

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada era global saat ini telekomunikasi sudah menjadi bagian yang sangat penting bagi setiap orang, maka dari itu pelayanan telekomunikasi harus memiliki kualitas dan mutu yang handal terutama pada Tower BTS (*Base Transceiver Station*) sebagai alat untuk memancarkan dan menerima sistem komunikasi dua arah. Gangguan (down time) yang terjadi harus di minimalisir sekecil mungkin, sehingga sistem komunikasi dapat berjalan dengan lancar.yang baik.

Untuk mendapatkan kualitas BTS yang handal ada beberapa faktor yang harus di perhatikan yaitu faktor sumber daya listrik yang baik serta *back up* tenaga listrik yang memadai supaya dapat menjalankan perangkat dan peralatan BTS dengan baik seperti perangkat penerima, perangkat pengirim, perangkat pemrosesan signal, dan lain-lain. Dan tidak kalah pentingnya yaitu sistem pengaman terhadap sambaran petir.

Mengingat kerusakan-kerusakan yang timbul di akibatkan oleh sambaran petir, maka banyak sekali kiat-kiat yang dilakukan, di dalam teknik listrik dikenal sebagai penangkal petir. Yaitu suatu sistem pengaman yang di buat dengan menanam elektroda ke dalam tanah dengan tujuan apabila ada tegangan lebih atau yang di akibatkan oleh petir maka akan di bumikan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut , instalasi listrik harus di lakukan dengan benar dan sesuai dengan kaidah-kaidah dan persyaratan umum instalasi listrik yang di keluarkan oleh badan yang berwenang serta mengacu pada standar yaitu :

- a. Standar PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir)
- b. Standar nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004)

Saat ini industri telekomunikasi yang ada di indonesia semakin banyak menggunakan peralatan dan sistem yang canggih dengan komponen elektronik dan microprosesor, khususnya sistem telekomunikasi, yang sangat sensitif terhadap pulsa elektromagnetik dari petir. Dari permasalahan tersebut maka penulis berniat untuk

membuat Tugas Akhir dengan judul “***Studi Analisa Sistem Pentanahan pada BTS (Base Transceiver Station) Kairagi Satu***”.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan maka permasalahan yang dapat di rumuskan adalah :

1. Bagaimana merancang dan menerapkannya di suatu sistem pentanahan ?
2. Bagaimana menentukan bangunan akan proteksi petir berdasarkan PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir) ?
3. Bagaimana Menentukan tingkat proteksi berdasarkan SNI 03 – 7015 – 2004 ?
4. Bagaimana Menentukan efisiensi Sistem Proteksi Petir (SPP) ?

1.3 ALASAN PEMILIHAN JUDUL

Berdasarkan latar belakang diatas karena perkembangan peralatan telekomunikasi pada BTS banyak menggunakan peralatan elektronika dan microprosesor yang rentang dengan pulsa elektromagnetik di akibatkan oleh petir, maka penulis mengangkat permasalahan tersebut dengan Judul “***Studi Analisa Sistem Pentanahan pada BTS (Base Transceiver Station) Kairagi Satu***”.

1.4 TUJUAN PENULISAN TUGAS AKHIR

Adapun tujuan penulisan Tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui Sistem Pentanahan pada BTS kairagi Satu
2. Mengetahui kualitas sistem pentanahan listrik di BTS kairagi satu
3. Menganalisa pengaruh sistem pentanahan terhadap peralatan BTS di kairagi satu.
4. Menentukan efisiensi sistem proteksi petir (SPP) untuk menentukan tingkat proteksi peralatan BTS dan perangkat lainnya di sekitar menara

telekomunikasi di Jl. Lingkungan, Kampung Pisang, Kairag Satu, Mapanget, Manado.

1.5 PEMBATASAN MASALAH

Karena sangat luasnya permasalahan tersebut maka penulis membatasi permasalahan tersebut pada :

1. Penelitian hanya di lakukan pada BTS kairagi satu dengan ketinggian menara 42 meter pada sistem konstruksi tri angle.
2. Menganalisa sistem pentanahan pada menara telekomunikasi dengan ketinggian 42 meter yang terletak di kairagi satu, Manado

1.6 METODOLOGI PENULISAN TUGAS AKHIR

Metode penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur ; Yaitu pengumpulan data pendukung dengan mencari buku-buku, jurnal, majalah yang ada hubungannya dengan penulisan tugas akhir.
2. Survei Lapangan yaitu Metode yang dilakukan secara langsung untuk mendapatkan data-data lapangan dari tempat objek penelitian, di mana pengumpulan data di laksanakan dengan cara sebagai berikut :
 - a. Observasi, yaitu upaya yang di lakukan untuk mendapatkan data-data primer yang lebih akurat mengenai hal-hal yang menjadi objek penelitian.
 - b. Menanyakan secara langsung kepada orang yang terkait dalam pembangunan tower BTS.
3. Bimbingan yaitu metode ini di lakukan dengan melakukan bimbingan kepada pihak perusahaan yang terkait serta pembimbing yang di tetapkan oleh panita Tugas akhir Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memudahkan pemahaman terhadap tugas akhir ini maka penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, Alasan Pemilihan Judul, Tujuan Penulisan, Batasan Masalah, Metodologi Penulisan, Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi teori-teori penunjang dalam penulisan Tugas akhir ini seperti Sistem pentanahan, Pengertian peralatan pentanahan, Karakteristik Pentanahan, Peralatan Sistem Pentanahan, Pengaruh-pengaruh Pentanahan, Korosi Peralatan Pentanahan, Peralatan Pentanahan, Alat Ukur Resistansi Pentanahan, Pengaman Tower dari bahaya Petir, Kebutuhan Pengaman Akibat Petir, Prinsip Sambaran Petir, Daerah (Zone) Proteksi.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir yang meliputi Jenis Penelitian, Lokasi Penelitian, Jenis Parameter yang akan di teliti, Langkah-langkah yang diambil dalam penelitian, Metode yang digunakan dalam penelitian, Alur pikir yang digunakan agar terselesainya tugas akhir ini..

