

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keamanan dan kehandalan merupakan suatu hal yang wajib diperlukan dalam melakukan rancang bangun instalasi sistem tenaga listrik pada suatu bangunan, sehingga dapat melindungi dan mengurangi kerugiannya dari sambaran petir. Tahanan pentanahan (grounding) adalah hambatan yang dialami oleh arus ketika mengalir ke tanah. Nilai tahanan pentanahan yang bagus adalah $\leq 1 \Omega$, sedangkan syarat untuk proteksi instalasi listrik dan penerangan dibutuhkan nilai resistansi pentanahan $\leq 5 \Omega$. Nilai resistansi pentanahan dipengaruhi oleh jenis tanah, luas penampang, dan kedalaman penanaman elektroda pentanahan.

Sistem pentanahan (grounding) pada sebuah gedung, pabrik, pusat perbelanjaan, pasar, hingga rumah tempat tinggal sangat diperlukan guna untuk melindungi peralatan kelistrikan dan peralatan elektronika yang terpasang pada bangunan tersebut. Sistem grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari sistem kelistrikan atau peralatan listrik (instrumentasi). Sehingga dapat mencegah kerusakan yang diakibatkan adanya bocor tegangan. Perkembangan teknologi elektronika dan automasi saat ini berkembang dengan sangat pesat, hampir seluruh aspek kehidupan tidak terlepas dari peralatan elektronik dan mikroprosesor. Kecepatan prosesnya yang semakin tinggi, ukurannya kecil, dan harganya yang semakin mahal.

Kelistrikan pada sebuah gedung tentunya harus memiliki grounding yang cukup baik apabila di dalam gedung tersebut memiliki banyak alat-alat elektronik, dengan daya besar ini jika tidak didukung dengan sistem kelistrikan yang layak maka benda-benda elektronik di dalam gedung tersebut tidak akan bertahan lama dan dapat mengancam jiwa manusia jika terjadinya gangguan kelistrikan di dalam gedung tersebut. Beberapa alat elektronik seperti AC, Kipas angin, dispenser, komputer dan beberapa penerang lainnya. Jika alat-alat elektronik tersebut tidak memiliki pusat grounding yang baik, maka kerusakan yang dialami pada alat tersebut memiliki resiko yang tinggi dan alat tersebut tidak akan bertahan lama.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang di atas adalah :

1. Bagaimana nilai resistansi pentanahan instalasi listrik di UHN medan

2. Bagaimana kelayakan panel instalasi listrik di UHN medan
3. Apakah nilai pentanahan yang didapat pada grounding Gedung tersebut sesuai dengan aturan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 ?
4. Apakah ada perbedaan tegangan masuk dan keluar pada panel instalasi listrik UHN medan

Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka yang menjadi tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai resistansi pentanahan pada panel utama instalasi listrik UHN medan
2. Mengetahui nilai resistansi pentanahan trafo sebagai sumber listrik UHN Medan
3. Mengetahui Nilai tegangan dan Arus pada panel utama dan cabang

Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi dalam merencanakan suatu sistem proteksi eksternal terhadap bahaya listrik pada bangunan.
2. mengurangi resiko kerusakan pada alat elektronik yang ada pada gedung dan meminimalisir akan bahaya kesetrum, korsleting bahkan kebakaran yang dapat mengancam keselamatan manusia.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai pembagian kelistrikan di UHN Medan
4. Memberikan wawasan untuk seberapa pentingnya pentanahan atau grounding pada suatu sistem instalasi listrik.

Batasan Masalah

Mengingat luas dan kompleksnya pembahasan yang dapat dilakukan, maka untuk memaksimalkan pembahasan perlu dilakukan pembatasan masalah, sebagai berikut :

1. Membahas sistem pentanahan (grounding) sebagai salah satu pengaman arus bocor / pengaman eksternal pada rangkaian peralatan listrik.
2. Membahas perbandingan nilai pentanahan grounding yang terdapat pada lokasi penelitian

3. Merusmuskan sistem pentanahan di setiap bangunan UNIVERSITAS HKBP NOMENSEN MEDAN.

Metedologi Pemecahan Masalah

Metode penulisan yang akan di lakukan adalah dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Metode Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data dengan mencari informasi dari buku, artikel, internet dan jurnal yang berkaitan dengan judul dan dapat mendukung penyusunan skripsi ini.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan langsung pada objek di lapangan yang berlokasi di gedung I,L dan ekonmi.

3. Metode Konsultasi

Pada metode ini penulis melakukan diskusi tentang topik yang dibahas pada skripsi ini dengan pegawai/teknisi di Universitas HKBP Nommensen Medan

4. Metode Dokumentasi

Pada metode ini penulis melakukan pengambilan gambar objek bahasan skripsi sebagai kelengkapan data mengenai penulisan skripsi.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pendahuluan

Sistem pentanahan (grounding) adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi (ground) sehingga dapat mengamankan manusia (human) dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karena itu sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik.

Sistem pentanahan ini sendiri mulai di kenal pada tahun 1900. Sebelum tahun tersebut sistem pentanahan belum di lakukan karena ukurannya masih terlalu kecil dan tidak berbahaya. Namun setelah sistem tenaga listrik berkembang menjadi semakin besar dengan tegangan yang semakin tinggi pula dan jangkauan semakin jauh, barulah di perkenalkan sistem pentanahan.

Sistem pentanahan tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, kontrol dimana diperlukan komunikasi data secara intensif dan sangat peka terhadap interferensi gelombang elektromagnetik dari luar. Pentanahan seperti dijelaskan diatas lebih dititik beratkan pada keterjaminan sinyal dan pemrosesannya.

Setelah melihat tujuan dari pentanahan diatas, ternyata sistem pentanahan (grounding) tidak hanya digunakan sebagai pengaman. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah Mencegah kerusakan peralatan listrik /elektronik.

Setidaknya ada empat buah komponen instalasi listrik yang wajib untuk dibumikan atau diketanahkan dalam rangka mengamankan aliran listrik sebagai berikut:

1. Titik Netral yang berasal dari generator maupun transformator listrik. Menghubungkan titik netral dari generator atau transformator ke tanah dibutuhkan untuk memproteksi hal-hal yang berkaitan dengan gangguan hubung tanah.
2. Kawat petir pada bagian atas dari saluran transmisi yang juga berperan sebagai lightning arrester harus dibumikan juga. Semua kaki dari tiang transmisi harus ikut dibumikan, mengingat kawat petir ada di sepanjang saluran transmisi. Dengan begitu, petir yang

bergerak menyambar kawat petir akan seluruhnya disalurkan ke dalam tanah melalui setiap kaki dari tiang saluran transmisi.

3. Seluruh komponen instalasi yang dengan mudah tersentuh manusia dan mudah menghantarkan listrik karena terbuat dari logam harus dibumikan.
4. Bagian bawah komponen pembuangan listrik dari lightning arrester. Tujuannya adalah supaya lightning arrester bekerja dengan maksimal dalam membuang muatan listrik yang berasal dari petir menuju bumi atau tanah.

