

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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. 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 abnormal¹.

Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum/ awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam mengprediksikan nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem pentanahan adalah hambatan sistem suatu sistem pentanahan tersebut.

Sampai dengan saat ini orang mengukur hambatan pentanahan hanya dengan menggunakan earth tester yang prinsipnya mengalirkan arus searah ke dalam system pentanahan, sedang kenyataan yang terjadi suatu system pentanahan tersebut tidak pernah dialiri arus searah. Karena biasanya berupa sinusoidal (AC) atau bahkan berupa impuls (petir) dengan frekuensi tingginya atau berbentuk arus berubah waktu yang sangat tidak menentu bentuknya.

Menurut Anggoro (2002)² perilaku tahanan system pentanahan sangat tergantung pada frekuensi (dasar dan harmonisanya) dari arus yang mengalir ke system pentanahan tersebut. Dalam suatu pentanahan baik penangkal petir atau

¹ Prih Sumardjati, dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. 2008: 159

² Ardani I, Bambang Anggoro dkk. *Perilaku Impedansi Pengetanahan batang konduhor terhadap inieksi arus bolak-balik FOSTU*, YogYakarta, 2002

pentanahan netral sistem tenaga adalah berapa besar impedansi system pentanahan tersebut.

Besar impedansi pentanahan tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor internal atau eksternal. Yang dimaksud dengan faktor internal meliputi:

- a. Dimensi konduktor pentanahan (diameter atau panjangnya).
- b. Resistivitas relative tanah.
- c. Konfigurasi system pentanahan.

Yang dimaksud dengan faktor eksternal meliputi:

- a. Bentuk arusnya (pulsa, sinusoidal, searah).
- b. Frekuensi yang mengalir ke dalam system pentanahan

Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pentanahan karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutauruk, 1991)³.

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

2.2 Karakteristik Sistem Pentanahan yang Efektif

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif⁴ antara lain adalah:

- a. Terencana dengan baik, semua koneksi yang terdapat pada sistem harus merupakan koneksi yang sudah direncanakan sebelumnya dengan kaidah-kaidah tertentu.

³ Hutauruk, T.S.. *Pengentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengentanahan Peralatan*, Jakarta : Erlangga, 1991

⁴ Rifo Ardo Wiguna. “*Evaluasi Penerapan Metode Pentanahan Netral Resistansi Tinggi Pada Generator Di Pltd Sungai Raya*” (<https://media.neliti.com/media/publications/211291-evaluasi-penerapan-metode-pentanahan-net.pdf>, diakses pada 12 juli 2021, 10:30)



- b. Verifikasi secara visual dapat dilakukan.
- c. Menghindarkan gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat.
- d. Semua komponen metal harus ditahan/diikat oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

2.3 Penggunaan Pentanahan dalam Aplikasi Proteksi:

- a. Karena gejala alami, seperti kilat, tanah digunakan untuk membebaskan sistem dari arus sebelum personil atau pelanggan dapat terluka atau komponen sistem yang peka dapat rusak karena adanya arus kejut yang ditimbulkan oleh petir.
- b. Karena potensial dalam kaitan dengan kegagalan sistem tenaga listrik dengan kembalian tanah, tanah membantu dalam memastikan operasi yang cepat menyangkut relay proteksi sistem daya dengan menyediakan jalan arus gagal tahanan rendah tambahan. Jalan tahanan rendah menyediakan tujuan untuk mengeluarkan potensial secepat mungkin. Tanah harus mengalirkan potensial sebelum personil terluka atau sistem telepon rusak.

