

BAB II

SISTEM PEMBUMIAN GRID DI GARDU INDUK

2. 1. UMUM

Gardu induk merupakan bagian yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Oleh karena itu sistem pembumian di gardu induk haruslah baik. Tujuan sistem pembumian di gardu induk sendiri adalah memberikan sarana untuk mengalirkan arus listrik ke bumi, baik pada keadaan normal maupun pada saat terjadi gangguan fasa ke tanah dan menjaga agar orang yang berada disekitar tidak mengalami kejut listrik. Biasanya sekarang digunakan sistem pembumian grid. Tahanan pembumian grid harus dibuat sebagus mungkin agar semua arus gangguan dapat ditanahkan. Pembumian dilakukan dengan cara menghubungkan bagian-bagian instalasi tersebut dengan titik-titik pembumian dalam gardu induk. Titik-titik pembumian ini dapat berupa batang besi, pelat tembaga, atau anyaman tembaga yang ditanam dalam tanah. Dengan melakukan pembumian pada bagian-bagian instalasi tersebut, maka bagian-bagian instalasi ini nilai potensialnya akan sama dengan potensial bumi, yaitu nilainya mendekati 0 (nol). Dengan demikian apabila disentuh manusia tidak berbahaya.

Ada 4 bagian yang harus dibumikan dalam instalasi listrik, yaitu :

1. Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam yang dalam keadaan normal tidak bertegangan dan dengan mudah bisa disentuh oleh

manusia. Hal ini perlu agar potensial dari logam yang mudah disentuh manusia selalu sama dengan potensial tanah tempat manusia berpijak sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.

2. 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.
3. Kawat petir yang ada pada bagian atas saluran transmisi. Kawat petir ini juga berfungsi sebagai penangkap petir. Karena letaknya yang ada disepanjang saluran transmisi, maka semua kaki tiang transmisi harus ditanahkan agar petir yang menyambar kawat petir dapat disalurkan ke tanah dengan lancar melalui kaki tiang transmisi.
4. Titik netral dari transformator. Hal ini diperlukan dalam kaitan dengan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung singkat ke tanah.

2.2. TUJUAN PEMBUMIAN

Pada prinsipnya suatu tujuan utama dalam memasang sistem pembumian adalah:

- Memberikan sarana untuk mengalirkan arus listrik ke bumi, baik pada keadaan normal maupun pada saat terjadi gangguan tanpa melebihi

batas-batas operasi dari peralatan atau yang dapat merugikan kontinuitas pelayanan.

- Menjamin agar orang yang berada disekitar instalasi listrik yang dibumikan tidak mengalami kejut listrik yang membahayakan pada saat terjadi gangguan.
- Untuk pembumian Lightning Arester dan kawat tanah.
- Penghematan isolasi pada transformator dengan hubungan bintang yang titik netralnya dibumikan