Faktor yang Berpengaruh Terhadap Sistem Pembumian

Agar sistem pembumian dapat bekerja dengan maksimal dan sesuai peruntukannya, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, baik itu faktor internal maupun faktor eksternal seperti kondisi lingkungan.

1. Syarat agar sistem pembumian dikatakan layak adalah apabila tahanan sebaran resistansi yang dimiliki sistem pembumian paling besar 3 Ohm. Sehingga apabila nilai tahanan bisa di bawah 3 Ohm, akan lebih baik.
2. Material yang digunakan untuk melakukan pembumian penangkal petir adalah material batang tembaga, kerucut tembaga, dan lempeng tembaga. Luas permukaan material pembumian penangkal petir yang ditanam ke tanah sangat berpengaruh terhadap nilai resistansi dari penangkal petir. Nilai resistansi semakin rendah ketika luas permukaan material pembumian penangkal petir yang ditanam ke tanah semakin besar. Kinerja penangkal petir dikatakan semakin baik, apabila nilai resistansinya semakin rendah.
3. Kedalaman pemancangan batang logam elektroda bergantung kepada jenis tanah dan sifat tanah tersebut. Jenis tanah yang keras serta berbatu, maka lebih efektif apabila pemancangan dilakukan dalam ke dalam tanah. Sementara itu, pada tanah yang lebih gembur seperti tanah liat dan tanah rawa, maka pemancangan batang logam elektroda cukup dilakukan secara dangkal.
4. Nilai tahanan jenis tanah yang merupakan nilai resistansi tanah. Analisis nilai tahanan jenis tanah harus dilakukan sebelum dilakukan pemancangan batang logam.

Grounding system atau pembumian merupakan penghubungan salah satu bagian peralatan listrik ataupun badan listrik seperti transformator, motor, pemutus daya, dan generator yang pada kondisi normal tidak dialiri arus listrik ke dalam tanah. Fungsi utama pembumian adalah untuk proteksi.

Sistem Grounding

Grounding atau biasa disebut sebagai *arde* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang memakai listrik sebagai asal energi utama, *grounding* inilah yang berfungsi sebagai pelindung dan mengamankan perangkat-perangkat tersebut dari lonjakan arus listrik dan petir. *grounding* digambarkan sebagai hubungan antara suatu alat-alat atau sirkuit listrik dengan bumi.

Tujuan utama grounding atau arde

1. Membatasi besar tegangan terhadap bumi supaya tetap berada didalam batasan yang diperbolehkan.
2. Memfasilitasi jalur aliran tegangan yang dapat memberikan sinyal jika terjadinya interaksi yang tidak diinginkan antara konduktor dan bumi. Sinyal ini akan menyebabkan bekerjanya alat-alat yang memutuskan suplai tegangan berdasarkan konduktor tersebut.
3. Melindungi manusia terhadap bahaya arus bocor dalam alat-alat listrik.

Karakteristik grounding yang efektif antara lain adalah

1. Terencana dengan baik, seluruh koneksi yang ada di dalam sistem harus merupakan koneksi yang telah di rencanakan sebelumnya
2. Verifikasi secara visual bisa dilakukan.
3. Menghindarkan gangguan yang terjadi dalam arus listrik dari perangkat.
4. Semua komponen metal harus ditahan/diikat oleh sistem pentanahan, yang bertujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat menjadi penghantar arus listrik dalam potensial listrik yang sama.

Grounding sangat berguna untuk suatu sistem energi listrik khususnya dibidang telekomunikasi dan elektro dan perlu diperhatikan dengan serius, karena pada prinsipnya grounding atau arde merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum/ awam maupun seorang teknisi masih memiliki kekurangan dalam memprediksi nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat penting untuk diperhatikan dari suatu sistem pentanahan adalah hambatan suatu sistem dari pentanahan tersebut.

Grounding atau arde pada instalasi listrik berfungsi sebagai pencegah terjadinya hubungan antara makhluk hidup dengan tegangan listrik yang terekspos akibat terjadi kegagalan

isolasi. *Grounding* pada gedung terpasang dua macam jenis, yaitu untuk instalasi listrik gedung dan instalasi penangkal petir. Kedua sistem *grounding* ini memang harus dipisahkan pemasangannya dan berjarak setidaknya 10 meter.

Ada bermacam-macam pentanahan sistem. Antara satu dan lainnya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing. Bahasan berikut ini tidak dimaksudkan membahas kekurangan dan kelebihan metoda tersebut, namun lebih menitikberatkan pada macam-macam pentanahan titik netral yang umum digunakan. Jenis pentanahan sistem akan menentukan skema proteksinya, oleh karena itu, jenis pentanahan ini sangat penting diketahui.

Ada lima macam skema pentanahan netral sistem daya, yaitu:

1. TN (Terra Neutral) System

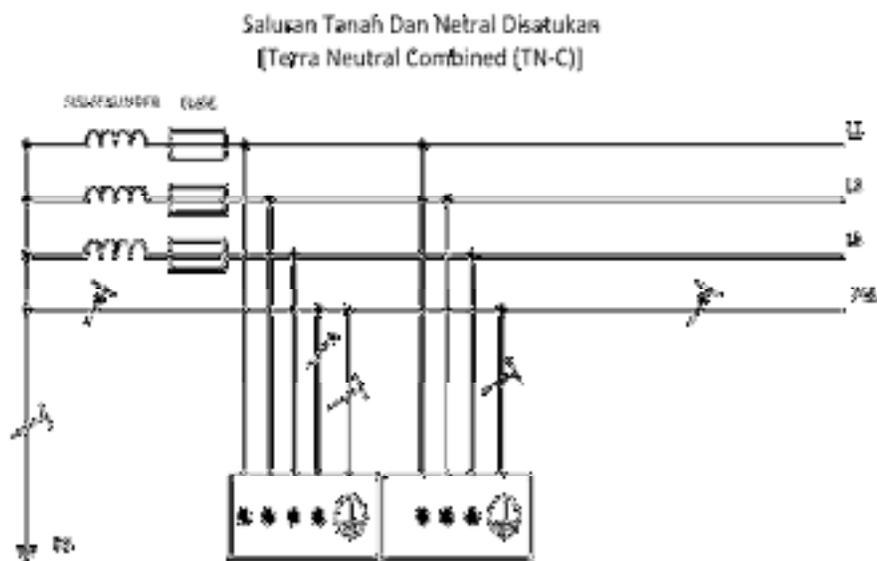
Sistem ini terdiri dari 3 jenis skema, yaitu:

- a. TN-C,
- b. TN-C-S, dan
- c. TN-S

(Terra = bhs Perancis yang berarti bumi atau tanah)

a. Saluran Tanah & Netral Disatukan [Terra Neutral Combined (TN-C)]