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai Perancangan Sistem Terminasi Udara menurut SNI 03 – 7015 – 2004, Pemilihan konduktor penyaluran, (Down Conductor), Perancangan Sistem Terminasi Bumi (Grounding Sistem), Layout Tower dengan 3 tiang penyangga dan BTS Outdoor, Layout menara 42 Meter , Perancangan Grounding, Kebutuhan Proteksi.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang Kesimpulan yang bisa di ambil pada pembahasan dan memberikan saran kepada Pengguna, Penulis dan yang melakukan penelitian lebih lanjut mengenai sistem pentanahan BTS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SISTEM PENTANAHAN

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

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 system 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.

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 PENGERTIAN PERALATAN PENTANAHAN

Peralatan pembumian (grounding) pada keadaan normal (tidak terjadi gangguan) tidak dilalui arus. apabila terjadi hubung singkat suatu penghantar dengan suatu peralatan, maka akan terjadi beda potensial (tegangan), yang dimaksud peralatan disini adalah bagian-bagian yang bersifat konduktif yang pada keadaan normal tidak bertegangan seperti bodi tower, rumah panel, pagar, dan kaki lampu. apabila seseorang berdiri ditanah dan memegang peralatan yang bertegangan, maka akan ada arus yang mengalir melalui tubuh orang tersebut yang dapat mengakibatkan tegangan kejut. Untuk menghindari hal ini maka peralatan tersebut perlu ditanahkan.

2.3 KARAKTERISTIK SISTEM PENTANAHAN YANG EFEKTIF

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif antara lain adalah:

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

2.3.1 Penggunaan Pentanahan dalam Aplikasi Proteksi

Penggunaan pentanahan dalam aplikasi proteksi (Pengaman) adalah :

- 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.

2.3.2 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:

- a. 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.
- b. 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.
- c. 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.
- d. 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

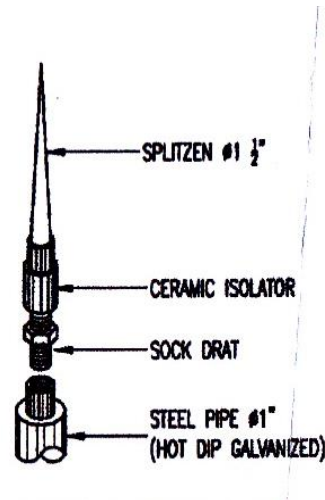
pentanahan dari titik-titik pentanahan tersebut di atas tidak melebihi 4 ohm. Secara teoretis, tahanan dari tanah atau bumi adalah nol karena luas penampang bumi tak terhingga. Tetapi kenyataannya tidak demikian, artinya tahanan pentanahan nilainya tidak nol. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya tahanan kontak antara alat pentanahan dengan tanah di mana alat tersebut dipasang (dalam tanah).

2.4 PERALATAN SISTEM PENTANAHAN (GROUNDING)

Secara umum peralatan penangkal petir terdiri dari tiga bagian utama, yaitu alat penerima (splitzen), konduktor (kawat penyalur), dan elektroda pentanahan atau grounding serta alat-alat pendukung lainnya untuk pemasangan sistem pentanahan atau grounding.

2.4.1 Alat penerima (splitzen)

Splitzen berupa batang tembaga yang ujungnya runcing. Dibuat runcing karena muatan listrik mempunyai sifat mudah berkumpul dan lepas pada ujung logam yang runcing. Dengan demikian dapat memperlancar proses tarik menarik dengan muatan listrik yang ada di awan. splitzen dipasang pada puncak tower BTS yang mempunyai total ketinggian 42 meter, dimana dua meter merupakan tinggi dari splitzen tersebut



Gambar 2.1 *Splitzen*

2.4.2 Konduktor (kawat penghantar)

Kabel konduktor biasanya terbuat dari jalinan kawat tembaga atau aluminium, dengan diameter antara 1 cm sampai dengan 2 cm. Fungsi dari kabel konduktor yaitu meneruskan muatan listrik dari splitzen ke elektroda pentanahan (copper rod).

2.4.3 Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dengan kedalaman yang bervariasi dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar diperoleh aliran arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah.

Menurut PUIL 2000 [3.18.11] , adalah elektroda yang ditanamkan ke dalam tanah yang membuat kontak langsung dengan tanah. Untuk bahan elektroda pentanahan biasanya digunakan bahan tembaga maupun baja yang bergalvanis atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain misalnya pada perusahaan kimia.

Elektroda juga dapat di artikan sebagai penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang di tanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi.