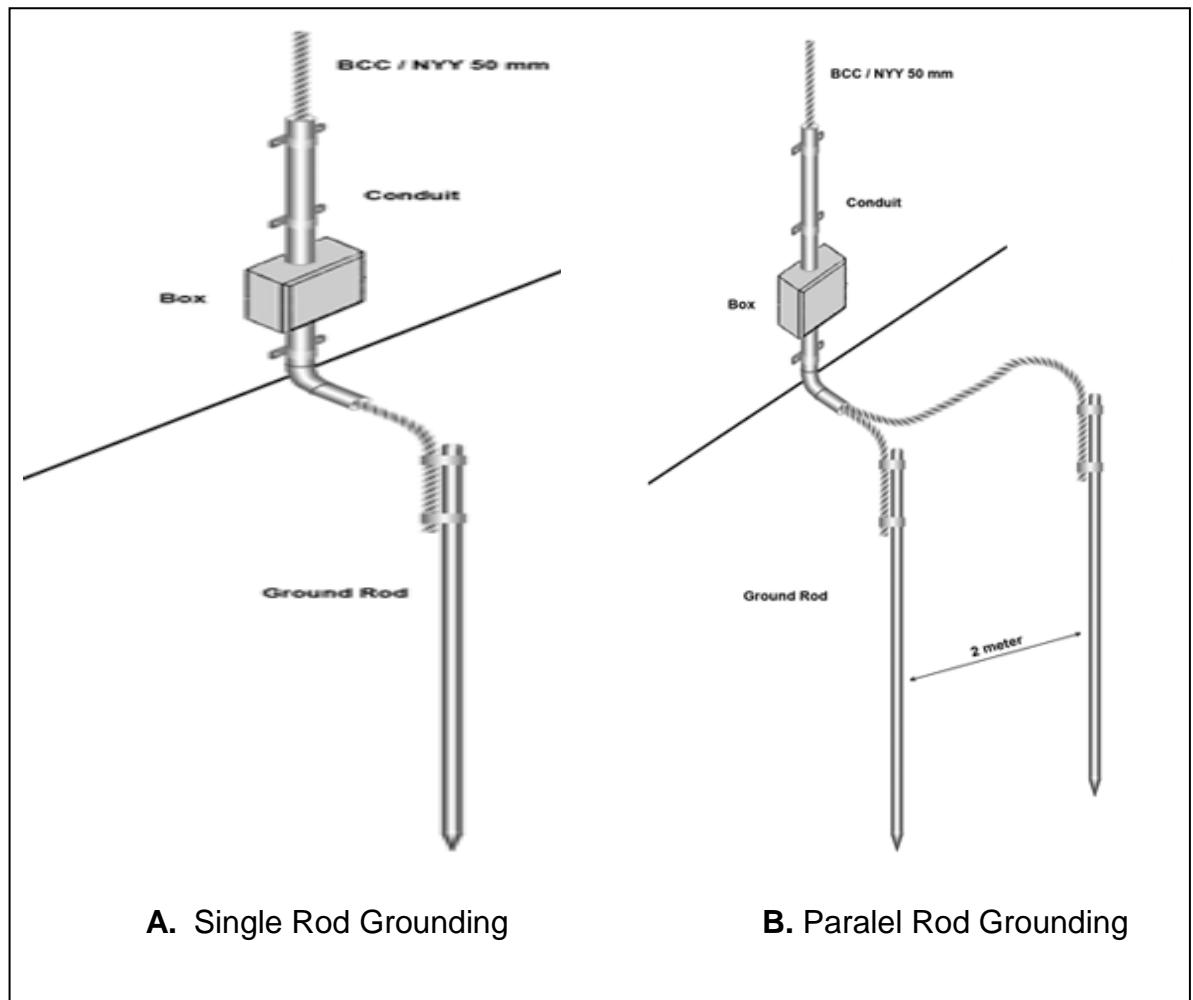
2. 3. MACAM – MACAM SISTEM PEMBUMIAN DI GARDU INDUK

Sistem pembumian yang digunakan pada gardu induk ada beberapa macam jenis pembumian, yaitu :

1. Sistem pembumian rod
2. Sistem pembumian grid
3. Sistem pembumian kombinasi batang elektroda dan grid

2.3.1. Sistem Pembumian Batang Elektroda (Grounding Rod)

Pada mulanya sistem pembumian menggunakan batang – batang elektroda pembumian yang ditanam secara tegak lurus didalam tanah, jika nilai tahanan pembumian masih terlalu tinggi maka perlu tambahan elektroda pembumian untuk menurunkan nilai tahanannya. Cara yang dilakukan adalah dengan menambah batang-batang elektroda yang ditanam tegak lurus dalam tanah, hal ini disebut dengan metode pembumian batang (grounding rod).



