

Sistem Pentanahan Pada Transformator Distribusi 20 kV di PT.PLN (Persero) Area Lhokseumawe Rayon Lhoksukon

Muhammad Kamal Hamid, Said Abubakar
Staf Pengajar Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh Utara

Abstrak—Tujuan utama pentanahan adalah menciptakan jalur yang *low-impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*. Sistem pentanahan yang efektif akan meminimalkan efek tersebut. Sistem pentanahan memegang peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi. Sistem pentanahan digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Menurut fungsinya pentanahan dibedakan menjadi 2, yaitu pentanahan titik netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Pentanahan netral sistem tenaga berfungsi sebagai pengaman sistem atau jaringan, sedangkan pada pentanahan peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh. Pengukuran jenis elektroda pentanahan pada transformator distribusi 20 kV Rayon Lhoksukon PT.PLN (Persero) Area Lhokseumawe Rayon Lhoksukon menggunakan 4 elektroda batang dengan nilai tahanan pentanahan sebesar 2 Ohm.

Kata Kunci: Transformator, elektroda, earth tester.

I. PENDAHULUAN

Penyaluran kebutuhan tenaga listrik tersebut dari produsen listrik ke konsumen diperlukan suatu jaringan dan gardu distribusi. Pada saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah.

Sambungan ke tanah diperlukan untuk melindungi peralatan-peralatan komunikasi dan personal terhadap bahaya petir atau kesalahan pada power sistem dan juga dapat berfungsi sebagai servis pada suatu sistem. Untuk merencanakan suatu sistem pentanahan ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, antara lain Tahanan Jenis Tanah, Struktur tanah, keadaan lingkungan, biaya, ukuran dan bentuk sistemnya.

Pentanahan peralatan adalah penghubungan bagian bagian peralatan listrik yang pada keadaan normal tidak dialiri arus. Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan antara bagian bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan.

Sistem pentanahan ini berguna untuk memperoleh potensial yang merata dalam suatu bagian struktur dan peralatan serta untuk memperoleh impedansi yang rendah sebagai jalan balik arus hubung singkat ke tanah. Bila arus hubung singkat ke tanah dipaksakan mengalir melalui tanah dengan tahanan yang tinggi akan menimbulkan perbedaan tegangan yang besar dan berbahaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pertanahan Pada Tranformator Distribusi 20 kV

Pada sistem tenaga yang semakin besar dengan panjang saluran dan besarnya tegangan, akan menimbulkan arus gangguan yang semakin besar. Dengan demikian apabila terjadi gangguan tanah akan semakin besar dan busur listrik tidak dapat padam dengan sendirinya ditambah gejala-gejala busur tanah semakin menonjol. Gejala busur tanah adalah suatu proses terjadinya pemutusan (*clearing*) dan pukulan balik (*restriking*) dari busur listrik secara berulang-ulang. Hal ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan transient yang lebih tinggi dan dapat merusak peralatan juga akan membahayakan pekerja atau masyarakat di sekitarnya karena akan timbul tegangan sentuh. Oleh karena itu, pada sistem tenaga besar (pada sistem Y) titik netral sistem ditanahkan (*digrounding*) melalui tahanan atau *resistance*.

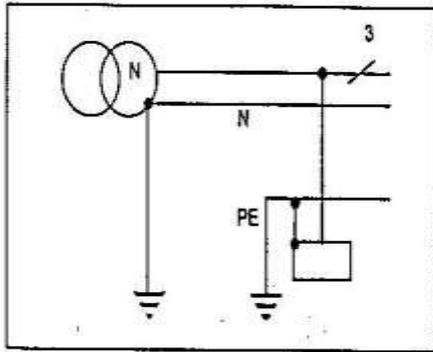
B. Sistem TT atau sistem Pembumian Pengaman (Sistem PP)

Huruf pertama menyatakan pembumian sistemnya (titik netral tranformator). Huruf kedua menyatakan bagaimana badan peralatan dihubungkan ke oleh penghantar pengaman. Sistem TT berarti, titik netral tranformator (sistem) ditanahkan (huruf T pertama). Dan badan peralatan dihubungkan ke tanah (huruf T kedua).

