



***GROUNDING* INSTALASI LISTRIK PASCA UMUR 15
TAHUN DI PERUMAHAN TAMAN BUKIT KLEPU**

Skripsi

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro**

Oleh

Ahmad Zainuri

NIM. 5301412045

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2016

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Ahmad Zainuri
NIM : 5301412045
Program Studi : S-1 Teknik Elektro
Judul Skripsi : *GROUNDING* INSTALASI LISTRIK PASCA UMUR
15 TAHUN DI PERUMAHAN TAMAN BUKIT KLEPU

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 14 Juni 2016

Pembimbing I



Drs. Sutarno M.T
NIP. 195510051984031001

Pembimbing II



Drs. Said Sunardiyo M.T
NIP. 196505121991031003

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Grounding* Instalasi Listrik Pasca Umur 15 Tahun Di Perumahan Taman Bukit Klepu telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 28 bulan Juni tahun 2016

Oleh

Nama : Ahmad Zainuri

NIM : 5301412045

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T., M.T
NIP. 197805312005011002

Drs. Agus Suryanto M.T
NIP. 196708181992031004

Penguji I

Penguji II / Pembimbing I

Penguji III / Pembimbing II

Drs. Henry Ananta M.Pd
NIP. 195907051986011002

Drs. Sutarno M.T
NIP. 195510051984031001

Drs. Said Sunardiyo M.T
NIP. 196505121991031003

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Nur Oudus M.T
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana, Magister dan atau Doktor), baik Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 15 Juni 2016
yang membuat pernyataan,



Ahmad Zainuri
NIM: 5301412045

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Inna Ma'al 'Usri Yusro / Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan (Q.S Al-Insyirah: 6).
- Hidup itu dijalani dengan tenang, bukan untuk terlalu dipikirkan.
- Ilmu tidak didapat dengan jasad yang santai (HR. Muslim).
- Biarkan orang lain meremehkanmu, tapi jangan biarkan dirimu meremehkan diri sendiri.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Ayah saya Bapak Ahmad Usman yang selalu cinta, kasih sayang, pengorbanan, kekuatan, semangat dan doanya yang selalu mengiringi setiap langkahku.
- Ibu saya Ibu Rusmi Alm. yang selalu mendoakan di surga.
- Adik-adik saya tersayang, Rosalia, Widya, Ardi, Nabila yang selalu memberi dukungan untuk selalu berjuang.
- Teman spesial saya, Eny Wijayanti yang selalu menemani dalam suka maupun duka dan memberi semangat.
- Sahabat seperjuangan dan sahabat kost *Green House* yang selalu menemani.
- Teman-teman seperjuangan PTE 2012 UNNES.



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Zainuri, Ahmad. 2016. "*Grounding Instalasi Listrik Pasca Umur 15 Tahun Di Perumahan Taman Bukit Klepu*". Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Sutarno M.T., Drs. Said Sunardiyo M.T.

Listrik merupakan suatu yang sudah menjadi kebutuhan pokok, termasuk juga masyarakat Perumahan Taman Bukit Klepu. Kehidupan saat ini listrik memiliki banyak manfaat, tetapi disisi lain juga memiliki resiko yang dapat membahayakan pengguna listrik apabila tidak mengerti berkaitan dengan listrik. Pemasangan instalasi listrik di Indonesia diatur sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). *Grounding* merupakan salah satu sistem yang terdapat pada instalasi listrik yang perlu diperhatikan dengan baik berkaitan nilai *grounding* rumah agar sesuai yang direkomendasikan pada PUIL 2000.

Tujuan penelitian ini adalah mengukur resistansi pembumian di Perumahan Taman Bukit Klepu pasca umur 15 tahun masih sesuai standar PUIL 2000 dan sesuai dengan syarat SPLN 1987 yaitu sebesar 5Ω .

Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan teknik pengukuran langsung (dengan dua elektroda bantu). Pengambilan sampel dengan cara *prosentase sampling*. Sampel berjumlah 32 pengguna listrik diambil dari perwakilan setiap RT yang berada di Perumahan Taman Bukit Klepu yang terdiri dari 3 RT.

Hasil penelitian di Perumahan Taman Bukit Klepu secara keseluruhan mencakup semua area diperoleh 66% pengguna listrik memiliki *grounding* masih sesuai standar PUIL 2000 dan 34% pengguna listrik memiliki *grounding* yang sudah tidak sesuai standar PUIL 2000. *Grounding* yang sudah tidak standar kemungkinan disebabkan oleh kelembaban tanah pada elektroda, temperatur di sekitar pemasangan elektroda, elektroda pembumian sudah rusak, letak elektroda pembumian jauh dari sumur atau pembuangan air dan pemasangan antara elektroda pembumian dengan penghantar *grounding* sudah tidak baik atau lepas.

Kata Kunci: ***Grounding*, elektroda pembumian, rumah tinggal, PUIL 2000.**

KATA PENGANTAR

Puji syukur hanya kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahNya penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun dalam rangka penyelesaian studi Strata 1 untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan. Penulisan Skripsi ini selesai berkat bantuan berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih tersampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Nur Qudus, M. T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberi izin dalam penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto S.T., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Kaprodi Pendidikan Teknik Elektro.
3. Bapak Drs. Sutarno M.T., dan Bapak Drs. Said Sunardiyo M.T., sebagai dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberi masukan saran, bimbingan dan motivasi dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Drs. Henry Ananta M.Pd. sebagai dosen penguji yang telah menguji dan memberi masukan untuk penyempurnaan penyusunan skripsi.
5. Bapak Djoko Purnomo S.H. sebagai Kepala Desa Klepu yang telah memberi izin penelitian di Desa Klepu dan memberi masukan.
6. Bapak, adik serta keluarga yang selalu menyayangiku, memberi nasihat, dan selalu mengiringi langkahku dengan doa.
7. Bapak Jon warga Perumahan Desa Klepu yang telah membantu dan menemani dalam pengambilan data dari awal sampai selesai.
8. Warga Desa Klepu yang telah memberi izin dan membantu pengambilan data penelitian *grounding* pasca umur 15 tahun.

9. Eny Wijayanti yang selalu menemani dan memberi semangat, serta tidak lupa teman-teman PTE 2012 yang sudah membantu selama kuliah dan penyusunan skripsi.
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan serta bantuannya.

Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Semarang, 15 Juni 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR DIAGRAM.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
1. Manfaat Teoritis.....	5
2. Manfaat Praktis.....	6
G. Sistematika Penulisan Skripsi.....	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori.....	9
1. Sistem Pentanahan.....	9
2. Tujuan Pentanahan.....	11
3. Resistansi Pembumian.....	16
4. Resistansi Jenis Tanah.....	20
5. Elektroda Pentanahan.....	22
6. Pengukuran Resistansi dan Elektroda Bantu Pembumian.....	28
a. Pengukuran Resistansi Pembumian.....	28
b. Elektroda Bantu Pembumian.....	32
7. Penghantar Pembumian.....	32
8. Prinsip Kerja MCB.....	36
9. Kurva Karakteristik MCB.....	39
B. Penelitian Yang Relevan.....	42
C. Kerangka Berfikir.....	44
D. Hipotesis Penelitian.....	46
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	47

	Halaman
B. Tempat dan Waktu Penelitian	47
1. Tempat Penelitian	47
2. Waktu Penelitian	47
C. Subjek dan Objek Penelitian	48
1. Subjek Penelitian	48
2. Objek Penelitian	48
D. Populasi dan Sampel	48
1. Populasi	48
2. Teknik Pengambilan Sampel	50
3. Sampel	50
E. Variabel Penelitian	51
F. Teknik Pengumpulan Data	52
G. Instrumen Penelitian	54
H. Teknik Analisis Data	55
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil	57
1. Hasil Penelitian Bentuk Tabel	57
2. Hasil Penelitian Bentuk Grafik	58
B. Pembahasan	59
1. Tegangan Sentuh Langsung (Kontak Langsung)	59
a. Area I (RT 13)	60
b. Area II (RT 12)	61
c. Area III (RT 11)	61
2. Tegangan Sentuh Tidak Langsung (Induksi)	62
a. Area I (RT 13)	63
b. Area II (RT 12)	64
c. Area III (RT 11)	66
3. Pembahasan Secara Keseluruhan (Mencakup Semua Area)	67
a. Tegangan Sentuh Langsung (Kontak Langsung)	68
b. Tegangan Sentuh Tidak Langsung (Induksi)	69
c. Berdasarkan Ketinggian Tanah	70
d. Persentase <i>Grounding</i> Semua Area Berdasarkan PUIL 2000	71
BAB V. PENUTUP	
A. Simpulan	74
B. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75

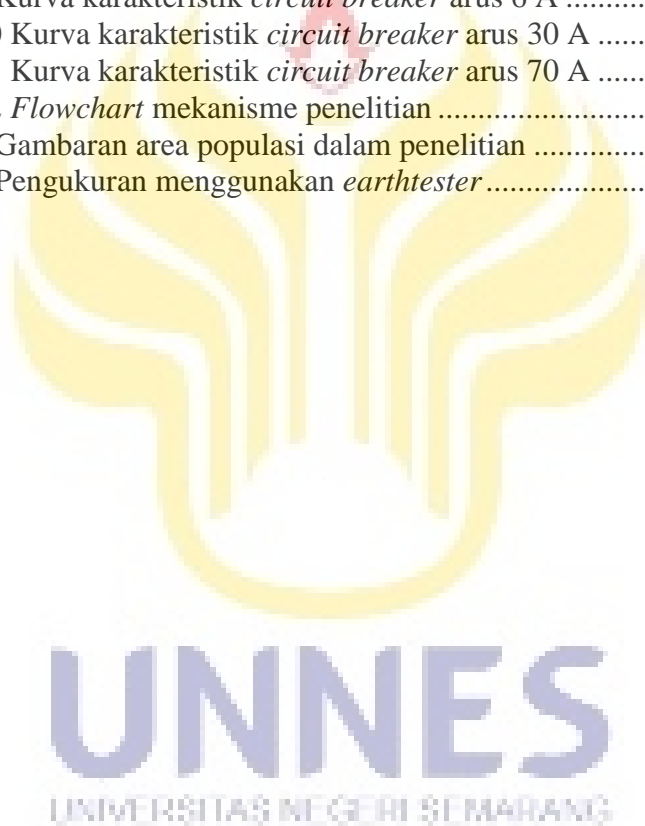
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Besar tegangan sentuh dan waktu pemutusan maksimum.....	14
Tabel 2.2 Tegangan langkah dan waktu pemutusan maksimum.....	15
Tabel 2.3 Resistansi pembumian pada resistansi jenis $\rho_1 = 100\Omega/\text{meter}$	19
Tabel 2.4 Resistansi jenis tanah	21
Tabel 2.5 Luas penampang minimum elektroda pentanahan.....	22
Tabel 2.6 Jarak elektroda bantu menggunakan metoda 62% (ft).....	32
Tabel 2.7 Luas penampang minimum hantaran pembumian	35
Tabel 3.1 Spesifikasi alat ukur	55
Tabel 3.2 Format pengukuran <i>grounding</i>	55
Tabel 4.1 Persentase nilai <i>grounding</i>	57
Tabel 4.2 Nilai <i>grounding</i> berdasarkan ketinggian area	57
Tabel 4.3 Persentase kriteria berdasarkan standar PUIL 2000	58