Jenis-jenis elektroda yang sering di gunakan dalam pentanahan adalah sebagai berikut :

a. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang di pancangkan ke dalam tanah secara dalam. Panjang elektroda yang di gunakan sesuai dengan pentanahan yang di perlukan. Setelah didapatkan nilai tahanan pentanahan dengan satu buah elektroda batang, dimana belum didapatkan nilai tahanan pentanahan dapat di perkecil dengan memperbanyak elektroda yang ditanamkan dan dihubungkan paralel. Elektroda batang seperti terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Elektroda Batang (*Copper Road*)

b. Elektroda berbentuk Plat

Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Pada pemasangannya elektroda ini dapat ditanam tegak lurus atau mendatar tergantung dari tujuan penggunaannya. Bila digunakan sebagai elektroda pembumian pengaman maka cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1

meter di bawah permukaan tanah di hitung dari sisi plat sebelah atas. Bila di gunakan sebagai elektroda penghantar yaitu mengatur kecuraman gradien tegangan guna menghindari tegangan langkah yang besar dan berbahaya, maka elektroda plat tersebut ditanam mendatar.

c. Elektroda Bentuk pita

Elektroda ini merupakan logam yang mempunyai penampang yang berbentuk pita atau dapat juga berbentuk bulat, pita yang dipilih atau juga dapat berbentuk kawat yang di pilin. Elektroda ini dapat di tanam secara dangkal dengan kedalaman antara 0.5 sampai 1 meter dari permukaan tanah, tergantung dari jenis dan kondisi tanah. Dalam pemasangannya elektroda pita ini dapat ditanam dalam bentuk memanjang, radial, melingkar atau kombinasi dari lingkaran dan radial.

d. Elektroda Lain

Bila persyaratan di penuhi jaringan air minum dari logam dan selubung logam kabel yang tidak di isolasi yang langsung di tanamkan ke dalam tanah. Besi tulang beton atau konstruksi baja bawah tanah lainnya boleh di pakai untuk elektroda.

Dalam melakukan pemasangan pentanahan resistansi pentanahan sangatlah penting, resistansi pentanahan meliputi :

- a. Resistansi pentanahan dari elektroda tanah tergantung pada jenis dan keadaan tanah atau nilai resistansi jenis.
- b. Resistansi pentanahan suatu elektroda harus dapat diatur. Untuk keperluan tersebut pengantar yang menghubungkan setiap elektroda tanah atau susunan elektroda tanah harus dipasang sambungan yang dapat di lepas untuk keperluan pengujian resistansi pentanahan, pada tempat yang mudah tercapai dan sedapat mungkin memanfaatkan sambungan yang karena susunan instalasi memang harus ada.
- c. Sambuangan penghantar tanah dengan elektroda tanah harus kuat secara mekanis dan menjamin hubungan listrik dengan baik, misalnya dengan

menggunakan las, klem atau baut kunci yang tidak mudah dilepas. Klem pada elektroda pipa harus menggunakan baut dengan diameter minimal 10 mm.

Jika keadaan tanah sangat korosif atau jika digunakan elektroda baja yang tidak digalvanisasi, di anjurkan untuk menggunakan luas penampang atau tebal sekurang-kurangnya 150 % dari ukuran diatas.

Logam ringan hanya bisa di tanam dalam satu jenis tanah jika lebih tahan korosi dari pada baja atau tembaga. Permukaan elektroda bumi harus berhubungan baik dengan tanah sekitarnya. Batu dan kerikil yang langsung mengenai elektroda bumi memperbesar resistansi pentanahan.

Elektroda batang di masukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan. Dengan resistansi pentanahan yang diperlukan. Resistansi pentanahannya sebagian besar tergantung pada ukuran penampangnya. Jika elektroda tersebut minimum harus dua kali panjangnya. Jika elektroda tersebut tidak bekerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektroda harus dua kali panjang efektifnya.

2.4.4 Bimetallic clamp

Bimetallic clamp (klem bimetal) terbentuk dari dua bagian, yaitu: tembaga dan aluminium. Bimetallic clamp diperlukan untuk penyambungan antara dua jenis penghantar yang berbeda, yaitu penghantar dari tembaga dan aluminium yang dapat memberikan transisi yang baik antara kedua penghantar tersebut.



Gambar 2.4 Bimetallic Clamp

2.4.5 Busbar

pada prinsipnya busbar adalah lempengan atau plat conductor yang berupa tembaga atau aluminium. secara fungsi dasar, busbar untuk digunakan menghantarkan listrik serta digunakan sebagai titik temu antara beberapa kawat penghantar. perbedaan yang paling mendasar antara busbar dengan kabel, yaitu pada kelenturannya.

2.4.6 Grounding pit

Grounding Pit atau Bak Kontrol Pentanahan berfungsi sebagai control untuk sambungan dari copper rod ke kabel grounding apabila suatu saat akan di lakukan pengecekan untuk mengetahui kondisi sambungan atau resistansi tanah.



Gambar 2.5 Grounding Pit

2.5 PENGARUH-PENGARUH PENTANAHAN

2.5.1 Pengaruh tahanan jenis tanah

Tahanan tanah merupakan kunci utama yang menentukan tahanan elektroda dan pada kedalaman berapa elektroda harus ditanam agar diperoleh tahanan yang rendah. Tahanan tanah bervariasi di berbagai tempat dan cenderung berubah menurut cuaca. Tahanan tanah ditentukan juga oleh kandungan elektrolit di dalamnya,

kandungan air, mineral-mineral dan garam-garam. Tanah yang kering biasanya mempunyai tahanan yang tinggi, namun demikian tanah yang basah juga dapat mempunyai tahanan yang tinggi apabila tidak mengandung garam-garam yang dapat larut.

