman, dan serta kerusakan mudah diketahui, dicegah, atau diperkecil. Ini memberikan pengertian bahwa agar instalasi listrik tersebut dapat berfungsi dengan baik, maka harus diuji kembali termasuk sistem pembumiannya. Sehingga bila terjadi gangguan tidak mengakibatkan kerusakan yang parah. Kemudian dilanjutkan pada Pasal 9.4.3.2 yang menyatakan bahwa sistem instalasi termasuk pembumiannya harus diuji secara berkala dan dibuatkan laporan tertulis secara berkala.

Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan sebagian besar bangunannya merupakan bangunan dengan berbagai fasilitas, terdapat di dalamnya ruangan menggunakan mesin-mesin listrik yang rentan dengan bahaya kelistrikan. Oleh karena itu, dilengkapi dengan sistem pembumian instalasi listrik. Namun untuk mengetahui apakah sistem pembumian tersebut masih handal, maka perlu dilakukan suatu pengujian ulang terhadap keamanannya karena perlindungan menyangkut keselamatan manusia, gedung beserta dengan isinya. Sebab bukan tidak mungkin hal-hal yang tidak diinginkan bisa terjadi.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengadakan suatu penelitian dengan judul “Studi Sistem Pembumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan”.

## **B. Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apa jenis sistem pembumian instalasi listrik yang ada di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan?

2. Berapa besar nilai resistansi pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan?
3. Apakah sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan masih sesuai dengan standarisasi PUIL 2011 ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui jenis sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.
2. Mengetahui nilai resistansi pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.
3. Mengetahui sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan, masih sesuai dengan standarisasi PUIL 2011.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi kepada para teknisi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan, mengenai teori dan praktek sistem pembumian instalasi listrik.
2. Bagi peneliti sendiri merupakan wahana pembelajaran dalam menambah wawasan dan pengetahuan terhadap sistem pembumian instalasi listrik gedung atau kantor
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memberikan penyuluhan lewat pengabdian bagi masyarakat sebagai wujud kepedulian bagi sesama.



## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Sistem Penumian**

Dalam sistem penumian, terlebih dahulu kita ketahui bahwa sistem adalah sekelompok komponen dan elemen yang digabungkan menjadi satu untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem penumian adalah suatu rangkaian atau jaringan mulai dari kutub penumian atau elektroda, hantaran penghubung atau conductor sampai terminal penumian yang berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi sehingga dapat memberikan proteksi terhadap manusia dari sengatan listrik (shock), dan mengamankan komponen-komponen instalasi agar dapat terhindar dari bahaya arus dan tegangan asing, serta perangkat dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan teknis yang semestinya.

Sistem penumian juga dapat didefinisikan sebagai suatu usaha untuk mengadakan hubungan sistem dengan tanah (bumi) menggunakan penghantar dan elektroda tanah. Sistem ini juga sebagai penyaluran arus bocor yang dimaksud ialah adanya arus/tegangan pada bagian listrik yang pada keadaan normal bagian tersebut tidak bertegangan. dengan adanya sistem penumian dalam rangkaian ini maka apabila terjadi arus bocor orang yang menyentuh benda/mesin-mesin listrik tersebut tidak akan terkena kejutan listrik dan sebagai pelindung terhadap mesin-mesin listrik (Sariadi, 1999).

Pembumian adalah penghubung titik netral dari suatu sistem tenaga listrik atau badan dari tenaga listrik dengan tanah. Kontak dengan tanah dilakukan dengan menanam elektroda kedalam tanah, yang selanjutnya disebut elektroda pembumian. Sedangkan resistansi pembumian adalah resistansi antara elektroda sistem pentanahan dengan elektroda lain pada jarak tertentu (Darmayusa, 2019).

Masalah pembumian merupakan salah satu faktor yang penting dalam sistem kelistrikan. Pembumian mempunyai hubungan erat dengan perlindungan suatu sistem beserta dengan perlengkapannya. Pembumian yang sering juga disebut pentanahan adalah penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu. Istilah lain untuk pembumian adalah *grounding* atau *earthing* (Hasrul, 2010).

Sariadi (1999) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan pembumian adalah suatu usaha untuk mengadakan hubungan sistem dengan tanah (bumi) dengan menggunakan penghantar dan elektroda tanah. Menurut PUIL 2011 sistem pembumian merupakan proteksi atau perlindungan peralatan terhadap gangguan, baik gangguan bumi (gangguan pada sistem pembumian) maupun gangguan oleh kilat. Gangguan bumi adalah kegagalan isolasi antar penghantar dan bumi sebagai kerangka.

Terdapat dua jenis pembumian pada sistem tenaga listrik, yaitu:

a. Pembumian sistem

Pembumian sistem adalah pembumian yang dilakukan dengan cara mengadakan hubungan dengan tanah untuk suatu titik pada penghantar arus dari

sistem. Menurut Pabla (1994), agar sistem pembumian dapat berkerja secara efektif, maka memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Membuat jalur impedansi rendah untuk ke tanah untuk pengaman personil dan menggunakan rangkaian efektif.
- 2) Dapat menyebabkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*serge current*)
- 3) Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

Tujuan pembumian sistem menurut Hutahuruk (1999) adalah:

- 1) Pada sistem yang besar yang tidak dibumikan arus gangguan relatif besar ( $>5$  A) sehingga busur listrik yang timbul tidak dapat padam sendiri yang akan menimbulkan busur tanah (*arching ground*). Gejala busur tanah merupakan gejala pemutus (*clearing*) dan pukul ulang (*restriking*) dari busur listrik secara berulang-ulang. Gejala ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan lebih transien yang tinggi yang dapat merusak peralatan. Pada sistem yang dibumikan gejala tersebut hampir tidak ada.
- 2) Untuk membatasi tegangan-tegangan pada fase-fase yang tidak terganggu (sehat). Secara khusus, pembumian sistem bertujuan untuk mencegah terjadinya kejut listrik pada sentuhan tak langsung pada bagian konduktif terbuka peralatan akibat berkerjanya gawai pemutus arus lebih.

b. Pembumian peralatan

Pembumian peralatan berbeda dengan pembumian sistem. Pembumian peralatan adalah bagian konduktif terbuka (BKT) peralatan pada waktu normal tidak dialiri arus. Bila terjadi hubung singkat suatu penghantar dengan suatu

peralatan, maka akan terjadi beda potensial (tegangan). Penumian peralatan merupakan hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan, baik pada pembangunan garduk induk, pusat-pusat listrik industri bahkan ruma tinggal juga perlu dilengkapi dengan sistem penumian ini.

Tujuan penumian peralatan menurut Hutahuruk (1999) adalah:

- 1) Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang dilalui arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman (tidak membahayakan) untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal.
- 2) Untuk memperoleh impedansi yang rendah/kecil dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

Secara singkat, tujuan penumian peralatan itu dapat diformulasikan sebagai berikut:

- 1) Mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya untuk orang dalam daerah itu.
- 2) Untuk memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya dalam keadaan gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran atau ledakan pada bangunan atau isinya.
- 3) Untuk memperbaiki penampilan (*performance*) dari sistem.

Penumian merupakan salah satu cara konvensional untuk mengatasi bahaya tengangan sentuh tidak langsung dimungkinkan terjadi pada bagian peralatan yang terbuat dari logam. Untuk peralatan yang mempunyai selungkup/rumah tidak terbuat dari logam tidak memerlukan sistem ini. Agar sistem ini dapat berkerja



secara efektif maka baik dalam pembuatannya maupun hasil yang harus sesuai dengan standar.

Ada 2 hal yang dilakukan oleh sistem pembumian, yaitu:

- 1) Menyalurkan arus dari bagian-bagian logam peralatan yang teraliri arus listrik ke tanah melalui saluran pembumian.
- 2) Menghilangkan beda potensial bagian logam peralatan dan tanah sehingga tidak membahayakan lagi yang menyentuhnya.

Apabila ada kontak yang tidak disengaja antara bagian yang dilalui oleh arus dengan kerangka metal dari peralatan, kerangka metal itu menjadi bertegangan yang sama dengan tegangan peralatan. Untuk mencegah terjadinya tegangan kejut yang berbahaya kerangka metal peralatan itu harus dihubungkan ke tanah melalui impedansi yang rendah. Impedansi pembumian harus sedemikian kecilnya sehingga tegangan yang timbul pada kerangka peralatan harus kecil dan tidak berbahaya.

*Internasional elektrotechnical commission* (IEC) mengusulkan besar tegangan sentuh yang diizinkan sebagai fungsi dari lama gangguan seperti pada Tabel 2.1. Umumnya digunakan untuk sistem tegangan pemanfaatan (instalasi tegangan rendah). Jika terjadi kegagalan isolasi pada peralatan, maka besar arus gangguan  $I_F$  dari titik gangguan ke badan peralatan tersebut, dan dari badan peralatan ke tanah melalui tahanan penghantar  $R_{E2}$ , maka timbul tegangan sentuh pada peralatan sebesar  $I_F \cdot R_{E2}$ .

Tabel 2.1  
 Besar dan Lama Tegangan Sentuh Maksimum

Tegangan Sentuh Volt (RMS)	Waktu Pemutusan Maksimum (detik)
<50	~
50	5,0
75	1,0
90	0,5
110	0,2
150	0,1
220	0,05
280	0,03

Sumber: Hutaaruk, 1999

Agar peryaratan dalam Tabel 2.1 di atas terpenuhi, maka tahanan  $R_{E2}$  diberikan oleh :

$$R_{E2} = \frac{50}{k \cdot I_n} \text{ Ohm}$$

(Hutahuruk, TS : 1999)

Keterangan :

$I_n$  = arus nominal dari alat pengaman lebur atau pengaman arus lebih (A)

K = bilangan yang besarnya tergantung dari karakteristik alat pengaman.

= 2,5 - 5 untuk pengaman lebur atau sekering.

= 1,25 – 3,5 pengaman lainnya.

## 2. Jenis-jenis Elektroda Pembumian

Elektroda pembumian ialah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi (PUIL 2011).

Suarjana Komang (2020) menyatakan bahwa ada beberapa jenis elektroda pbumian yang sering digunakan, yaitu sebagai berikut:

### 1. Elektroda Batang (*Rod*)

Elektroda batang (*rod*) merupakan elektroda dari pipa-pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda batang merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda batang banyak digunakan di dalam gardu induk. Secara teknis, elektroda batang mudah dalam pemasangannya, yaitu hanya dengan memancangkannya ke dalam tanah dan tidak memerlukan lahan yang luas. Berikut gambar elektroda batang:



Gambar 2.1 Elektroda batang

Sumber: Suarjana Komang, 2020

Rumus tahanan pbumian untuk elektroda batang tunggal:

$$R_G = R_R = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[ \ln \left( \frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right]$$

Sumber: IEEE Std 142, 2007

Di mana:

$R_G$  = Tahanan pentanahan (Ohm)

$R_R$  = Tahanan pbumian untuk batang tunggal (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

$L$  = Panjang elektroda (meter)

$A$  = Diameter elektroda (meter)

## 2. Elektroda Pita (*Grid*)

Elektroda pita adalah elektroda yang dibuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam sedalam mungkin. Pemancangan ini akan bermasalah apabila mendapat lapisan-lapisan tanah yang berbatu, selain sulit dalam pemancangannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga bermasalah. Ternyata sebagai pengganti pemancangan batang hantaran secara vertikal ke dalam tanah, dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horizontal) dan dangkal. Di samping kesederhanaannya itu, ternyata tahanan pembumian yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bentuk konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial, atau kombinasi antara keduanya. Berikut gambar elektroda pita:



Gambar 2.2 Elektroda pita

Sumber: Suarjana Komang, 2020

Rumus perhitungan tahanan pembumian untuk elektroda pita

$$R_G = R_W = \frac{\rho}{\pi L_W} \left[ \ln \left( \frac{2L_W}{\sqrt{d_W Z_W}} \right) + \frac{1,4L_W}{\sqrt{A_W}} - 5,6 \right]$$

Sumber: Suarjana Komang, 2020

Di mana:

$R_w$  = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

$d_w$  = Diameter kawat (meter)

$L_w$  = Panjang total grid kawat (meter)

$Z_w$  = Kedalaman penanaman (meter)

$A_w$  = Luasan yang dicakup oleh grid (meter<sup>2</sup>)

### 3. Elektroda Plat

Elektroda plat adalah elektroda dari bahan plat logam (utuh atau berlubang) dari kawat kasa. Pada umumnya, elektroda ini ditanam dalam tanah. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan peralatan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain. Bentuk elektroda plat biasanya persegi atau persegi panjang. Cara penanaman biasanya secara vertical, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertical.