Gambar 2.1. Contoh pembumian Rod

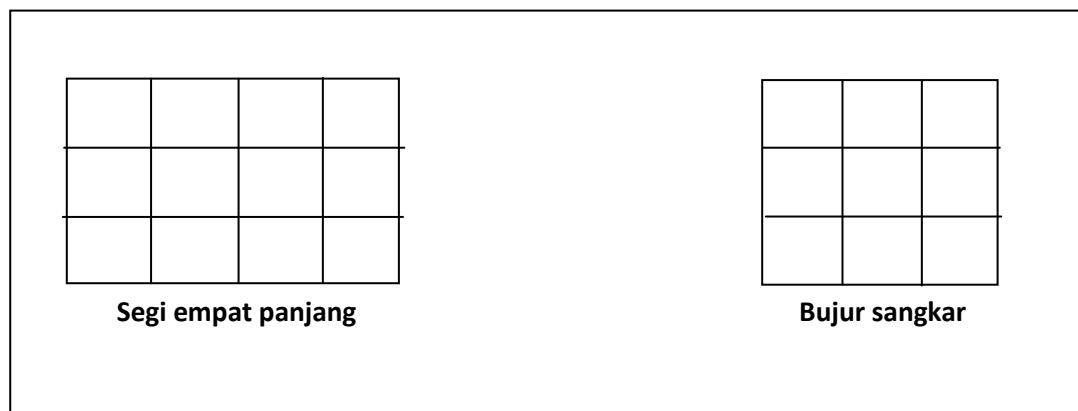
2.3.2. Sistem Pembumian Anyaman (Grounding Grid)

Sistem pembumian ini merupakan salah satu sistem pembumian yang banyak digunakan di gardu induk karena mempunyai beberapa keuntungan dibanding sistem pembumian lainnya seperti :

1. Jika terjadi gangguan fasa ke tanah, maka tegangan yang timbul dipermukaan tanah akan merata.
2. Tahanan pembumian yang lebih kecil

Sistem pembumian ini dilakukan dengan menanam batang-batang elektroda pembumian secara paralel dengan permukaan tanah dan sejajar dengan permukaan tanah dan elektroda tersebut dihubungkan dengan yang lainnya. Makin banyak konduktor yang digunakan dalam sistem ini, tegangan yang timbul di permukaan tanah akan semakin terdistribusi secara merata pada saat terjadi gangguan. Sistem pembumian grid terbagi 2, yaitu :

1. Grounding grid berbentuk segi empat panjang
2. Grounding grid berbentuk bujur sangkar



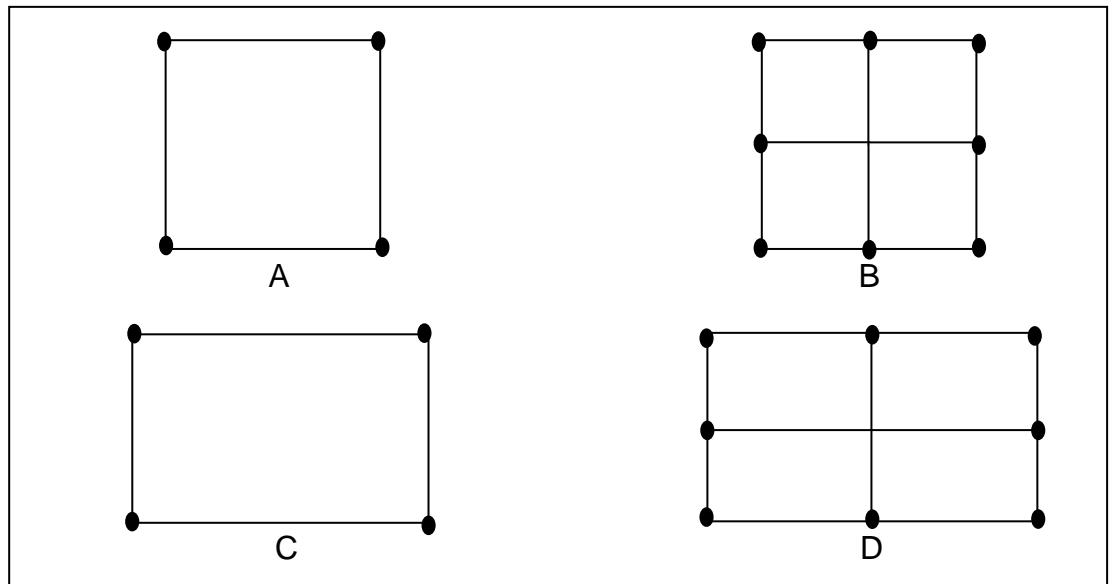
Gambar 2.2. Grounding grid bentuk segi empat panjang dan bujur sangkar

2.3.4 Sistem Pembumian Kombinasi Rod dan Grid

Kombinasi dari sistem pembumian semacam ini adalah pengembangan dari sistem grid, yaitu kombinasi pembumian grid (*grounding grid*) yang ditanam secara horizontal dan digabung dengan elektroda batang (*rod*) yang di tanam secara vertical pada kedalaman tertentu di dalam tanah.