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Elektroda Pita	25
Gambar 2.2 Elektroda Batang	26
Gambar 2.3 Elektroda Pelat	27
Gambar 2.4 Pengukuran resistansi elektroda pentanahan metode 62%	30
Gambar 2.5 Pengukuran metoda normal (metoda 3 kutub)	31
Gambar 2.6 Pengukuran metoda praktis (metoda 2 kutub).....	31
Gambar 2.7 Simbol MCB dan <i>Toggle Switch</i>	37
Gambar 2.8 Kurva karakteristik MCB tipe B, C dan D	40
Gambar 2.9 Kurva karakteristik <i>circuit breaker</i> arus 6 A	41
Gambar 2.10 Kurva karakteristik <i>circuit breaker</i> arus 30 A	41
Gambar 2.11 Kurva karakteristik <i>circuit breaker</i> arus 70 A	42
Gambar 2.12 <i>Flowchart</i> mekanisme penelitian	45
Gambar 3.1 Gambaran area populasi dalam penelitian	49
Gambar 3.2 Pengukuran menggunakan <i>earthtester</i>	53



DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Diagram 4.1 Persentase nilai <i>grounding</i>	58
Diagram 4.2 Nilai <i>grounding</i> berdasarkan ketinggian area	58
Diagram 4.3 Persentase semua area berdasarkan PUIL 2000.....	59
Diagram 4.4 Persentase nilai <i>grounding</i> secara keseluruhan.....	72



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel hasil pengambilan data di lokasi penelitian.....	77
Lampiran 2 Tabel hasil pengukuran berdasarkan ketinggian tanah.....	78
Lampiran 3 Surat usulan dosen pembimbing penulisan skripsi.....	79
Lampiran 4 Surat tugas dosen pembimbing.....	80
Lampiran 5 Surat permohonan izin peminjaman alat penelitian	81
Lampiran 6 Surat permohonan izin penelitian	82
Lampiran 7 Surat bukti selesai penelitian	83
Lampiran 8 Dokumentasi penelitian	84
Lampiran 9 Dokumentasi alat penelitian	86



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan manusia yang harus terpenuhi terutama pada zaman modern seperti sekarang ini. Peralatan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari hampir semuanya menggunakan energi listrik seperti televisi, setrika, kipas angin, *charge handphone* dan masih banyak jenis peralatan lainnya. Listrik dalam kebutuhan rumah tangga mempunyai banyak manfaat, tetapi juga mempunyai kelemahan bahkan menimbulkan resiko besar apabila tidak benar dalam pemasangan dan penggunaan listrik. Instalasi listrik dalam pemasangan dan penambahan yang tidak didasari dengan pengalaman dan pengetahuan listrik yang benar akan sangat berbahaya, maka dari itu di Indonesia mempunyai aturan resmi dalam pemasangan instalasi dan hal lain yang berhubungan dengan listrik yang dikenal dengan PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). Keadaan yang terjadi adalah dengan adanya listrik dan berkembangnya penggunaan listrik menjadikan kualitas dan kuantitas listrik menjadi semakin menurun, misalnya adalah meningkatnya tahanan isolasi instalasi listrik. Peningkatan tahanan instalasi listrik dapat menyebabkan kebocoran arus listrik yang disebabkan oleh panas dari arus yang mengalir. Kebocoran arus tersebut berbahaya dan berpengaruh terhadap keamanan dari pengguna listrik.

Sistem pembumian atau yang lebih dikenal dengan *grounding* adalah bagian dari instalasi listrik yang berfungsi sebagai proteksi. *Grounding* pada

instalasi listrik berperan penting sebagai pengaman instalasi dan keselamatan bagi pemakainya. Pengertian *grounding* adalah sebagai penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik dengan bumi menurut cara tertentu (PUIL, 2000: 11). Fungsi *grounding* adalah sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari sistem kelistrikan atau peralatan listrik dan menjaga keselamatan jiwa manusia terhadap bahaya tegangan sentuh (PUIL, 2000: 18).

Sistem instalasi listrik yang meliputi pengaman, pelindung dan perlengkapan lainnya harus terpelihara dengan baik. Faktor usia pada instalasi juga dapat menyebabkan keausan, penuaan dan pergeseran pengaturan pada instalasi listrik, maka dilakukan pengecekan dan pemeriksaan secara berkala pada instalasi listrik yang sudah lama berdasarkan petunjuk, metode dan program yang telah ditentukan (PUIL, 2000: 451).

Elektroda pembumian yang terpasang dalam tanah semakin lama akan mengalami peningkatan nilai resistansinya, menurunnya kualitas dari batang elektroda *grounding* bisa disebabkan oleh karat dan juga resistansi dari tanah sekitar batang elektroda *grounding*. Karat pada batang elektroda akan menghambat arus yang melewati batang elektroda, sehingga aliran arus yang melalui elektroda yang seharusnya disalurkan ke tanah kurang sempurna.

Keandalan sistem *grounding* yang baik maksimal 5Ω (PUIL, 2000: 68) dengan melakukan pengukuran menggunakan *earthtester* dan untuk daerah yang tahanan resistansi tanahnya sangat tinggi, maka resistansi

grounding seluruh sistem boleh mencapai 10Ω (PUIL, 2000: 68). Berdasarkan PUIL (2000: 80) elektroda yang diperbolehkan digunakan pada sistem *grounding* di Indonesia adalah elektroda pita, elektroda batang dan elektroda pelat, semakin luas penampang dan panjang tembaga yang ditanam ke tanah maka resistansi yang akan diperoleh semakin rendah.

Perumahan Taman Bukit Klepu adalah kompleks perumahan yang masuk di Dusun Krajan Desa Klepu Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang. Perumahan ini memiliki jumlah penduduk 553 jiwa yang terbagi menjadi 129 KK (Kepala Keluarga) dalam 3 RT. Warga di perumahan yang sebagian besar kurang memahami listrik merasa asing atau menakutkan menganggap listrik dan kurang mengetahui berkaitan dengan *grounding* yang terpasang di rumah masih standar PUIL 2000 atau tidak, bahkan pada rumah tersebut terpasang elektroda *grounding* atau tidak mereka juga banyak yang tidak mengetahuinya.

Resistansi pembumian di Perumahan Taman Bukit Klepu sangat berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sudah dijelaskan di atas termasuk juga dipengaruhi oleh faktor umur yang sudah tua pada instalasi rumah, mulai dari instalasi penerangan, tenaga, *grounding* penangkal petir dan juga untuk *grounding* pentanahan, maka nilai resistansi pembumian (*grounding*) di Perumahan Taman Bukit Klepu perlu diteliti. Berdasarkan paparan tersebut peneliti ingin meneliti berkaitan dengan nilai resistansi pembumian (*grounding*) rumah yang sudah tua di Perumahan Taman Bukit

Klepu tersebut dengan judul skripsi “*Grounding* Instalasi Listrik Pasca Umur 15 Tahun Di Perumahan Taman Bukit Klepu”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah-masalah yang muncul di Perumahan Taman Bukit Klepu dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. daya listrik yang digunakan di Perumahan Taman Bukit Klepu adalah 450 VA dan 900 VA;
2. *grounding* instalasi listrik pasca umur 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu tidak pernah dilakukan pengukuran secara berkala;
3. resistansi pembumian rumah pasca umur 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu kemungkinan mengalami perubahan.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah dengan berorientasi pada pengukuran resistansi pembumian (*grounding*) rumah dengan daya pemakaian 450 VA dan 900 VA pada kondisi tanah berbukit dengan ketinggian 400 – 500 Mdpl (meter di atas permukaan laut) yang telah berumur lebih dari 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu, Desa Klepu Kecamatan Pringapus Kabupaten Semarang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan aturan yang dipakai yaitu pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik dilakukan oleh PT. PLN (Persero), dan pemeriksaan instalasi listrik rumah harus diperiksa secara berkala berdasarkan petunjuk, metode dan program yang telah ditentukan (PUIL, 2000: 451), namun kenyataan yang ada adalah instalasi listrik rumah tidak dilakukan pengecekan berkala sesuai aturan PUIL. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan permasalahan untuk dilakukan penelitian yaitu:

Apakah *grounding* instalasi listrik di Perumahan Taman Bukit Klepu yang terpasang lebih dari 15 tahun masih memenuhi standar PUIL 2000?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan melakukan penelitian adalah mengetahui resistansi pembumian (*grounding*) rumah yang ada di Perumahan Taman Bukit Klepu khususnya yang berumur lebih dari 15 tahun tersebut masih memenuhi syarat sesuai dengan standar PUIL 2000 atau tidak.

F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian, manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini adalah.

1. Manfaat Teoritis

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat berupa sumbangan saran dan ilmu pengetahuan, khususnya mengenai cara

pengukuran *grounding* dan nilai resistansi pembumian (*grounding*) yang baik dan memenuhi standar PUIL 2000.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi warga Perumahan Taman Bukit Klepu

Memberikan tambahan informasi dan wawasan kepada warga perumahan khususnya yang rumahnya menjadi tempat penelitian mengenai berapa besar nilai resistansi pembumian yang ada di rumah dan nilai tersebut masih memenuhi standar PUIL 2000 atau tidak.

b. Bagi PT. PLN (Persero)

Memberikan masukan kepada PT. PLN (Persero) Distribusi Jateng, Cabang Ungaran Ranting Kabupaten Semarang dalam rangka evaluasi dan meningkatkan pengawasan serta pemeriksaan terhadap kualitas pelayanan konsumen mengenai resistansi pembumian (*grounding*) rumah di Perumahan Taman Bukit Klepu yang berumur lebih dari 15 tahun.

c. Bagi BTL (Biro Teknik Listrik)

Memberikan masukan kepada BTL sebagai evaluasi pemeriksaan dan meningkatkan kualitas pemasangan instalasi listrik rumah khususnya pemasangan sistem *grounding* menjadi lebih baik.

d. Bagi Peneliti

Menambah wawasan dan ilmu pengetahuan kepada peneliti untuk kemudian dapat dijadikan sebagai tambahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

G. Sistematika Penulisan Skripsi

Sistematika dalam penyusunan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian, hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam penulisan skripsi, maka sistematika penulisan skripsi ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Bagian Pendahuluan

Bagian ini berisi halaman judul, halaman persetujuan pembimbing, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian, halaman motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar diagram dan daftar lampiran.