Penanaman secara vertikal adalah lebih praktis dan ekonomis. Berikut gambar dari elektroda plat:



Gambar 2.3 Elektroda plat

Sumber: Suarjana Komang, 2020

Rumus perhitungan tahanan pentanahan elektroda pelat tunggal:

$$R_G = R_\phi = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[ \ln \left( \frac{8W_p}{\sqrt{0,5 W_p + T_p}} \right) - 1 \right]$$

Sumber: Suarjana Komang, 2020

Di mana:

- $R_P$  = Tahanan pentanahan pelat (Ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)
- $W_P$  = Lebar pelat (meter)
- $L_P$  = Panjang pelat (meter)
- $T_P$  = Tebal pelat (meter)

### 3. Bahan dan Ukuran Elektroda Pembumian

Sebagai bahan elektroda pembumian digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain (misalnya pada perusahaan kimia). Ukuran minimum elektroda pembumian dapat dipilih menurut Tabel 2.2 dengan memperhatikan pengaruh korosi dan KHA.

Jika keadaan tanah sangat korosif, atau jika digunakan elektroda baja digalvanisasi, dianjurkan untuk menggunakan luas penampang atau tabel sekurang kurang 150 % dari yang tertera dalam Tabel 2.2 Jika elektroda pita hanya digunakan untuk mengatur gradien tegangan. Luas penampang minimum pada baja digalvanisasi atau berlapis tembaga harus 16 mm<sup>2</sup> dan pada tembaga 10 mm<sup>2</sup>. logam ringan hanya boleh ditanam pada satu jenis tanah jika lebih tahan korosi dari pada baja atau tembaga.

Pembumian dapat dilakukan dengan tujuan utama untuk melindungi manusia dan hewan dari bahaya tegangan sentuh yang memberikan jalan ke tanah atau mengalirkannya ke tanah yang disebabkan oleh gangguan bumi atau sambaran petir serta melindungi peralatan tersebut.

### 4. Pemasangan dan Susunan Elektroda

Untuk memilih jenis elektroda bumi yang akan dipakai, harus diperhatikan terlebih dahulu kondisi setempat, sifat tanah, dan resistansi pembumian yang



dipersyaratkan. Permukaan elektroda bumi harus berhubungan baik dengan tanah sekitarnya, batu dan kerikil yang langsung mengenai elektroda bumi memperbesar resistansi pembumian.

Jika keadaan tanah mengizinkan, elektroda pita harus ditanam sedalam 0,5 sampai 1 meter. Panjang elektroda bumi agar disesuaikan dengan resistansi pita sebagai besar tergantung pada panjang elektroda tersebut dan sedikit tergantung pada luas penampangnya.

Catatan :

- a) Nilai resistansi pembumian pada resistansi jenis  $r = 100 \Omega$ -meter adalah untuk elektroda terpasang lurus yang menghasilkan resistansi terkecil. Cara lain misalnya terpasang zig-zag atau mengelombang, menghasilkan resistansi yang lebih besar untuk panjang elektroda bumi yang sama.
- b) Elektroda pita radial harus disusun simetris. Sudut antara jari-jarinya tidak kurang dari 60° susunan lebih dari enam jari-jari pada umumnya tidak mengurangi resistansi pembumian secara berarti, karena pengaruh timbal balik dari jari-jari berdekatan.

Elektroda batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya sesuai dengan resistansi pembumian yang diperlukan. Resistansi pembumiannya sebagian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika beberapa elektroda diperlukan untuk memperoleh resistansi pembumian yang rendah, jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjangnya. Jika elektroda tersebut tidak berkerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektroda harus dua kali panjang efektifnya.

Ukuran minimum elektroda pembedaan dapat dilihat pada Tabel di bawah

ini :

Tabel 2.2 Rincian Jenis Elektroda

Jenis Elektroda	Bahan		
	Baja Berlapis Seng	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
Elektroda Pita	- Pita Baja 100 mm <sup>2</sup> , tebal 3 mm - Hantaran pilin 95 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	- Pita tembaga 50 mm <sup>2</sup> , tebal 2 mm - Hantaran pilin 35 mm <sup>2</sup>
Elektroda Batang	Pipa Baja 1” Baja profil L 65x65x7, U 6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> T6, X 50x3	Baja Φ 15 mm dilapisi tembaga 2,5 mm	
Elektroda Pelat	Pelat besi tebal 3 mm, luas 0,5 – 1 m <sup>2</sup>		Pelat tembaga tebal 2 mm, luas 0,5 – 1 m <sup>2</sup>

Sumber: PUIL 2011

## 5. Resistansi Jenis Tanah

Resistansi tanah berkaitan langsung dengan kandungan air dan suhu sehingga dapat diasumsikan bahwa resistansi suatu pembedaan akan berubah sesuai dengan perubahan iklim setiap tahunnya. Karena suhu lebih stabil pada kedalaman yang lebih dalam, agar dapat berkerja dengan efektif sepanjang waktu. Sistem pembedaan dapat dikonstruksikan dengan pasak tanah yang ditancapkan cukup dalam di bawah permukaan tanah. Hasil terbaik akan diperoleh apabila kedalaman pasak mencapai tingkat kedalaman air yang tetap.

Untuk resistansi jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$p = 2\pi\alpha R \text{ (Ohm-Meter)}$$

(Hutahuruk,TS : 1999)

Keterangan :

- $\rho$  = resistansi jenis tanah ( $\Omega$ -meter)
- $\pi$  = 3,14
- $\alpha$  = jarak antara elektroda (meter)
- $R$  = Tahanan (Ohm)

Dalam PUIL 2011, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda-beda tergantung dengan jenis tanah seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Resistansi jenis tanah

Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah (Ohm Meter)
Tanah Rawa	10-40
Tanah Liat dan Tanah Ladang	20-100
Pasir Basah	50-200
Kerikil Basah	200-3000
Pasir dan Kerikil Kering	< 10000
Tanah Berbatu	2000-3000

Sumber : PUIL 2011

Nilai resistansi jenis tanah dari berbagai macam tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung dari beberapa faktor, yakni :

a. Kelembaban Tanah

Harga tahanan jenis tanah sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah sehingga harga tahanan jenis tanah dapat berubah karena pengaruh kelembaban tanah tersebut. Pada harga kelembaban yang rendah atau kurang lembab, maka

harga tahanan jenis tanah besar, sebaliknya semakin tinggi kelembaban tanah maka harga tahanan jenis tanah semakin kecil.

Proses mengalirnya arus gangguan di dalam tanah yang dipengaruhi oleh kelembaban tanah, atau kandungan air di dalam tanah yang mempengaruhi konduktivitas hantaran arus tersebut. Dengan demikian, tahanan jenis tanah akan dipengaruhi pula oleh banyak atau kurangnya kandungan air tanah. Semakin besar kandungan air tanah maka konduktivitas tanah semakin besar sehingga tahanan jenis tanah akan turun, begitu pula sebaliknya semakin kurang kandungan air dalam tanah maka konduktivitas tanah semakin kecil sehingga tahanan jenis tanah akan naik. Oleh karena itu, sangat penting untuk mendapatkan elektroda yang ditanam berhubungan langsung dengan air tanah.

Untuk mendapatkan tahanan yang kecil, maka elektroda ditanam pada tempat yang cukup dalam di bawah permukaan tanah. Dengan cara ini, dapat juga mengurangi pengaruh perubahan musim terhadap tahanan jenis tanah, sehingga harga tahanan jenis tanah tidak terlalu dipengaruhi oleh perubahan musim.

#### b. Temperatur Tanah

Tahanan jenis tanah dipengaruhi oleh temperatur tanah. Jika temperatur tanah naik terus sehingga terjadi penguapan yang mengakibatkan keadaan tanah semakin lama semakin kering. Temperatur di bawah titik beku, air di dalam tanah akan membeku menyebabkan molekul-molekul air bebas bergerak, sehingga proses elektrolisis berlangsung dengan baik maka resistansi jenis tanah menjadi besar.

### c. Kadar Garam Tanah

Seperti halnya dengan kelembaban tanah dan temperatur tanah kadar garam tanah juga mempengaruhi tahanan jenis tanah. Sering dicobakan untuk komposisi tanah dengan memberikan garam pada tanah dekat dengan elektroda pembumian dengan maksud untuk mendapatkan resistansi jenis tanah yang rendah. Jika kadar garam tanah kecil maka tahanan jenis tanah akan besar tetapi dengan kenaikan kadar garam tanah sampai 15 % tahanan jenis tanah akan semakin menurun.

## 6. Resistansi Pembumian

Resistansi pembumian biasanya diacu sebagai resistansi *rod* pembumian, yaitu resistansi *ohm* antara sebuah elektroda pembumian dan sebuah elektroda acuan (sebagai elektroda bantu) yang dibumikan dan ditempatkan pada jarak yang jauh dari sistem pembumian yang diuji.

Resistansi adalah jumlah dari tahanan elektroda dan tahanan hantaran. Resistansi pembumian dapat diartikan bahwa besarnya tahanan pada kontak atau hubungan antara elektroda pembumian dengan tanah.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya tahanan adalah :

- a. Tahanan jenis tanah.
- b. Panjang elektroda pembumian.
- c. Luas penampang elektroda pembumian.

Untuk menentukan besarnya tahanan maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[ \ln \left( \frac{4L_R}{A_R} \right) - 1 \right]$$

(Hutahuruk,TS : 1999)

Keterangan:

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega$ -meter)

L = panjang pasak tanah (meter)

$\alpha$  = jari-jari penampang pasak (meter)

R =Tahanan (Ohm)

## 7. Jenis-jenis Pembumian Instalasi Listrik

Berdasarkan PUIL (2011), dalam instalasi listrik, dikenal 3 macam sistem pembumian, yaitu :

- Sistem TN (*Terra Neutral*) atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)
- Sistem TT (*Terra-Terra*) atau sistem pembumian pengaman (PP)
- Sistem IT (*Impedance Terra*) atau sistem penghantar pengaman (HP)

Kode yang digunakan pada sistem pembumian mempunyai arti sebagai berikut :

Huruf pertama – hubungan sistem tenaga listrik ke bumi.

T = hubungan langsung satu titik ke bumi.

I = semua bagian aktif diisolasi dari bumi, atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui suatu impedansi.

Huruf kedua – hubungkan BKT instalasi ke Bumi,

T = hubungan listrik langsung BKT ke bumi, yang tidak tergantung pembumian setiap titik tegangan listrik.



N = hubungan listrik langsung BKT ke titik yang dibumikan dari sistem tenaga listrik.


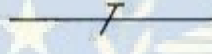

Huruf berikutnya (jika ada) – susunan pegantar netral dan penghantar proteksi.

S = fungsi proteksi yang diberikan oleh penghantar yang terpisah dari netral atau dari saluran yang dibumikan.

C = fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal.

Penjelasan simbolisasi penghantar pada sistem pembumian ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.4  
Kode untuk Identifikasi Penghantar

	Konduktor netral (N), konduktor titik tengah (M)
	Konduktor proteksi (PE)
	Gabungan konduktor proteksi dan konduktor netral (PEN)

Sumber PUIL 2011.