Tahanan tanah berkaitan langsung dengan kandungan air dan suhu, dengan demikian dapat diasumsikan bahwa tahanan suatu sistem pentanahan akan berubah sesuai dengan perubahan iklim setiap tahunnya. Untuk memperoleh kestabilan resistansi pentanahan, elektroda pentanahan dipasang pada kedalaman optimal mencapai tingkat kandungan air yang tetap.

2.5.2 Pengaruh temperatur

Temperatur akan berpengaruh langsung terhadap resistivitas tanah dengan demikian akan berpengaruh juga terhadap performa tegangan permukaan tanah. Pada musim dingin struktur fisik tanah menjadi sangat keras, dan tanah membeku pada kedalaman tertentu.

2.5.3 Perubahan resistivitas tanah

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa resistivitas tanah sangat tergantung dengan material pendukung tanah, temperatur dan kelembaban. Daerah dengan struktur tanah berpasir, berbatu dan cenderung berstruktur tanah padas mempunyai resistivitas yang tinggi. Disinyalir kondisi tanah yang demikian diakibatkan kerusakan yang terjadi di permukaan tanah, berkurangnya tumbuhan-tumbuhan yang dapat mengikat air mengakibatkan kondisi tanah tandus dan berkurang kelembabannya.

2.6 KOROSI PERALATAN PENTANAHAN

Komponen sistem pentanahan dipasang di atas dan di bawah permukaan tanah, keduanya menghadapi karakteristik lingkungan yang berlainan. Bagian yang berada di atas permukaan tanah, asap dan partikel debu dari proses industri serta partikel terlarut yang terkandung dalam air hujan akan mengakibatkan korosi pada konduktor. Bagian di bawah tanah, kondisi tanah basah yang mengandung materi alamiah, bahan-bahan kimia yang terkontaminasi didalamnya juga dapat mengakibatkan korosi. Secara umum terdapat dua penyebab terjadinya korosi yaitu:

2.6.1 Korosi bimetal (*bimetallic corrosion*)

Penyambungan logam yang tidak sejenis dan terdapat cairan konduktiv listrik ringan adalah situasi yang sangat banyak terjadi di bawah tanah. Logam yang mempunyai sifat lebih rentan akan lebih cepat mengalami korosi.

Jika logam terletak pada tanah dengan kandungan elektrolit tinggi, logam dengan daya tahan lebih tinggi bersifat katodik sedangkan logam yang lebih rentan bersifat anodik. Logam yang bersifat anodik akan terkorosi. Metode untuk mencegah terjadinya korosi galvanis dengan menerapkan aturan daerah (*areas rule*). Area logam anodik (khususnya untuk baja) dibagi dengan area logam katodik (khusus untuk tembaga). Perbandingan antara anodik dan katodik menurun, resiko kecepatan korosi naik dengan tajam.

Masalah lain yang mungkin terjadi adalah sambungan antara logam yang berbeda seperti tembaga dan aluminium atau tembaga dengan baja dimana sambungannya tidak dilindungi dan mudah terpengaruh oleh kelembaban resiko terjadinya korosi sangat tinggi

2.6.2 Korosi kimia (*chemical corrosion*)

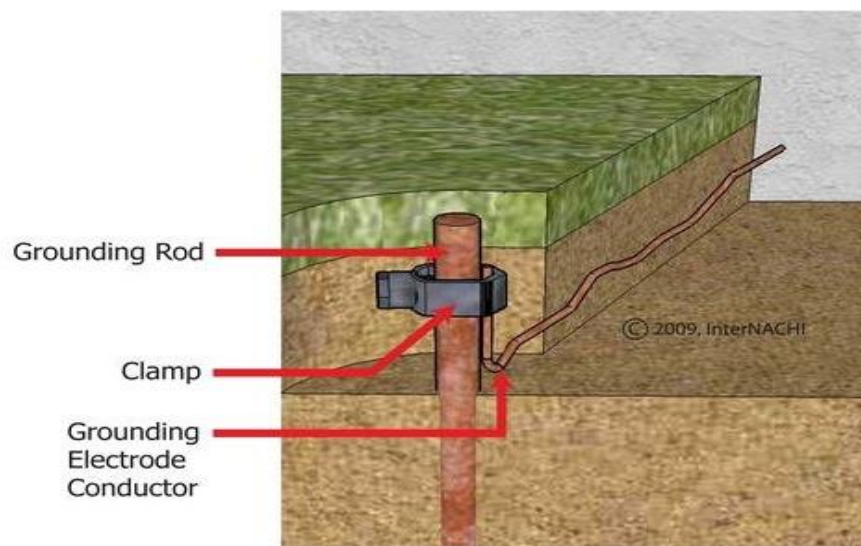
Berdasarkan skala pH, kondisi tanah dapat dibedakan menjadi kondisi asam, basa dan netral. Korosi kimia akan terjadi pada tanah asam ataupun basa. Kecepatan korosi akan dipengaruhi oleh daya tahan logam, jika logam bersifat rentan maka akan

lebih cepat terkorosi. Sebagai pedoman, material yang berada di sekeliling elektroda sebaiknya relatif netral.