2. Bagian Isi

a. BAB I. Pendahuluan

Pendahuluan diuraikan mengenai latar belakang dan alasan memilih judul skripsi, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

b. BAB II. Kajian Pustaka

Bagian mengenai cakupan teori yang berkaitan dengan penelitian. Teori yang digunakan meliputi sistem pentanahan, tujuan pentanahan, resistansi pembumian, resistansi jenis tanah, elektroda pentanahan, pengukuran resistansi dan elektroda bantu pembumian, penghantar pembumian, prinsip kerja dan karakteristik MCB, penelitian yang relevan, kerangka berfikir dan hipotesis.

c. BAB III. Metode Penelitian

Metode penelitian menguraikan langkah penelitian yang akan dilakukan, meliputi jenis penelitian, penetapan tempat dan waktu, objek dan subjek penelitian, populasi dan sampel penelitian, variabel penelitian, metode pengumpulan data dan teknik analisis data.

d. BAB IV. Hasil dan Pembahasan

Bagian yang berisi tentang hasil penelitian, analisis dan pembahasan terhadap hasil penelitian.

e. BAB V. Penutup

Bagian penutup berisi mengenai simpulan dan saran.

3. Bagian Akhir

Bagian akhir berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

Kajian teori merupakan landasan penting yang ada dalam penelitian, kajian teori berfungsi untuk memberikan sebuah landasan dan informasi kemudian menjabarkan materi apa saja yang akan digunakan melalui materi-materi dan acuan buku dari berbagai sumber. Teori penelitian ini diberikan beberapa bahan berkaitan dengan sistem pentanahan (*grounding*), tujuan pentanahan, resistansi pembumian, resistansi jenis tanah, elektroda pentanahan, pengukuran resistansi, elektroda bantu pembumian, penghantar pembumian, prinsip kerja dan karakteristik MCB.

1. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan sudah mulai dikenal sejak tahun 1900. Sebelumnya sistem-sistem tenaga listrik tidak diketanahkan karena ukurannya masih kecil dan tidak terlalu membahayakan (Prih Sumardjati, 2008: 159). Perkembangan dari sistem tenaga listrik dengan tegangan listrik yang semakin tinggi dan jarak jangkauannya yang semakin jauh, maka diperlukan sistem pentanahan seperti sekarang ini. Apabila tidak ada pentanahan yang baik, dapat menimbulkan potensi bahaya listrik bagi manusia, peralatan elektronik dan sistem pelayanan listrik itu sendiri.

Prih Sumardjati (2008: 159) menjelaskan sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga dapat

mengamankan manusia dari sengatan listrik dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus abnormal. Berdasarkan hal itu, sistem pentanahan menjadi bagian yang penting dari sistem tenaga listrik, sedangkan menurut Daman Suswanto (2008: 167) sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

Sistem pembumian (*grounding*) adalah salah satu sistem proteksi berupa alat pengaman listrik yang berfungsi untuk menjaga manusia terhadap bahaya tegangan sentuh. Tegangan sentuh adalah tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau secara serempak (PUIL, 2000: 18). Apabila terjadi kerusakan isolasi pada suatu instalasi yang bertegangan, maka bahaya sentuh tersebut dapat dihindari karena arus akan mengalir menuju tanah melewati sistem pembumian yang telah dibuat.

Terdapat dua jenis pembumian pada sistem tenaga listrik (Media Elektrik, 2010: Volume 5, Nomor 1) yaitu.

a. Pembumian Sistem

Pembumian sistem adalah pembumian pada sistem tenaga listrik ke bumi dengan cara tertentu. Pembumian sistem ini dilakukan pada transformator gardu induk (GI) dan transformator gardu

distribusi (GD) di saluran distribusi. Umumnya dilakukan pada titik netral sistem tenaga. Tujuan pembumian sistem adalah.

- 1) Mengurangi tegangan lebih *transient* tinggi yang disebabkan oleh arus gangguan relatif besar.
- 2) Membatasi tegangan pada fase-fase yang tidak terganggu.

b. Pembumian Peralatan

Pembumian peralatan adalah pembumian bagian konduktif terbuka (BKT) peralatan yang pada waktu normal tidak bertegangan. Secara umum tujuan pembumian peralatan adalah.

- 1) Membatasi tegangan antara bagian-bagian yang tidak dilalui arus dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman.
- 2) Memperoleh impedansi yang rendah atau kecil dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

2. Tujuan Pentanahan

Tujuan utama pentanahan adalah menciptakan jalur *low-impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage* (Djiteng Marsudi, 2005: 76). Penerangan, arus listrik dan *circuit switching* adalah penyebab umum adanya sentakan listrik atau *transient voltage*. Sistem pentanahan yang efektif akan meminimalkan efek yang ada tersebut.

Secara umum tujuan dari sistem pentanahan adalah (Prih Sumardjati, 2008: 159).

- a. Menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak, tegangan sentuh dan tegangan langkah.
- b. Menjamin kerja peralatan listrik atau elektronik.
- c. Mencegah kerusakan peralatan listrik atau elektronik.
- d. Menyalurkan energi serangan petir ke tanah.
- e. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flashover ketika terjadi *transient*.
- f. Mengalihkan tegangan umpan balik (*Reverse Forward*) liar dari peralatan-peralatan seperti: audio, video, kontrol dan komputer.

Sedangkan menurut IEEE Std 142 TM-2007 (dalam Budi Sanusi Abdurachman, 2013), tujuan sistem pentanahan adalah.

- a. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
- b. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki dan secara otomatis memutuskan masukan tegangan pada penghantar.

Pembumian merupakan salah satu cara konvensional untuk mengatasi bahaya tegangan sentuh tidak langsung yang dimungkinkan terjadi pada bagian peralatan yang terbuat dari logam. Peralatan yang mempunyai selungkup terbuat dari bahan non logam tidak perlu menggunakan sistem ini. Pembumian dapat bekerja secara efektif apabila dalam pembuatannya sesuai dengan standar yang berlaku. Terdapat dua

hal yang dilakukan oleh sistem pembumian untuk dapat dikatakan bekerja secara efektif, yaitu.

- a. Menyalurkan arus dari bagian-bagian logam peralatan yang teraliri arus listrik liar ke tanah melewati sistem pembumian yang dibuat.
- b. Menghilangkan beda potensial antara bagian logam peralatan dan tanah sehingga tidak membahayakan bagi manusia yang kemungkinan menyentuhnya.

Potensi bahaya sengatan listrik yang dapat diamankan melalui pentanahan selain tegangan sentuh tidak langsung yaitu tegangan langkah dan tegangan eksposur (Prih Sumardjati, 2008: 163).

- a. Tegangan Sentuh Tidak Langsung

Tegangan sentuh tidak langsung adalah tegangan pada bagian alat atau instalasi yang secara normal tidak dilalui arus, namun akibat kegagalan isolasi, bagian tersebut akan mempunyai tegangan terhadap tanah. Apabila tidak ada pentanahan maka tegangan tersebut sama tingginya dengan tegangan kerja alat atau instalasi yang dilewati. Kondisi ini dapat membahayakan manusia yang mengoperasikannya atau yang ada di tempat itu. Selama alat pengaman arus lebih tidak bekerja untuk memutuskan rangkaian, maka keadaan ini akan tetap bertahan, namun dengan adanya sistem pentanahan secara baik, kemungkinan tegangan sentuh tidak langsung selama terjadi gangguan akan dibatasi pada tingkat aman yaitu maksimal 50 V.

International Electrotechnical Commission (dalam Prih Sumardjati, 2008) merekomendasikan tegangan sentuh tidak langsung yang diizinkan sebagai fungsi dari lama gangguan yang umumnya digunakan sistem instalasi tegangan rendah seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Besar tegangan sentuh dan waktu pemutusan maksimum

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

Berdasarkan tabel di atas dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tegangan sentuh maka semakin pendek waktu pemutusan yang dipersyaratkan bagi alat pengamannya. Tegangan sentuh kurang dari 50 V AC tidak ada persyaratan waktu pemutusannya. Tahanan pentanahan agar dapat memenuhi syarat, maka nilainya sebesar:

$$R_B < \frac{50}{kI_n} \Omega$$

Keterangan :

- R_B = Tahanan *grounding* (Ω)
- I_n = Arus nominal alat pengaman arus lebih (A)
- K = Bilangan bergantung karakteristik alat pengaman
= 2,5 – 5 untuk pengaman lebur (sekring)
= 1,25 – 3,5 untuk pengaman jenis lainnya

b. Tegangan Langkah

Tegangan langkah adalah tegangan yang terjadi akibat arus gangguan yang melewati tanah. Arus gangguan ini relatif besar dan apabila mengalir dari tempat terjadinya gangguan kembali ke sumber (titik netral) melalui tanah yang mempunyai tahanan besar maka tegangan di permukaan tanah menjadi tinggi.

Rural Electrification Administration (REA), AS. (dalam Prih Sumardjati, 2008), merekomendasikan tegangan langkah dan waktu pemutusan maksimum yang diperbolehkan adalah.

Tabel 2.2 Tegangan langkah dan waktu pemutusan maksimum

Tegangan Langkah yang Diizinkan (Volt)	Lama Gangguan (Detik)
7.000	0,1
4.950	0,2
4.040	0,3
3.500	0,4
3.140	0,5
2.216	1,0
1.560	2,0
1.280	3,0

Secara singkat, pentanahan peralatan ini dimaksudkan untuk.