#### 1) Sistem TN (*Terra Neutra*) atau Sistem Pembumian (PNP)

Sistem pembumian TN mempunyai satu titik yang dibumikan langsung, BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi. Sistem TN dilakukan dengan cara menghubungkan semua BKT perlengkapan instalasi melalui penghantar proteksi ke titik sistem tenaga listrik yang dibumikan sedemikian rupa sehingga bila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karenan terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan berkerjanya gawai proteksi.

Umumnya titik sistem tenaga listrik yang dibumikan adalah titik netral. Jika titik netral tidak ada atau tidak terjangkau, penghantar fasa harus dibumikan. Namun, hal ini tidak dianjurkan di Indonesia. Dalam semua keadaan, penghantar fasa tidak boleh melayani sebagai penghantar PEN.

Ada tiga jenis sistem TN sesuai dengan susunan penghantar netral dan penghantar proteksi yaitu sebagai berikut :

a) Sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*)

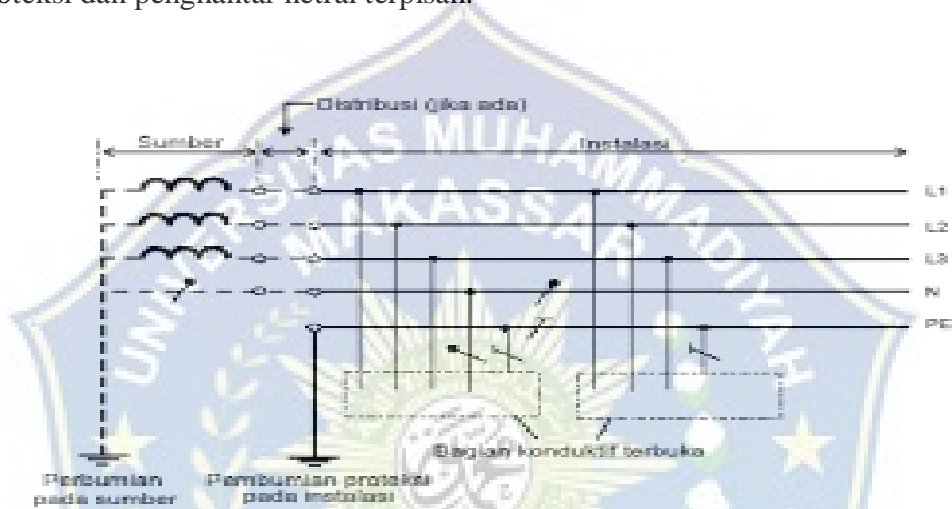
Pada sistem ini, digunakan penghantar proteksi yang terpisah di seluruh sistem. Pada instalasi listrik 3 fasa, terdapat lima penghantar dari titik suplai (PHB). Tiga buah penghantar untuk masing-masing fasa, satu penghantar untuk penghantar netral dan satu penghantar untuk penghantar proteksi. Sedangkan pada instalasi listrik 1 fasa, terdapat tiga penghantar dari titik suplai (PHB). Satu penghantar untuk penghantar fasa, satu penghantar untuk penghantar netral dan satu penghantar untuk penghantar proteksi.

b) Sistem TN-C (*Terra Neutral-Combined*)

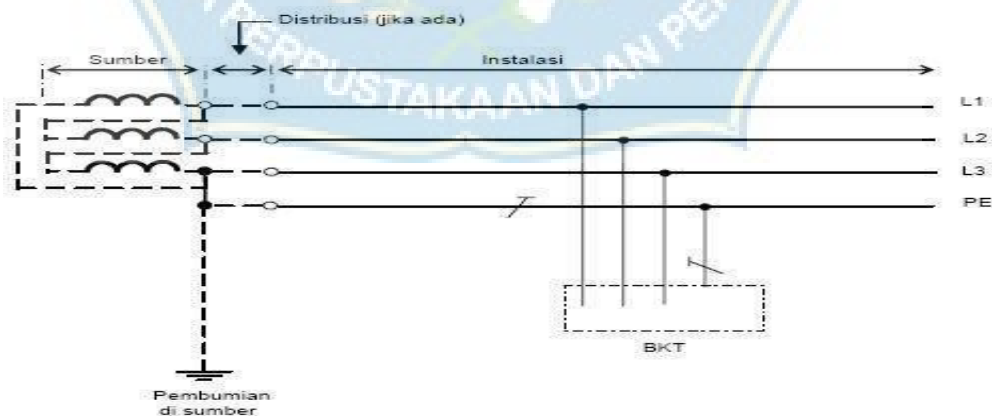
Pada sistem ini fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di saluran sistem. Pada instalasi listrik 3 fasa, terdapat 4 penghantar dari titik suplai (PHB). Tiga buah penghantar untuk masing-masing fasa, satu penghantar untuk penghantar netral bersama-sama dengan penghantar proteksi. Sedangkan pada instalasi listrik 1 fasa, hanya terdapat dua penghantar dari titik suplai. Satu penghantar untuk penghantar fasa, satu penghantar untuk penghantar netral dan penghantar proteksi.

c) Sistem TN-C-S (*Terra Neutral-Combined-Separated*).

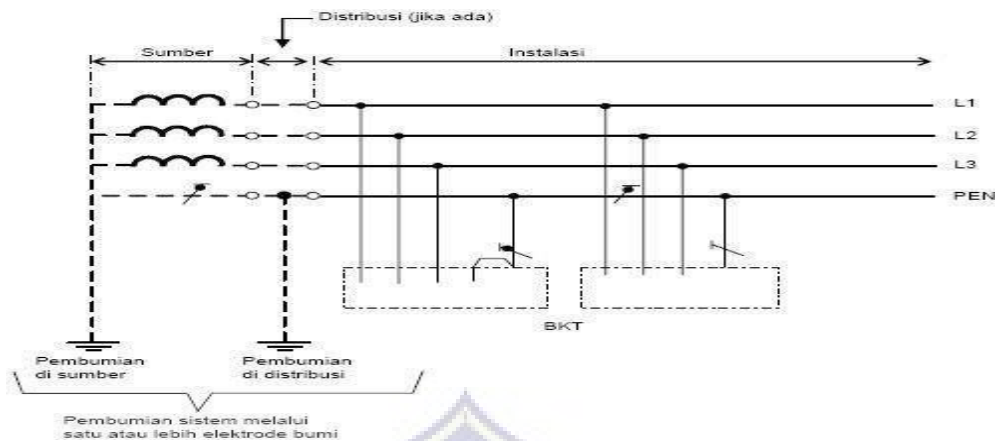
Pada sistem ini fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem. Sistem ini merupakan gabungan antara sistem TN-S dan TN-C. di sebagian sistem penghantar netral dan penghantar proteksi tergabung dalam penghantar tunggal dan di bagian lain, penghantar proteksi dan penghantar netral terpisah.



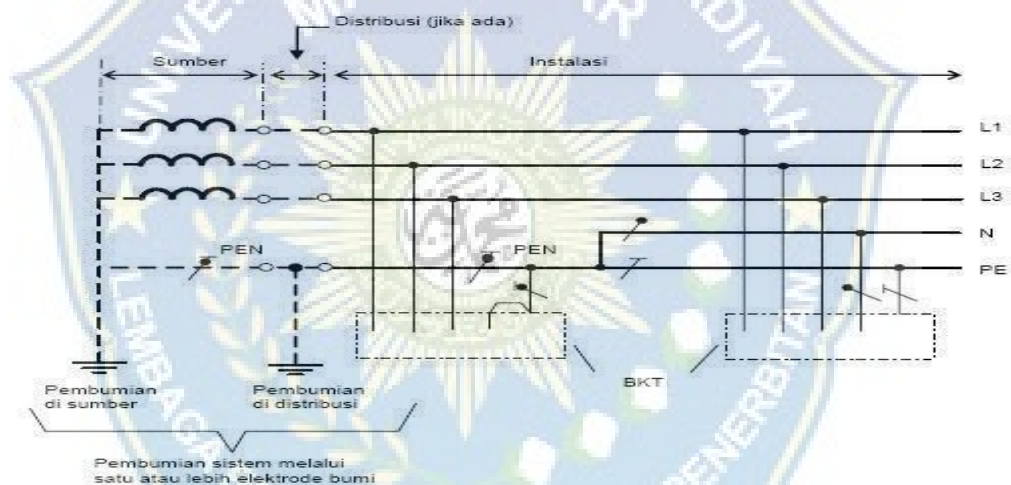
Gambar 2.4  
Sistem TN-S dengan konduktor netral dan konduktor proteksi terpisah pada saluran sistem.



Gambar 2.5  
Sistem TN-S dengan konduktor lin dibumikan dan konduktor proteksi terpisah pada seluruh sistem



Gambar 2.6  
Sistem NT-C dengan fungsi konduktor netral dan konduktor proteksi digabungkan dalam konduktor tunggal di seluruh sistem



Gambar 2.7  
Sistem TN-C-S trifasa, 4-kawat, dengan PEN terpisah menjadi PE dan N di tempat lain pada instalasi.

Jika terdapat hubungan bumi efektif yang lain, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi juga dihubungkan ke titik tersebut di mana mungkin dilakukan. Pembumian pada titik tambahan yang terdistribusi merata mungkin, diperlukan bahawa potensial penghantar proteksi tetap sedekat mungkin dengan potensial bumi dalam keadaan gangguan. Dalam bangunan besar seperti bangunan bertingkat tinggi, pembumian penghantar proteksi tambahan tidak memungkinkan karena alasan

praktis. Ikatan pengaman potensial antara penghantar proteksi BKE (bagian konduktif ekstra) dalam keadaan ini mempunyai fungsi yang serupa. Untuk alasan yang sama, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi dibumikan saat memasuki bangunan atau gedung PUIL (2011).

PUIL (2011), dalam instalasi bangunan (terpasang tetap), penghantar tunggal dapat dilayani, baik sebagian penghantar proteksi (PE) maupun penghantar netral (N), penghantar ini disebut penghantar PEN asalkan peryaratannya terpenuhi. Sistem ini dinamakan sistem TN-C namun penggunaannya dalam bangunan tidak dianjurkan karena memperbesar resiko terhadap bahaya kebakaran dan menimbulkan masalah terhadap kesesuaian elektromagnetik.

Jika terdapat hubungan bumi efektif yang lain, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi juga dihubungkan ke titik tersebut dimana mungkin dilakukan. Pembumian pada titik tambahan yang terdistribusi merata mungkin, diperlukan untuk menjamin bahwa potensial penghantar proteksi tetap sedekat mungkin dengan potensial bumi dalam keadaan gangguan. Dalam hubungan besar seperti bangunan bertingkat tinggi, pembumian penghantar proteksi tambahan tidak memungkinkan karena alasan praktis. Ikatan pegaman potensial antara penghantar proteksi dan BKE (bagian konduktif ekstra) dalam keadaan ini mempunyai fungsi yang serupa. Untuk alasan yang sama, direkomendasikan bahwa penghantar proteksi dibumikan saat memasuki bangunan atau gedung.

Berdasarkan PUIL (2011), dalam instalasi bangunan (terpasang tetap) penghantar tunggal dapat melayani, baik bagian penghantar proteksi (PE) maupun sebagai penghantar netral (N), penghantar ini disebut penghantar PEN asalkan

persyaratannya terpenuhi. Sistem ini dinamakan sistem TN-C namun penggunaannya dalam bangunan tidak dianjurkan karena memperbesar resiko terhadap bahaya kebakaran dan menimbulkan masalah terhadap kesesuaian elektromagnetik.