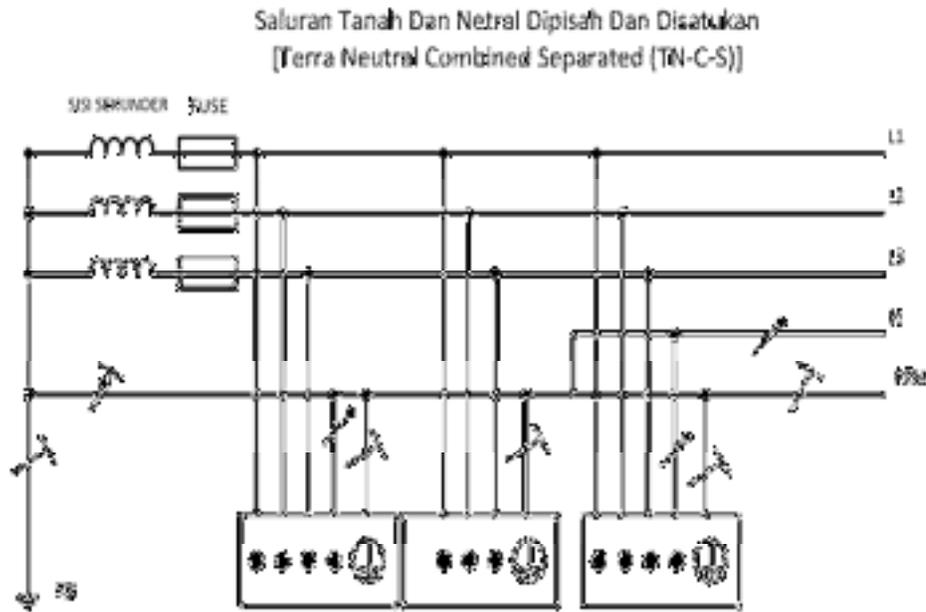
Pada sistem ini saluran netral dan saluran pengaman disatukan pada sistem secara keseluruhan. Semua bagian sistem mempunyai saluran PEN yang merupakan kombinasi antara saluran N dan PE. Disini seluruh bagian sistem mempunyai saluran PEN yang sama.



Gambar 2.1 (TN-C)

b. Saluran Tanah Dan Netral Dipisah Dan Disatukan [Terra Neutral Combined Separated (TN-C-S)]

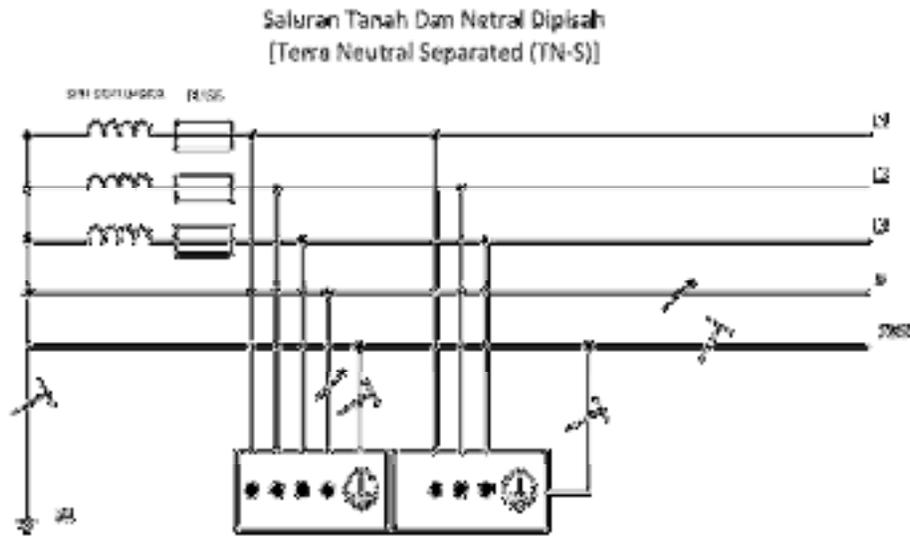
Pada sistem ini saluran netral dan saluran pengaman dijadikan menjadi 1 saluran pada sebagian sistem dan terpisah pada sebagian sistem yang lain. Disini terlihat bahwa bagian sistem 1 dan 2 mempunyai 1 hantaran PEN (Combined). Sedangkan pada bagian sistem 3 menggunakan 2 hantaran, N dan PE secara terpisah (Separated)



Gambar 2.2 (TN-C-S)

c. Saluran Tanah Dan Netral Dipisah [Terra Neutral Separated (TN-S)]

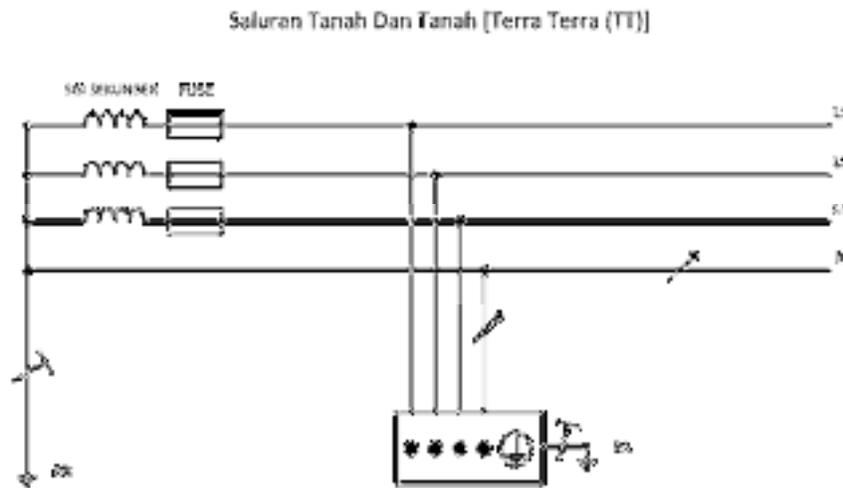
Pada sistem ini saluran netral dan saluran pengaman terdapat pada sistem secara keseluruhan. Jadi semua sistem mempunyai 2 saluran N dan PEN secara tersendiri (Separated).



Gambar 2.3 (TN-S)

2. TT (Terra Terra)

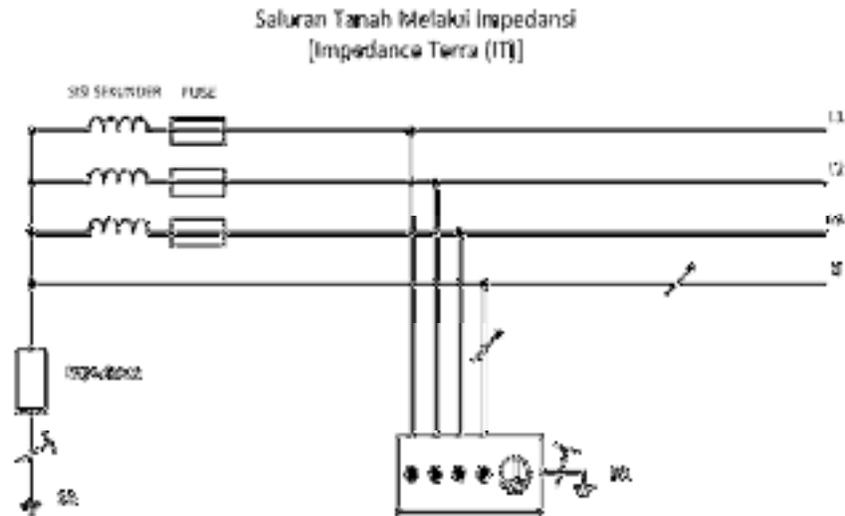
Sistem yang titik netralnya disambung langsung ketanah namun bagian-bagian instalasi yang konduktif disambungkan ke elektroda pentanahan yang berbeda (Berdiri Sendiri).