- 1) Mengamankan manusia dari sengatan listrik baik tegangan sentuh maupun tegangan langkah.
- 2) Mencegah timbulnya kebakaran atau ledakan pada bangunan akibat busur api ketika terjadi gangguan tanah.
- 3) Memperbaiki kinerja sistem.

c. Tegangan Eksposur

Tegangan eksposur terjadi apabila gangguan tanah dengan arus yang besar dan menimbulkan kemungkinan timbulnya beda potensial antara bagian-bagian yang dilalui arus atau antara bagian-bagian yang tidak dilalui arus terhadap tanah. Tegangan ini dapat menimbulkan busur tanah (*grounding arc*) yang memungkinkan terjadinya kebakaran atau ledakan. Arus gangguan tanah lebih dari 5A cenderung tidak dapat padam sendiri sehingga menimbulkan potensi kebakaran atau ledakan. Sistem pentanahan ini membuat potensial semua bagian struktur, peralatan dan permukaan tanah menjadi sama (*uniform*) sehingga mencegah terjadinya loncatan listrik dari bagian peralatan ke tanah. Kejadian yang tidak kalah pentingnya adalah ketika terjadi gangguan tanah, tegangan fasa yang mengalami gangguan akan menurun. Penurunan tegangan ini sangat mengganggu kinerja peralatan yang sedang dioperasikan seperti pada paralel generator-generator sehingga secara keseluruhan akan mengganggu kinerja sistem tenaga.

3. Resistansi Penumbumian

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

Aslimeri (2008: 255), nilai resistansi penumbumian semakin kecil maka akan semakin baik, untuk perlindungan personil dan peralatan perlu

dusahakan tahanan pentanahan lebih kecil dari 1Ω . Syarat ini tidak praktis hanya untuk dilaksanakan dalam suatu sistem distribusi, saluran transmisi atau dalam *substation* distribusi, namun beberapa peralatan atau standar yang telah disepakati adalah bahwa saluran transmisi, cabang (*substation*) harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tahanan pentanahan tidak melebihi 1Ω . Gardu induk distribusi tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5Ω , demikian pada menara transmisi, untuk menghindari lompatan naiknya tegangan atau potensial waktu terjadi sambaran petir maka tahanan pentanahan kaki menara perlu dibuat kecil.

Resistansi pembumian seperti yang dijelaskan di atas yaitu diharapkan bisa sekecil mungkin, namun untuk dapat mencapai nilai *grounding* yang diharapkan, tidak semua tempat bisa terpenuhi, karena disebabkan beberapa faktor yang mempengaruhinya.

Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya resistansi pembumian sebagaimana disebutkan oleh Prih Sumardjati (2008: 167) adalah.

a. Bentuk elektroda

Macam-macam bentuk elektroda sudah banyak digunakan, seperti jenis batang, pita dan pelat.

b. Jenis bahan dan ukuran elektroda

Konsekwensi dari peletakan elektroda di dalam tanah, maka elektroda dipilih dari bahan-bahan tertentu yang memiliki konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap sifat-sifat yang merusak dari tanah seperti

korosi. Ukuran elektroda dipilih yang mempunyai kontak paling efektif dengan tanah.

c. Jumlah atau konfigurasi elektroda

Cara untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang dikehendaki dan apabila tidak cukup dengan satu elektroda, bisa digunakan lebih banyak elektroda dengan bermacam-macam konfigurasi pemancangannya dalam tanah.

d. Kedalaman pemancangan di dalam tanah

Pemancangan ini bergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Beberapa pemasangan elektroda pentanahan ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.

e. Faktor alam

- 1) Jenis tanah: gembur, berpasir, berbatu, rawa, dan lain-lain.
- 2) *Moisture* tanah: semakin tinggi kelembaban atau kandungan air dalam tanah akan memperendah tahanan jenis tanah.
- 3) Kandungan mineral tanah: air tanpa kandungan garam adalah isolator yang baik dan semakin tinggi kandungan garam maka akan memperendah tahanan jenis tanah, namun meningkatkan sifat korosi.
- 4) Suhu tanah: suhu akan berpengaruh apabila mencapai suhu beku dan di bawahnya.

Nilai *grounding* yang baik yaitu 5Ω yang umumnya di pakai tersebut bisa tercapai pada kondisi tanah yang normal. Tanah normal

maksudnya adalah kondisi tanah sebagian besar terdiri dari tanah lanau (butiran tanah < 0.2 mm) bercampur dengan sedikit tanah liat (butiran tanah < 0.06 mm) atau sedikit kandungan pasir (butiran pasir < 2 mm) dengan sifat fisik sebagai berikut (SPLN 102, 1993 : pasal 2).

- a. Berat/isi : 1.4 – 1.7 ton/m³
- b. Kadar Air : 20 – 30 % terhadap volume pori tanah
- c. Pori Tanah : 15 – 20 % terhadap volume total
- d. PH : 6 – 8

Tabel di bawah ini dapat digunakan sebagai acuan kasar harga resistansi pembumian pada tanah dengan tahanan jenis tanah tipikal berdasarkan jenis dan ukuran elektroda (PUIL, 2000).

Tabel 2.3 Resistansi pembumian pada resistansi jenis $\rho_1 = 100\Omega/\text{meter}$

No.	Jenis Elektroda	Panjang (m)	Ukuran (m ²)	Resistansi Pembumian
1.	Pita atau Penghantar Pilin	10		20
		25		10
		50		5
		100		3
2.	Batang atau Pipa	1		70
		2		40
		3		30
		5		20
3.	Pelat vertikal dengan sisi atas (-), ± 1 m di bawah permukaan tanah		0,5 x 1	35
			1 x 1	25

4. Resistansi Jenis Tanah

Resistansi tanah berkaitan langsung dengan kandungan air dan suhu sehingga dapat diasumsikan bahwa resistansi pembumian akan berubah sesuai dengan perubahan iklim setiap tahunnya. Suhu akan lebih stabil pada kedalaman yang lebih dalam untuk bekerja dengan efektif sepanjang waktu. Sistem pembumian 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.

Prih Sumardjati (2008: 200) tahanan jenis tanah sangat menentukan tahanan pentanahan dari elektroda-elektroda pentanahan. Tahanan jenis tanah diberikan dalam satuan Ohm-meter, yang mempresentasikan tahanan tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang berisi 1 meter. Penentuan tahanan jenis tanah ini tidak hanya bergantung pada jenis tanah saja, melainkan dipengaruhi oleh kelembaban tanah, kandungan mineral yang dimiliki tanah dan suhu (suhu tidak berpengaruh apabila di atas titik beku air), oleh karena itu tahanan jenis tanah bisa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat lain bergantung dengan sifat yang dimilikinya.

Sering dicoba untuk merubah komposisi kimia tanah dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pentanahan dengan maksud untuk mendapatkan tahanan jenis tanah yang rendah, namun cara ini hanya baik untuk sementara, sebab proses penggaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya enam bulan sekali. Pemberian air atau membasahi

tanah juga dapat mengubah tahanan jenis tanah. Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas bergantung dari beberapa faktor (Aslimeri, 2008: 262), yaitu.

- a. Jenis tanah: tanah liat, berbatu, berpasir, dan lain-lain.
- b. Lapisan tanah: berlapis-lapis dengan tahanan jenis tanah atau *uniform*.
- c. Kelembaban tanah.
- d. Temperatur.

Secara umum harga tahanan jenis diperlihatkan pada tabel berikut ini (PUIL, 2000):

Tabel 2.4 Resistansi jenis tanah

No.	Jenis Tanah	Resistansi Jenis (Ω)
1.	Tanah Rawa	30
2.	Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
3.	Pasir Basah	200
4.	Kerikil Basah	500
5.	Pasir dan Kerikil Kering	1000
6.	Tanah Berbatu	3000

Pengetahuan ini sangat penting khususnya bagi para perancang sistem pentanahan. Sebelum melakukan tindakan lain, yang pertama untuk diketahui terlebih dahulu adalah sifat-sifat tanah dimana akan dipasang elektroda pentanahan untuk mengetahui tahanan jenis pentanahan. Perlu diketahui juga bahwa sifat-sifat tanah bisa berubah-ubah antara musim yang satu dan musim yang lain, hal ini harus benar-benar dipertimbangkan dalam perancangan sistem pentanahan. Apabila terjadi hal semacam ini, maka yang bisa digunakan sebagai patokan adalah kondisi ketika tahanan jenis pentanahan yang tertinggi, ini sebagai antisipasi agar tahanan

pentanahan tetap memenuhi standar pada musim kapan tahanan jenis pentanahan tinggi, misalnya pada saat musim kemarau.

5. Elektroda Pentanahan

Menurut PUIL 2000, elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Penghantar bumi yang tidak berisolasi ditanam dalam tanah dianggap juga sebagai elektroda pentanahan.

Bahan elektroda pentanahan yang sering digunakan adalah tembaga atau baja yang digalvanis atau dilapisi tembaga, sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain. Ukuran standar minimum elektroda dapat dilihat pada tabel di bawah ini (PUIL, 2000):

Tabel 2.5 Luas penampang minimum elektroda pentanahan

No	Bahan Jenis Elektroda	Baja Digalvanisasi Dengan Proses Pemanasan	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
1.	Elektroda Pita	Pipa baja 100 mm ² setebal minimal 3 mm	50 mm ²	Pita tembaga 50 mm ² tebal minimal 2 mm
		Penghantar pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)		Penghantar pilin 35 mm ² (bukan kawat halus)
2.	Elektroda Batang	<ul style="list-style-type: none"> • Pipa baja 25 mm • Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 • Batang profil lain yang setaraf 	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 μm	
3.	Elektroda Pelat	Pelat besi tebal 3 mm, luas 0,5 – 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2 mm, luas 0,5 – 1 m ²

Ukuran elektroda pentanahan akan menentukan besar tahanan pentanahan nantinya. Tabel 2.5 memuat ukuran-ukuran elektroda pentanahan yang umum digunakan dalam sistem pentanahan dan dapat digunakan sebagai petunjuk tentang pemilihan jenis, bahan dan luas penampang elektroda pentanahan yang akan dipakai.

Resistansi pembumian dari elektroda bumi bergantung pada jenis, keadaan tanah, ukuran dan susunan elektroda yang akan dipakai (PUIL, 2000: 81). Resistansi pembumian suatu elektroda harus dapat diukur, untuk keperluan tersebut penghantar yang menghubungkan setiap elektroda bumi atau susunan elektroda bumi harus dilengkapi dengan hubungan yang dapat dilepaskan (PUIL, 2000: 81), maka pada penghantar bumi harus dipasang sambungan yang dapat dilepaskan untuk keperluan pengujian resistansi pembumian nantinya pada tempat yang mudah dicapai dan sedapat mungkin memanfaatkan sambungan yang susunan instalasinya memang ada (PUIL, 2000: 81).