Pembumian penghantar PEN selain di sumbernya (generator atau transformator) sedapat mungkin juga di setiap konsumen. Beberapa konsumen kecil yang berdekatan satu dengan lainnya dapat dianggap sebagai satu kelompok dan penghantar PEN-nya cukup dibumikan di satu titik.

a. Persyaratan Sistem Pembumian TN

Jika terjadi gangguan hubung pendek pada suatu tempat dalam instalasi antara penghantar fasa dengan penghantar proteksi PE atau BKT, maka karakteristik gawai proteksi dan impedansi sirkuit harus sedemikian rupa sehingga akan terjadi pemutusan suplai secara otomatis dalam waktu yang tidak melebihi waktu pemutusan maksimum tersebut pada Tabel 2.5 :

Tabel 2.5  
Waktu Pemutusan Maksimum untuk Sistem TN

<b>U<sub>o</sub> *Volt</b>	<b>Waktu Pemutusan (detik)</b>
120	0.8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

Sumber : Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)



## b. Persyaratan Penghantar PEN

Untuk kabel dalam instalasi bangunan (terpasang tetap) yang mempunyai luas penampang tidak kurang 10 mm<sup>2</sup> tembaga atau 16 mm<sup>2</sup> aluminium, suatu penghantar tunggal dapat melayani baik sebagian penghantar proteksi (PE) maupun sebagian penghantar netral (N), disebut penghantar PEN, asalkan bagian instalasi yang bersangkutan tidak diproteksi oleh gawai beroperasi arus sisa. Meskipun demikian, luas penampang minimum penghantar PEN dapat 4 mm<sup>2</sup>, asalkan kabel tersebut berjenis konsentris yang memenuhi standar IEC (*International Electrotechnical Commission*) dan hubungan kontinuitas duplikat ada pada semua sambungan dan terminasi sepanjang penghantar konsentris.

Penghantar PEN harus diisolasi dari tegangan tertinggi yang dapat mengenainya untuk menghindari arus dasar. Penghantar PEN tidak perlu diisolasi di dalam PHB. Jika dari setiap titik instalasi fungsi netral dan fungsi proteksi diberikan oleh penghantar yang terpisah, tidak dibenarkan untuk menghubungkan kedua penghantar tersebut satu sama lain dari titik pemisahan, harus disediakan rel/terminal terpisah untuk penghantar PE dan penghantar N. Penghantar PEN harus dihubungkan ke rel/terminal yang dimaksudkan untuk penghantar PE. Pada jaringan saluran udara, selain di sumber dan konsumen, penghantar PEN-nya harus dibumikan paling sedikit di setiap ujung cabang yang panjangnya lebih dari 200 m. Demikian pula untuk instalasi pasangan luar, penghantar PEN-nya harus dibumikan.

Resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5  $\Omega$ . Untuk daerah yang resistansi jenis tanahnya sangat tinggi, resistansi pembumian total seluruh sistem tidak boleh mencapai 10  $\Omega$ . Bagian penghantar bumi jaringan distribusi yang terletak di atas tanah, penampangnya tidak boleh kurang dari 16 mm<sup>2</sup> tembaga atau 100 mm<sup>2</sup> pita baja yang digalvanisasi dengan tebal minimum 3 mm. Bagian penghantar bumi jaringan distribusi yang tertanam di dalam tanah, jika penghantarnya berisolasi, luas penampang sekurang-kurangnya harus sama dengan luas penampang penghantar bumi yang terletak di atas tanah. Jika penghantarnya telanjang, maka persyaratannya sama dengan persyaratan elektoda bumi (PUIL 2011).

Jika di sekitar jaringan distribusi terdapat sesuatu yang pembumiannya baik, misalnya jaringan pipa air minum dari logam yang masih digunakan, maka selama tidak bertentangan dengan ketentuan/peraturan Perusahaan Air Minum, penghantar PEN-nya harus dihubungkan pada pipa utamanya atau pada pipa masuk ke rumah. KHA penghantar penghubungnya harus sama dengan PEN-nya. Tetapi luas penampangnya tidak perlu lebih besar dari 50 mm<sup>2</sup> tembaga atau 100 mm<sup>2</sup> pita baja yang digalvanisasi dengan tebal minimum 3 mm. (PUIL 2011)

Penghantar proteksi diberi warna loreng hijau-kuning sebagai pengenal, termasuk penghantar proteksi yang merupakan salah satu inti dari kabel dan kabel tanah. Namun terdapat pengecualian bahwa penghantar proteksi berikut tidak perlu diberi warna loreng hijau-kuning pada : penghantar geser, jika penghantar atau bagian yang terhubung pada penghantar proteksi dapat dikenal dengan jelas, misalnya dari bentuknya atau dari tulisan yang ada padanya.

Dalam sistem TN-C-S, untuk penghantar proteksi PE berlaku persyaratan sebagai berikut :

- a) KHA penghantar proteksi PE harus sama dengan KHA penghantar fase jika penampang penghantar fase tersebut sama atau kurang dari 16 mm<sup>2</sup> tembaga. Dalam hal lainnya maka penampang penghantar PE tidak boleh kurang dari 16 mm<sup>2</sup> tembaga.
- b) Sebagai penghantar proteksi dapat digunakan lapisan penghantar netral kabel konsentris atau lapisan logam pelindung kabel, asal luas penampangnya cukup, atau dapat pula digunakan bagian kontruksi.
- c) Sebagai penghantar dianjurkan dipasang terpisah dari penghantar fase; dalam hal ini penghantar proteksi seperti halnya penghantar fase harus dilindungi terhadap kerusakan mekanis dan sejauh mungkin diletakkan sejalan dengan penghantar fasenya.
- d) Penghantar proteksi keluar harus mempunyai rel atau terminal tersendiri, yaitu rel atau terminal PE. Penghantar PEN masuk harus dihubungkan ke rel atau terminal PE. Rel/terminal PE dibumikan. Di sebelah hilir rel/terminal PE, penghantar PE dan penghantar netral N harus terpisah.
- e) Setelah penghantar PEN masuk dipercabangkan/dipisahkan menjadi penghantar netral dan penghantar proteksi PE, kedua penghantar ini tidak boleh dihubungkan lagi satu dengan lainnya. Dengan demikian penghantar netral tidak boleh dibumikan lagi. (PUIL 2011)

Dalam sistem TN-C, GPAL tidak boleh memutus penghantar PEN. Dalam sistem TN-S, jika penghantar N tidak dapat dijamin selalu berada pada potensial sekurang-kurangnya di titik masuk PHB. Dalam sistem TT atau IT maka GPAL harus memutus penghantar N.

Penghantar PEN tidak boleh diputuskan atau dihubungkan dengan sakelar secara tersendiri. Bila penghantar PEN itu dapat dihubungkan atau diputuskan bersama-sama dengan penghantar fasenya, maka pada saat dihubungkan, penghantar PEN-nya harus terhubung lebih dahulu dan pada saat diputuskan penghantar PEN harus terputus paling akhir. Bila digunakan sakelar yang dapat membuka dan menutup dengan cepat (dengan sentakan), maka penghantar PEN dan fase boleh dihubungkan dan diputuskan serentak. Hal ini berlaku hanya pada saat instalasi diganti atau diperbarui.

Pada penghantar PEN, lapisan timah hitam kabel tanah sebagai satu-satunya penghantar PEN dilarang digunakan pengantar konsentris dari kabel tanah boleh digunakan sebagai, kecuali jika jaringan kabel tanah yang telah ada yang semula sudah menggunakan sistem TT, kemudian diubah menjadi sistem TN. Dalam hal ini lapisan timah hitam kabel boleh digunakan sebagai satu-satunya penghantar PEN sepanjang ketentuan dalam sistem TN dapat dipenuhi, dan dipenuhi pula ketentuan tambahan sebagai berikut :

- a) Jika terdapat jaringan pipa air minum dari logam yang memenuhi syarat, maka lapisan timah hitam harus dihubungkan padanya di beberapa titik, jika mungkin pada setiap konsumen.

- b) Jika tidak ada jaringan pipa air minum dari logam, maka pada setiap konsumen harus dipasang elektroda bumi yang dihubungkan dengan lapisan timah hitam tersebut.
- c) Pada *mof* sambungan, lapisan timah hitam harus dihubungkan satu dengan yang lain dengan baik.

Penggunaan lapisan pelindung aluminium kabel tanah sebagai satu-satunya penghantar PEN dibolehkan, jika lapisan aluminium tersebut dijamin tidak terputus-putus, dan pada setiap sambungan kabel lapisan aluminium tersebut disambung secara baik dan tahan lama. Lapisan pelindung aluminium tersebut dan penghantar penyambungannya di dalam *mof*, harus sekurang-sekurangnya mempunyai KHA yang sama dengan penghantar PEN yang sangat sesuai.

Pada pemotongan kabel tanah, lapisan pelindung aluminium tersebut harus dijembatani terlebih dahulu. Semua sambungan harus dilindungi terhadap korosi. Lapisan pelindung aluminium yang digunakan sebagai penghantar PEN dan terisolasi dari bumi, harus dibumikan di beberapa titik sepanjang jaringan kabel tanah.

Pada penyambungan perlengkapan listrik dengan menggunakan kabel fleksibel harus dipilih kabel fleksibel yang mempunyai penghantar proteksi. Sebelum digunakan, keefektifan dari sistem TN harus diuji.

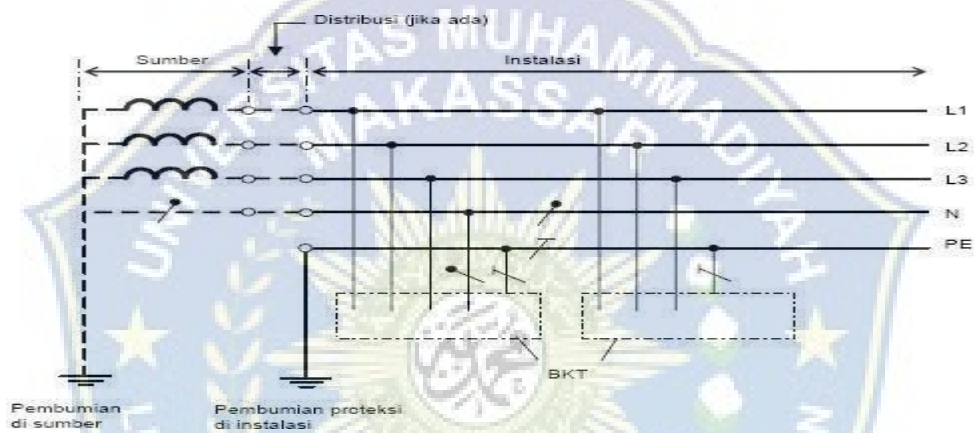
## **2) Sistem TT (*Terra-Terra*) atau Sistem Pembumian Pengaman (Sistem PP)**

Sistem TT dilakukan dengan cara :

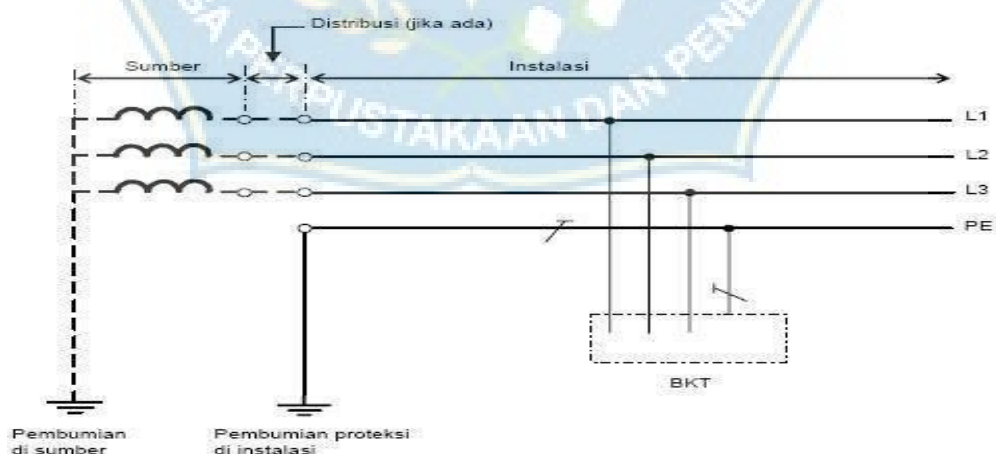
- a) Membumikan titik netral sistem listrik di sumbernya

- b) Membumikan BKT perlengkapan dan BKT instalasi listrik, sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah, bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT tersebut karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi.