Pada sistem TT di pelanggan kawat netral dan *grounding* tidak tersambung, sedangkan kawat *grounding* digunakan untuk pengaman dan disambung langsung pada box alat pengukur dan pembatas. Sistem ini masih digunakan oleh perusahaan PLN dan banyak ditemui pada konsumen listrik.

Sistem TT dilakukan dengan cara yaitu:

- a. Membumikan titik netral sistem listrik di sumbernya,
- b. Membumikan BKT perlengkapan dan BKT instalasi listrik, sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT tersebut karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi.



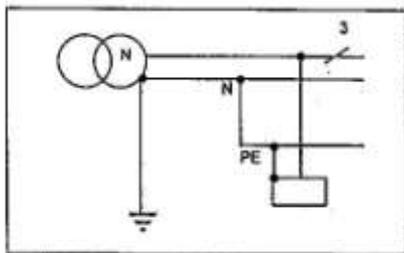
Gambar 1. Sistem TT

C. Sistem TN

Titik netral sistem dikentanahkan (huruf T pertama), serta badan peralatan / instalasi dihubungkan ke penghantar netral (huruf kedua N). Menurut PUIL penghantar netral yang berfungsi juga sebagai penghantar pengaman disebut penghantar nol (IEC menyebutnya sebagai PEN = Protective Earth Neutral konduktor).

Sistem tenaga listrik TN mempunyai satu titik yang dibumikan langsung, BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh penghantar proteksi. Ada tiga jenis sistem TN sesuai dengan susunan penghantar netral dan penghantar proteksi yaitu sebagai berikut :

- a. Sistem TN-S : Di mana digunakan penghantar proteksi terpisah di seluruh sistem,
- b. Sistem TN-C-S : Di mana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di sebagian sistem,
- c. Sistem TN-C : Di mana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal di seluruh sistem.



Gambar 2. Sistem TN

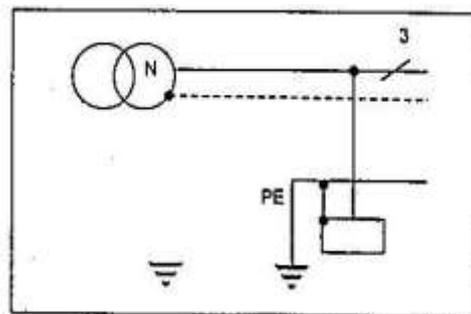
D. Sistem IT

Titik netral terisolasi/tidak dibumikan (huruf pertama I), sedangkan badan peralatan dibumikan. Dalam PUIL 1987 sistem IT ini dikenal dengan

nama sistem penghantar pengaman (HP). Titik netral tranformator atau sumber tidak di bumikan atau dibumikan melalui tahanan tinggi (lebih dari 1000 Ω), sedangkan bagian konduktif terbuka peralatan termasuk juga instalasi dan bangunan saling dihubungkan dan di bumikan. Karena netralnya tidak dibumikan maka arus gangguan kebumi yang terjadi sangat kecil, yaitu hanya terdiri dari arus kapasitansi dan arus bocor isolasi serta arus detector tegangan (bila digunakan).

Persyaratan pembumian ringan yaitu hanya maksimum 50Ω dan tegangannya juga kecil. Karena arus gangguan kecil, pengaman arus lebih tidak akan bekerja karena kecilnya tegangan sentuh, sistem dimung-kinkan operasi terus dalam gangguan satu fasa ke bumi/badan peralatan. Pada waktu terjadi gangguan ke tanah, tegangan antara fasa yang baik dengan tanah akan naik, untuk mengetahui adanya kenaikan tegangan ini dapat dipasang detector (alat ukur tegangan) pada setiap fasa dengan tanah. Bila tegangan ini tidak dapat diperbaiki, kemudian terjadi kegagalan isolasi kedua ditempat yang lain maka akan terjadi gangguan hubung singkat yang besar dan alat pengaman akan bekerja. Sistem HP ini hanya dipakai pada instalasi terbatas, missalnya missalnya dalam pabrik dengan pembangkit sendiri atau tranformator sendiri dengan kumparan terpisah, atau sumber listrik daruat yang dapat dipindah-pindah untuk melayani beban yang dapat dipindah-pindah.