Tahanan pentanahan total suatu rumah belum dapat ditentukan dari hasil pengukuran suatu elektroda, nilai rata-rata dari tahanan pentanahan elektroda bumi dapat dilihat pada tabel 2.3. Cara untuk mencapai nilai resistansi pembumian sebesar 5Ω pada tanah liat atau tanah ladang dengan resistansi jenis $100 \Omega/\text{meter}$ diperlukan sebuah elektroda pita yang panjangnya 50 meter atau empat buah elektroda batang yang panjangnya masing-masing 5 meter dan jarak antar elektroda-elektroda tersebut minimum harus dua kali dari panjangnya (PUIL, 2000:81). Apabila ingin

mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang diizinkan, maka dalam pemasangan elektroda harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut.

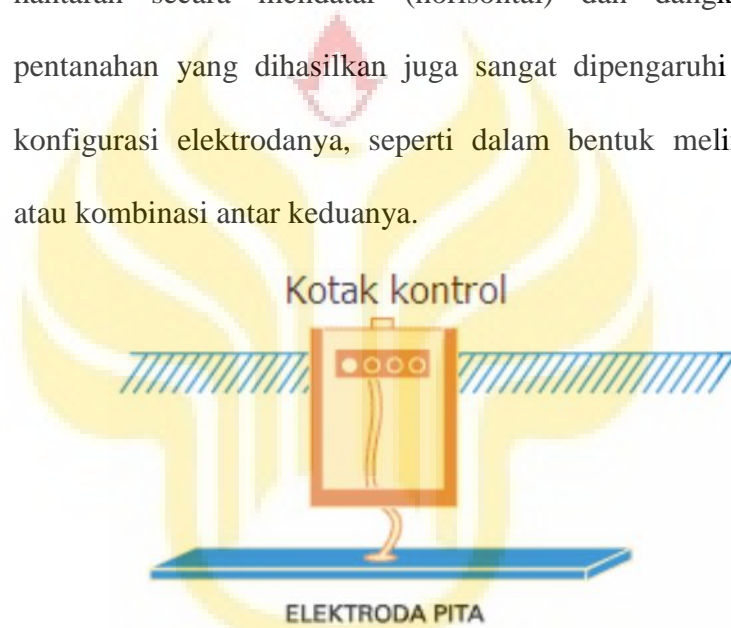
- a. Permukaan elektroda harus dihubungkan baik dengan tanah sekitarnya.
- b. Sambungan antara penghantar tanah dengan elektroda tanah harus kuat secara mekanis dan menjamin hubungan listrik dalam keadaan baik, misalnya dengan menggunakan klem atau baut yang tidak mudah lepas dan tidak mudah karat akibat terpendam dalam tanah.
- c. Sambungan antar penghantar tanah dengan elektroda tanah yang di dalam tanah harus dilindungi dengan bahan anti korosi.

Indonesia mempunyai beberapa jenis elektroda pentanahan yang sering digunakan dalam sistem pentanahan, tujuan dari adanya peraturan mengenai jenis elektroda ini adalah untuk membatasi banyaknya jenis, dimensi dan mutu elektroda pentanahan serta memberikan pegangan yang terarah bagi pemesan, pembuat, maupun penguji pentanahan nantinya (SPLN 102, 1993 : pasal 1), diantaranya.

- a. Elektroda Pita

Elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilit. Apabila keadaan tanah mengizinkan, elektroda pita harus ditanam sedalam 0,5 – 1 m secara horisontal dalam tanah (PUIL, 2000: 83). Prih Sumardjati (2008: 168), elektroda pita ialah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang

umumnya ditanam secara dangkal. Pemasangan ini akan bermasalah apabila mendapati lapisan tanah yang berbatu, disamping sulit dalam pemasangannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga akan bermasalah, sebagai pengganti untuk pemasangan secara vertikal ke dalam tanah dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horisontal) dan dangkal. Tahanan pentanahan yang dihasilkan juga sangat dipengaruhi oleh bentuk konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial atau kombinasi antar keduanya.



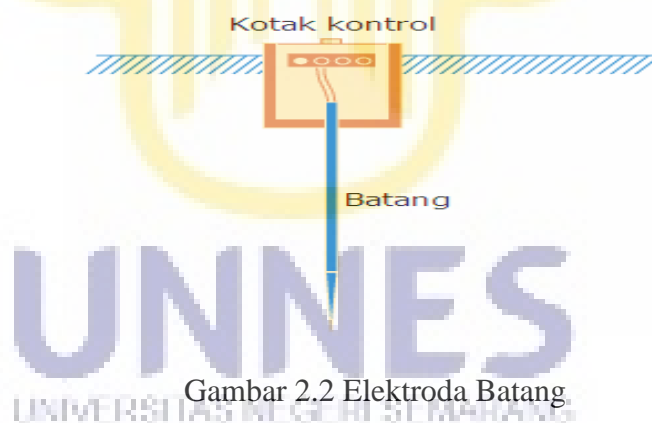
Gambar 2.1 Elektroda Pita

b. Elektroda Batang

Elektroda dari besi atau baja profil yang dipasang tegak lurus dalam tanah. Umumnya digunakan batang tembaga dengan diameter 5/8" – 3/4", panjang 4 m, atau bisa juga pipa galvanis dengan diameter 1" – 2", panjang 6 m (PUIL, 2000: 80), sedangkan menurut Prih Sumardjati (2008 : 168), elektroda batang adalah 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. Secara teknis elektroda batang mudah sekali pemasangannya, yaitu tinggal memancangkan ke dalam tanah, selain itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas.

Elektroda batang harus dipasang secara tegak lurus ke dalam tanah, dengan bagian batang atas terletak 30 cm di bawah permukaan tanah. Panjang elektroda harus disesuaikan dengan tahanan pentanahan yang diperlukan, untuk memperoleh nilai tahanan pentanahan yang kecil, diperlukan beberapa elektroda batang yang pemasangan jarak antar elektroda minimum harus dua kali panjangnya.



Gambar 2.2 Elektroda Batang

c. Elektroda Pelat

Elektroda yang terbuat dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau juga bisa dari kawat kasa. Elektroda pelat ditanam tegak lurus di dalam tanah dan umumnya cukup dengan plat ukuran 4m x 0,5m. Cara untuk memperoleh tahanan pentanahan yang lebih rendah, maka beberapa pelat dapat digunakan secara bersama dengan

rangkaian paralel (PUIL, 2000: 80). Elektroda pelat adalah elektroda dari bahan pelat logam atau dari kawat kasa yang umumnya elektroda ditanam dalam. Elektroda ini digunakan apabila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis elektroda yang lain (Prih Sumardjati, 2008: 169).



Gambar 2.3 Elektroda Pelat

Elektroda pentanahan rumah yang umum dipakai adalah elektroda batang bulat, syarat-syarat elektroda batang bulat sesuai dengan SPLN. 3: 1987 adalah.

a. Syarat Bahan.

- 1) Batang baja elektroda: Batang baja elektroda harus terbuat dari baja karbon tinggi dengan tarik minimum 51 kg/mm^2 , serta mempunyai kekerasan minimum 74 HrB.
- 2) Lapisan tembaga: Lapisan tembaga harus mempunyai kadar tembaga minimum 99,9 %.
- 3) Klem dan baut: Klem dan baut harus terbuat dari tembaga paduan dengan kadar tembaga minimum 60 %.

b. Syarat Mutu.

- 1) Sifat tampak: Elektroda bumi harus mempunyai permukaan yang halus, rata, bersih, tidak berpori dan harus terlihat lurus, sedangkan pada klem, tidak boleh terlihat cacat yang dapat mengganggu fungsi.
- 2) Sifat mekanis: Elektroda harus mampu ditancapkan tegak lurus ke tanah normal, tidak retak, pecah atau bengkok.
- 3) Korosi: Batas maksimum laju korosi yang terjadi pada batang elektroda bumi ini sebesar $50 \text{ mg/dm}^2/\text{hari}$.
- 4) Sifat listrik: Nilai resistansi elektroda pentanahan maksimum yang boleh dicapai adalah $5 \times 10^{-3} \text{ Ohm-meter}$ pada suhu 27°C .

6. Pengukuran Resistansi dan Elektroda Bantu Penumbumian

a. Pengukuran Resistansi Penumbumian

Pentingnya sistem penumbumian listrik baik dalam sistem tenaga maupun dalam sistem penumbumian peralatan adalah untuk menghindari sengatan listrik bagi manusia, rusaknya peralatan dan terganggunya pelayanan sistem akibat gangguan tanah, maka untuk menjamin sistem penumbumian memenuhi persyaratan perlu dilakukan pengujian atau pengukuran resistansi penumbumian. Pengujian ini dilakukan setelah dilakukan pemasangan elektroda atau setelah perbaikan secara periodik sesuai peraturan dan ketentuan, khususnya untuk rumah-rumah yang umurnya lebih dari 15 tahun. Berdasarkan

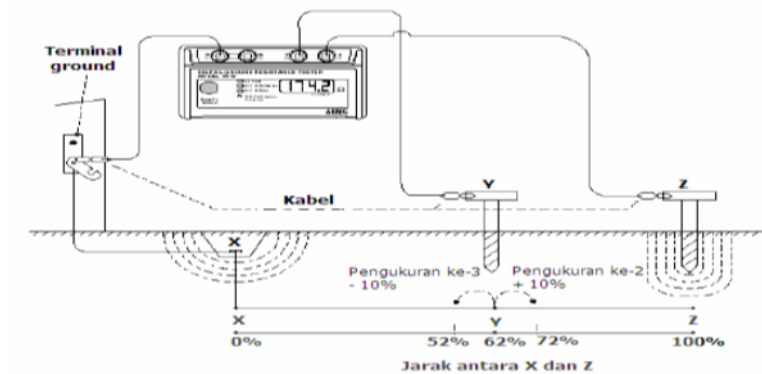
pentingnya sistem pembumian tersebut, maka perlu dilakukan pengukuran atau pengujian untuk dapat memastikan resistansi pembumian yang telah ada masih standar PUIL 2000 atau tidak.

Sekarang telah ada alat ukur resistansi pembumian yang sering disebut dengan *Earthtester* atau *Groundtester*. Mulai dari yang untuk beberapa fungsi pengukuran saja sampai dengan yang memiliki fungsi pengukuran secara kompleks, penunjukan alat ukur ini ada yang analog dan digital dengan cara pengoperasian mudah serta aman. Lingkungan kerja yang cukup luas saat ini, sangat diperlukan untuk menggunakan alat semacam ini. Berikut dijelaskan mengenai fungsi-fungsi pengujian atau pengukuran resistansi pembumian, teknik pengukuran yang presisi untuk elektroda tunggal maupun banyak.

Instrumen pengukuran *grounding* yang digunakan ada berbagai macam, yaitu seperti yang dijelaskan di bawah ini.