Jika titik netral sistem di sumbernya tidak ada, penghantar fase dari sumber dapat dibumikan. Namun, hal ini tidak dianjurkan penggunaannya di Indonesia. Yang dimaksud dengan sumber adalah generator atau transformator.



Gambar 2. 8  
Sistem TT dengan konduktor netral dan konduktor proteksi terpisah



Gambar 2.9  
Sistem TT dengan konduktor proteksi dibumikan dan tampak konduktor netral didistribusikan, di seluruh instalasi.



Semua BKT perlengkapan/instalasi yang secara kolektif diberi proteksi oleh suatu gawai proteksi yang sama, beserta penghantar proteksinya, harus bersama-sama dihubungkan ke suatu elektroda pembumian bersama.

Jika beberapa gawai proteksi digunakan secara seri, persyaratan tersebut berlaku secara terpisah bagi semua BKT yang diberi proteksi oleh setiap gawai proteksi.

Pembumian BKT perlengkapan/instalasi listrik secara terpisah dari pembumian sistem listrik dengan menggunakan elektroda bumi tersendiri atau jaringan pipa air minum dari logam yang memenuhi syarat. Jika pembumi BKT perlengkapan/instalasi listrik dihubungkan dengan pembumi sistem listrik melalui jaringan yang sama dari pipa air minum dari logam, maka sistem tersebut bukan sistem TT, tetapi merupakan sistem TN-S.

1) Persyaratan Sistem Pembumian TT

Pada sistem TT kondisi berikut ini harus dipenuhi :

$$RA \times Ia \leq 50 \text{ V}$$

Sumber: (PUIL 2011)

Keterangan :

$RA$  = Jumlah resistansi elektroda bumi dan penghantar proteksi untuk BKT perlengkapan/instalasi.

$Ia$  = Arus listrik yang menyebabkan operasi otomatis dari gawai proteksi yang tergantung dari jenis dan karakteristik gawai proteksi yang digunakan. Jika digunakan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS), ia adalah arus operasi sisa pengenal  $I\Delta n$ .

Untuk proteksi yang selektif, dapat digunakan GPAS jenis S secara seri dengan GPAS jenis umum. Untuk memperoleh selektivitas dengan GPAS jenis S, waktu operasi yang tidak melampaui 1 detik diizinkan dalam sirkit distribusi.

Jika digunakan gawai proteksi arus lebih (GPAL), maka harus digunakan:

- a) Gawai dengan karakteristik waktu terbalik (*invers*) yaitu pengaman lebur (PL atau sekering ) atau pemutus sirkit (misalnya MCB) dan  $I_a$  haruslah arus yang menyebabkan bekerjanya gawai proteksi dalam waktu 5 detik.
- b) Gawai dengan karakteristik *trip* (bidas) sesaat dan ia haruslah arus minimum yang menyebabkan *trip* (bidas) sesaat.

Dalam sistem TT, dikenal penggunaan gawai proteksi berikut ini :

- a) GPAS (sangat dianjurkan)
- b) GPAL, yang dapat berupa PL (sekering) atau pemutus sirkit (*circuit breaker*).

GPAL hanya dapat diterapkan untuk proteksi dari sentuh tak langsung dalam sistem TT jika nilai  $R_A$  sangat rendah. Gawai proteksi yang beroperasi dengan tegangan dapat dipergunakan untuk penerapan khusus, jika gawai proteksi yang disebutkan di atas tidak dapat dipergunakan.

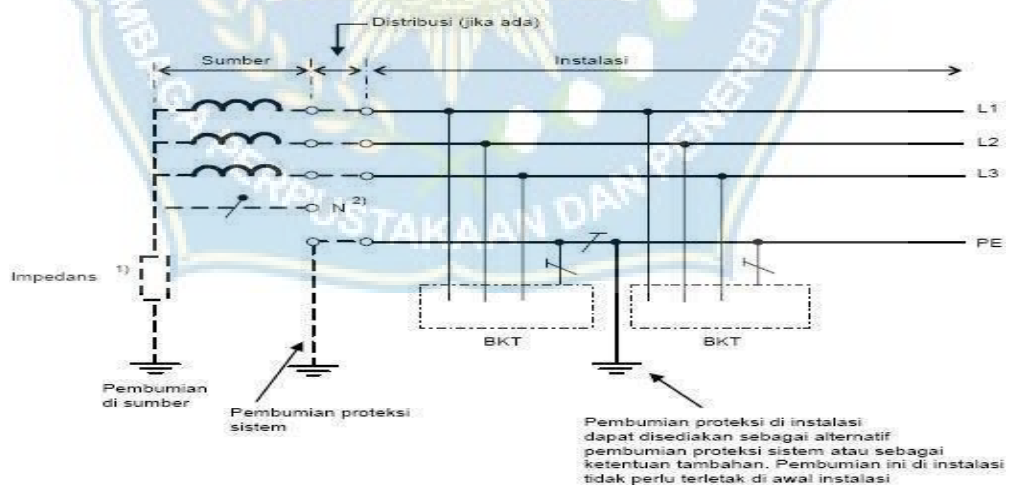
Pada penyambungan perlengkapan listrik dengan kabel fleksibel harus dipilih kabel fleksibel yang berpenghantar proteksi. Perlengkapan listrik yang telah menggunakan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi ekuivalen dan telah diberikan tindakan proteksi dari lokasi tidak kondusif dapat dihubungkan pada sistem TT (PP) tanpa penghantar proteksi pada kabel fleksibelnya.

Luas penampang nominal penghantar proteksi harus sekurang-kurangnya memenuhi Tabel 2.2. Pada jaringan distribusi dan instalasi listrik konsumen yang memakai sistem TT, gabungan antara sistem TN dan TT dapat dibenarkan jika telah dipastikan bahwa gabungan tersebut tidak membahayakan konsumen dengan sistem TN.

Pada instalasi listrik konsumen, penghantar netral harus berisolasi dan dilindungi dari gangguan mekanis. Pada jaringan saluran udara, penghantar pembumian sistem yang terjangkau oleh tangan harus dilindungi dari kerusakan mekanis dan sentuhan yang tidak disengaja. Rel pembumian utama harus mempunyai luas penampang sekurang-kurangnya sama dengan luas penampang penghantar proteksi yang terbesar. Sebelum digunakan efektivitas instalasi sistem TT harus diuji dalam pelaksanaan pemasangan instalasi pembumiannya, dan harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

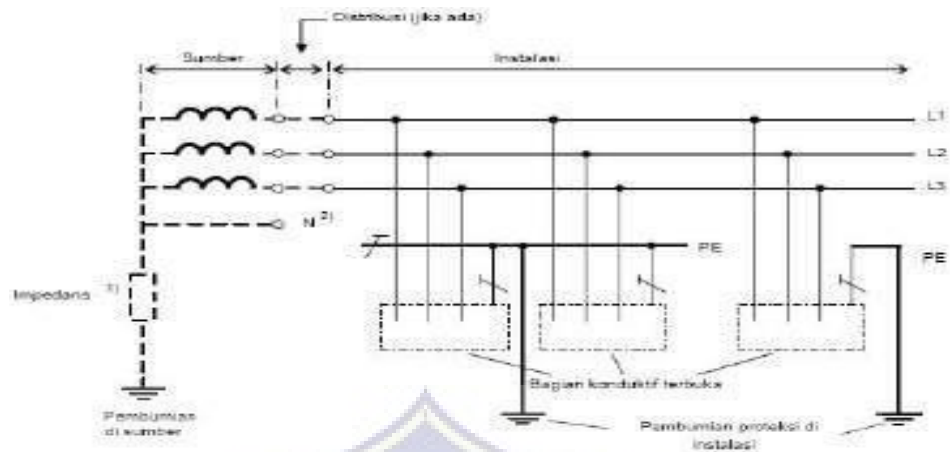
### 3) Sistem IT atau Sistem Penghantar Pengaman (sistem HP)

Sistem tenaga listrik IT mempunyai semua bagian aktif yang diisolasi dari bumi, atau satu titik hubungkan ke bumi melalui suatu impedansi, BKT instalasi listrik dibumikan secara independen atau secara kolektif atau ke pembumian sistem.



Gambar 2.10

Sistem IT dengan semua BKT diiterkoneksi dengan konduktor proteksi yang secara kolektif dibumikan



Gambar 2.11  
Sistem IT dengan BKT dibumikan dalam kelompok atau secara individual.

Dalam sistem IT, instalasi harus diisolasi dari bumi atau dihubungkan ke bumi melalui suatu impedansi yang cukup tinggi. Hubungan ini dapat dibuat pada titik netral sistem maupun pada suatu titik netral buatan. Titik netral buatan dapat dihubungkan secara langsung ke bumi jika impedansi urutan nol yang dihasilkan cukup tinggi. Jika tidak ada titik netral, maka penghantar fasa dapat dihubungkan ke bumi melalui suatu impedansi. Arus gangguan bernilai rendah bila terjadi gangguan tunggal ke BKT atau ke bumi dan pemutusan tidak penting asalkan BKT dibumikan secara individual, dalam kelompok atau secara kolektif. Misalnya dalam bangunan besar, seperti bangunan bertingkat tinggi, hubungan langsung penghantar proteksi ke elektroda bumi tidak mungkin dilaksanakan karena alasan praktis. BKT dapat dicapai dengan ikatan antara penghantar proteksi, BKT dan BKE. Meskipun demikian, harus diambil tindakan untuk menghindari resiko efek patofisiologis yang berbahaya pada manusia yang tersentuh BKT secara simultan saat terjadinya dua gangguan secara simultan.

Sirkuit listrik tidak boleh dibumikan langsung. Pembumian melalui resistansi yang cukup tinggi atau celah proteksi diperbolehkan bila dibumikan melalui resistansi, resistansi pembumian tersebut tidak boleh kurang 1000  $\Omega$ . Semua BKT perlengkapan listrik, demikian pula BKT bagian konstruksi, jaringan pipa logam dan semua penghantar yang secara baik berhubungan dengan dengan bumi, harus dihubungkan satu dengan yang lain secara baik dengan penghantar proteksi.

Sebagai penghantar proteksi dapat digunakan penghantar yang berisolasi dengan warna loreng (hijau-kuning) dalam satu selubung dengan penghantar fasanya atau dapat pula terdiri dari penghantar yang terpisah. Luas penampang nominal penampang proteksi harus sekurang-kurangnya sesuai dengan Tabel 2.2 dan sesuai dengan ketentuan pemasangannya tetapi untuk besi tidak perlu lebih besar dari 120 mm<sup>2</sup>

Resistansi pembumian dari saluran sistem IT tidak boleh lebih besar dari 50  $\Omega$ . Bila nilai ini tidak dicapai, meskipun sudah digunakan elektroda bumi tambahan, maka tegangan antara penghantar proteksi dan bumi harus diproteksi dengan gawa proteksi yang memutus sirkuit bila tegangan antara penghantar proteksi dan bumi lebih dari 50 Volt. Pada penyambungan dengan tabel fleksibel, harus dipilih kabel fleksibel yang mempunyai penghantar proteksi. (PUIL 2011).

## 8. Warna Kabel Pembumian

PUIL 2011 menyatakan bahwa konduktor pembumian harus diberi warna hijau kuning hanya sesuai dengan pasal 5210.2 yang menyatakan bahwa warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi.