2.7 PERALATAN PENTANAHAN

Bila sistem single grounding masih mendapatkan hasil kurang baik, maka perlu di tambahkan material logam arus pelepas ke dalam tanah yang jarak antara batang logam/material minimal

Meter dan dihubungkan dengan kabel BC/BCC. Penambahan batang logam/material dapat juga di tanam mendatar dengan kedalaman tertentu, bisa mengelilingi bangunan membentuk cincin atau cakar ayam. Kedua teknik ini bisa di terapkan secara bersamaan dengan acuan tahanan sebaran/resistansi kurang dari 5 Ohm setelah pengukuran dengan *Earth Tester Ground*



Gambar 2.6 Paralel Grounding

2.8 ALAT UKUR RESISTANSI PENTANAHAN

Alat ukur ini digunakan untuk mengetahui hasil dari resistansi atau tahanan grounding system pada sebuah instalasi penangkal petir yang telah terpasang. Alat ukur ini digital sehingga hasil yang di tunjukan memiliki tingkat akurasi cukup tinggi. Selain itu pihak Disnaker juga menggunakan alat ini untuk mengukur resistansi. Sehingga pengukuran oleh pihak kontraktor sama dengan hasil pengukuran pihak disnaker.



Gambar 2.7 Alat Ukur Resistansi/Earth Tester Ground

2.9 PENGAMAN TOWER DARI BAHAYA PETIR

Keadaan geografis yang dekat dengan katulistiwa menyebabkan indonesia termasuk sebagai wilayah yang memiliki hari guruh pertahun (Thunderstorm Days) tinggi dengan jumlah sambaran petir paling banyak sehingga memungkinkan banyak terjadi bahaya dan kecelakaan akibat sambaran petir. Sambaran petir dapat menyebabkan gangguan pada sistem tegnaga listrik, bangunan gedung bertingkat. Efek dari sambaran petir ini semakin besar sesuai dengan semakin tinggi dan luasnya

areal bangunan tersebut. Penyebab dari kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh sambaran petir terutama besarnya besarnya amplitudo dari arus petir yaitu berkisar 5 sampai 200 kA. Kerusakan-kerusakan pada bangunan dan peralatan tower dapat berupa kerusakan thermis, misalnya bagian yang tersambar terbakar, dan dapat juga berupa kerusakan mekanis berupa peralatan bts hancur dan bangunan retak atau runtuh.

Bila terjadi aktifitas pengumpulan atau pembentukan muatan pada awan, maka induksi muatan dengan polaritas yang berlawanan terjadi di permukaan bumi. Pada penangkal petir, ujungnya di buat runcing dengan tujuan agar saat terjadi penumpukan muatan di awan ujung runcing itulah yang pertama terinduksi. Dengan demikian diharapkan petir akan menyambar ujung batang penangkap petir terlebih dahulu karena sifat muatan listrik dari petir yang selalu mencari daerah konduktif dan yang kuat medan listriknya tinggi. Penangkap petir dihubungkan dengan konduktor pembumian yang akan meneruskan arus petir ke bumi dan kemudian di sebar oleh elektroda pembumian.

2.10 KEBUTUHAN PROTEKSI AKIBAT PETIR

Kebutuhan bangunan akan proteksi akibat petir ditentukan dengan cara klasifikasi area tempat posisi tower atau bangunan atau dengan perhitungan menggunakan parameter hari guruh diaman gedung tersebut berada dan koefisien-koefisien lain diperlukan tergantung dari standar yang dipilih atau digunakan.

Pada Tower proteksi petir harus dapat melindungi semua bagian dari suatu pembangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada didalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir. Didalam tulisan ini dibahas mengenai penentuan besar kebutuhan proteksi akibat petir dengan menggunakan standar peraturan umum instalasi penangkal Petir (PUIPP) dan standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004).

Instalasi-instalasi bangunan yang berdasarkan letak, bentuk , penggunaan dianggap mudah terkena sambaran petir dan perlu diberi penangkal petir adalah :

- a. Bangunan-bangunan tinggi, seperti menara-menara, gedung-gedung bertingkat, cerobong-cerobong pabrik.
- b. Bangunan-bangunan penyimpan bahan yang mudah terbakar atau meledak misalnya pabrik amunisi , gedung penyimpanan bahan peledak, gedung penyimpanan cairan atau gas yang mudah terbakar, dan lain-lain.
- c. Bangunan-bangunan untuk umum, misalnya gedung-gedung bertingkat, gedung pertunjukan, gedung sekolah, stasiun, dan lain-lain.
- d. Bangunan-bangunan yang berdasarkan fungsi khusus perlu di lindungi secara baik, misalnya museum, gedung arsip negara, dan lain-lain.