Gambar 2.4 Terra Terra (TT)

3. IT (Impedance Terra)

Sitem rangkaian tidak mempunyai hubungan langsung ketanah tetapi melalui suatu inpedansi, sedangkan bagian konduktif instalasi dihubungkan langsung ke elektroda pentanahan secara terpisah. Sitem ini juga disebut sistem pentanahan inpedansi.



Gambar 2.5 Impedance Terra

Agar sistem pentanahan dapat bekerja secara efektif dan maksimal, sistem pentanahan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Membuat jalur resistansi rendah ke tanah untuk mengamankan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge currents).
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas bahan tersebut sepanjang umur peralatan yang lindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang bertenaga dan kuat tapi mudah pelayanannya.

Fungsi Elektroda

Fungsi pentanahan merupakan sistem yang dapat mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pembumian yang ditanam dalam tanah. Selain itu juga berfungsi sebagai pengaman bagi peralatan dan manusia dari bahaya listrik. Arus gangguan yang mengalir pada elektroda pentanahan akan mengakibatkan perbedaan tegangan antara elektroda pada suatu titik dengan titik yang lain di permukaan tanah. Apabila perbedaan maksimum sepanjang

permukaan tanah ternyata masih besar, maka kondisi ini tidak menguntungkan karena akan membahayakan manusia yang sedang bekerja maupun peralatan yang digunakan.

Apabila nilai resistansi pembumian/*grounding* terlalu besar akan berdampak negatif pada komponen dari instalasi tersebut. Begitu juga bila pembumian (*grounding*) tidak sempurna akan menimbulkan arus sisa atau arus ikutan yang mengganggu komponen-komponen penyusun, terutama komponen elektronik yang sangat peka terhadap arus. Jadi instalasi penangkal petir harus berfungsi sempurna dan harus memiliki nilai tahanan kecil bahkan jauh di bawah satu ohm atau mendekati nilai nol. Apabila nilai tahanan pentanahan dapat diperoleh dibawah 1 ohm maka sistem pemasangan sudah layak untuk dikatakan sangat aman dan benar.

Elektroda Grounding

Elektroda pentanahan merupakan penghantar yang ditanam didalam tanah menggunakan kedalaman yang bervariasi dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan supaya diperoleh aliran arus yang baik apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah.⁸ Komponen dari sistem pentanahan yang paling diperlukan yaitu elektroda. Bahan yang umum dipakai untuk elektroda yaitu tembaga, besi yang di *chrom* dan baja. Syarat yang utama untuk elektroda pentanahan adalah menggunakan bahan yang tidak mudah berkarat (*non-corrosive metal*), kukuh secara mekanis terhadap desakan atau pukulan dan mempunyai konduktivitas yang tinggi.



Gambar 2.6 Elektroda Bantu

Jenis elektroda pentanahan yang biasa digunakan untuk pengamanan sistem maupun pengamanan peralatan yaitu:

Elektroda Batang

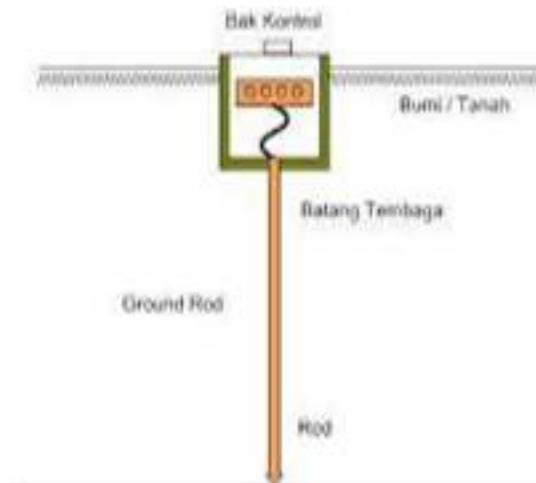
Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori

berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk-gardu induk. Elektroda batang ini pada umumnya juga dipasang pada instalasi rumah tinggal. Elektroda ini berupa pipa besi, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke tanah. Biasanya pada bahan logam tersebut dilapisi dengan lapisan tembaga. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Di samping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas. Panjang elektroda batang ini yang disyaratkan dalam PUIL 2000 adalah 1,75 m.

Dalam pemasangan elektroda batang di usahakan setegak lurus mungkin, dengan tujuan agar dicapai kedalaman yang maksimum, dimana diharapkan terdapat lapisan tanah dengan tahanan jenis yang cukup rendah. Dalam perhitungan diasumsikan batang tertanam tegak lurus, sehingga kedalaman elektroda tertanam sama dengan panjangnya batang yang ditanam. Besarnya tahanan pentanahan elektroda batang tergantung pada kedalaman batang yang tertanam, tetapi ada kalanya dengan menggunakan sebuah elektroda batang saja tidak tercapai nilai tahanan pentanahan yang diinginkan, sehingga dalam pemasangannya sering digunakan beberapa elektroda batang yang dihubungkan satu dengan yang lainnya. Elektroda batang ini ditanam dengan kedalaman antara 1 – 10 meter. Jika susunan batang-batang elektroda yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah dalam jumlah yang lebih banyak maka tahanan pentanahan akan semakin kecil dan distribusi tegangan pada permukaan tanah akan lebih merata. Ada beberapa macam penanaman elektroda batang yaitu :

1. Satu batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah.
2. Dua batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah
3. Beberapa batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah dan dihubungkan secara paralel.

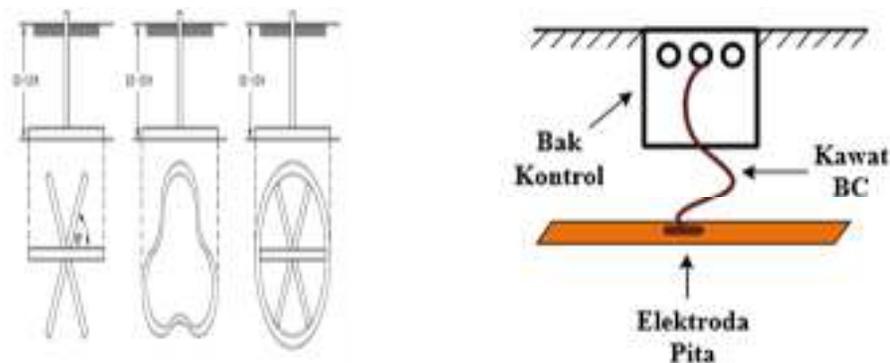
Semakin banyak elektroda batang yang ditanam semakin kecil pula nilai tahanan yang akan di peroleh pada sistem pentanahan yang di pasang dengan syarat semua batang elektroda yang di tanam di hubungkan secara paralel



Gambar 2.7 Elektroda Batang

Elektroda Pita

Elektroda pita ialah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Kalau pada elektroda jenis batang, pada umumnya ditanam secara dalam. Pemancangan ini akan bermasalah apabila mendapati lapisan lapisan tanah yang berbatu, disamping sulit pemancangannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga bermasalah. Ternyata sebagai pengganti pemancangan secara vertikal ke dalam tanah, dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horisontal) dan dangkal. Elektroda pita dibuat dari penghantar berbentuk pita atau penampang bulat, atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Tahanan pentanahan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bentuk konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial atau kombinasi antar keduanya.