- 1) Pengukuran Tahanan Elektroda Pentanahan Menggunakan Metode 62 % (Prih Sumardjati, 2008: 178).

Metode 62 % digunakan setelah mempertimbangkan secara grafis dan setelah dilakukan pengujian. Metode ini merupakan yang paling akurat namun hanya terbatas pada elektroda tunggal. Metode ini hanya dapat digunakan untuk elektroda-elektroda yang tersusun berjajar secara garis lurus dan pentanahannya menggunakan elektroda pipa, tunggal atau pelat.



Gambar 2.4 Pengukuran resistansi elektroda pentanahan metode 62%

2) Pengukuran Normal (Metode Tiga Kutub)

Langkah awal pengukuran adalah dengan cara memposisikan saklar terminal pada 3a, selanjutnya.

- a) Cek tegangan baterai (*Range* saklar: BATT, aktifkan saklar/*on*).

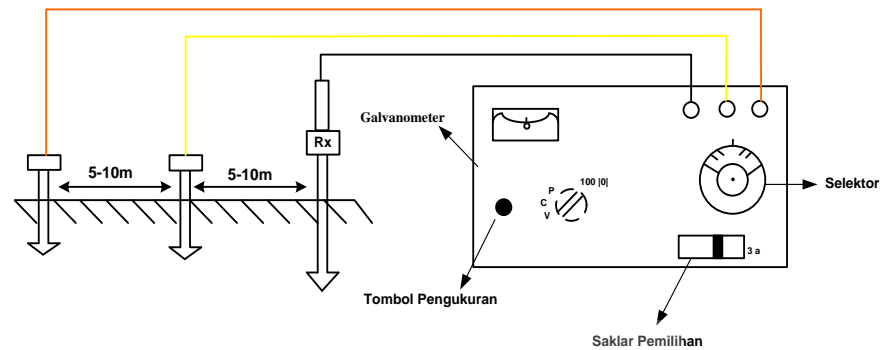
Jarum harus dalam *range* BATT.

- b) Cek tegangan pentanahan (*Range* saklar: $\sim V$, matikan saklar/*off*).

- c) Cek tahanan pentanahan bantu (*Range* saklar: C & P, matikan saklar/*off*). Jarum harus dalam *range* P/C (lebih baik posisi jarum pada saklar 0).

Ukurlah tahanan pentanahan (*Range* saklar: $x 1\Omega$ ke $x 100\Omega$) dengan menekan tombol pengukuran

dan memutar selektor, sehingga diperoleh jarum pada galvanometer seimbang atau menunjuk angka nol. Hasil pengukuran adalah angka yang telah ditunjukkan pada selektor dikalikan dengan posisi *range* saklar ($x 1\Omega$) atau ($x 100\Omega$).

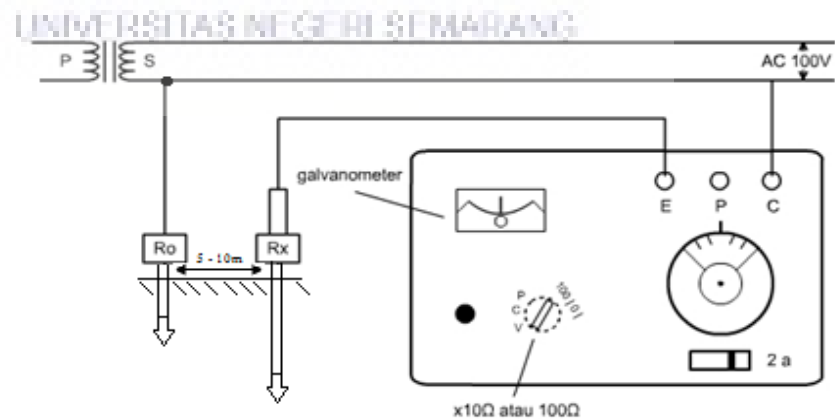


Gambar 2.5 Pengukuran metoda normal (metoda 3 kutub)

3) Pengukuran Praktis (Metoda Dua Kutub)

Langkah awal adalah dengan memposisikan saklar terminal pada 2a. Apabila jalur pembumian digunakan untuk titik referensi pengukuran bersama, maka sambungan yang terhubung dengan pentanahan itu harus selalu terhubung dengan tanah, kemudian jika terjadi bunyi bip, maka segera putuskan dan cek kembali.

- a) Cek tegangan baterai dan cek tegangan pentanahan dengan cara hampir sama dengan metode pengukuran normal, hanya pengecekan tekanan tahanan bantu tidak diperlukan.
- b) Ukur tahanan pentanahan (*Range* saklar: $\times 10\Omega$ atau $\times 100\Omega$), maka hasil pengukuran adalah $= R_x + R_o$.



Gambar 2.6 Pengukuran metoda praktis (Metoda 2 kutub)

b. Elektroda Bantu Pembumian

1) Jarak Peletakan elektroda baru

Jarak antara X dan Y untuk penempatan elektroda bantu pembumian tidak ada ketentuan yang mengatur secara pasti, karena jarak tersebut relatif terhadap diameter dan panjang elektroda yang diuji, kondisi tanah dan daerah resistansi efektifnya. Terdapat beberapa hasil empiris yang dapat digunakan sebagai bantuan dalam penentuan jarak seperti yang ditunjukkan dalam tabel di bawah ini. Prih Sumardjati (2008: 180) menyatakan bahwa harga jarak ini dibuat pada kondisi tanah homogen, diameter elektroda 1". (Untuk diameter ½", memendekkan jarak 10% dan untuk diameter 2" memanjangkan jarak 10%).

Tabel 2.6 Jarak elektroda bantu menggunakan metoda 62% (ft)

Kedalaman Pemancangan (ft)	Jarak ke Y (ft)	Jarak ke Z (ft)
6	45	72
8	50	80
10	55	88
12	60	96
18	71	115
20	74	120
30	86	140

7. Penghantar Pembumian

Penghantar pembumian adalah penghantar pengaman yang digunakan pada sistem pembumian, yaitu untuk menghubungkan sistem pentanahan dari elektroda pentanahan ke terminal utama pentanahan dan

dari terminal utama pentanahan sampai ke peralatan listrik yang dibumikan. Penghantar tanah ini harus dibuat dari bahan tembaga, aluminium, baja atau perpaduan dari bahan-bahan tersebut.

Berdasarkan kekuatan mekanisnya, luas penampang minimum penghantar bumi yaitu.

- a. Penghantar yang terlindungi kokoh secara mekanis $1,5 \text{ mm}^2$ tembaga atau $2,5 \text{ mm}^2$ aluminium.
- b. Penghantar yang tidak terlindungi kokoh secara mekanis 4 mm^2 tembaga atau pita baja yang tebalnya $2,5 \text{ mm}^2$ dan luas penampangnya sebesar 50 mm^2 .

Ukuran penghantar pembumian pada rangkaian cabang instalasi akan berbeda dengan penampang penghantar pentanahan pada sistem saluran utama, untuk ukuran penampang penghantar pentanahan pada saluran utama akan lebih besar dari saluran cabang instalasi disesuaikan dengan luas penampang penghantar fasanya.

Sambungan antara hantaran pentanahan dengan elektroda pentanahan harus mekanis kuat dan membuat kontak listrik yang baik, sambungan ini dapat berupa sambungan las atau baut yang tidak mudah lepas dengan sendiri. Diameter baut yang digunakan sekurang-kurangnya adalah sebesar 10 mm^2 , hantaran pembumian yang dipasang di atas tanah harus mudah terlihat dan jika tertutup harus mudah dicapai, jika perlu hantaran ini harus terlindungi dari bahaya kerusakan mekanis ataupun kimiawi. Penggunaan penghantar pembumian pada rumah sebaiknya tidak

digunakan penghantar pentanahan terbuka, namun harus memiliki isolasi yang setaraf dengan isolasi dari penghantar fasa dan netralnya.

Efektivitas sistem ini tidak hanya ditentukan oleh elektroda pentanahan, namun juga disebabkan oleh penghantar pentanahan atau hantaran yang digunakan dalam pengaman (Prih Sumardjati, 2008: 172). Hantaran pengaman ini harus diusahakan mempunyai nilai resistansi sekecil mungkin dan disesuaikan dengan komponen instalasi lain seperti pengaman arus lebih dan hantaran fasanya. Alat pengaman arus lebih dan ukuran hantaran fasa adalah sepaket karena alat pengaman tersebut juga berfungsi sebagai pengaman hantaran pembumian, oleh sebab itu dalam penentuan hantaran pengaman dapat dilakukan berdasarkan ukuran hantaran fasa yang dipakai. Kondisi hantaran mempunyai konsekwensi terhadap dampak yang mungkin terjadi nantinya. Hantaran berisolasi berinti satu mempunyai tahanan isolasi yang berbeda dibandingkan dengan yang memiliki inti banyak, begitu juga dengan hantaran yang dilindungi dan yang tidak dilindungi juga mempunyai konsekwensi yang berbeda. Tabel di bawah ini memberikan petunjuk tentang luas penampang minimum dari beberapa jenis kondisi hantaran pengaman.

Tabel 2.7 Luas penampang minimum hantaran pembumian

Hantaran Fasa	Hantaran Pengaman Berisolasi		Hantaran Pengaman Cu	
	Kawat	Kawat Tanah	Dilindungi	Tanpa Perlindungan
0,5	0,5	-	-	-
0,75	0,75	-	-	-
1	1	-	-	-
1,5	1,5	1,5	1,5	4
2,5	2,5	2,5	1,5	4
4	4	4	4	4
6	6	6	4	4
10	10	10	6	6
16	16	16	10	10
25	16	16	16	16
35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	70	50	50
150	70	70	50	50
185	95	95	50	50
240	-	120	50	50
300	-	150	50	50
400	-	185	50	50

Grounding instalasi listrik yang berumur lebih dari 15 tahun resistansi pembumiannya akan mengalami perubahan yang cenderung semakin tinggi dan tidak sesuai dengan standar dalam PUIL 2000, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi *grounding* tersebut, diantaranya adalah sebagai berikut (Aslimeri, 2008: 255).

- a. Tahanan jenis tanah.
- b. Panjang jenis elektroda pentanahan.
- c. Luas elektroda pentanahan

Berdasarkan beberapa faktor di atas, tahanan jenis tanah dapat berubah nilainya yang disebabkan oleh cuaca atau kondisi lingkungan sekitar tanah, terutama pada saat kemarau dan musim penghujan. Apabila usia batang elektroda pbumian yang digunakan sudah lama, khususnya yang lebih dari 15 tahun maka akan mempengaruhi resistansi pbumian dikarenakan batang elektroda sudah rusak dan terkena korosi yang menyebabkan panjang dan luas dari batang elektroda menjadi tidak sesuai dengan awal pemasangan, hal ini akan berdampak pada nilai resistansi pbumian pada instalasi listrik rumah tersebut.