2.10.1 Standar PUIPP

Berdasarkan kebutuhan suatu bangunan akan suatu instalasi penangkal petir di tentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta bahaya yang di timbulkan bila bangunan tersebut tersambar petir. Besarnya kebutuhan tersebut dapat di tentukan secara empiris berdasarkan indeks-indeks yang menyatakan faktor-faktor tertentu seperti yang di tunjukkan pada lampiran 1 dan merupakan penjumlahan (R) dari indeks-indeks tersebut. Dan sehingga di dapat perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) adalah :

$$R = A + B + C + E \quad (2.1)$$

Dimana :

- A : Bahaya Berdasarkan jenis bangunan
- B : Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan
- C : Bahaya Berdasarkan Tinggi Bangunan
- D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan
- E : Bahaya berdasarkan hari guruh yang terjadi

Apabila menurut data-data yang ada dimasukkan ke dalam persamaan (2.1) diatas maka selanjutnya dapat diambil keputusan mengenai perlu tidaknya sistem proteksi petir eksternal digunakan. Jika nilai $R > 13$, maka bangunan tersebut dianjurkan menggunakan sistem proteksi petir. (Besar indeks dapat di lihat pada lampiran 1).

Jelas bahwa semakin besar nilai R , semakin besar pula bahaya serta kerusakan yang ditimbulkan oleh sambaran petir, berarti semakin besar pula kebutuhan-kebutuhan tersebut akan adanya suatu sistem perangkat petir.

2.10.2 Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004)

Berdasarkan standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004), pemilihan tingkat proteksi yang memadai untuk suatu sistem proteksi petir berdasarkan frekwensi sambaran petir langsung setempat (N_d) yang di perkirakan ke struktur yang di proteksi dan frekwensi sambaran petir ke tahunan setempat (N_c) yang di perbolehkan. Kerapatan kilat petir ketanah atau kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah tempat suatu struktur berada dinyatakan sebagai :

$$N_g = 0.04 \times T_d^{1.25} \quad /km^2 \quad /tahun \quad \dots\dots(2.2)$$

Dimana :

T_d : Jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari data isokraunic level di daerah tempat strustur yang akan di proteksi yang di keluarkan oleh badan meteorologi dan Geofisika (BMG).

Frekwensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung N_d ke bangunan dapat di hitung :

$$N_d = N_g \times A_c \times 10^{-6} / tahun \quad \dots\dots(2.3)$$

Dimana : A_c adalah area cakupan ekivalen dari bangunan (m^2) yaitu daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekwensi sambaran langsung tahunan

Adapun area cakupan ekivalen (A_c) tersebut dapat di hitung berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$A_c = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \quad \dots\dots(2.4)$$

Dimana :

A : Panjang dari bangunan tersebut (m)

B : Lebar dari bangunan tersebut (m)

H : Tinggi bangunan yang di proteksi (m)

Pengambilan pada bangeputusan perlu tidaknya memasang sistem proteksi petir pada pembangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c , Jika nilai $N_d \leq N_c$ tidak

perlu pemasangan proteksi petir, dan jika nilai $N_d > N_c$ dibutuhkan sistem proteksi petir dengan efisiensi sebagai berikut :

$$E = 1 - \frac{N_d}{N_c} \quad \dots(2.5)$$

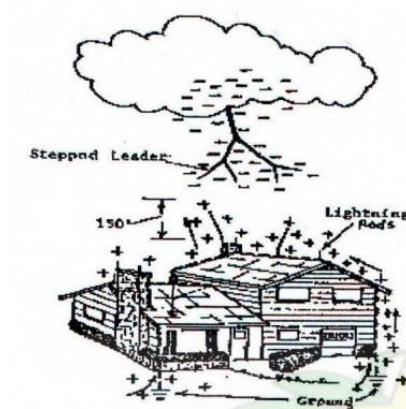
Aka setelah di hitung nilai E (Efisiensi Sistem Proteksi Petir) sesuai dengan persamaan 2.5 , setelah itu dapat di tentukan tingkat proteksinya sesuai dengan tingkat proteksi tabel 2.1.

Tabel 2.1 Efisiensi Sistem Proteksi Petir Berdasarkan SNI 03-7015-2004

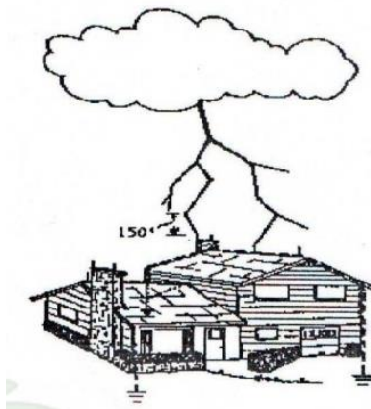
Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0,98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

2.11 PRINSIP PENGAMAN SAMBARAN PETIR DENGAN LIGHTNING CONDUCTOR

Prinsip utama proteksi terhadap sambaran petir dengan menggunakan lightning conductor adalah dengan mengalihkan sambaran petir ke lihgtning conductor sehingga tidak menyambar bangunan yang di proteksi. Ada dua fungsi utama lightning conductor pada posisi ini yaitu sebagai tameng dan sebagai pemberi jalan termudah untuk di sambar petir.