Gambar 2.8 Elektroda Pita

Elektroda Pelat

Elektroda pelat adalah elektroda dari bahan pelat. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain. Pada umumnya elektroda ini ditanam cukup lumayan dalam di dalam tanah. Bentuk elektroda pelat biasanya empat persegi atau empat persegi panjang. Cara penanaman biasanya secara vertical, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertical. Penanaman secara vertical adalah lebih praktis dan ekonomis.



Gambar 2.9 Elektroda Pelat

Perlengkapan Alat Ukur Pada Panel Instalasi

Setiap instalasi tentunya harus memiliki perlengkapan, perlengkapan listrik dipergunakan dalam pemasangan instalasi oleh petugas instalatir agar tercapainya prinsip dasar instalasi listrik, yaitu ; keandalan, keindahan, keamanan, dan ekonomi. sehingga yang digunakan dalam instalasi harus mengacu dan memenuhi PUIL ataupun standar yang berlaku. Beberapa perlengkapan instalasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Selector switch

Selector Switch merupakan sebuah komponen yang di gunakan untuk memilih posisi kerja rangkaian kontrol yang berada diluar panel listrik yang berfungsi sebagai saklar untuk memilih mode atau merubah arah arus listrik yang bekerja dengan memutar ke kanan atau kiri pada selector switch. contoh dari selector switch dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 selector switch

2. Volt meter analog

voltmeter berfungsi sebagai alat untuk mengukur tegangan baik AC maupun DC. Rating disesuaikan dengan skala yang tercantum pada alat. Jika alat tersebut mempunyai rating 0-500 V, maka tegangan yang diukur tidak boleh melebihi 500 V. contoh dari *Voltmeter* analog dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 voltmeter analog

3. Ampermeter Analog dan Current Transformer

Ampermeter merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur arus yang mengalir pada suatu penghantar. Ampermeter harus menggunakan *Current Transformer* yang dipasang seri pada phase di instalasi. Contoh dari Ampermeter Analog dan *Current Transformer* dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12 ampermeter analog dan current transformator

4. Pengaman

Pengaman adalah suatu alat yang digunakan sebagai proteksi dalam melindungi sistem instalasi listrik dari beban arus yang melebihi kemampuannya, juga menjadi pengaman apabila terjadinya kerusakan pada instalasi yang diakibatkan oleh hubung singkat, alat pengaman juga berfungsi sebagai saklar. Pengaman yang digunakan harus disesuaikan dengan besarnya daya listrik yang terpasang. Tujuannya agar pengaman yang dipilih sesuai dengan kebutuhan sehari-hari. Mengacu pada PUIL 2000 tentang proteksi keselamatan yaitu untuk memastikan keselamatan manusia dan ternak serta keamanan harta benda dari bahaya dan kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh listrik.

a) MCB (Miniature Circuit Breaker)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis bimetal untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa. Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus. Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu :

1. Tipe Z (rating dan breaking capacity kecil) Digunakan untuk pengamananrangkaiian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.
2. Tipe K (rating dan breaking capacity kecil).
3. Digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.
4. Tipe G (rating besar) untuk pengaman motor.
5. Tipe L (rating besar) untuk pengaman kabel atau jaringan.
6. Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan Dalam instalasi rumah tangga umumnya menggunakan MCB 1 phase.

Contoh bentuk dari MCB dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 mini circuit breaker (MCB)

b) MCCB (Modeled Case Circuit Breaker)

MCCB adalah suatu alat yang digunakan sebagai pemutus tenaga dan arus listrik yang memiliki fungsi sama dengan MCB, yaitu mengamankan peralatan juga instalasi listrik saat terjadi hubung singkat dan membatasi kenaikan arus karena beban lebih. Hanya saja yang membedakan MCCB dengan MCB adalah bentuk dari casingnya, yaitu dimana bentuk dari MCB 3 fasa memiliki casing dari tiga buah MCB satu fasa yang kopel secara mekanis. Sedangkan MCCB memiliki tiga buah terminal fasa dalam satu casing yang sama. Oleh sebab itu MCCB dikenal sebagai *Modeled Case Circuit Breaker*. Contoh dari MCCB dapat dilihat pada Gambar 2.14



Gambar 2.14 modelled case circuit breaker (MCCB)

Akibat sambaran petir

Instalasi listrik memiliki dua risiko yang paling berbahaya, yang juga disebutkan dalam PUIL 2000, yaitu sengatan listrik dan suhu tinggi yang dapat menyebabkan kebakaran.

Sambaran Petir Langsung

Petir langsung, yaitu saat petir menyambar dengan segera bagian dari jaringan instalasi listrik atau peralatan listrik terestrial, seperti kabel jaringan, transformator, tiang, dll. Dampak sambaran petir langsung menimbulkan bahaya atau resiko yang sangat signifikan bahkan dapat menyebabkan ledakan, kebakaran dan kerusakan serius pada jaringan listrik yang ada di bumi.

Sambaran Petir Tidak Langsung

Petir tidak langsung, yaitu ketika petir menyambar tanah tetapi tidak langsung mengenai bagian jaringan atau instalasi listrik di tanah. Akan tetapi induksi energi listrik yang dimiliki oleh petir telah menembus atau diterima oleh jaringan kabel listrik atau peralatan listrik yang dibumikan.

Earth Tester

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi tanah, Sangat penting untuk mengetahui hambatan tanah sebelum melakukannya Pembumian dalam sistem pengaman pada instalasi listrik adalah tahanan pentanahan nilai hambatan bumi yang harus menerima loncatan listrik dari perangkat atau petir, resistansi tanah yang baik adalah kurang dari 5 ohm. Dan salah satu Alat yang dapat kita gunakan untuk mengukur nilai tahanan pentanahan adalah earth tester, pentanahan adalah alat ukur multi unit.Colokan layar dan pengukur, yang biasanya terdiri dari tiga colokan :



Gambar 2.15 Earth Tester

E = bidang tanah P = puncak potensial C = puncak arus.

Jadi terminal E terhubung ke terminal ground yang akan kita ukur terminal P ditanam membentuk garis dari terminal pelat bumi (E) sejauh 5 meter dan terminal C bergaris lurus

dengan terminal E dan P berjarak 5 meter dari terminal P. Konfigurasi telah selesai, jika menekan tombol berburu (push on) maka akan muncul nilai hasil pengukuran pada display adalah nilai tahanan tanah yang ada.