2.4 Gejala yang Mempengaruhi Tahanan Pentanahan

Suatu elektroda pentanahan tidak bisa dikemudikan ke dalam soil dengan harapan perolehan yang baik, tahanan rendah, tanah. Banyak faktor, keduanya alami dan manusia, bisa mempengaruhi hasil. Sebagian dari faktor meliputi:

2.4.1 Resistifitas Bumi

Resistifitas listrik dari bumi (tahanan bumi untuk mengalirkan arus) menjadi arti penting utama. Unit resistifitas bumi, ohm·meter, didefinisikan sebagai tahanan, dalam ohm, antara permukaan yang berlawanan dari suatu kubus satu meter kubik dalam volume. Suatu unit pengukuran alternatif, ohm·centimeter, didefinisikan sebagai tahanan dalam ohm, antara permukaan yang berlawanan dari satu centimeter kubik dari bumi. Untuk mengkonversi ohm·meters ke ohm·centimeters, kalikan dengan dengan 100.

1. Resistifitas bumi bervariasi atas suatu cakupan yang pantas dipertimbangkan. Di Amerika Serikat resistifitas bervariasi dari beberapa ohm-meter sepanjang beberapa pantai sampai beribu-ribu ohm-meter dalam daerah berbatu-batu, bergunung-gunung.
2. Sebagai tambahan terhadap variasi regional, resistifitas bumi boleh bertukar-tukar secara luas di dalam jarak sangat kecil dalam kaitan dengan kondisi-kondisi soil lokal. Tabel berikut mendaftar cakupan resistifitas bumi yang khas untuk berbagai jenis soil. Tabel ini akan bermanfaat di dalam pemilihan penempatan di mana suatu pentanahan diharapkan untuk diinstall.

Tabel 2. 1 Resistifitas Berbagai Soil⁵

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm.Meter)
1	Tanah yang mengandung air garam	5-6
2	Rawa	30
3	Tanah liat	100
4	Pasir basah	200
5	Batu kerikil basah	500
6	Pasir dan batu kerikil kering	1.000
7	Batu	3.000

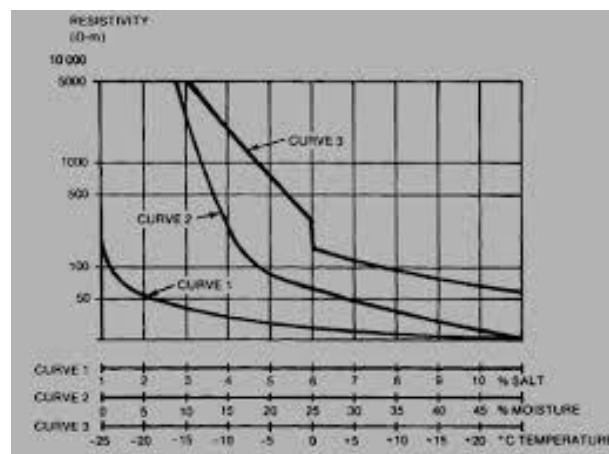
2.4.2 Muatan Mineral Soil dan Temperatur

Efek lonjakan arus. Tahanan jenis tanah di sekitar elektroda pentanahan dapat terpengaruh oleh arus mengalir dari elektroda ke dalam tanah sekitarnya. Sifat termal dan kelembaban tanah akan memutuskan jika arus yang diberi besarnya dan lamanya akan menyebabkan pengeringan yang besar dan kemudian mengurangi efektifitas tahanan jenis tanah. Nilai

⁵ Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000)*. Hal 80

konservatif kerapatan arus, yang diberikan oleh Armstrong, harus tidak melebihi 200 A/m² per detik.

Efek dari kelembaban dan campuran kimia. Konduksi listrik di tanah pada hakekatnya bersifat elektrolit. Untuk sebab ini tahanan jenis tanah kebanyakan tanah naik dengan tiba-tiba setiap kali kelembaban menunjukkan kurang dari 15% dari berat tanah. Banyaknya air lebih lanjut bergantung pada ukuran tanah, kepadatan, dan keanekaragaman ukuran butiran tanah. Tetapi, pada gambar 1, kurva 2, tahanan jenis sedikit terpengaruh begitu kelembaban melebihi 22%. Efek suhu pada hambatan jenis tanah hampir tak berarti untuk suhu diatas titik beku. Di 0°C, air di tanah mulai membeku dan tahanan jenis bertambah secara sepat. Kurva 3 menunjukkan variasi untuk tanah liat yang berisi 15,2% kelembaban oleh berat.