## 9. Pengukuran Tahanan Pembumian

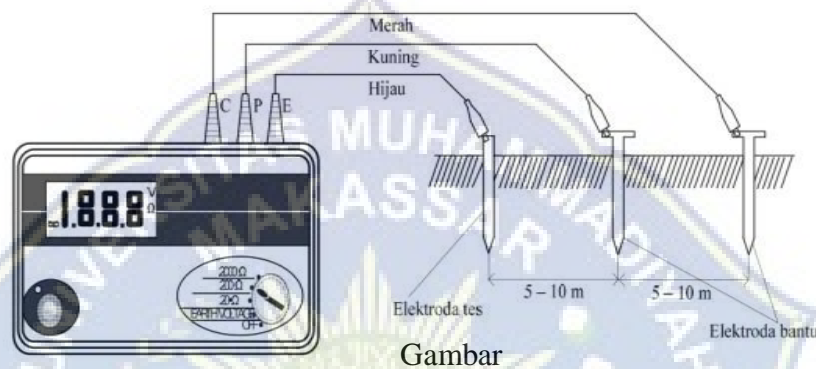
Pengukuran tahanan pembumian bertujuan untuk menentukan tahanan pembumian yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir atau hubung singkat. Dengan demikian, pelat tersebut harus ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah yang sekecil-kecilnya. Untuk pengukuran tahanan pembumian maka digunakan alat ukur *Earth Tester*. Alat ukur ini memiliki patok-patok yang di dalam pengukurannya ditanam dengan jarak antara keduanya kira-kira 5 sampai 10 meter.

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran resistansi pembumian adalah sebagai berikut:

- a. Mengecek baterai alat ukur *Earth tester* dengan cara menempatkan selektor pada posisi *Bat Check*, lalu menekan tombol S, bila penunjukan jarum sampai pada daerah hijau, maka alat tersebut dapat difungsikan.
- b. Mengatur posisi selektor pada posisi Ohm, lalu memasang patok-patok pembantunya dengan jarak 5 sampai 10 meter, kemudian hubungkan dengan alat ukur tersebut.
- c. Menekan tombol S, lalu mengatur *switch* tabel *range* sampai jarum *earth tester* menunjukkan angka nol.

- d. Melihat penunjukkan *switch* tabel *range*.
- e. Apabila penunjukkan jarum *earth tester* tidak menunjukkan angka nol, maka kita harus mengubah posisi selektor yang lebih kecil *rangernya* sampai kemungkinan jarum *earth tester* mencapai nol.

Skema rangkaian pengukuran resistansi pembumian dapat dilihat pada gambar pengukuran di bawah ini :



Gambar

2.12. Skema Pengukuran Pentanahan  
Sumber: Arifin Jaenal, 2021

## B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan adalah hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini dan sebelumnya telah dilakukan, diantaranya:

1. Thamrin Shiahaan. 2018, dengan Judul “*Studi Pembumian Peralatan dan Sistem Instalasi Listrik pada Gedung Kantor BICT PT. Pelindo 1 (Persero) Belawan*”. Menyimpulkan bahwa sistem pembumian pada gedung kantor BICT PT. Pelindo 1 (Persero) Belawan yaitu mempergunakan elektroda batang dengan diameter 0,015 meter dan panjang 3-4 meter, maka besar tahanan pembumian adalah 1,06  $\Omega$  yang berarti sistem pembumian tersebut telah sesuai dengan standar yang diatur dalam PUIL 2011.



2. Darmang, dkk. 2022, dengan judul “*Studi Sistem Pembumian Power House pada PT. Pelindo IV Cabang Makassar New Port*”. Menyimpulkan bahwa Berdasarkan hasil penelitian (1) Metode sistem pembumian yang digunakan pada *Power House* terdiri dari beberapa jenis berdasarkan fungsinya yaitu: a) sistem pembumian peralatan menggunakan metode *Terra Neutral-Separated* (TN-S), b) sistem pembumian penangkal petir menggunakan metode perhitungan bola bergulir untuk pemasangan terminasi udara (*Air Termination*), c) sistem pembumian generator menggunakan metode sistem pembumian dengan resistansi yaitu *Neutral Grounding Resistor* (NGR), dan d) sistem pembumian trafo menggunakan metode *Double Terre* (TT) pada titik netralnya, (2) Besar resistansi pembumian pada *Power House* dengan jenis tanah pasir dan kerikil kering berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai terendah sebesar  $0,53 \Omega$  sedangkan untuk nilai tertinggi sebesar  $9,94 \Omega$ , dan (3) Nilai tegangan sentuh pada *Power House* untuk lama gangguan 0,5 detik sebesar 400 Volt dan 550 Volt. Untuk persyaratan standar tegangan sentuh dengan lama gangguan 0,5 detik tidak boleh melebihi 890 Volt yang berarti nilai tegangan sentuh pada *Power House* telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
3. Melfiska Asarya Pelluk. 2016, dengan judul “*Evaluasi Sistem Pembumian Instalasi Listrik Pada Gedung RRI Makassar*”. Menyimpulkan bahwa besarnya nilai resistansi pembumian instalasi listrik pada gedung RRI Makassar sesuai dengan hasil pengukuran berkisar  $6,25 \Omega$ - $6,5 \Omega$  belum sesuai dengan persyaratan PUIL 2011 karena nilai resistansinya di atas  $5 \Omega$ . Untuk

elektroda pembumian dan warna kabel telah sesuai dengan standar yang diatur dalam PUIL 2011 sedangkan resistansi pembumian tidak sesuai dengan standar PUIL 2011.

Berdasarkan kajian penelitian yang relevan tersebut dapat disimpulkan bahwa persamaan dari penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan penulis teliti yaitu mengetahui metode sistem pembumian yang digunakan dan mengetahui besar resistansi sistem pembumian sedangkan perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu tempat penelitian.

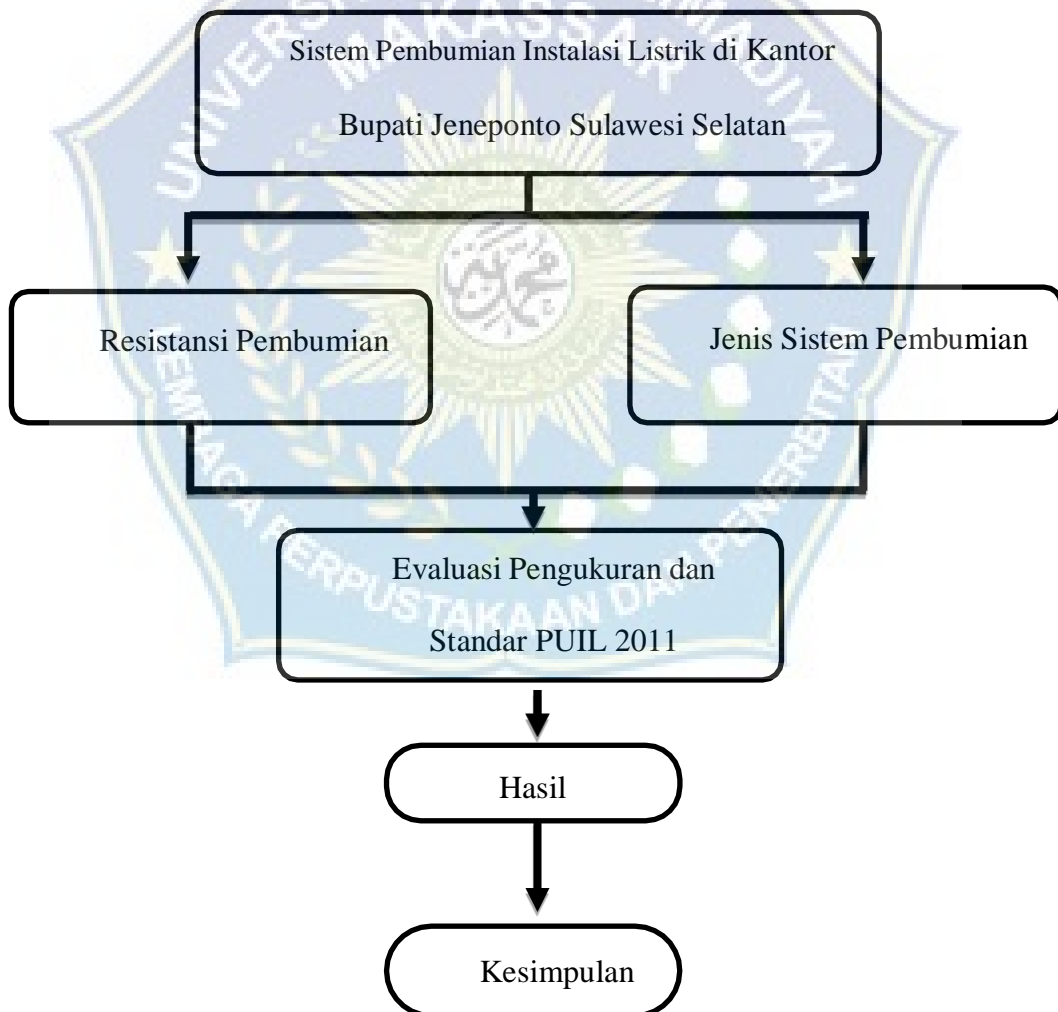
### **C. Kerangka Pikir**

Sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan adalah hubungan sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik dengan bumi menurut cara tertentu pada instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan. Sistem pembumian instalasi diatur dalam PUIL 2011 baik itu jenis pembumian, resistansi pembumian, jenis elektroda pembumian dan warna kabel yang digunakan dalam pembumiannya.

Dalam PUIL 2011 jenis pembumian yang digunakan pada bangunan/kantor adalah jenis TN (*Terra Neutral*) atau sistem pembumian pengaman (PNP). Sistem TN terbagi tiga yaitu sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*) dan sistem TN-C (*Terra Neutral-Combined*) dan sistem TN-C-S (*Terra Neutral-Combined-Separated*). Resistansi pembumian yang diharuskan untuk seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5  $\Omega$ . Jenis elektroda yang digunakan pada perumahan atau rumah tinggal adalah elektroda batang dengan panjang 0,8 meter dan jari-jari 1,5 mm dengan warna kabel sebagai penanda kabel pembumian adalah loreng hijau-kuning.

Agar sistem ini dapat berkerja secara efektif, maka baik dalam pembuatannya maupun hasil dicapai harus sesuai dengan standar. Sistem pembumian sangat dipengaruhi oleh jenis pembumian, reistansi pembumian, elektroda pembumian, penghantar pembumian, atau warna kabel yang digunakan resistansi pembumian terkait dengan jenis tanah yang berada pada setiap bangunan yang dibumikan.

Bagan kerangka pikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.13 Bagan Kerangka Pikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu menggambarkan sistem pembumian listrik yang ada di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan. Dalam desain ini, sebagai pengaman pembumian instalasi listrik pada gedung yang dipersyaratkan.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian akan dilaksanakan pada Kantor Bupati Jeneponto, di Jln. Lanto Dg Pasewang, Empoang Kecamatan Binamu, Kabupaten Jeneponto Sulawesi Selatan. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2023.

