

GROUNDING SISTEM DALAM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK 20 KV

Ahmad Yani

Program Studi Sistem Komputer, Universitas Dian Nusantara

ahmad.yani@gmail.com

ABSTRACT: In paper grounding system at 20 KV electrical power distribution explain that what is meant by grounding of electric power system is an effort to bring about system elation with the ground by using ground conductor and ground electrode which aims as a safeguard against current leakage within the system, and safeguard against thunderbolt and limit possible disruption of electrical power system which can damage electrical apparatuss and even human safety. Therefore a huge electrical power system with exceeded voltage should be equipment with a grounding system within the electrical power circuit.

Keywords: *Grounding, Electrical power, Conductor*

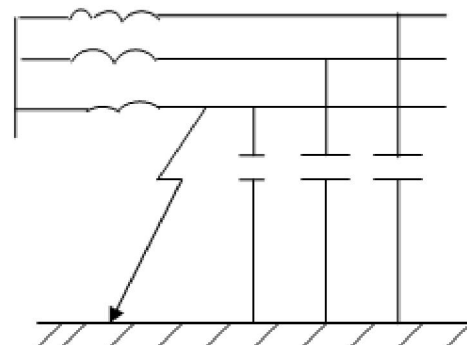
A. PENDAHULUAN

Pada sistem tenaga listrik yang semakin besar dengan panjang saluran dan besarnya tegangan, akan menimbulkan arus gangguan yang semakin besar pula. Dengan demikian terjadi gangguan tanah makin besar dan busur listrik tidak dapat padam dengan sendirinya, ditambah lagi gejala-gejala busur tanah atau 'arcing grounds' semakin menonjol. Gejala busur tanah adalah suatu proses terjadinya pemutusan (clearing) dan pukulan balik (restriking) dari busur listrik secara berulang-ulang. Ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan lebih transient yang tinggi yang dapat merusak peralatan.

Oleh karena pada sistem-sistem tenaga relatif besar, sistem tidak lagi dibiarkan terapung atau system delta, tetapi titik netral system itu diketanahkan melalui tahanan atau reaktansi. Pengetanahan itu umumnya dilakukan dengan menghubungkan titik netral transformator daya dengan tanah.

Pada sistem-sistem yang tidak diketanahkan atau pada system delta, arus gangguan itu

tergantung dari impedansi kapasitif Z_a , Z_b dan Z_c , yaitu impedansi kapasitif masing-masing kawat-fasa terhadap tanah, (Gambar 1a). Bila system itu diketanahkan arus gangguan itu tidak lagi tergantung pada impedansi kapasitif kawat-kawat tetapi juga tergantung pada impedansi alat pengetanahan dan transformator, (Gambar 1b).



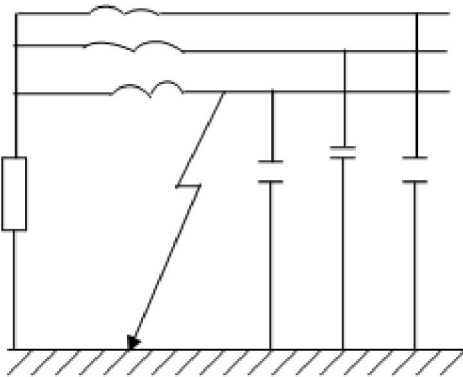
Gambar 1a. Sistem tanpa grounding

Jadi dengan mengetanahkan titik netral sistem, arus gangguan jelas menjadi lebih besar dibandingkan dengan arus gangguan pada

system delta, namun sebaliknya membatasi tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu. Jadi di dalam menentukan impedansi pengetanahan itu harus diperhatikan hubungan antara besar arus gangguan dan tegangan yang mungkin timbul.

Keterangan di atas dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pengetanahan itu ialah:

- Pada sistem tenaga besar yang tidak diketanahkan arus gangguan relatif besar ($> 5A$) sehingga busur listrik yang timbul tidak dapat padam sendiri, di mana akan menimbulkan busur tanah dengan pada sistem diketanahkan gejala tersebut hamper tidak terjadi.
- Untuk membatasi tegangan pada fasa-fasa yang tidak terganggu.