Kabel Grounding

Pada kabel grounding memiliki ciri khas yaitu kabel warna hijau atau kuning strip hijau. Ketentuan warna kabel grounding ini diatur dalam PUIL 2000 yaitu Konduktor pembumian harus diberi warna hijau-kuning . Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pembumian, konduktor proteksi, dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi. Kabel grounding merupakan kawat penghantar yang di gunakan untuk menyalurkan arus gangguan langsung ketanah pada saat terjadi nya gangguan arus bocor. Berikut ini adalah persyaratan warna kabel grounding menurut PUIL 2000.

PENGHANTAR	PUIL 2011	PUIL 2000
Fasa 1 (L1/R)	HITAM	MERAH
Fasa 2 (L2/S)	COKLAT	KUNING
Fasa 3 (L3/T)	ABU-ABU	HITAM
NETRAL (N)	BIRU	BIRU
Pembumian (PE)	Hijau-Kuning	Hijau-Kuning

Gambar 2.16 Persyaratan Warna Kabel

Clamp

Clamp Grounding adalah media yang digunakan untuk menyambungkan grounding rod dan kabel grounding. Clamp ini memiliki berbagai macam. Terbuat dari bahan tembaga sehingga aman dan kualitas terjamin, mudah dipasang dan mudah digunakan serta tahan lama.

Clamp Kabel adalah Penjepit kabel yang berbentuk setengah lingkaran berfungsi untuk merapikan sambungan kabel dengan cara menjepit nya di dalam clamp. Ukuran klem ada bermacam-macam disesuaikan dengan ukuran kabel yang terpasang.

Busbar

Busbar adalah bentuk besarnya dari isi kabel (tembaga). Fungsinya tetap sama, yaitu menghantarkan listrik. Perbedaan busbar dan kabel hanya di bagian pelindungnya atau isolator. Jika busbar tanpa isolasi, sedangkan kabel ada isolasi nya. Namun, karena kabel sangat

merepotkan untuk di dalam panel, maka digunakanlah busbar. Pemakaian busbar hanya di dalam panel. Alasannya karena busbar tidak memakai isolasi, dan siapapun yang memegangnya saat ada aliran listrik, dapat menyebabkan kematian. Sedangkan untuk pemakaian di luar panel seperti outdoor, dan tempat-tempat yang bisa dilihat manusia, digunakan busbar yang memakai isolasi atau disebut kabel. Secara umum CU Busbar adalah tembaga yang digunakan sebagai penghantar dalam sebuah panel listrik (Electrical Switchboard). Pada umumnya CU Busbar berbentuk batangan sepanjang 4 meter. Seorang estimator listrik harus memperhitungkan dengan baik penggunaan CU Busbar dalam sebuah panel, karena CU Busbar memiliki peranan penting dalam sistem kerja panel listrik tersebut. Pada dasarnya penggunaan CU Busbar disesuaikan dengan ukuran Ampere masing - masing breaker dalam panel.

Skun kabel

Dalam terminasi kabel, kita sering menjumpai aksesoris kabel seperti pada gambar di atas. Gambar di atas adalah schoen kabel. Schoen kabel sering juga disebut sepatu kabel / Cable lug. Schoen kabel adalah salah satu accessories kabel 36 yang berfungsi untuk penyambungan kabel ke terminal atau panel dengan dibautkan pada busbar atau panel. Untuk kebutuhan penyambungan kabel jaringan listrik (Terminasi), Schoen kabel terdiri dari beberapa jenis, yaitu :

1. Kabel schoen AL (aluminium).
2. Kabel schoen CU (tembaga).
3. Kabel schoen AL-CU (bimetal).

Adapun keunggulan kabel schoen berbahan aluminium adalah sebagai berikut :

- a. Aluminium 99,5%.
- b. Mudah digunakan.
- c. Mendukung hingga 20 kV.

Ukuran kabel schoen SC beragam dari ukuran kecil 4 mm hingga ukuran 630 mm, dengan ukuran lubang baut yang berbeda-beda, sesuai dengan kebutuhan pemasangan. Pada umumnya tipe kabel skun SC tertulis sebagai kabel skun SC 35-8. Nomor yang di depan menunjukkan ukuran kabel pada terminal kabel skun tersebut. Ukuran kabel skun SC menggunakan ukuran standard kabel Eropa, yang pada umumnya sama dengan ukuran kabel listrik di Indonesia. Sebagai contoh di atas, Skun Kabel SC 35 - 8, menunjukkan skun kabel tersebut dapat digunakan untuk kabel ukuran 35 mm².

Dengan menggunakan kabel skun yang berkualitas, proses crimping skun cable lebih mudah dan cepat. Kabel skun yang baik, tidak mudah pecah saat di-press, dan memiliki daya hantar listrik yang baik, sehingga alat listrik yang terpasang, dapat bekerja dengan optimal. Dengan menggunakan kabel skun yang berkualitas, proses crimping skun cable lebih mudah dan cepat. Kabel skun yang baik, tidak mudah pecah saat di-press, dan memiliki daya hantar listrik yang baik, sehingga alat listrik yang terpasang, dapat bekerja dengan optimal.

Bagian-bagian *Earth Tester*

Earth tester memiliki dua jenis yaitu analog dan digital. Untuk memudahkan pembacaan hasil pengukuran lebih praktis menggunakan alat ukur yang digital karena memiliki hasil pengukuran dan hasil pembacaan yang lebih. *Tester 4105a* memiliki bagian-bagian dan fungsi sebagai berikut



Gambar 2.17 bagian-bagian *Earth Tester*

Keterangan:

1. Layar *Earth Tester*

Layar ini merupakan tempat hasil pengukuran sebagai angka yang ditunjukkan oleh jarum pada layar. Dimana dalam layar ini terdapat angka-angka yang akan menjadi hasil pengukuran tahanan.

2. Jarum pada Layar

Fungsi jarum ini pada layar adalah untuk menunjuk angka-angka yang ada pada layar pada saat pengukuran tahanan atau grounding.

3. Tombol Test

Tombol ini berfungsi sebagai tombol yang harus ditekan pada saat akan melakukan pengukuran nilai pentanahan. Ketika tombol ini ditekan maka akan muncul angka hasil pengukuran pada display dan ketika tombol dilepas maka nilai yang tertera pada display akan jadi 0. Untuk mengunci hasil pengukuran maka tombol ditekan lalu memutar searah jarum jam hingga 90 derajat.

4. Skala Pengukuran

Skala pengukuran yang termasuk dalam meter adalah 20Ω , 200Ω , 2000 ohm . Saat Anda ingin mengukur, arahkan tombol ke nilai $20\ \Omega$ jika nilai arde yang akan diukur kurang dari $20\ \Omega$. skala pengukuran harus lebih besar dari nilai terukur yang dimaksudkan keakuratan hasil pengukuran.

5. Kabel

Kabel hijau ini merupakan kabel bantu yang digunakan pada saat pengukuran. Kabel ini terhubung langsung ke kabel grounding yang diukur nilai pentanahannya dan ujung satunya tersambung ke alat ukur. Kabel kuning ini berfungsi sebagai kabel yang terhubung ke elektroda bantu yang jaraknya $5 - 10$ meter dari lokasi penanaman elektroda dan ujung kabel ini tersambung ke alat ukur.