Suhadi (2008: 137) menyatakan bahwa pemeliharaan pbumian (*grounding*) dilaksanakan minimal sekali dalam setahun untuk diadakan pengukuran kembali nilai pbumian terutama pada saat musim kemarau. Pengukuran pada musim kemarau dilakukan karena pada kondisi tersebut resistansi pbumian akan menunjukkan nilai sebenarnya. Apabila resistansi pbumian pada pengukuran dimusim kemarau sudah kecil, maka pada saat musim penghujan nilai resistansinya akan semakin kecil.

8. Prinsip Kerja MCB

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen dalam instalasi listrik yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik apabila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau *korsleting*). Kegagalan fungsi dari MCB berpotensi

menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan seperti timbulnya percikan api karena hubung singkat yang akhirnya bisa menimbulkan kebakaran.



Gambar 2.7 Simbol MCB dan *Toggle Switch*

Apabila diperhatikan lebih detail, pada bagian depan MCB akan ada gambar simbol seperti gambar di atas. Simbol tersebut merupakan simbol yang umum dipakai dalam gambar listrik sebagai penjelasan fungsi dari peralatan listrik. Angka 1 dan 2 menunjukkan nomor terminal pada MCB sebagai tempat koneksi kabel listrik. Angka 1 atau bagian atas umumnya disambungkan dengan kabel *incoming* dan angka 2 atau bagian bawah disambungkan dengan kabel *outgoing*. Gambar 2.7 merupakan MCB dengan *toggle switch* yang berwarna biru. Simbol “I” putih menunjukkan bahwa MCB dalam posisi “*on*” dan simbol “O” menunjukkan posisi “*off*”. Berdasarkan simbol tersebut, MCB mempunyai tiga macam fungsi yaitu.

a. Pemutus Arus

MCB mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik ke arah beban. Fasilitas pemutus arus ini bisa dilakukan dengan cara manual

ataupun otomatis. Cara manual adalah dengan merubah *toggle switch* yang ada didepan MCB (biasanya berwarna biru atau hitam) dari posisi “*on*” ke posisi “*off*” dan bagian mekanis dalam MCB akan memutus arus listrik, hal ini dilakukan jika ingin mematikan sumber listrik di rumah karena adanya keperluan perbaikan instalasi listrik, istilah yang biasa dipakai adalah *MCB Switch Off*. Sedangkan MCB akan otomatis “*off*” apabila dideteksi terjadi arus lebih yang disebabkan karena beban pemakaian listrik yang lebih, atau terjadi gangguan hubung singkat oleh bagian didalam MCB dan memerintahkan MCB untuk “*off*” agar aliran listrik terputus, istilah yang biasa dipakai adalah *MCB trip*.

b. Proteksi Beban Lebih (*overload*)

Fungsi ini akan bekerja apabila MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi rating-nya. Misalnya dari suatu MCB mempunyai rating arus listrik 6A tetapi arus listrik aktual yang mengalir melalui MCB tersebut 7A, maka MCB akan *trip* dengan *delay* waktu yang cukup lama sejak MCB ini mendeteksi arus lebih tersebut. Bagian MCB yang menjalankan tugas ini adalah sebuah strip bimetal. Arus listrik yang melewati bimetal akan membuat bagian ini menjadi panas dan memuai atau mungkin melengkung. Semakin besar arus listrik maka bimetal akan semakin panas dan memuai, akhirnya akan memerintahkan *switch* mekanis MCB memutus arus listrik dan *toggle switch* akan pindah ke posisi

“off”. Lama waktu pemutusan arus bergantung dari besarnya arus listrik, semakin besar arus listrik akan semakin cepat. Fungsi strip bimetal ini disebut dengan *thermal trip*, saat arus listriknya sudah putus, maka bimetal akan mendingin dan kembali normal. MCB bisa mengalirkan arus listrik dengan mengembalikan ke posisi “on”.

c. Proteksi Hubung Singkat (*Short Circuit*)

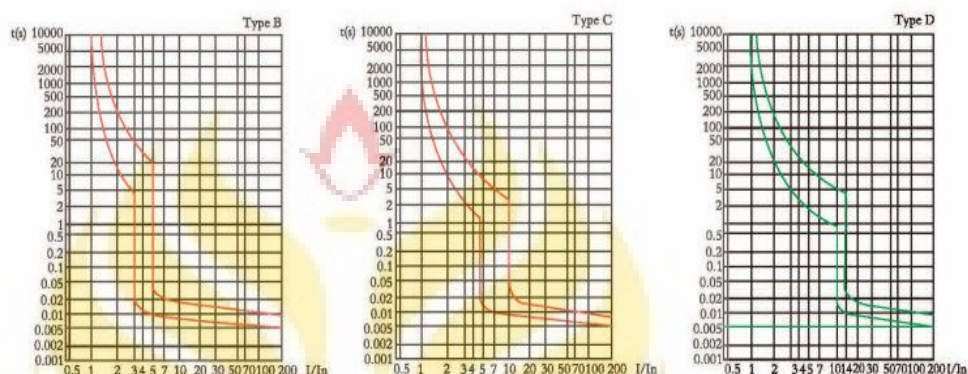
Fungsi proteksi ini akan bekerja jika terjadi *korsleting* atau hubung singkat arus listrik. Terjadinya *korsleting* akan menimbulkan arus listrik yang sangat besar dan mengalir dalam sistem instalasi listrik. Bagian MCB yang mendeteksi adalah *magnetic trip* yang berupa solenoid (bentuknya seperti *coil*/lilitan), besarnya arus listrik yang mengalir akan menimbulkan gaya tarik magnet di solenoid yang menarik *switch* pemutus aliran listrik. Sistem kerjanya cepat, karena bertujuan menghindari kerusakan pada peralatan listrik. Bagian bimetal strip sebenarnya juga merasakan arus hubung singkat ini, hanya saja reaksinya lambat sehingga kalah cepat dari solenoid.

9. Kurva Karakteristik MCB

Kurva Karakteristik atau disebut *Tripping Curve Characteristic* (TCC) adalah kurva yang menjelaskan kapan sebuah *circuit breaker* terputus dan berapa besar arus listrik yang dapat dilewatinya.

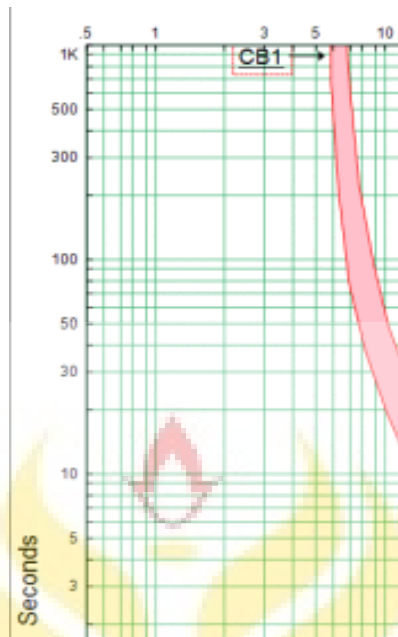
Berikut 3 tipe dan kurva karakteristik *circuit breaker*.

- a. Tipe B: *trip* 3 – 5 x I_n
- b. Tipe C: *trip* 5 – 10 x I_n
- c. Tipe D: *trip* 10 – 20 x I_n



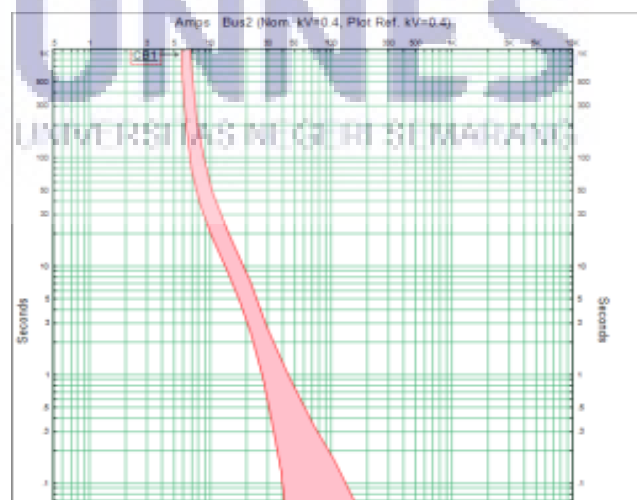
Gambar 2.8 Kurva karakteristik MCB tipe B, C dan D

Sebagai contoh yang sering ditemukan adalah kurva tipe C biasanya tertulis C6, ini menunjukkan *circuit breaker* mempunyai arus nominal atau I_n sebesar 6A dan akan *trip* seketika dalam range 5-10 kali dari arus nominalnya, ini berarti *circuit breaker* akan *trip* seketika jika dilalui arus 30-60 A, namun jika dilalui oleh arus yang lebih besar dari 6A *circuit breaker* mempunyai batas *delay* untuk *trip*. Nilai *delay* dari kurva C harus dilihat dari kurva karakteristik.

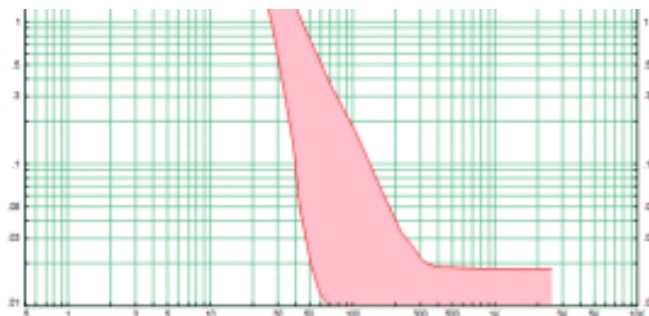


Gambar 2.9 Kurva karakteristik *circuit breaker* arus 6 A

Garis X merupakan *ampere*, sedangkan garis Y adalah *seconds*. Warna merah menunjukkan waktu dimana *circuit breaker* akan *trip*, disaat 6A *circuit breaker* akan *trip* pada saat 1000 *second*, itu sebabnya terkadang di rumah ada *trip* tiba-tiba padahal tidak menyalakan apapun lagi, kenyataanya *circuit breaker* sudah *delay* untuk *trip*.