Gambar 1b. Sistem dengan grounding

B. 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:

- Selektivitas dan sensitivitas dari rele gangguan tanah.
- Pembatasan besar arus gangguan tanah

- Tingkat pengamanan terhadap tegangan surja dengan arrester.
- Pembatasan tegangan lebih transient.

Faktor di atas mempunyai pengaruh yang besar terhadap ke ekonomisan sistem, perencanaan serta tata letak dari sistem dan kontinuitas pelayanan.

Metode-metode pengetanahan netral dari sistem sistem tenaga adalah:

- Pengetanahan melalui tahanan (resistance grounding)
- Pengetanahan melalui reaktor (reactor grounding)
- Pengetanahan tanpa impedansi / langsung (solid grounding)
- Pengetanahan efektif (effective grounding).

1. Pengetanahan dengan tahanan

Sistem pengetanahan melalui tahanan pernah diterapkan pada system 230 KV. Sistem ini mempunyai tegangan lebih transien yang disebabkan oleh pemutusan relatif rendah. Maksud pengetanahan ini adalah untuk membatasi arus gangguan ke tanah antara 10% sampai 25% dari arus gangguan 3 fasa.

Batas yang paling bawah adalah batas minimum untuk dapat bekerjanya rele gangguan tanah, sedangkan batas atas adalah untuk membatasi banyaknya panas yang hilang pada waktu terjadi gangguan. Sistem pengetanahan melalui tahanan ini sekarang jarang digunakan pada jaringan transmisi tetapi dipakai pada sistem distribusi, sebagai gantinya adalah penggunaan reaktor.

2. Pengetanahan dengan Reaktor dan efektif

Reaktor pengetanahan ini digunakan bila trafo daya tidak cukup membatasi arus gangguan tanah. Pengetanahan ini digunakan untuk memenuhi persyaratan dari sistem yang diketanahkan dengan pengetanahan ini, besarnya arus gangguan ketanah diatas 25% dari arus gangguan 3 fasa.

Keuntungan dengan mengetanahkan trafo daya adalah untuk menekan tegangan lebih transient, sehingga trafo daya dapat menggunakan isolasi dan tipe arrester yang lebih kecil dan mengurangi penggunaan metode pengetanahan dengan reaktor, terutama untuk sistem-sistem di atas 115 KV.

3. Pengetanahan tanpa impedansi atau langsung

Pengetanahan ini ialah apabila titik netral trafo kita hubungkan langsung ke tanah, pada sistem ini bila terjadi gangguan kawat ketanah akan mengakibatkan terganggunya kawat dan gangguan ini harus diisolasi dengan memutus Pemutus daya (PMT/CB). Tujuan untuk mentanahkan titik netral secara langsung dan membatasi kenaikan tegangan dari fasa yang tidak terganggu., digunakan pada system dengan tegangan 20 KV.

Sistem ini mengandalkan nilai besarnya tahanan pengetanahan (makin kecil tahanan pengetanahan makin baik) yang dipengaruhi oleh bahan dari elektroda pengetanahannya.

C. METODA PENGETANAHAN DI INDONESIA

Sesuai Standart Perusahaan Listrik Negara, yaitu SPLN 2 : 1978, telah ditetapkan metoda pengetanahan untuk system transmisi tegangan tinggi 500 KV , 150 KV dan distribusi tegangan menengah 20 KV. Pemilihan metode pengetanahan secara garis besar didasarkan pada pertimbangan : segi praktis, pertimbangan kontinuitas kerja dengan memperkecil gangguan yang lebih berpengaruh, dan kompromi antara tegangan dan arus. Adapun yang menjadi pola kriteria dalam perencanaan ialah keandalan yang tinggi dengan tetap memperhatikan faktor keselamatan manusia, peralatan dan pertimbangan ekonomis.

1. Pola Kriteria utama

- Faktor keandalan sistem meliputi:
 - ✓ Pengetanahan Netral sistem dan pengamanan.

- ✓ Penyesuaian dengan interkoneksi
- Faktor keselamatan manusia didalam maupun diluar gardu induk dalam keadaan ada gangguan maupun dalam keadaan tidak ada gangguan
- Faktor ekonomis dengan biaya investasi:
 - ✓ Pemilihan pengetanahan netral sistem dan pengamanannya
 - ✓ Pemilihan tingkat isolasi dasar (BIL) pada peralatan utama dan koordinasi isolasinya.
 - ✓ Memperkecil pengaruh induktif, induksi magnit dan radio interferensi.