Gambar 2.1 Efek kelembaban, temperatur dan garam pada tahanan jenis tanah⁶

2.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan

2.5.1 Bentuk Elektroda

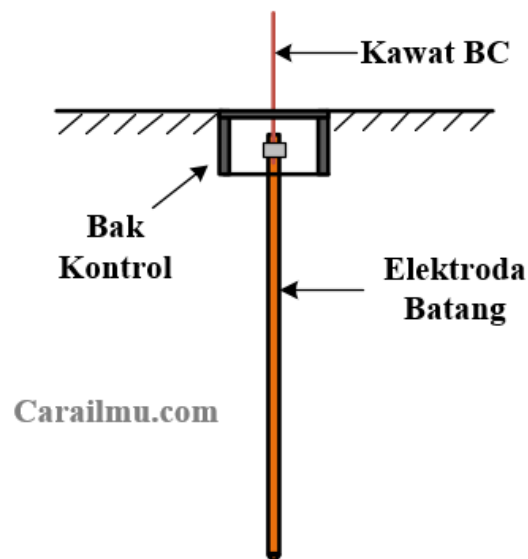
Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar diperoleh pelaluan arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ketanah. Menurut PUIL

⁶ Aris Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah”. SETRUM – Volume 2, No. 1, Juni 2013, Hal. 17

(2000), elektroda adalah pengantar yang ditanamkan ke dalam tanah yang membuat kontak langsung dengan tanah. Untuk bahan elektroda pentanahan biasanya digunakan bahan tembaga, atau baja yang bergalvanis atau dilapisi tembaga. Jenis-jenis elektroda yang digunakan dalam pentanahan adalah sebagai berikut :

1. Elektroda Batang

Elektroda batang yaitu 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 pada gardu induk. Secara teknis, elektroda jenis ini mudah pemasangannya dan tidak memerlukan lahan yang luas. Elektroda batang biasanya ditanam dengan kedalaman yang cukup dalam.



Gambar 2.2 elektroda batang⁷

⁷ Ashar Arifin, “Sistem Pentanahan Elektroda Batang”
(<https://www.carailmu.com/2020/10/jenis-jenis-elektroda-pentanahan.html>, diakses pada 12 Juli 2021, 10: 34)



Rumus tahanan pentanahan untuk elektroda Batang –Tunggal sesuai dengan standar IEEE yaitu:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \left(\frac{8L}{A} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L = Panjang elektroda (meter)

A = Diameter Elektroda (meter)

Rumus tahanan pentanahan untuk 2 elektroda batang :

Untuk $s < L$; jarak antar elektroda s

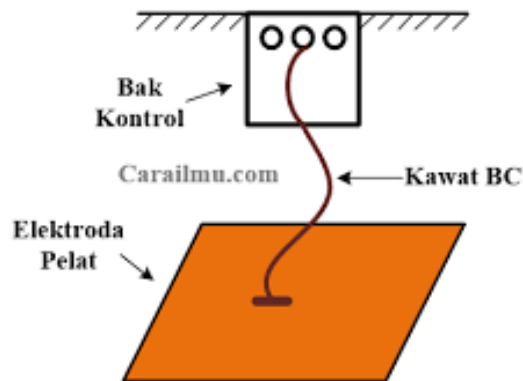
$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \right) \dots\dots\dots 2.2)$$

Untuk $s > L$; jarak s

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

2. Elektroda Pelat

Elektroda pelat ialah elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam dalam. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain.