Sistem tenaga listrik IT mempunyai semua bagian aktif yang diisolasi dari bumi, atau satu titik dihubungkan ke bumi melalui suatu impedans. BKT instalasi listrik dibumikan secara independen atau secara kolektif atau ke pembumian sistem.



Gambar 3. Sistem IT

E. Pemilihan Metode Pengetanahan

Pemilihan metode pengetanahan tergantung dari : segi praktis, menjaga kontunitas sistem, memperkecil gangguan yang lebih besar, dan kompromi keseimbangan antara arus dan tegangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan metode pengetanahan. harus diperhatikan dalam pemilihan metode pengetanahan dari suatu sistem tenaga, ialah :

- a. Selektivitas dan sensitivitas dari rele gangguan tanah.

- b. Pembatasan besar arus gangguan tanah.
- c. Tingkat pengamanan terhadap tegangan surja dengan arester.
- d. Pembatasan tegangan lebih transien.

F. Metode Pengetanahan Sistem Distribusi

Pada sistem Tegangan Menengah sampai dengan 20 kV harus selalu diketanahkan karenamenjaga kemungkinan kegagalan sangat besar olehtegangan lebih transient tinggi yang disebabkan olehbusur tanah (arching ground atau restriking ground faults). Untuk itu pengetanahan yang sesuai dengan kreteria adalah :

1. Tahanan Rendah, terutama untuk sistemyang dipakaimensuplai mesin-mesin berputar, khususnya pemakaian dalam industri.
2. Tahanan Tinggi, dengan tahanan tinggi kerusakan karena arus sangat berkurang.

Pengetanahan ini dipilih dengan tujuan :

- a. Mencegah pemutusan yang tidak direncanakan
- b. Apabila sistem sebelumnya dioperasikan tanpa pengetanahan dan tidak ada rele tanah yang dipasang.
- c. Apabila pembatasan kerusakan karena arus dan tegangan lebih

Pengetanahan Langsung, mempunyai biaya paling rendah dari semua metode Pengetanahan, untuk sistem distribusi saluran udara (SUTM) dan sistem yang disuplai dengan trafo dengan pengamanan lebur pada sisi primer perlu memberikan arus gangguan yang cukup untuk melebur pengamanan leburnya. Dalam standart SPLN no. 2 tahun 1978 ditetapkan pengetanahan Jaringan Tegangan Menengah adalah pengetanahan netral sistem 20 kV beserta pengamannya dengan tahanan.

G. Komponen Utama Sistem Pentanahan

Dalam sistem pentanahan komponen komponen utama yang diperlukan antara lain elektroda pentanahan dan hantaran pentanahan berperan sangat besar Elektroda Pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan sebagai kontak langsung dengan tanah yang diusahakan sampai mencapai titik air tanah. Bahan elektroda pentanahan ialah tembaga atau baja profil digalvanisir atau pipa galvanis, sedangkan ukuran dan jenis elektroda pentanahan bermacam-macam tergantung dari lokasi dan metode pentanahannya. Jenis elektroda pentanahan antara lain :

- a. Elektroda Batang / pasak yaitu elektroda dari batang logam tembaga Cu (Copper Rod /Ground Rod) berdiamater minimum 5/8", atau batang logam baja profil / pipa galvanis berdiameter 1,5" yang dipancangkan tegak dalam tanah sedalam 2,75 meter.
- b. Elektroda pita (strip plat) yang dibentuk lingkaran ditanam minimum 0,5 – 1m dari permukaan tanah.

- c. Elektroda plat ditanam minimum 50 cm dari permukaan tanah.

Elektroda jembatan (mesh/grounding bridge) dibuat dari strip plat yang dirangkai 89 menyerupai jembatan biasanya dipasang dibawah tower transmisi (Elektroda Jembatan Hantaran pentanahan yaitu hantaran sebagai penyalur arus, harus jenis penghantar yang baik, kuat secara mekanis dan dilindungi untuk menjaga kemungkinan gangguan mekanis yang dapat menyebabkan turunnya daya hantar ataupun terputus. Satu hal yang sangat perlu diperhatikan dalam pemasangan sistem pentanahan adalah cara penyambungan/kontak sambung.