2. Penetapan Pengetanahan

Pengetanahan efektif pada sistem 150 KV memberikan keandalan yang tinggi dan keuntungan faktor ekonomi yang menonjol dari pengurangan tingkat isolasi.

Maka pengetanahan netral sistem 150 KV beserta pengamanannya ditetapkan sebagai berikut:

- Pengetanahan netral efektif dan penambahan reaktansi pada netral sistem ini dimungkinkan selama persyaratan efektif dipenuhi.
- Pengaman sistem diatas dilaksanakan dengan pemutusan cepat dan penutupan cepat.

Pada sistem 20 KV yang umumnya berdekatan dengan konsumen dan jaringan telekomunikasi, maka faktor keselamatan dan pengaruh induktif lebih penting diperhatikan, maka pengetanahan netral sistem beserta pengamanannya sebagai berikut:

- Pengetanahan sistem adalah pengetanahan dengan tahanan.
- Pengaman sistem dilaksanakan sebagai berikut:
 - ✓ Bagi saluran udara atau dalam tanah dipakai pemutus dengan rele arus lebih, untuk gangguan hubung singkat antara fasa dengan fasa sedang untuk hubung singkat antara fasa dengan tanah menggunakan rele tanah.

- ✓ Pada gardu - gardu distribusi dipasang alat penunjuk gangguan. Pada saluran udara dipakai penutup cepat atau lambat, sedang pada saluran bawah tanah dipakai penutup kembali.

D. METODE PENGETANAHAN SISTEM DISTRIBUSI

Pada sistem Tegangan Menengah sampai dengan 20 KV harus selalu diketanahkan karena menjaga kemungkinan kegagalan sangat besar oleh tegangan lebih transient tinggi yang disebabkan oleh busur tanah (arching ground atau restriking ground faults). Untuk itu pengetanahan yang sesuai dengan kriteria adalah:

- Tahanan rendah, terutama untuk sistem yang dipakai mensuplai mesin-mesin berputar, khususnya pemakaian dalam industri.
- Tahanan tinggi, dengan tahanan tinggi kerusakan karena arus sangat berkurang. Pengetanahan ini dipilih dengan tujuan:
 - ✓ mencegah pemutusan yang tidak direncanakan
 - ✓ apabila sistem sebelumnya dioperasikan tanpa pengetanahan dan tidak ada rele tanah yang dipasang.
 - ✓ apabila pembatasan kerusakan karena arus dan tegangan lebih diinginkan tetapi tidak dibutuhkan rele tanah yang selektif.

Pengetanahan langsung, mempunyai biaya paling rendah dari semua metode.

Pengetanahan, untuk sistem distribusi saluran udara (SUTM) dan sistem yang disuplai dengan trafo dengan pengaman lebur pada sisi primer perlu memberikan arus gangguan yang cukup untuk melebur pengaman leburnya.

Dalam standart SPLN no.2 tahun 1978 ditetapkan pengetanahan Jaringan Tegangan

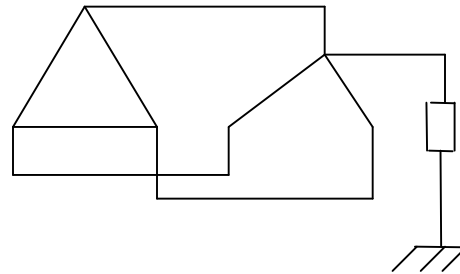
Menengah adalah pengetanahan netral sistem 20 KV beserta pengamannya dengan tahanan. Ditinjau dari besarnya tahanan pentanahan, sistem pengetanahan jaringan menengah dapat di klasifikasikan seperti berikut:

1. Pengetanahan tahanan rendah 12 ohm

Pengetanahan tahanan rendah 12 ohm dan arus gangguan tanah maksimum tiap fasa 1000A

$$I_{hs} = \frac{20 \text{ KV} / 1,73}{12 \text{ ohm}} = 1000\text{A}$$

yang dipakai pada saluran kabel atau kabel tanah (SKTM) tegangan menengah 20 KV untuk sistem 3 fasa 3 kawat. Pengetanahan sistem ini dilakukan pada gardu-gardu distribusi dan sambungan kabel. (gambar 2).