Dapat diklasifikasikan menjadi dua macam, diantaranya adalah :

1. Kombinasi dengan batang elektroda (*rod*) dipasang disekeliling *grounding grid*.



Gambar 2.3. Grounding grid bentuk bujur sangkar dan segi empat panjang dengan batang elektroda yang dipasang disekelilingnya.

Keterangan gambar 2.3 :

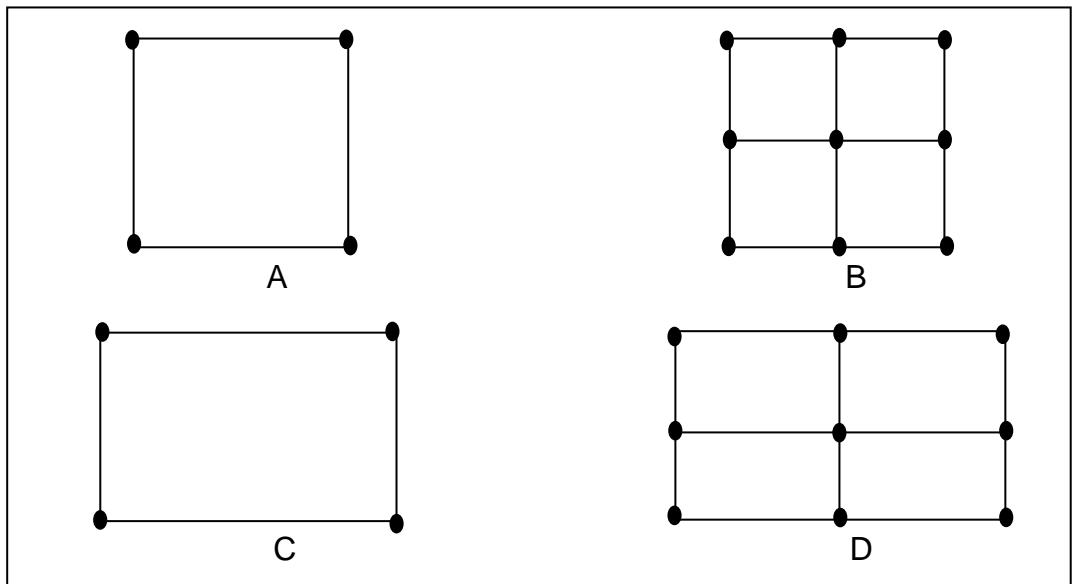
A = grounding grid bentuk bujur sangkar dengan jumlah 1 mesh dan 4 Buah batang elektroda disekelilingnya.

B = grounding grid bentuk bujur sangkar dengan jumlah 4 mesh dan 8 buah batang elektroda disekelilingnya.

C = grounding grid bentuk segi empat panjang dengan jumlah 1 mesh dan 4 Buah batang elektroda disekelilingnya.

D = grounding grid bentuk segi empat panjang dengan jumlah 4 mesh dan 8 Buah batang elektroda disekelilingnya.

2. Kombinasi dengan batang elektroda (*rod*) dipasang disekeliling dan diagonal pada *grounding grid*.



Gambar 2.4. Grounding grid bentuk bujur sangkar dan segi empat panjang dengan batang elektroda yang dipasang disekeliling dan diagonalnya.

Keterangan gambar 2.4 :

A = grounding grid bentuk bujur sangkar dengan jumlah 1 mesh dan 4 Buah batang elektroda disekelilingnya.

B = grounding grid bentuk bujur sangkar dengan jumlah 4 mesh dan 9 Buah batang elektroda disekeliling dan diagonalnya.