Penyambungan harus baik dan benar sehingga memenuhi persyaratan mekanis maupun daya hantar listriknya, sambungan harus dapat dibuka dalam rangka pengujian besarnya tahanan pentanahan dan pemeliharaan.

III. PEMBAHASAN DAN ANALISA

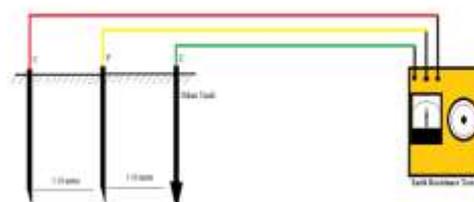
A. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan bertujuan untuk menentukan tahanan antara besi atau plat tembaga yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir dan hubung singkat. Dengan demikian pelat tersebut harus ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah sekitar yang sekecil-kecilnya. Untuk mengukur tahanan pentanahan digunakan alat ukur tahanan pentanahan (*Earth Resistance Tester*), seperti diperlihatkan pada gambar 4.1

B. Metode pengukuran

Metode pengukuran menggunakan alat Earth tester dengan dua buah elektroda bantu. Adapun metodenya adalah meng- hubungkan terminal E (warna hijau) ke elektroda utama, dengan menghubungkan terminal P (warna kuning) ke elektroda pembantu yang pertama dan terminal C (warna merah) ke elektroda bantu yang ke dua.

Rangkaian pengukuran tahanan pentanahan:



Gambar 4. Rangkaian pengukuran tahanan pentanahan

C. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam melakukan pengukuran ini untuk mendapat-kan hasil yang diinginkan diantaranya adalah;

1. Mengger tanah (earth resistance tester),
2. Grounding pembantu,
3. Kabel penghubung secukupnya.

D. Hasil Pengukuran Resistansi Tanah

Tabel 1. Hasil Pengukuran Resistansi Tanah Pada Tranformator 200 kVA

No	Data	Keterangan
1	Jenis Elektroda	Batang
2	Kedalaman	2 Meter
3	Jumlah Elektroda	4 Batang
4	Resistansi (Ω)	2 Ohm

E. Analisa

Setelah melakukan pengujian dilapangan pada tranformator 200kVA dengan menggunakan elektroda jenis batang dengan kedalaman 2 meter.

Untuk memperoleh tahanan elektroda pembumian yang lebih rendah, harus dipakai beberapa elektroda pembumian yang dihubungkan satu sama lain (parallel) yang merupakan satu pembumian. Elektroda yang digunakan pada pentanahan tranformator tergantung pada kondisi tanah daerah tersebut, maka elektroda yang di pasang harus disesuaikan.

Setelah melakukan pengukuran, hasil yang diperoleh sebesar 2 Ohm sudah bisa digunakan karena harga tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 ohm. Maka untuk mendapatkan tahanan yang lebih kecil perlu dilakukan penambahan 1 batang elektroda, dan semakin lebar jarak penanaman kedua elektroda maka akan semakin kecil nilai tahanan pembumiannya.

IV. KESIMPULAN

1. Sistem pentanahan pada transformator distribusi 20 kV rayon Lhoksukon PT.PLN (Persero) area Lhokseumawe rayon Lhoksukon menggunakan elektroda batang yang ditanamkan dengan kedalaman 2 meter.
2. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur earth tester dengan menggunakan 2 buah elektroda bantu dan kabel penghubung secukupnya.
3. Setelah melakukan pengukuran nilai pengukuran yang diperoleh sebesar 2 Ohm dengan menggunakan 4 buah elektroda batang.
4. Dengan nilai tahanan sebesar 2 Ohm sudah dapat digunakan sesuai dengan standar PUIL 2000 dengan nilai tahanan maksimum 5 Ohm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul, Kadir. 1997, *Mesin Sinkron*, Penerbit Djambatan.
- [2] Andi Sofyan, 2013, *Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk Pltu Teluk Sirih*, Jurnal Momentum, Vol.14 No.1. Februari.
- [3] Marsudi, Djiteng, 2006, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Stevenson, William Jr. D, 1983, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Ke – 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [5] T. S, Hutauruk, 1999, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [6] Zuhail, 1991, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB Bandung.