(a)



(b)

Gambar 2.8 Prinsip Proteksi terhadap sambaran petir dengan menggunakan Lightning conductor

Sebagaimana terlihat pada gambar 2.8.a ketika step leader turun mendekati bumi, maka pada saat itu pembentukan upward streamer dan lightning conductor lebih cepat dan lebih tinggi dari pada benda yang di proteksi. Hal ini terjadi karena posisi lightning conductor yang lebih tinggi dan lebih runcing sehingga muatan yang terkumpul juga kemungkinan lebih banyak dan lebih cepat. Pada tahap ini , lightning

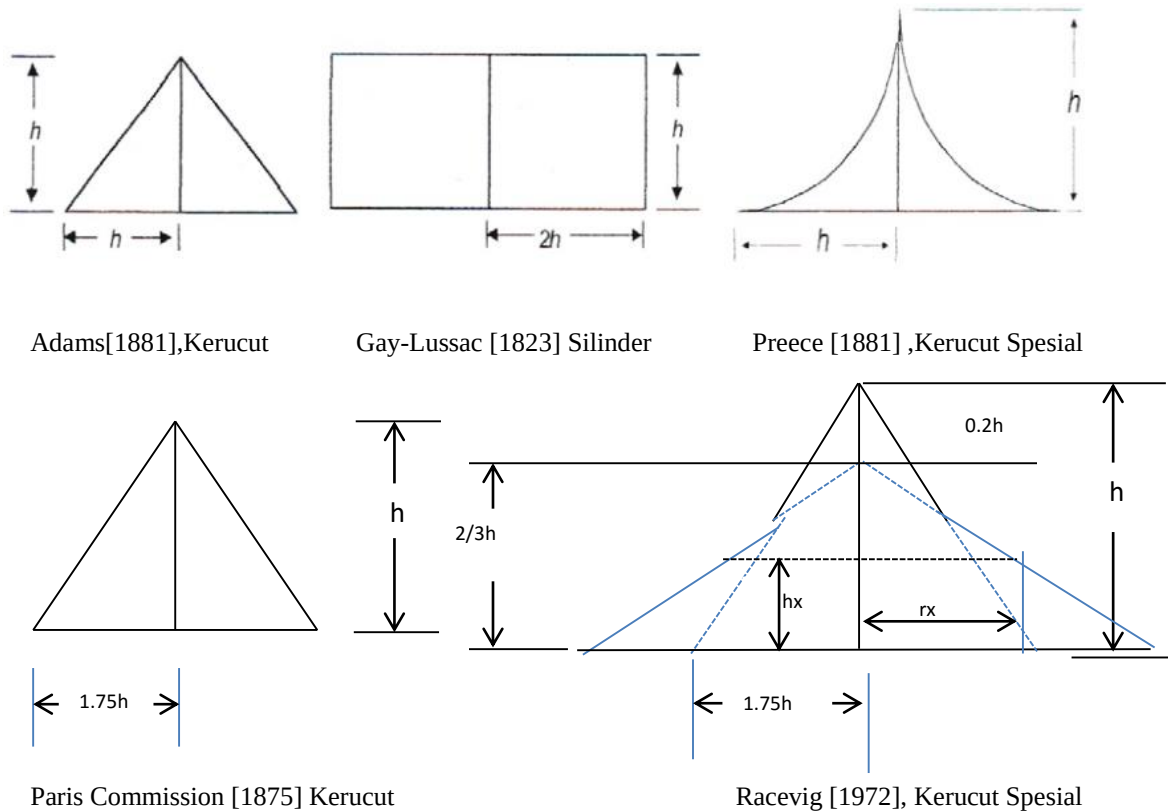
conductor bersifat “mengorbankan diri” sebagai jalan termudah bagi step leader untuk melepaskan muatan membentuk sambaran petir yang sempurna.

Pada gambar 2.8. b upward streamer dari lightning conductor lebih tinggi, maka kemungkinan untuk lebih dahulu tersentuh atau masuk ke zona jarak sambaran lebih besar, sehingga pertemuan antara upward streamer dari lightning conductor dengan step leader terjadi lebih dahulu dan sambaran petir yang terjadi menyambar lightning conductor . Pada tahap ini lightning conductor berfungsi sebagai tameng atau perisai yang mengambil alih sambaran petir. Kemudian muatan di lepaskan saat sambaran ini dialirkan kebumi melalui elektroda pentanahan sehingga tidak merusak obyek yang di lindungi sampai akhir sambaran berhenti.

2.12 ZONE PROTEKSI LIGHTING CONDUCTOR

Istilah zone proteksi digunakan untuk menyatakan lingkup proteksi lightning conductor, yaitu seberapa banyak suatu daerah yang dapat dicakup oleh lightning conductor sehingga pada daerah tersebut memiliki kemungkinan yang kecil untuk di sambar petir. Posisi lightning conductor yang vertikal membuat tampak atasnya hanya berupa suatu titik, sehingga bila, step leader mendekati lightning conductor dari arah manapun akan mengalami reaksi yang sama (tanpa kondisi khusus).

Hal ini menggambarkan secara umum bahwa perilaku lightning conductor dalam melindungi daerahnya cenderung untuk membentuk suatu lingkup volume dengan lightning conductor sebagai sumbu. Beberapa pendapat peneliti mengenai bentuk volume zone proteksi lightning conductor seperti terlihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.9 Beberapa tentang Zone proteksi Lightning Conductor

Bidang dasar zone proteksinya merupakan suatu lingkaran dengan lightning conductor sebagai titik pusat. Oleh sebab itu untuk menyatakan kemampuan proteksi lightning conductor digunakan sebutan ‘Radius Proteksi’ atau jari-jari proteksi, yaitu jarak terluar (terjauh) dari pusat lingkaran yang masih dapat di lindungi oleh lightning conductor. Sebagaimana terlihat pada gambar 2.9 gambaran zone proteksi razing cukup lengkap dan dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$r_x] = \frac{1.6}{1 + \frac{h_x}{h}} (h - h_x) \quad \dots(2.6)$$

Dimana : r_x = Radius Proteksi

h_x = Tinggi maksimum object yang di proteksi

h = Tinggi total penangkal petir

Dari persamaan (2.6), terlihat bahwa menurut Razeving radius proteksi berubah-ubah mengikuti perubahan tinggi benda yang di proteksi. Sementara untuk peneliti lain tidak ada keterangan yang menjelaskan lebih lanjut mengenai radius proteksi ini. Bahkan bebrapa peneliti yaitu Anderson[1879], lodge[1892], Walter [1937] memberikan kesimpulan bahwa tidak ada kekhususan atau hal khusus yang dapat menggambarkan secara lengkap mengenai zone proteksi lightning conductor.