Gambar 2. Pengetanahan pada gardu

2. Pengetanahan tahanan rendah 40 ohm

Pengetanahan tahanan rendah 40 ohm dan arus gangguan tanah maksimum tiap fasa 300A.

$$I_{hs} = \frac{20 \text{ KV} / 1,73}{40 \text{ ohm}} = 300\text{A}$$

yang dipakai pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 KV untuk sistem 3 fasa 3 kawat. Pengetanahan sistem ini dilakukan pada tiap-tiap tiang dengan tahanan maksimum 20 ohm.

3. Pengetanahan tahanan tinggi 500 ohm

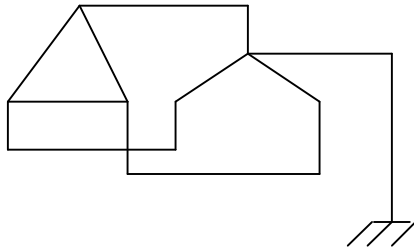
Pengetanahan tahanan tinggi 500 ohm dan arus gangguan tanah maksimum tiap fasa 25A.

$$I_{hs} = \frac{20KV/1,73}{500ohm} = 23,12A$$

yang dipakai pada saluran udara tegangan menengah 20 KV untuk sistem 3 fasa 3 kawat. Keunikan dari sistem ini, karena gangguan tanah sangat kecil maksimum 25A sehingga bila terjadi persentuhan kawat tegangan menengah pada jaringan atau instalasi tegangan rendah, bila tahanan tanah pada instalasi maks 1 ohm (tegangan sentuhnya $1 \times 25A = 25$ Volt, tidak melebihi tegangan sentuh 50 volt yang diijinkan). Mengingat rendahnya arus hubung singkat fasa tanah, maka sebagian besar gangguan yang sifatnya temporer dapat bebas dengan sendirinya.

4. Pengetanahan 3 fasa 4 kawat

Khusus untuk sistem 3 fasa 4 kawat, pengetanahan langsung tanpa impedansi



Gambar 3. Pengetanahan 3 fasa 4 kawat

dengan menggabungkan antara kawat netral dengan grounding pada banyak titik sepanjang jaringan (multi grounded common netral).

Pengetanahan pada saluran kabel tegangan menengah dilakukan pada gardu-gardu distribusi dan sambungan-sambungan kabel dan untuk saluran udara dilakukan pada tiap-tiap tiang dengan tahanan pentanahan maksimum 20 ohm. Pentanahan gardu distribusi dan sambungan-sambungan berfungsi sebagai pengaman saja dan terpisah dari jaringan secara elektrik.

E. SIMPULAN

Mengingat pentingnya sistem pengetanahan dalam suatu instalasi listrik maupun peralatan listrik, dengan tujuan agar tercapainya

keandalan sistem dalam penyaluran tenaga listrik dari pusat pembangkit sampai konsumen disamping keselamatan peralatan terpasang dan keselamatan jiwa manusianya adalah sebagai berikut:

- mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya untuk orang dalam daerah tersebut.
- memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya dalam keadaan gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran atau ledakan.

F. DAFTAR PUSTAKA

- A. Aris Munandar, Dr, MSc., dan Susumu Kawahara, Dr. 1999. *Teknik Tenaga Listrik II, Transmisi Distribusi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Badan Standarisasi Nasional BSN. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL2000)*.
- Cekdin, Cekmas. 2010. *Sistem Tenaga Listrik – Contoh Soal dan Penyelesaiannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- , 2007. *Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Hutahuruk.TS,Ir. 1987. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Robandi, Imam. 2009. *Modern Power System Control-Desain, Analisis, dan Solusi Kontrol Tenaga Listrik*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Sumanto, Drs, MA. 2005. *Pengetahuan Bahan Untuk Mesin dan Listrik*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Suryatmo,F. 1993. *Teknik Listrik Instalasi Penerangan*. Jakarta: Penerbit PT. Rineka Cipta.