C = grounding grid bentuk segi empat panjang dengan jumlah 1 mesh dan 4 Buah batang elektroda disekelilingnya.

D = grounding grid bentuk segi empat panjang dengan jumlah 4 mesh dan 9 Buah batang elektroda disekeliling dan diagonalnya..

Sistem seperti inilah yang disebut elektroda grid. Dan sistem pembumian seperti inilah yang sering digunakan pada pembangunan gardu induk. Sistem elektroda grid berbentuk segi empat panjang dan bujur sangkar.

2.4. TAHANAN JENIS TANAH

Tahanan jenis tanah (ohm-meter) merupakan nilai resistansi dari bumi yang menggambarkan nilai konduktivitas listrik bumi dan didefinisikan sebagai tahanan, dalam ohm, antara permukaan yang berlawanan dari suatu kubus satu meter kubik. Tahanan jenis tanah mempunyai nilai yang bervariasi untuk setiap daerah. namun demikian harga ini biasanya dinyatakan dalam ohm-m, yaitu suatu pernyataan yang merepresentasikan besarnya tahanan di antara dua permukaan tanah yang berlawanan dengan volume tanah adalah 1 (satu) m³.

Tahanan jenis tanah akan menentukan besarnya tahanan kontak kaki, dan untuk mendapatkan tahanan jenis tanah rata-rata. Guna keperluan perencanaan maka diperlukan penyelidikan atau pengukuran dalam jangka waktu tertentu. Faktor keseimbangan antara tahanan pembumian dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan (ρ). Harga tahanan jenis tanah dalam kedalaman tertentu tergantung pada beberapa faktor yaitu :

1. Jenis tanah : liat, berpasir, berbatu dan lain-lain
2. Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan / uniform.

3. Komposisi kimia dari larutan garam dalam kandungan air
4. Kelembaban tanah
5. Temperatur
6. Kepadatan tanah

Secara grafis pengaruh kandungan garam, kelembaban tanah dan temperatur terhadap tahanan jenis tanah dapat dibagi kedalam jenis tanah, seperti berpasir, berbatu, tanah liat dan lain-lain mempengaruhi besar tahanan jenis. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) tahanan jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah ($\Omega\text{-m}$)
Tanah Rawa	30
Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan Kerikil kering	1000
Tanah Berbatu	3000