2.13 ELEKTRODA PENTANAHAN

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang di tanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar di peroleh aliran arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut di salurkan ketanah.

Menurut PUIL 2000 [3.18.11], elektroda adalah penghantar yang ditanamkan ke dalam tanah yang membuat kontak langsung dengan tanah. Untuk bahan elektroda pentanahan biasanya digunakan bahan tembaga maupun baja yang bergalvanis atau di lapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain misalnya pada perusahaan kimia.

Elektroda juga dapat di artikan sebagai penghantar yang di tanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi tidak berisolasi yang di tanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi.

2.13.1 Jenis-jenis Elektroda

Jenis elektroda yang digunakan dalam sistem pentanahan adalah sebagai berikut :

a. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja atau batangan logam lainnya yang di pancangkan ke dalam tanah secara dalam. Panjang elektroda yang digunakan sesuai dengan pentanahan yang di perlukan.

Setelah di dapatkan nilai tahanan pentanahan dengan satu buah elektroda batang, dimana belum didapatkan nilai tahanan yang diinginkan maka tahanan pentanahan dapat diperkecil dengan memperbanyak elektroda yang di tanamkan dan di hubungkan paralel.

b. Elektroda plat

Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Pada pemasangannya elektroda ini dapat di tanam tegak lurus atau mendatar tergantung dari tujuan penggunaannya. Bila digunakan sebagai elektroda pembedaan pengaman maka cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter dibawah permukaan tanahyang di hitung dari sisi plat sebelah atas. Bila digunakan sebagai elektroda pengatur yaitu pengatur kecuraman gradien tegangan guna menghindari tegangan langkah yang besardan berbahaya, maka elektroda tersebut plat tersebut di tanam mendatar.

c. Elektroda bentuk Pita

Elektroda ini merupakan logam yang memiliki penampang yang berbentuk pita atau dapat juga berbentuk bulat, Pita yang dipilih atau dapat juga berbentuk kawat yang dipilin. Elektroda ini dapat di tanam secara dangkalpada kedalaman antara 0.5 m sampai dengan 1 meter dari permukaan tanah, tergantung dari jenis dan kondisi tanah. Dalam

pemasangannya elektroda pita ini dapat di tanam dalam bentuk memanjang, radial, melingkar atau kombinasi dari lingkaran dan paralel.

d. Elektroda lain

Bila persyaratan di penuhi jaringan air minum dari logam dan selubung logam kabel yang tidak diisolasi yang langsung ditanamkan ke dalam tanah. Besi tulang beton atau konstruksi baja bawah tanah lainnya boleh dipakai untuk elektroda.

2.3.2 Resistansi Pentanahan

Resistansi pentanahan yang di iijinkan dalam konstruksi gedung yang tinggi dan menara telekomunikasi adalah :

- a. Resistansi pentanahan dari elektroda tanah tergantung dari jenis tanah dan keadaan tanah.
- b. Resistansi pentanahan suatu elektroda harus dapat di ukur. Untuk keperluan tersebut penghantar yang menghubungkan setiap elektroda tanah atau susunan elektroda tanah harus di pasang sambungan yang dapat di lepas untuk keperluan pengujian resistansi pentanahan, pada tempat yang mudah dicapai dan sedapat mungkin memanfaatkan sambungan yang karena susunan instalasi memang harus ada.
- c. Sambungan penghantar tanah dengan elektroda tanah harus kuat secara mekanis dan menjamin hubungan listrik dengan baik misalnya dengan menggunakan las, klem atau baut kunci yang tidak mudah lepas. Klem pada elektroda pipa harus menggunakan baut dengan diameter minimal 10 mm.

Jika keadaan tanah sangat korosif atau jika di gunakan elektroda baja yang tidak di galvanisasi dianjurkan menggunakan luas penampang atau tebal sekurang-kurangnya 150 % dari ukuran diatas.

Logam ringan hanya bisa di tanam dalam satu jenis tanah jika lebih tahan korosi dibandingkan baja atau tembaga. Permukaan elektroda bumi harus berhubungan baik dengan tanah sekitarnya. Batu dan kerikil yang mengenai elektroda bumi memperbesar resistansi pentanahan. Elektroda batang di masukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya di sesuaikan dengan resistansi pentanahan yang di perlukan. Resistansi pentanahannya sebgaiian besar tergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampannya. Jika beberapa elektroda diperlukan untuk memperoleh resistansi pentanahan yang rendah, jarak antara elektroda tersebut tidak bekerja efektif pada seluruh panjangnya, maka jarak minimum antara elektroda harus dua kali panjang efektifnya.