#### **C. Variabel penelitian**

Variabel penelitian ini yaitu sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan dengan sub variabel yang terdiri dari: jenis sistem pembumian, resistensi pembumian, elektoda pembumian dan penghantar pembumian pada sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

#### D. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional yang akan diteliti dikemukakan sebagai berikut :

1. Sistem pembumian instalasi listrik merupakan hubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu pada instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.
2. Jenis sistem pembumian adalah sistem yang digunakan dalam instalasi listrik, yaitu :
  - a. Pembumian sistem adalah pembumian pada sistem tenaga listrik ke bumi dengan cara tertentu dilakukan pada transformator pada gardu induk (GI) dan transformator pada gardu distribusi (GD) pada saluran distribusi.
  - b. Pembumian peralatan adalah pembumian bagian konduktif terbuka (BKT) peralatan pada waktu normal tidak bertegangan.
3. Jenis sistem pembumian instalasi listrik adalah :
  - a. Sistem TN (*Terra Neutral*) atau Sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP) adalah sistem pembumian yang mempunyai satu titik yang dibumikan langsung. BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi. Ada tiga jenis sistem TN sesuai dengan susunan penghantar netral dan penghantar proteksi yaitu sebagai berikut :
    - 1) Sistem TN-C (*Terra Neutral-Separated*) digunakan penghantar proteksi yang terpisah di seluruh sistem

- 2) Sistem TN-C-S (*Terra Neutral-Combined*) fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem.
- b. Sistem TT (*Terra-Terra*) atau sistem pembumian pengaman (PP) mempunyai satu titik yang dibumikan langsung. BKT instalasi listrik dihubungkan ke elektroda bumi yang secara listrik terpisah dari elektroda bumi sistem tenaga listrik. Sistem yang titik netralnya disambungkan langsung ke tanah, namun bagian-bagian instalasi yang konduktif disambungkan ke elektroda pertanahan yang berbeda (berdiri sendiri).
- c. Sistem TI (*Impedance Terra*) atau sistem penghantar pengaman (PH) mempunyai semua bagian aktif yang diisolasi dari bumi atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui suatu impedansi. BKT instalasi listrik dibumikan secara independen atau secara kolektif atau ke pembumian sistem.
4. Resistansi pembumian adalah jumlah dari tahanan elektroda dan hantaran pembumian dalam ohm ( $\Omega$ )
5. Elektroda pembumian merupakan penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi.

#### **E. Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah sistem pembumian di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan

## **F. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Observasi. Peneliti melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian untuk memperoleh data-data tentang sistem pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

2. Teknik Pengukuran

Pengukuran, yakni bertujuan untuk memperoleh nilai resistansi pembumian dengan menggunakan alat ukur *ear tester (Kyoritsu Digital Earth Tester Model 4105A)* yang dilakukan sebanyak tiga kali pengukuran kemudian dirata-ratakan.

## **G. Instrumen Penelitian**

Suharsimin Arikunto (2002:136) mengatakan bahwa instrumen penelitian adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaan lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah.

Berdasarkan Teknik pengumpulan data yang digunakan maka instrumen penelitian ini menggunakan panduan observasi, pengukuran, dan dokumentasi. Instrumen ini bertujuan untuk mengumpulkan data berupa hasil pengukuran nilai resistansi pembumian dan metode sistem pembumian yang digunakan pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali lalu dirata-ratakan agar mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat.



Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur *Earth Tester* Kyoritsu 4105A dengan jenis pembacaan digital dan tingkat akurasi alat ukur hingga 0,1  $\Omega$ .

### 1. Instrumen Pengukuran Resistansi Penumian

Tabel 3.1 Instrumen Pengukuran Resistansi Penumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

No	Gedung	Jenis Sistem Penumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )			
			1	2	3	Rata-rata
1.	BPKAD Kabupaten Jeneponto	Sistem Penumian Instalasi Listrik				
2.	Ruang Protokol dan Komunikasi	Sistem Penumian Instalasi Listrik				
3.	BKD Kabupaten Jeneponto (BKPSDM)	Sistem Penumian Instalasi Listrik				
4.	Balla Design Toko Percetakan	Sistem Penumian Instalasi Listrik				
5.	Kantor Bupati Jeneponto	Sistem Penumian Instalasi Listrik				

## 2. Panduan Observasi

Tabel 3.2 Panduan Observasi

No	Sistem Pembumian	Aspek yang Diamati	Hasil Observasi
1.	Sistem Pembumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.	Jenis Elektroda Pembumian	
		Panjang Elektroda Pembumian	
		Diameter Elektroda Pembumian	
		Ukuran Penghantar Pembumian	
		Warna Kabel Sistem Pembumian	
		Jenis Tanah	

## H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yaitu dengan menggambarkan atau menjelaskan mengenai jenis elektroda pbumian, jenis sistem pbumian, nilai resistansi pbumian dan warna kabel pbumian dan membandingkandengan standar nilai PUIL 2011.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Jenis Pembumian

Jenis pembumian instalasi listrik terbagi tiga yaitu : sistem TN (*Terra Neutral*), sistem TT (*Terra-Terra*) dan sistem IT (*Impedance Terra*). Sesuai dengan persyaratan dalam PUIL 2011 yang digunakan dalam pembumian instalasi listrik adalah sistem TN (*Terra Neutral*) atau sistem pembumian pengaman (PNP). Sistem ini terbagi tiga yaitu : sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), sistem TN-C (*Terra Neutral-Combained*), dan sistem TN-C-S (*Terra Neutral-Combained-Separated*). Sistem pembumian yang digunakan pada pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan adalah sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), di mana kabel pembumian dipisahkan.

##### 2. Resistansi Jenis Tanah

Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan memiliki tanah yang berjenis tanah liat dan tanah ladang nilai resistansinya sebesar 100  $\Omega$ . Resistansi jenis tanah sangat mempengaruhi terhadap besarnya nilai resistansi pembumian di dalam sistem pembumian. Semakin tinggi resistansi jenis tanah maka semakin besar pula tahanan pembumian. Dengan semakin besarnya tahanan pembumian maka sulit ditembus oleh arus gangguan untuk masuk ke tanah. Tanah yang memiliki resistansi pembumian yang tinggi kurang baik untuk pembumian.

### 3. Resistansi Penumian

Dalam melakukan proses pengukuran untuk mengukur besarnya nilai tahanan tanah di dalam sistem penumian maka diharuskan dalam keadaan tidak bertegangan, karena apabila dilakukan proses pengukuran maka tegangan induksi penumian juga ikut terukur. Namun hasil pengukuran pada Tabel 4.1 proses pengukuran dilakukan dalam keadaan bertegangan. Hal ini disebabkan karena penggunaan energi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan, berlangsung terus menerus.

Pengukuran resistansi penumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan dilakukan sebanyak tiga kali pembacaan. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam proses pengambilan data. Proses pengukuran ini menggunakan tiga elektroda, dua elektroda bantu, dan satu sebagai elektroda utama. Jenis elektroda penumian yang digunakan adalah elektroda batang yang ditanam di dalam tanah. Elektroda batang terbuat dari tembaga murni, hal ini dimaksudkan agar mempercepat pengaliran arus ke tanah jika terjadi gangguan dengan panjang 5 mm dan diameter 15 mm.

Hasil pengukuran resistansi pembumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4.1  
Hasil Pengukuran Resistansi Pembumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

No	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )				
			1	2	3	Rata-rata	Standar PUIL 2011
1.	BPKAD Kabupaten Jeneponto	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	1,80	1,92	1,79	1,83	Sesuai dengan PUIL
2.	Ruang Protokol dan Komunikasi	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	5,67	5,65	5,70	5,67	Tidak Sesuai dengan PUIL
3.	BKD Kabupaten Jeneponto (BKPSDM)	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	1,58	1,57	1,66	1,60	Sesuai dengan PUIL
4.	Balla Design Toko Percetakan	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	6,94	6,97	6,90	6,93	Tidak Sesuai dengan PUIL
5.	Kantor Bupati Jeneponto	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	2,84	2,83	2,80	2,82	Sesuai dengan PUIL

Sumber: Hasil Pengukuran Resistansi Pembumian, 2023

Pada Tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil pengukuran resistansi pembumian jenis tanah liat dan tanah ladang berkisar antara 1,8  $\Omega$ -6,9  $\Omega$ . Hal ini disebabkan karena resistansi jenis tanah yang sama dan jenis elektroda yang digunakan juga sama sehingga hasil pengukuran di setiap titik pengukuran sama. Hasil pengukuran resistansi pembumian ini memiliki nilai di bawah 5  $\Omega$  sehingga

baik sebagai pembumian. Tanah jenis ini memiliki kandungan air yang cukup banyak sehingga penanaman elektrodanya tidak terlalu dalam.

Tabel 4.2  
Hasil Perhitungan Resistansi Pembumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

No.	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Perhitungan Nilai Resistansi ( $\Omega$ )	Standar PUIL 2011
1.	BPKAD Kabupaten Jeneponto	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	1,32	Sesuai dengan PUIL
2.	Ruang Protokol dan Komunikasi	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	5,65	Tidak sesuai standar PUIL
3.	BKD Kabupaten Jeneponto (BKPSDM)	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	1,61	Sesuai dengan PUIL
4.	Balla Design Toko Percetakan	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	6,94	Tidak Sesuai dengan standar PUIL
5.	Kantor Bupati Jeneponto	Sistem Pembumian Instalasi Listrik	3,61	Sesuai dengan PUIL

Sumber: Hasil Perhitungan Resistansi Pembumian, 2023

Pada Tabel di bawah dapat dilihat bahwa hasil pengukuran dan hasil perhitungan nilai resistansi pembumian di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan diperoleh nilai yang berbeda, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi lapisan tanah, unsur kimia dalam tanah, kadar air tanah dan berbagai faktor lainnya. Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:



Tabel 4.3  
Perbandingan Hasil Pengukuran Dengan Hasil Perhitungan Nilai Resistansi  
Pembumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan

No	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi Pembumian ( $\Omega$ )	Hasil Perhitungan Nilai Resistansi Pembumian ( $\Omega$ )	Standar PUIL 2011
1.	BPKAD Kabupaten Jeneponto	Sistem pembumian instalasi listrik	1,83	1,32	Sesuai dengan PUIL
2.	Ruang Protokol dan Komunikasi	Sistem pembumian instalasi listrik	5,67	5,65	Tidak Sesuai dengan PUIL
3.	BKD Kabupaten Jeneponto (BKPSDM)	Sistem pembumian instalasi listrik	1,60	1,61	Sesuai dengan PUIL
4.	Balla Design Toko Percetakan	Sistem pembumian instalasi listrik	6,93	6,94	Tidak Sesuai dengan PUIL
5.	Kantor Bupati Jeneponto	Sistem pembumian instalasi listrik	2,82	3,61	Sesuai dengan PUIL

Sumber: Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan Resistansi Pembumian, 2023

Pada hasil pengukuran maupun hasil perhitungan nilai resistansi yang didapatkan kurang dari 5  $\Omega$  yang berarti nilai tersebut sesuai dengan standar dalam PUIL 2011, dan ada 2 bangunan yang tidak sesuai dengan standar yaitu bangunan Ruang Protokol dan Komunikasi dan Balla Design Toko Percetakan.

Tabel 4.4 Hasil Observasi di Lapangan

Sistem Penumbumian	Aspek yang Diamati	Hasil di Lapangan	Standar PUIL 2011
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Jenis Elektroda Penumbumian	Batang	Sesuai dengan PUIL
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Panjang Elektroda Penumbumian	5 M	Sesuai dengan PUIL
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Diameter Elektroda Penumbumian	15 mm	Sesuai dengan PUIL
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Warna Kabel	Putih	Tidak sesuai dengan PUIL
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Ukuran Penghantar Penumbumian	0,75	Sesuai dengan PUIL
Sistem Penumbumian Instalasi Listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan	Jenis Tanah	Tanah Liat dan Tanah Ladang	Sesuai dengan PUIL

Sumber: Hasil Observasi Lapangan, 2023

## B. Pembahasan

### 1. Jenis Penumbumian Instalasi Listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan

Jenis instalasi listrik terbagi tiga yaitu : sistem TN (*Terra Neutral*), sistem TT (*Terra-Terra*), dan sistem IT (*Impedance Terra*). Sesuai dengan persyaratan dalam PUIL 2011 yang digunakan dalam penumbumian instalasi listrik adalah sistem TN (*Terra Neutral*) atau sistem penumbumian pengaman (PNP). Sistem ini terbagi tiga yaitu : sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), sistem TN-C (*Terra Neutral-Combained*), dan sistem TN-C-S (*Terra Neutral-Combained-Separated*). Sistem yang digunakan pada penumbumian instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), di mana

kabel untuk pembumian dan titik netral dipisahkan. Jadi jenis sistem pembumian yang digunakan pada instalasi listrik di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan telah memenuhi standar dalam PUIL 2011.