Gambar 2.3 Elektroda pelat

Rumus tahanan pentanahan untuk elektroda Pelat –Tunggal⁸ :

$$R_G = R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[\ln \left(\frac{8 W_p}{0,5 W_p + T_p} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana,

R_p = Tahanan pentanahan pelat (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L_p = Panjang pelat (m)

W_p = Lebar Pelat (m)

T_p = Tebal Pelat (m)

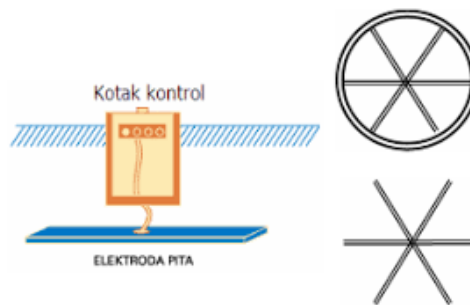
3. Elektroda Pita

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,

⁸ Ashar Arifin, “Sistem Pentanahan Elektroda Batang”
<https://www.carailmu.com/2020/10/jenis-jenis-elektroda-pentanahan.html>,
 diakses pada 12 Juli 2021, 10: 34)

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. Di samping kesederhanaannya itu, ternyata tahanan pentanahan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bentuk konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial atau kombinasi antar keduanya.



Gambar 2.4 Elektroda Pita dalam beberapa konfigurasi⁹

Contoh rumus perhitungan tahanan pentanahan untuk elektroda pita tunggal:

$$RG = RW = \frac{\rho}{\pi Lw} \left[\ln \frac{2 Lw}{\sqrt{dw} Z_w} + \frac{1,4 Lw}{\sqrt{Aw}} - 5,6 \right] \dots\dots\dots(2.5)$$

Rw = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

Lw = Panjang total grid kawat (m)

dw = Diameter kawat (m)

Zw = Kedalaman penanaman (m)

Aw = Luasan yang dicakup oleh grid (m²)

⁹ “Elektroda pita” (<http://eprints.polsri.ac.id/3415/3/3.%20BAB%202.pdf>, diakses pada 12 Juli 2021, 10:40)

2.5.2 Jenis bahan dan ukuran elektroda

Sebagai konsekuensi peletakannya 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. Tabel berikut ini dapat digunakan sebagai acuan kasar harga tahanan pentanahan pada tanah dengan tahanan jenis tanah tipikal berdasarkan jenis dan ukuran elektroda.

Tabel 2. 2 Menunjukkan nilai rata-rata dari resistans pembedaan untuk elektrode bumi¹⁰.

Jenis Elektroda	Pita atau hantaran pilin				Batang atau pipa				Pelat vertikal 1m di bawah permukaan tanah dalam m ²	
	Panjang (m)				Panjang (m)					
	10	25	50	100	1	2	3	4	0,5x1	1x1
Tahanan Pentanahan	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

2.5.3 Jumlah/konfigurasi elektroda

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

2.5.4 Kedalaman pemancangan/penanaman di dalam tanah

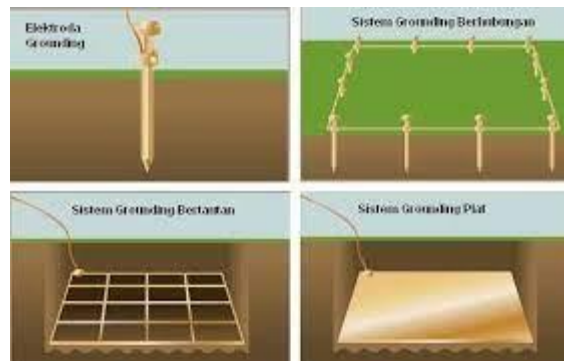
Pemancangan ini tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.

¹⁰ “Jenis bahan dan ukuran elektroda”
<http://eprints.polsri.ac.id/383/3/BAB%20II.pdf>, diakses pada 12 Juli 2021 , 10:45)

2.6 Bagian-bagian yang ditanahkan

Dalam sebuah instalasi listrik ada empat bagian yang harus ditanahkan atau sering juga disebut dibumikan. Empat bagian dari instalasi listrik ini adalah:

- Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam (menghantar listrik) dan dengan mudah bisa disentuh manusia. Hal ini perlu agar potensial dari logam yang mudah disentuh manusia selalu sama dengan potensial tanah (bumi) tempat manusia berpijak sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.
- Bagian pembuangan muatan listrik (bagian bawah) dari lightning arrester. Hal ini diperlukan agar lightning arrester dapat berfungsi dengan baik, yaitu membuang muatan listrik yang diterimanya dari petir ke tanah (bumi) dengan lancar.
- Kawat petir yang ada pada bagian atas saluran transmisi. Kawat petir ini sesungguhnya juga berfungsi sebagai lightning arrester. Karena letaknya yang ada di sepanjang saluran transmisi, maka semua kaki tiang transmisi harus ditanahkan agar petir yang menyambar kawat petir dapat disalurkan ke tanah dengan lancar melalui kaki tiang saluran transmisi.
- Titik netral dari transformator atau titik netral dari generator. Hal ini diperlukan dalam kaitan dengan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung tanah. Dalam praktik, diinginkan agar tahanan pentanahan dari titik-titik pentanahan tersebut di atas tidak melebihi 4 ohm. Secara teoretis, tahanan dari tanah atau bumi adalah nol karena luas penampang bumi tak terhingga. Tetapi kenyataannya tidak demikian, artinya tahanan pentanahan nilainya tidak nol. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya tahanan kontak antara alat pentanahan dengan tanah di mana alat tersebut dipasang (dalam tanah).



Gambar 2.5 Macam-macam alat pentanahan.¹¹

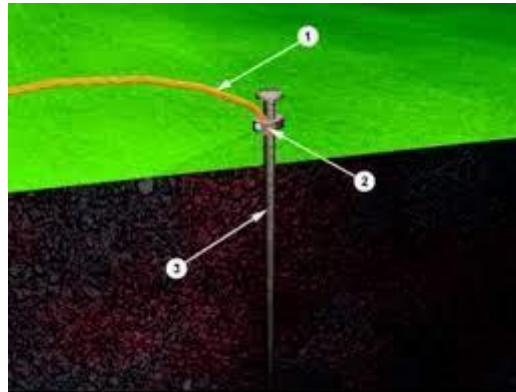
Dari gambar 2.5 tampak bahwa ada empat alat pentanahan, yaitu:

- Batang pentanahan tunggal (*single grounding rod*).
- Batang pentanahan ganda (*multiple grounding rod*). Terdiri dari beberapa batang tunggal yang dihubungkan paralel.
- Anyaman pentanahan (*grounding mesh*), merupakan anyaman kawat tembaga.
- Pelat pentanahan (*grounding plate*) yaitu pelat tembaga.

Tahanan pentanahan selain ditimbulkan oleh tahanan kontak tersebut diatas juga ditimbulkan oleh tahanan sambungan antara alat pentanahan dengan kawat penghubungnya. Unsur lain yang menjadi bagian dari tahanan pentanahan adalah tahanan dari tanah yang ada di sekitar alat pentanahan yang menghambat aliran muatan listrik (arus listrik) yang keluar dari alat pentanahan tersebut. Arus listrik yang keluar dari alat pentanahan ini menghadapi bagian-bagian tanah yang berbeda tahanan jenisnya. Untuk jenis tanah yang sama, tahanan jenisnya dipengaruhi oleh kedalamannya. Makin dalam letaknya, umumnya makin kecil tahanan jenisnya, karena komposisinya makin padat dan umumnya juga lebih basah. Oleh karena itu, dalam memasang batang pentanahan, makin dalam pemasangannya akan

¹¹ “Macam-macam alat pentanahan”
 (<http://repository.polimdo.ac.id/556/1/Revisi%20Study%20kasus.pdf>, diakses pada 12 Juli 2021, 10:47)