Tabel 2.1 Tahanan Jenis Tanah

2. 5. KARAKTERISTIK TANAH

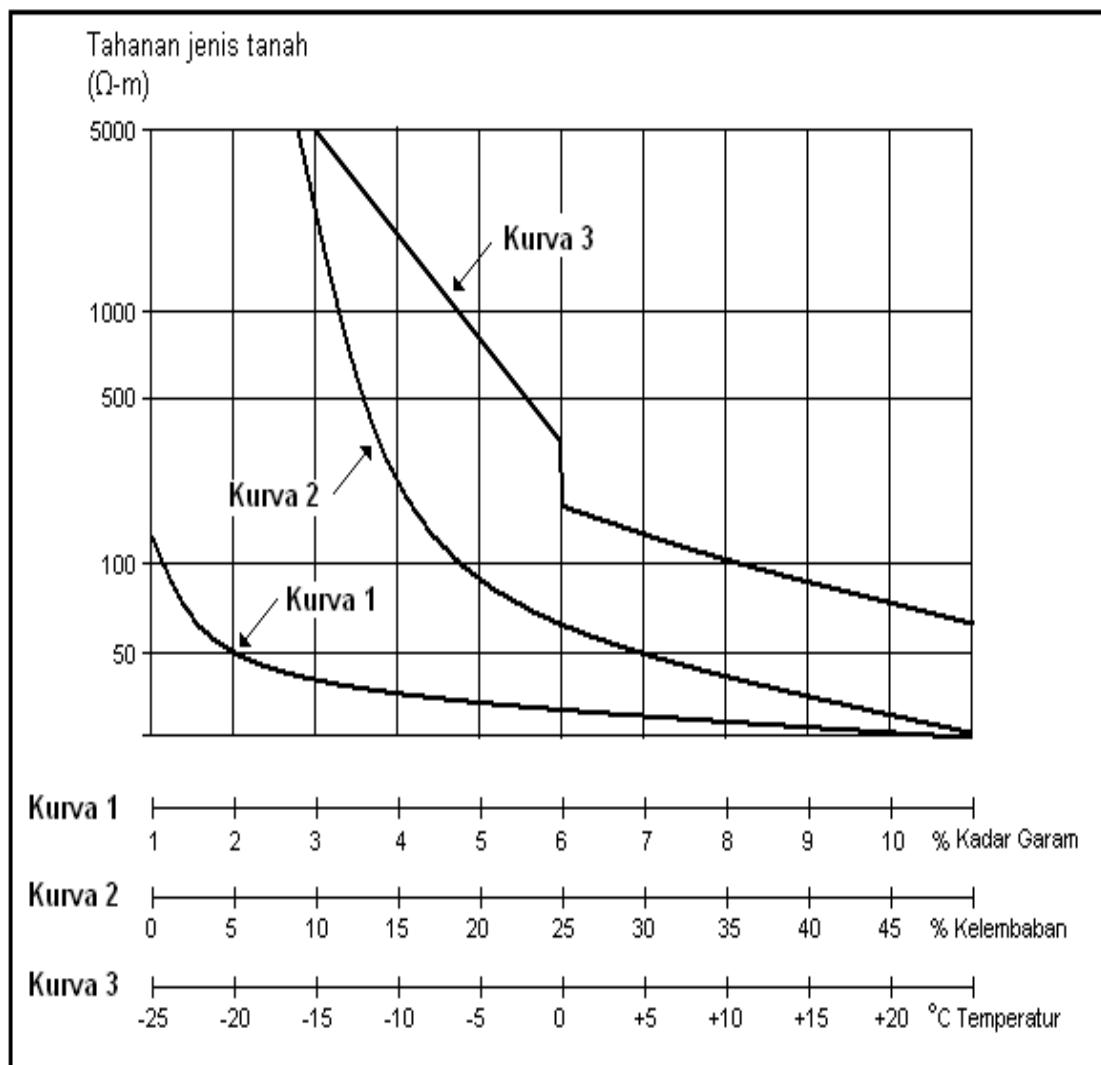
Karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang harus diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan sistem pembumian yang akan digunakan. Nilai tahanan jenis bermacam – macam,

tergantung pada komposisi tanahnya. Untuk mendapatkan nilai tanahan jenis tanah yang diinginkan diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi. Pada suatu lokasi tertentu sering dijumpai beberapa jenis tanah yang mempunyai tahanan jenis tanah yang berbeda – beda.

Faktor – faktor yang mempengaruhi nilai tahanan jenis tanah pada lapisan permukaan tanah diantaranya adalah :

- a. Kadar asam, semakin tinggi kadar asamnya, maka tahanan jenisnya semakin rendah.
- b. Kelembaban tanah, semakin lembab tanahnya berarti kadar airnya makin tinggi, maka tahanan jenisnya semakin rendah.
- c. Temperatur tanah, jika temperatur dibawah titik nol maka akan menyebabkan ion – ionnya sulit bergerak, dan ini menyebabkan konduktivitasnya menurun serta tahanan jenisnya tinggi.
- d. Kadar garam, semakin tinggi kadar garamnya maka tahanan jenisnya semakin rendah.
- e. Kepadatan tanah, jika kepadatan lapisan tanah pada permukaan bumi tinggi, maka kemampuan untuk meresap air berkurang, sehingga tahanan jenisnya tinggi.
- f. Butiran tanah, semakin kecil butirannya akan menyebabkan tahanan jenisnya menurun.
- g. Cuaca, pada waktu musim hujan tahanan jenisnya lebih rendah dibandingkan pada musim kemarau.

- h. Jenis tanah, komposisi unsur – unsur dari berbagai jenis tanah berbeda antara satu dengan yang lain, sehingga mempengaruhi tahanan jenis tanahnya.



Gambar 2.5. Kurva Pengaruh dari Kelembaban, Temperatur, dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Jenis Tanah