Sistem pembumian instalasi listrik pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan menggunakan metode sistem pembumian *Terra Neutral-Separated* (TN-S). Pada sistem ini penghantar netral dipisah dengan penghantar pembumian, Tujuan dari penggunaan sistem TN-S ini adalah agar saat terjadi gangguan sistem pembumian seperti hubung singkat maka sistem yang lain tidak akan terpengaruh oleh gangguan tersebut. Berdasarkan nilai resistansi pembumian peralatan pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan maka kita dapat mengetahui bahwa pembumian yang digunakan telah memenuhi persyaratan standar PUIL 2011.

## 2. Resistansi Pembumian Instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

Untuk mengetahui besar resistansi suatu sistem pembumian dapat dilakukan dengan cara pengukuran. Pengukuran resistansi pembumian ini berdasarkan standar yang diatur dalam PUIL 2011 dimana resistansi pembumian tidak boleh lebih dari  $5 \Omega$ , hal tersebut bertujuan agar apabila terjadi sambaran petir, kegagalan isolasi, maupun hubung singkat maka arus gangguan dapat dialirkan dengan baik melalui penghantar pembumian. Berdasarkan pernyataan tersebut kita dapat menentukan besar resistansi pembumian pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan yang sesuai maupun yang tidak sesuai dengan standar PUIL 2011.

Tabel 4.5  
Resistansi Pembumian kantor bupati jeneponto Berdasarkan Standar PUIL 2011

No	Gedung	Jenis sistem pbumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )	Hasil Perhitungan Nilai Resistansi ( $\Omega$ )	Standar PUIL 2011 ( $\leq 5 \Omega$ )
1.	BPKAD Kabupaten Jeneponto	Sistem Pbumian Instalasi Listrik	1,83	1,32	Sesuai Standar
2.	Ruang Protokol dan Komunikasi	Sistem Pbumian Instalasi Listrik	5,67	5,65	Tidak Sesuai Standar
3.	BKD Kabupaten Jeneponto (BKPSDM)	Sistem Pbumian Instalasi Listrik	1,60	1,61	Sesuai Standar
4.	Balla Design Toko Percetakan	Sistem Pbumian Instalasi Listrik	6,93	6,94	Tidak Sesuai Standar
5.	Kantor Bupati Jeneponto	Sistem Pbumian Instalasi Listrik	2,82	3,61	Sesuai Standar

Sumber: Hasil Pengukuran dan Hasil Perhitungan Resistansi Pembumian, 2023

Berdasarkan Tabel 4.5 kita dapat mengetahui nilai resistansi pbumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan yang telah sesuai dengan standar yang ditentukan maupun yang tidak sesuai dengan standar. Untuk sistem pbumian instalasi listrik pada bangunan Ruang Protokol dan Komunikasi dan Balla Design Toko Percetakan yang nilainya berada diatas  $5 \Omega$  dapat dilakukan penambahakan elektroda pbumian untuk menurunkan nilai resistansi pbumian tersebut.

### 3. Elektroda pbumian instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.

Elektroda pbumian instalasi listrik pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan, menggunakan elektroda batang jenis insuno dengan panjang 5 m dan jari-jari penampang elektroda 15 mm. Berdasarkan PUIL 2011 untuk pbumian digunakan elektroda batang yang panjangnya tergantung dari kebutuhan. Jika bangunan yang akan dipasang pbumian memiliki tanah yang kandungan air tanahnya banyak, maka penanaman elektrodanya tidak terlalu dalam, begitu juga sebaliknya. Panjang elektroda mempengaruhi nilai resistansi pbumian, semakin panjang elektroda pbumiannya akan semakin kecil nilai resistansi pbumian sehingga hantaran arus ke tanah saat terjadi gangguan akan semakin bagus.

### 4. Warna kebel Pbumian

Warna kabel penanda pbumian menurut aturan dalam PUIL 2011 loreng hijau-kuning. Pada pbumian instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan menggunakan kabel putih. Jadi warna kabel yang digunakan pada pbumian instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan tidak sesuai dengan standarisasi PUIL 2011.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada Bab IV yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem yang digunakan pada pembumian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan adalah sistem TN-S (*Terra Neutral-Separated*), dimana kabel untuk titik netral dipisahkan.
2. Besar resistansi pembumian pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan dengan jenis tanah liat dan ladang berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai terendah sebesar 1,83  $\Omega$  sedangkan untuk nilai tertinggi sebesar 6,93  $\Omega$  sedangkan untuk hasil perhitungan didapatkan nilai terendah 1,32  $\Omega$  dan nilai tertinggi 6,26  $\Omega$ .
3. Sistem pembumian instalasi listrik Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan, meliputi jenis sistem pembumian, resistansi pembumian, elektroda pembumian dan warna kabel pembumian yang digunakan, telah dievaluasi maka diperoleh bahwa jenis pembumian, resistansi pembumian, elektroda pembumian telah sesuai dengan standar yang diatur dalam PUIL 2011 sedangkan warna kabel yang digunakan tidak sesuai dengan PUIL 2011.

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode sistem pembumian yang digunakan di Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan telah sesuai dengan jenis sistem pembumian yang digunakan, untuk nilai resistansi pembumian dari 5 titik terdapat dua titik yang memiliki nilai resistansi diatas 5  $\Omega$  yaitu bangunan Ruang Protokol dan Komunikasi dan Balla Design Toko Percetakan yang berarti tidak sesuai dengan standar yang diatur dalam PUIL 2011.

## **B. Saran**

1. Diharapkan kepada pihak Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan agar melakukan peninjauan kembali terhadap standar kelayakan sistem pembumian instalasi listrik pada Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan.
2. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini disarankan agar dapat mempertimbangkan akan pentingnya pembumian pada semua hal yang berhubungan dengan aliran listrik sebagai elemen pengaman jika terjadi gangguan baik berupa hubung singkat, kerusakan isolasi, serta pengaman terhadap sambaran petir.
3. Diharapkan kepada pihak Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan untuk melakukan perbaikan pada titik pembumian di bangunan Ruang Protokol, Komunikasi dan Balla Design Toko Percetakan yang nilainya berada diatas  $5 \Omega$  dengan menambah batang elektroda untuk memperkecil nilai resistansi pembumian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Darmang, dkk. 2022. *Studi Sistem Pembumian Power House pada PT. Pelindo IV Cabang Makassar New Port* (Jurnal). Pendidikan Teknik Elektro. Universitas Negeri Makassar, Vol. 19, No.3, Agustus 2022.
- Siahaan, Thamrin. 2018. *Studi Pembumian Peralatan dan Sistem Instalasi Listrik pada Gedung Kantor BICT PT. Pelindo I (Persero) Belawan* (Jurnal). Universitas Darma Agung, Medan.
- Arifin, Jaenal. 2021. *Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda* (Jurnal). Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Vol. 5, No. 1, Juni 2021.
- Aslimeri 2008). *Teknik Transmisi Tegangan Listrik Jilid 2* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Azis, Asri. 2015. *Evaluasi Sistem Pembumian Generator Pada PLTD Pembangkitan PT. PLN (Persero) Wilayah Sulseltrabar Sektor Tello Makassar*. Skripsi. Fakultas Teknik, Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta 2011, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)
- Darmayusa, I Made. 2019. *Analisa Sistem Pembumian Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihydro di Tukad Balian Kabupaten Tabanan* (Jurnal). Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2002. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Depertemen pendidikan Nasional. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi Ketiga*, 2005. Jakarta ; Balai Pustaka.
- Hasrul. 2010. *Evaluasi Sistem Pembumian Instalasi Listrik Domestik di Kabupaten Barru* (Jurnal). Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar. *MEDIA ELEKTRIK, Volume 5, Nomor 1, Juni 2010*
- Hutahuruk, T.S 1999, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kamaruddin. 1994. *Ensiklopedia Manajemen*. Jakarta : Bumi Aksara

Melfiska Asarya Pelluk. 2016. *Evaluasi Sistem Penumian Instalasi Listrik Pada Gedung RRI Makassar*. Skripsi. Fakultas Teknik, Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar.

Pabla (1994), *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta Erlangga.

Sariadi, dkk Bandung, 1999, *Jaringan Distribusi Listrik*. Bandung : Angkasa.

Suarjana Komang. 2020. *Analisis Perancangan Sistem Penumian Pada Gardu KA 3267 di Perumahan Nusa Dua HighLand*. *Jurnal Spektrum*, Vol.7 No.1.

Sunarno. 2006. *Mekanikal Elektrikal (Lanjutan)*. Yogyakarta. Penerbit ANDI.

Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan: (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.

Suharsimin Arikunto (2002:136) *prosedur penelitian..* Jakarta.

Suryatmo, F.1990. *Teknik Listrik Instalasi Gaya*. Bandung: Tarsito.

Van Riet, Eric. 2006. *Tahanan Pentanahan (Earth Ground Resistance)*. Fluke 2006.



**LAMPIRAN**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

**1. Lokasi Penelitian Kantor Bupati Jeneponto Sulawesi Selatan**



**2. Tampilan alat**



**Digital Earth Tester Model 4105A**

### 3. Dokumentasi Kegiatan



**Foto bersama Kepala Bidang Administrasi Umum**



**Audiens bersama Kepala Bidang Administrasi Umum**



#### 4. Gedung Tempat Penelitian

##### **Pengukuran Resistansi Pembumian Gedung BPKAD Kabupaten Jeneponto**



##### **Pengukuran Resistansi Pembumian Ruang Protokol dan Komunikasi**





**Pengukuran Resistansi Pembumian  
BKD Kabupaten Jeneponto ( BKPSDM )**



**Pengukuran Resistansi Pembumian  
Balla Design Toko Percetakan**



**Pengukuran Resistansi Pembumian  
Kantor Bupati Jeneponto**



**Warna Kabel Pembumian  
Kantor Bupati Jeneponto**







**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**  
**FAKULTAS TEKNIK**



**Kampus  
Merdeka**  
INSPIRASI BELAJAR

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221  
 Website : <https://teknik.unismuh.ac.id>, Email : [teknik@unismuh.co.id](mailto:teknik@unismuh.co.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi atas nama **Dedy Amaronu** dengan nomor induk Mahasiswa 105821110916 dan **Muhammad Yasir** dengan nomor induk Mahasiswa 105821110416, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor 0005/SK-Y/20201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 05 Agustus 2023.

Panitia Ujian

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar  
Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng

23 Muharram 1445 H  
10 Agustus 2023 M

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Umar Kattu, S.T., M.T.
  - b. Sekretaris : Ir. Adriani, S.T., M.T., IPM
3. Anggota :
- 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng
  - 2. Andi Faharuddin, S.T., M.T.
  - 3. Ir. Suryani, S.T., M.T., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Antarasubhi, S.T., M.T

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Dekan



Dr. Ir. M. Nurmahasbi, S.T., M.T., IPM

058211109108



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDY SISTEM PEMBUMIHAN INSTALASI LISTRIK DI KANTOR  
BUPATI JENEPONTO SULAWESI SELATAN**

Nama : 1. Dedy Amaronu  
2. Muhammad Yasir

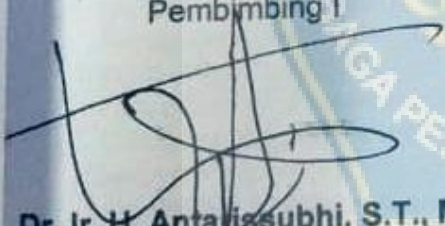
Stambuk : 1. 105821110916  
2. 105821110416

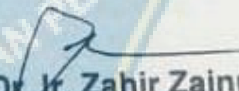
Makassar, 10 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

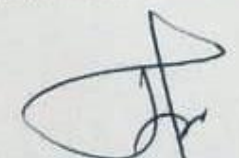
Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Ir. H. Antalissubhi, S.T., M.T.

  
Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Elektro

  
Ir. Adriani, S.T., M.T.  
NBM : 1044 202