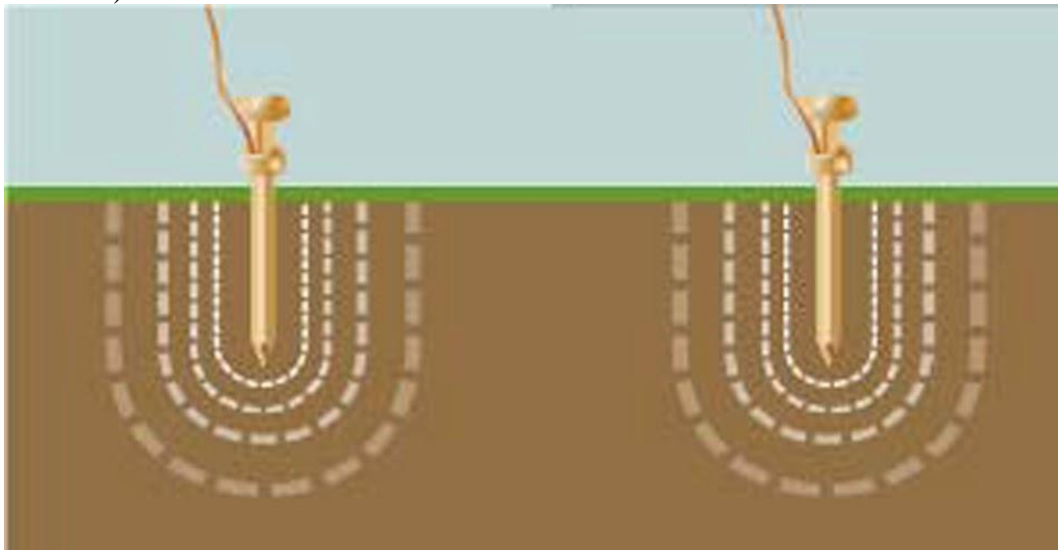
makin baik hasilnya dalam arti akan didapat tahanan pentanahan yang makin rendah.



Gambar 2.6 Batang pentanahan beserta aksesorisnya¹² yaitu

Dimana :

- a) Konduktor tanah,
- b) Penghubung antara konduktor dengan elektroda tanah, dan
- c) Elektroda tanah.



Gambar 2.7 Menggambarkan batang pentanahan¹³

¹² “Batang pentanahan beserta aksesorisnya” (<http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/05/sistem-pentanahan.html>, diakses pada 12 Juli 2021, 10:50)

¹³ Margiono Abdil, “Jumlah Elektroda Pentanahan” (<http://margionoabdil.blogspot.com/2013/10/pengertian-tahanan-pentanahan.html>, diakses pada 12 Juli 2021, 12:43)

Sedang Gambar 2.7 beserta Lingkarannya (sphere of influence) didalam tanah. Tampak bahwa pengaruh batang pentanahan akan semakin dalam letaknya di dalam tanah dan pengaruh terkecil pada kedalaman yang sama dengan kedalaman batang pentanahan. Lingkarannya pengaruh ini makin dekat dengan batang pentanahan. Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan yang baik dilaksanakan maka harus ada system pentanahan yang dirancang dengan baik dan benar.

Dalam system pentanahan semakin kecil nilai tahanan maka semakin baik terutama untuk pengamanan personal dan peralatan, beberapa patokan standart yang telah disepakati adalah bahwa saluran transmisi substasion harus direncanakan sedemikian rupa sehingga nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 1Ω untuk digunakan pada aplikasi data dan maksimum harga tahanan yang diijinkan 5Ω pada gedung.

Dari segi besarnya nilai tahanan bahan yang dipakai pasak tidak mengurangi besar tahanan pentanahan sistem namun mempunyai fungsi tersendiri yang penting. Bahannya sendiri mempunyai harga impedansi awal beberapa kali lebih tinggi daripada harga tahanan terhadap tanah pada frekuensi rendah. Bahan pentanahan dimaksudkan untuk mengontrol dalam batas aman sesuai peralatan yang digunakan, sedangkan pasak adalah batang sederhana, hal ini penyebab utama jatuhnya tahanan tanah dalam gradient tegangan yang tinggi pada permukaan pasak.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan antara lain dengan:

- a. Sistem batang paralel
- b. Sistem pasak tanam dalam dengan beberapa pasak dan diperlakukan terhadap kondisi kimiawi tanah.
- c. Dengan menggunakan pelat tanam, penghantar tanam, dan beton rangka baja yang secara listrik terhubung.
- d. Memperbesar diameter Kutub Tanah (Kutub jenis Batang)



- e. Menambahkan betonit dan garam untuk menurunkan nilai dari suatu tahanan pembumian

2.7 Gardu Distribusi

Gardu distribusi merupakan salah satu komponen dari suatu sistem distribusi yang berfungsi untuk menghubungkan jaringan ke konsumen atau untuk membagikan/mendistribusikan tenaga listrik pada beban/konsumen baik konsumen tegangan menengah maupun konsumen tegangan rendah.