Gambar 2.10 Kurva karakteristik *circuit breaker* arus 30 A



Gambar 2.11 Kurva karakteristik *circuit breaker* arus 70 A

Disaat 70 A lebih *circuit breaker* akan *trip* dalam waktu 0.01 detik.

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian sebelumnya yang mendukung dan menjadi tambahan landasan teori berkaitan dengan *grounding* instalasi listrik pasca umur 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu adalah.

1. Penelitian Muhammad Suyanto (2007) tentang analisis perbaikan sistem pentanahan pada kaki menara saluran transmisi tegangan tinggi 150 KV Bantul-Semanu Jogjakarta menunjukkan hasil bahwa pemberian pentanahan pada kaki menara akan memperkecil tahanan jenis tanah, berarti akan mengurangi tegangan saat terjadi sambaran petir pada kawat tanah hantaran udara yang terpasang di atas kawat fasa sepanjang saluran menara transmisi.
2. Penelitian Dwarka Prasad, H.C. Sharma (2013) dengan judul *Design of Grounding System for High Voltage Substations* (Desain *Grounding* Sistem Gardu Tegangan Tinggi) dengan hasil bahwa penambahan batang elektroda pbumian akan meningkatkan keselamatan manusia sebagai

pemakai listrik karena dapat terhindar dari sengatan listrik dan menurunkan resistansi *grounding* pada grid menara.

3. Penelitian Wahyono dan Budhi Prasetyo (2013) dengan judul analisa pengaruh jarak dan kedalaman terhadap nilai tahanan pembumian dengan 2 elektroda batang menunjukkan hasil bahwa kedalaman elektroda menurunkan nilai tahanan pembumian dengan persentase penurunan pada tanah rawa dengan 1 elektroda batang 86 % sedangkan dengan 2 elektroda batang 79,18 % dan penambahan jumlah elektroda batang menurunkan nilai tahanan pembumian secara signifikan.
4. Penelitian Andi Syofian (2013) dengan judul sistem pentanahan grid pada gardu induk PLTU Teluk Sirih menunjukkan hasil bahwa nilai tahanan pentanahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda yang ditanam, jumlah elektroda, jarak antar elektroda, ukuran konduktor dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam.
5. Skripsi Deni Rhamdani (2008) tentang analisis resistansi tanah berdasarkan pengaruh kelembaban, temperatur dan kadar garam menunjukkan hasil bahwa pengaruh kelembaban dan kadar garam terhadap resistansi tanah berbanding terbalik dimana setiap peningkatan kelembaban terjadi penurunan nilai resistansi tanah, sedangkan pengaruh temperatur terhadap resistansi tanah sebanding dimana setiap penurunan temperatur terjadi penurunan nilai resistansi tanah.
6. Penelitian Sugeng Santoso, Feri Yulianto (2011) dengan judul pengaruh pasir garam, air kencing sapi, batu kapur halus dan kotoran ayam ternak

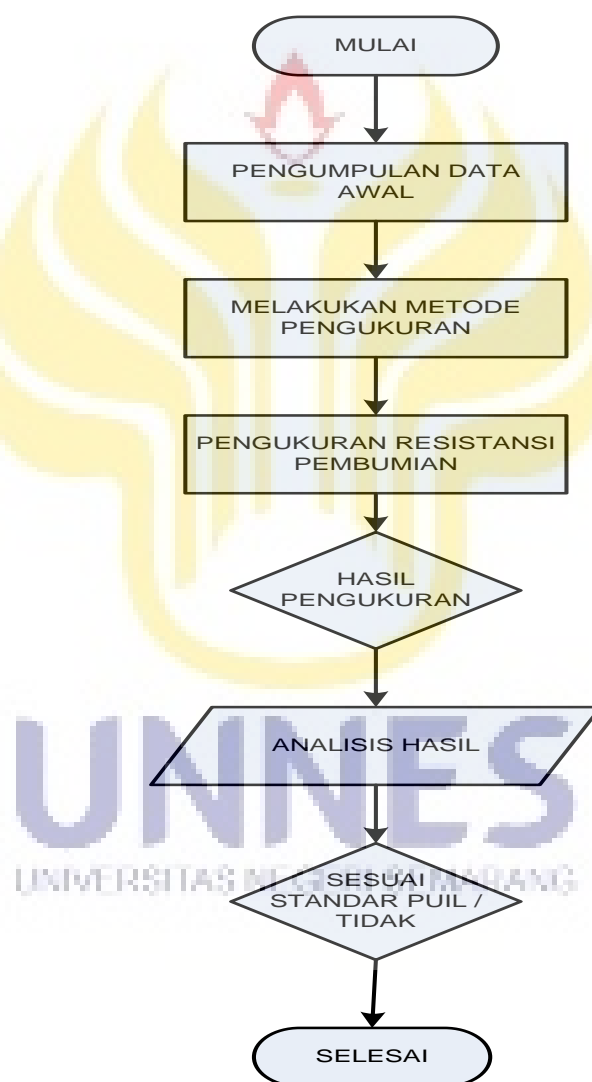
terhadap nilai tahanan pembumian pada saat kondisi tanah basah menunjukkan hasil bahwa nilai tahanan pembumian sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam, perlakuan-perlakuan terhadap tanah dan sudut pengukuran. penambahan air kencing sapi memberikan dampak terbaik dalam menurunkan tahanan pentanahan sampai pada nilai 25,84 W.

C. Kerangka Berfikir

Nilai suatu sistem pembumian instalasi listrik yang baik harus beracuan dengan standar peraturan pemasangan dan tahanan jenis tanah yang sudah diatur dalam PUIL 2000 dan SPLN. Kerangka berfikir ini dibuat dengan dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dan gambaran mengenai nilai standar resistansi pembumian rumah, sebagai upaya untuk menguji nilai resistansi pembumian rumah pasca umur 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu. Ketentuan yang harus digunakan agar dapat memenuhi standar resistansi pembumian yang diijinkan adalah dengan cara permukaan elektroda dihubungkan secara baik dengan tanah disekitar pemasangan elektroda. Sambungan antar penghantar tanah dengan elektroda tanah harus kuat secara mekanis dan juga menjamin hubungan listrik dalam keadaan baik dan dilindungi dengan bahan anti korosi yang tahan terhadap berbagai macam jenis tanah dan untuk penghantar elektroda pada rumah sebaiknya tidak digunakan jenis penghantar pentanahan tanpa isolasi, untuk menghindari kerusakan mekanis ataupun kimiawi. Instrumen yang digunakan

untuk pengukuran resistansi pembumian ini menggunakan metode pengukuran normal (metoda 3 kutub) dengan dua elektroda bantu.

Sebagai langkah untuk memudahkan melakukan penelitian dan pengambilan data, maka di bawah ini adalah alur untuk pengambilan data yang akan dilakukan.



Gambar 2.12 *Flowchart* mekanisme penelitian

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berfikir yang telah dipaparkan, hipotesis dalam penelitian adalah *grounding* instalasi listrik rumah pasca umur 15 tahun nilai resistansinya cenderung sudah tidak standar PUIL 2000, hal ini disebabkan nilai tahanan tanah semakin tinggi dan dipengaruhi oleh usia batang elektroda pbumian yang digunakan sudah rusak atau korosi karena terlalu lama digunakan dan tidak dilakukan pemeriksaan berkala. Pemasangan antara penghantar *grounding* dengan elektroda pbumian yang sudah tidak baik atau copot dan letak elektroda pbumian yang jauh dari sumur atau saluran pembuangan air juga dapat mempengaruhi nilai resistansi pbumian (*grounding*).

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, *grounding* instalasi listrik pasca umur 15 tahun di Perumahan Taman Bukit Klepu diperoleh 66% pengguna listrik memiliki *grounding* masih sesuai standar PUIL 2000 dan 34% pengguna listrik memiliki *grounding* yang sudah tidak sesuai standar PUIL 2000.

B. Saran

1. *Grounding* rumah yang sudah tidak sesuai standar PUIL 2000, hendaknya diperbaiki dengan cara menambah elektroda pbumian baru yang sedekat mungkin dengan sumur atau pembuangan air kemudian diparalel dengan elektroda pbumian yang lama.
2. Penelitian yang telah dilakukan adalah pada musim penghujan, diharapkan penelitian selanjutnya dilakukan pada musim kemarau untuk mengetahui perbandingan hasil pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, Budi Sanusi. 2013. *Perencanaan dan Pembuatan Sistem Pentanahan Laboratorium Tegangan Tinggi UPI*. Bandung:UPI.
- Ali, Mohamad. 1998. *Penelitian Kependidikan Prosedur dan Strategi*. Bandung: Angkasa.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Aslimeri, dkk. 2008. *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2*. Jakarta: Depdiknas.
- Hasrul. 2010. *Evaluasi Sistem Penumbumian Instalasi Listrik Domestik di Kabupaten Barru*. UNM : Media Elektrik.
- Panitia Revisi PUIL. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: PLN.
- PLN. 1987. *SPLN. 3:1987 Tentang Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah dan Pentanahan Instalasi*. Jakarta: Dep. Pertamben dan PLN.
- PLN. 1993. *SPLN. 102: 1993 Tentang Elektroda Bumi Jenis Batang Bulat Berlapis Tembaga*. Jakarta: Dep. Pertamben dan PLN.
- Prasad, Dwarka, Sharma, H.C. 2013. *Design of Grounding System for High Voltage Substations*. India: International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT).
- Rhamdani, Deni. 2008. *Analisis Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam*. Depok: Universitas Indonesia.
- Santoso, Sugeng, Yulianto, Feri. 2011. *Pengaruh Pasir Garam, Air Kencing Sapi, Batu Kapur Halus dan Kotoran Ayam Ternak Terhadap Nilai Tahanan Penumbumian Pada Saat Kondisi Tanah Basah*. Klaten: Magistra.
- Siswoyo. 2008. *Teknik Listrik Industri Jilid 3*. Jakarta: Depdiknas.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Suhadi, dkk. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 2*. Jakarta: Depdiknas.
- Sumardjati, Prih dkk. 2008. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Depdiknas.
- Suyanto, Muhammad. 2007. *Analisis Perbaikan Sistem Pentanahan Pada Kaki Menara Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 KV Bantul-Semanu Jogjakarta*. Jogjakarta: Jurnal Teknologi Academia ISTA.

Syofian, Andi. 2013. *Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk PLTU Teluk Sirih*. Padang: Jurnal Momentum.

Wahyono, Prasetyo, Budhi. 2013. *Analisa Pengaruh Jarak dan Kedalaman Terhadap Nilai Tahanan Penumian Dengan 2 Elektroda Batang*. Semarang: Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