Kabel merah ini berfungsi sebagai kabel yang terhubung ke elektroda bantu yang jaraknya $5 - 10$ meter dari titik elektroda bantu yang menggunakan kabel kuning dan ujung kabel ini tersambung ke alat ukur



Gambar 2.18 kabel grounding

6. Selector Switch

Selector Switch ini berfungsi untuk memilih skala pengukuran yang akan digunakan pada saat akan melakukan pengukuran nilai pentanahan.

7. Port Kabel

Bagian ini berfungsi untuk tempat port terhubungnya ke tiga kabel merah kuning hijau tadi setelah ujung dari kabel tersebut dihubungkan ke grounding yang ingin diukur.

BAB III METEDOLOGI PENELITIAN

Pendahuluan

Pemeriksaan secara berkala paling sedikit dilakukan selama 1 tahun sekali, sementara pengujian paling sedikit dilakukan selama 5 tahun sekali. Sistem instalasi listrik Universitas HKBP Nommensen (UHN) terdiri dari APP (Alat Pengaman Pemutus) hingga sirkuit panel akhir terdiri dari beberapa komponen yang dirancang untuk memberikan pasokan listrik yang aman dan handal ke berbagai peralatan dan beban listrik di lingkungan UHN , seperti gedung perkantoran, perkuliahan, laboratorium, perpustakaan, kantin, koperasi dan penerangan luar, atau fasilitas lainnya. Berikut adalah beberapa komponen utama dalam sistem instalasi listrik UHN, yang akan dilakukan komisioning.

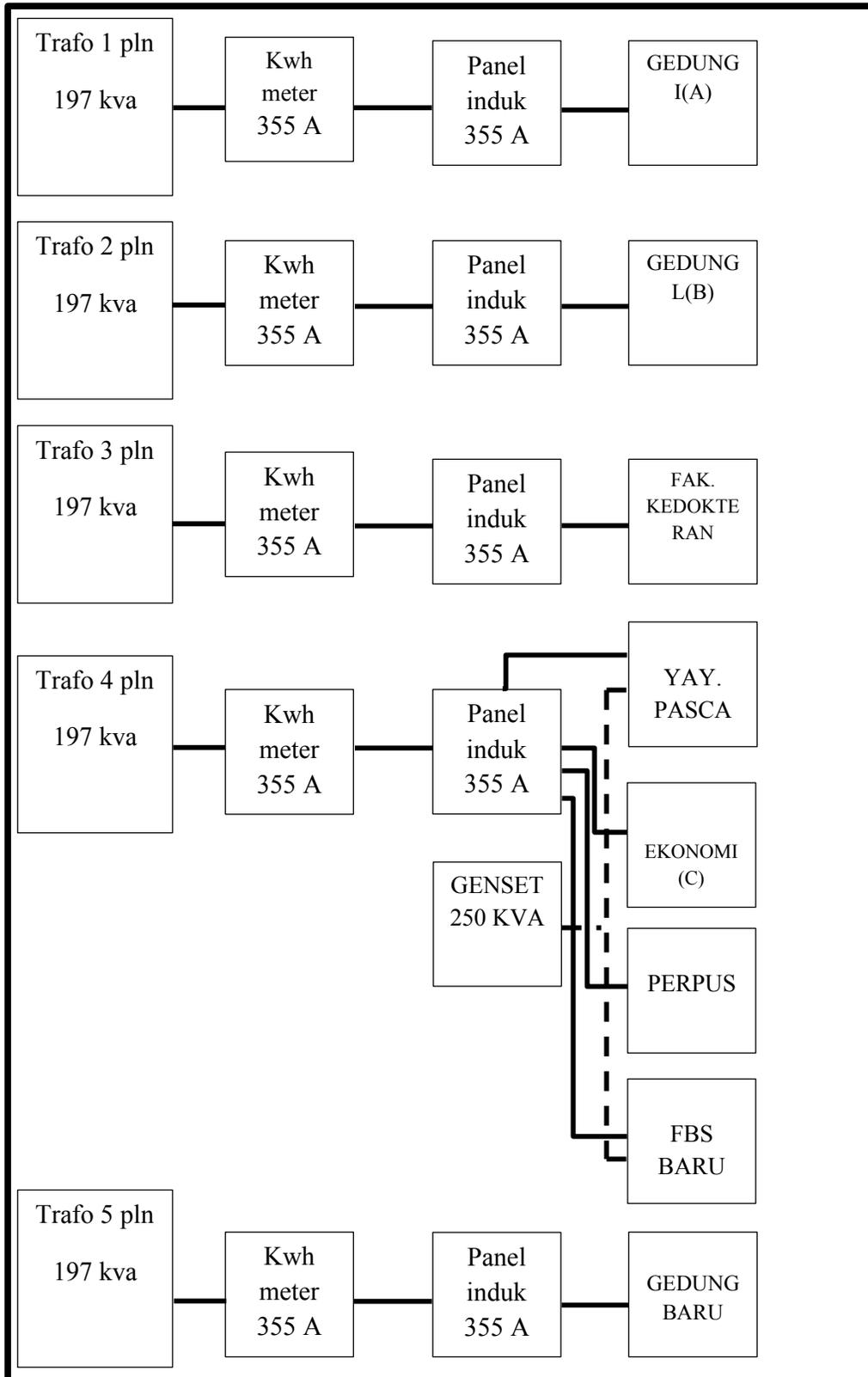
Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat dan waktu penelitian dilakukan dengan rincian sebagai berikut:

- Tempat : Universitas HKBP Nommensen Medan yang berlokasi di
Jalan Sutomo, No. 4A, Medan
- Waktu : Rabu, 21 Juni- Jumat, 23 Juni 2023