Gardu Distribusi merupakan kumpulan/gabungan dari perlengkapan hubung bagi baik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jenis perlengkapan hubung bagi tegangan menengah pada gardu distribusi berbeda sesuai dengan jenis konstruksi gardunya.

2.7.1 Jenis gardu distribusi

1. Jenis pemasangannya
 - Gardu pasangan luar: Gardu Portal, Gardu Cantol
 - Gardu pasangan dalam: Gardu Beton, Gardu Kios
2. Jenis Konstruksinya
 - Gardu Beton (bangunan sipil: Batu, beton)
 - Gardu Tiang: Gardu Portal dan Gardu Cantol
 - Gardu Kios
 - Gardu Pelanggan Umum
 - Gardu Pelanggan Khusus

2.7.2 Macam-macam gardu distribusi

1. Gardu Beton

Seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan switching/proteksi, terangkai di dalam bangunan sipil yang di rancang, di bangun dan difungsikan dengan konstruksi pasangan batu dan beton. Konstruksi ini dimaksudkan untuk pemenuhan persyaratan terbaik bagi keselamatan ketenagalistrikan.

2. Gardu Portal

Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (out-door) dengan memakai konstruksi dua tiang atau lebih. Tempat kedudukan

transformator sekurang-kurangnya 3 meter di atas tanah dan 8 ditambahkan platform sebagai fasilitas kemudahan kerja teknisi operasi dan pemeliharaan.

3. Gardu Cantol

Gardu cantol menggunakan transformator yang terpasang adalah jenis CSP (Completely Self Protected Transformer) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.

4. Gardu kios

Kotak tempat peralatan listrik terbuat dari bahan besi. Gardu kios bukan merupakan gardu permanen tetapi hanya merupakan gardu sementara, sehingga dapat mudah untuk dipindah-pindahkan.

5. Gardu Hubung

Disingkat GH atau Switching Substation Gardu Hubung disingkat GH atau Switching Substation adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendali beban listrik jika terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. Isi dari instalasi Gardu Hubung adalah rangkaian saklar beban (Load Break switch – LBS), dan atau pemutus tenaga yang terhubung paralel. Gardu Hubung juga dapat dilengkapi sarana pemutus tenaga pembatas beban pelanggan khusus Tegangan Menengah. Konstruksi Gardu Hubung sama dengan Gardu Distribusi tipe beton. Pada ruang dalam Gardu Hubung dapat dilengkapi dengan 10 ruang untuk Gardu Distribusi yang terpisah dan ruang untuk sarana pelayanan kontrol jarak jauh. Ruang untuk sarana pelayanan kontrol jarak jauh dapat berada pada ruang yang sama dengan ruang Gardu Hubung, namun terpisah dengan ruang Gardu Distribusinya.

2.8 Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau

kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi Petir dapat menghasilkan arus gangguan dan juga tegangan lebih dimana gangguan tersebut dapat dialirkan ke tanah dengan menggunakan sistem pentanahan.

Sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga bila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah atau bertahannya tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

2.8.1 Persyaratan sistem pentanahan yang efektif

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

- Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
- Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surgecurrent).
- Menggunakan bahantahanterhadap korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah. Untuk meyakinkan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanannya.

2.8.2 Tujuan umum sistem pentanahan di gardu distribusi

Secara umum tujuan dari sistem pentanahan dan grounding pengaman adalah sebagai berikut:

- Mencegah terjadinya perbedaan potensial antara bagian tertentu dari instalasi secara aman.
- Mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga aman bagi manusia dan peralatan.
- Mencegah timbul bahaya sentuh tidak langsung yang menyebabkan tegangan kejut.