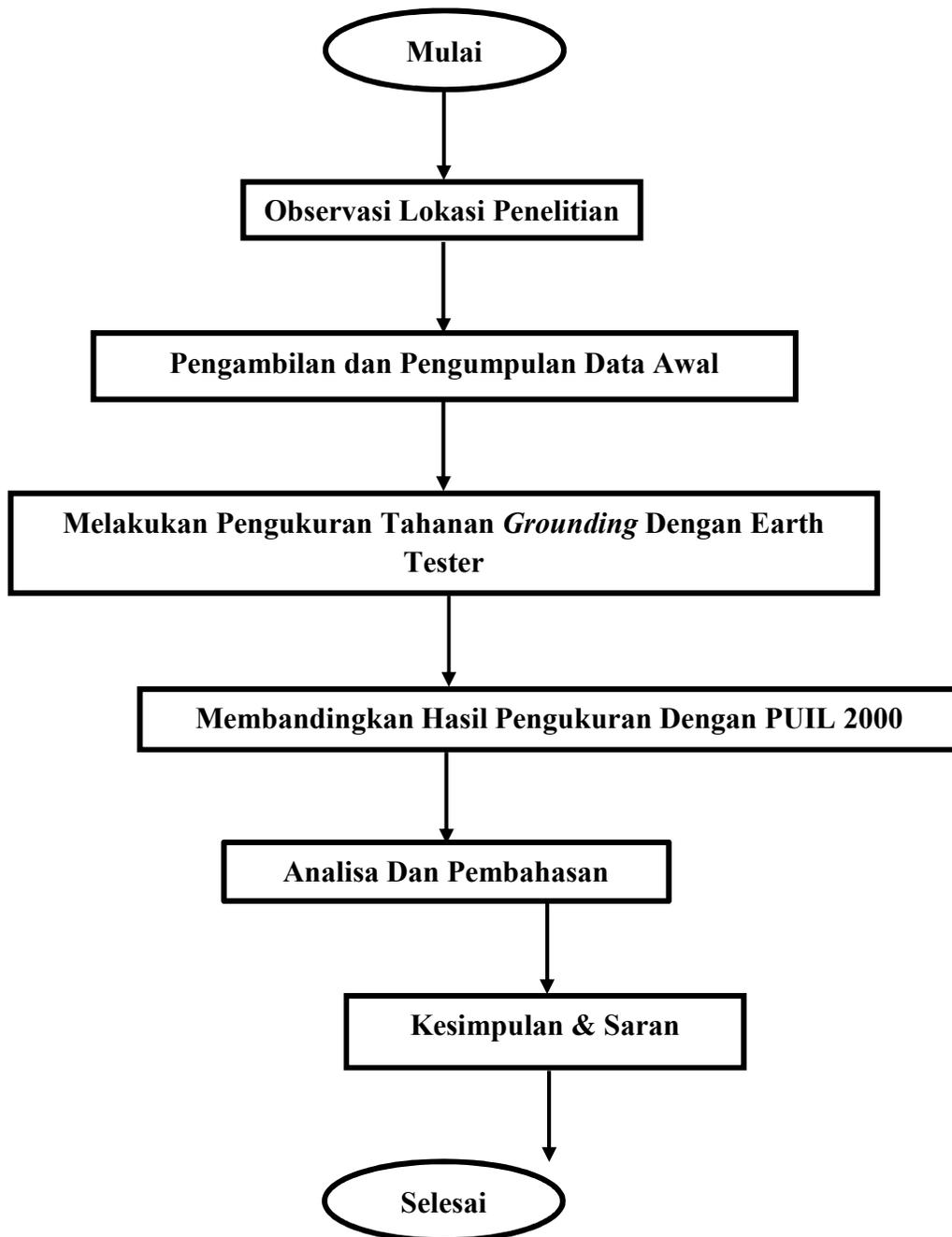
Gambar 3.1 lokasi penelitian



Gambar 3.2 rincian pembagian kelistrikan nomensen

Tahapan Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dapat di ambil untuk memudahkan penelitian dan pengambilan data , maka di bawah ini adalah alur untuk melakukan pengambilan data yang akan di lakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 3.3 diagram alir tahapan penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada obyek penelitian adalah

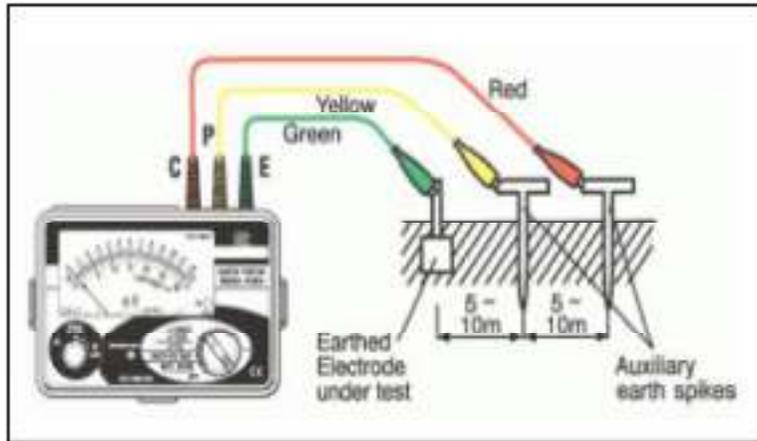
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama alat dan bahan	Jumlah	Satuan
1	Earth Tester Kyoritsu 4501 A-H	1	Unit
2	Elektroda bantu	2	Unit
3	Kabel pengukuran (merah)	1	Unit
4	Kabel pengukuran (kuning)	1	Unit
5	Kabel pengukuran (hijau)	1	Unit
6	Meteran	1	Meter
7	Lembar hasil pengukuran	1	Lembar
8	Alat Tulis	1	Unit
9	Hape realme 5	1	Unit
10	Laptop lenovo	1	Unit
11	Clamp meter	1	Unit

Langkah Pengukuran grounding

Untuk mendapatkan data-data hasil pengukuran dilakukan beberapa langkah langkah berikut :

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan.
2. Mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan Digital Earth Tester Kyoritsu 4105a. Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam kondisi baik.
3. Periksa kondisi kabel grounding BC yang akan diukur. Bila kotor bersihkan dahulu permukaan kabel tersebut dengan lap bersih / kertas amplas, agar jepitan kabel probe dapat menyentuh langsung bagian permukaan tembaga yang sudah bersih dan untuk mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada alat ukur.
4. Earth Tester mempunyai tiga kabel diantaranya adalah kebel merah, kuning dan hijau.
5. Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter.



Gambar 3. 4 Cara Memasang Elektroda Bantu

Sumber : putra utama harahap

6. Hubungkan juga kabel hijau ke grounding yang sudah terpasang
7. Lakukan pengukuran grounding (tahanan pembumian) dengan memutar Selector Switch alat ukur pada posisi 200 ohm atau 2000 ohm tergantung dari kondisi tanah pada area setempat yang akan diukur.
8. Kemudian tekan tombol “ PRESS TO TEST ” pada Earth Tester untuk mengetahui resistansi grounding .pada displai alat ukur akan muncul nilai tahanan pembumian.
9. Mencatat nilai tahanan yang muncul pada layar Earth Tester.
10. Mengembalikan posisi tombol “ PRESS TO TEST “ ke posisi awal.
11. Selesai, nilai resistansi grounding sudah diketahui.

Tabel 3.2 Nilai Pentanahan Sesuai PUIL 2000

No	Nilai pentanahan sesuai puil 2000	Resistansi
1	Bahaya gedung akan sambaran petir	< 5 Ω
2	Benda elektronik	< 3 Ω
3	Beberapa perangkat lainnya	< 1 Ω

Pada tabel 3.2 diatas, nilai 5 ohm merupakan batas tahanan pentanahan tertinggi yang masih dapat ditolerir pada suatu bangunan terhadap bahaya petir, benda elektronik memiliki tahanan aman sebesar 3 ohm dan beberapa alat lain yang lebih mudah rusak akibat arus kejut listrik mempunyai nilai resistansi 1 ohm, nilai ini merupakan nilai batas resistansi yang ditetapkan oleh PUIL 2000.

Semakin rendah nilai tahanan pentanahan maka semakin tinggi kemampuan menghantarkan arus lebih ke dalam tanah sehingga arus gangguan tersebut tidak berbahaya bagi manusia dan juga merusak peralatan tenaga listrik.