2.8.3 Pembagian sistem pentanahan di gardu distribusi

Sistem pentanahan dapat dibagi dua :

1) Pentanahan Sistem (netral) berfungsi :

- Melindungi peralatan / saluran dari bahaya kerusakan yang diakibatkan oleh adanya gangguan fasa ke tanah
- Melindungi peralatan / saluran dari bahaya kerusakan isolasi yang diakibatkan oleh tegangan lebih.
- Untuk keperluan proteksi jaringan.
- Melindungi makhluk hidup terhadap tegangan langkah (step voltage).

2) Pentanahan umum berfungsi :

- Melindungi makhluk hidup dari tegangan sentuh.
- Melindungi peralatan dari tegangan lebih.

2.9 Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)

2.9.1 Pengertian PUIL

Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) adalah dokumen SNI yang digunakan sebagai standar acuan dalam pemasangan instalasi tenaga listrik tegangan rendah untuk rumah tangga, gedung perkantoran, Gedung publik dan bangunan lainnya. PUIL 2011 merupakan revisi dari PUIL 2000 yang selama ini digunakan oleh instalatur sebagai standar wajib dalam pemasangan instalasi listrik, serta digunakan oleh lembaga inspeksi teknik tegangan rendah dalam pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik sebelum diterbitkan Sertifikat Laik Operasi (SLO).

PUIL 2011 memuat ketentuan-ketentuan pemasangan instalasi listrik serta pemilihan peralatan dan perlengkapan instalasi listrik tegangan rendah. Dalam PUIL 2011 juga diperkenalkan penggunaan peralatan dan perlengkapan instalasi dengan teknologi yang lebih maju yang bertujuan meningkatkan keamanan instalasi.

Dengan pemberlakuan PUIL 2011, diharapkan keamanan instalasi listrik dapat ditingkatkan guna mengurangi atau mencegah resiko



kecelakaan listrik bagi manusia dan lingkungan atau resiko kebakaran yang diakibatkan oleh listrik. Selain itu, dengan pemasangan instalasi yang mengikuti ketentuan PUIL, diharapkan instalasi listrik akan lebih handal serta efisiensinya meningkat dengan berkurangnya kerugian (losses) arus bocor, sehingga energi listrik dapat optimal pemanfaatannya.

2.9.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari digunakan PUIL sebagai acuan dan pedoman antara lain :

- Agar instalasi listrik dapat dioperasikan dengan baik
- Terjaminnya keselamatan manusia
- Terjaminnya keamanan instalasi listrik serta perlengkapannya
- Terjaminnya keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran
- Tercapainya tujuan dari pencahayaan yaitu terwujudnya interior yang efisien nyaman

2.9.3 Ketentuan Umum

Ketentuan umum yang harus dipenuhi :

- Setiap instalasi harus ada rencana instalasi yang disetujui.
- Instalasi listrik harus dirancang, dipasang, dan dipelihara sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan bahaya kebakaran dan mencegah kebakaran.
- Peralatan dan perlengkapan listrik yang dipasang harus memenuhi standar dan tanda pengenalnya : nama dan logo pembuat, tegangan dan daya atau arus pengenal. Data teknis lain yang disahkan SNI. memenuhi ketentuan PUIL 2011 yaitu harus baik dan dalam keadaan berfungsi, dipilih sesuai penggunaan dan tidak boleh dibebani melebihi kemampuannya.
- Instalasi listrik harus dilengkapi proteksi atau pelindung untuk keselamatan, proteksi kejut listrik, termal dan arus lebih, dan proteksi tegangan lebih .



- Instalasi listrik yang dipasang atau mengalami perubahan harus diperiksa, diuji dan bila Perlu dicoba sebelum dioperasikan, dan yang memenuhi ketentuan PUIL diberi sertifikat.
- Perencana, pemasangan dan pemeriksaan instalasi listrik harus memiliki izin Dan harus menggunakan tenaga listrik yang kompeten dalam bidangnya.

