

EVALUASI PENERAPAN METODE PENTANAHAN NETRAL RESISTANSI TINGGI PADA GENERATOR DI PLTD SUNGAI RAYA

Rifo Ardo Wiguna

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

rivo469@gmail.com

Abstrak- Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem pentanahan di PLTD Sungai Raya. Pengumpulan data dilakukan dengan data sekunder yang diperoleh dari PT.PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi dan Penyaluran (APDP) Kalimantan Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengolahan metode 3 titik, pada penelitian terdapat 13 titik pengukuran grounding pada PLTD Sungai Raya. Pegukuran titik grounding ditentukan berdasarkan pertimbangan yang dilakukan oleh PLTD Sungai Raya untuk melakukan proteksi pada bangunan, peralatan dan mesin yang ada pada lokasi PLTD Sungai Raya. Hasil pengukuran grounding masih standar dengan hasil pengukuran grounding tertinggi yaitu pada titik 1 sebesar 4,81 ohm. Sedangkan untuk hasil pengukuran grounding pada titik lainnya berada di nilai rata-rata 0,50 ohm. Setelah pengolahan data, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan metode pentanahan netral resistansi tinggi pada generator di PLTD Sungai Raya dilihat dari jenis pembumian, resistansi pembumian, dan elektroda pembumian yang digunakan telah memenuhi persyaratan standarisasi sesuai dengan PUIL 2000. Sehingga dari hasil evaluasi dapat dikategorikan sudah efektif.

Kata Kunci: Evaluasi, Pentanahan Netral, Pengukuran Tahanan Tanah, Metode Tiga Titik

1. Pendahuluan

Salah satu gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik adalah gangguan hubung singkat. Mengetahui besar arus pada saat gangguan hubung singkat dapat dijadikan sebagai acuan melakukan koordinasi setting rele pengaman yang handal sehingga arus-arus akibat gangguan hubung singkat tersebut tidak mengganggu kestabilan sistem. Pentanahan sistem atau pentanahan titik netral adalah cara menghubungkan titik netral generator dan transformator tenaga ke tanah. Ada beberapa Pentanahan sistem yaitu sistem yang tidak diketanahkan dan sistem diketanahkan. Sistem yang dilakukan meliputi tahanan tinggi, sistem diketanahkan melalui tahanan rendah dan sistem diketanahkan langsung. Tiap jenis gangguan yang terjadi akan mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap metode pembumian yang digunakan. Skema sistem proteksi yang digunakan harus cocok dan sesuai dengan peralatan yang terpasang pada sistem tersebut.¹

Permasalahan yang muncul pada proteksi pentanahan adalah pertama pada sistem yang besar yang tidak dibumikan arus gangguan relatif besar ($> 5A$), sehingga busur listrik yang timbul tidak dapat padam sendiri yang akan menimbulkan busur tanah (*arching grounds*). Gejala busur tanah merupakan gejala pemutusan (*clearing*) dan pukul ulang (*restriking*) dari busur listrik secara berulang-ulang. Gejala ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan tegangan lebih transien yang tinggi yang dapat merusak peralatan. Pada sistem yang dibumikan gejala tersebut hampir tidak ada. Kedua untuk membatasi tegangan-tegangan pada fase-fase yang tidak terganggu (sehat).¹

2. Dasar Teori

2.1 Pengertian Pentanahan

Sistem pentanahan mulai dikenal pada tahun 1900. Sebelumnya sistem-sistem tenaga listrik tidak diketanahkan karena ukurannya masih kecil dan tidak membahayakan. Namun setelah sistem-sistem tenaga listrik berkembang semakin besar dengan tegangan yang semakin tinggi dan jarak jangkauan semakin jauh, baru diperlukan sistem pentanahan.⁴ Kalau tidak, hal ini biasa menimbulkan potensi bahaya listrik yang sangat tinggi, baik bagi manusia, peralatan dan sistem pelayanannya sendiri. Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal.⁴

2.2 Faktor Pentanahan

Besar impedansi pentanahan tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor internal atau eksternal. Yang dimaksud dengan faktor internal meliputi :⁴

- a. Dimensi konduktor pentanahan (diameter atau panjangnya). Untuk pemilihan konduktor yang akan dipasang untuk pentanahan ini adalah dengan memilih kabel jenis BC dengan luas penampang 16 mm
- b. *Resistivitas relative* tanah. Tanah yang bagus untuk pembuatan pentanahan atau grounding adalah dengan memilih tanah yang basah atau lembab, karena kandungan airnya cukup banyak dan dapat langsung menetralkan ketika ada gangguan yang terjadi pada sistem instalasi.
- c. Konfigurasi sistem pentanahan. Sistem pentanahan yang baik haruslah dengan adanya perencanaan yang baik pula harus adanya pengaturan, dalam hal ini perencanaan pentanahan yang akan dibuat adalah dengan mencari nilai tahanan mencapai 0,3 ohm untuk syarat tahanan pentanahan pada tegangan tinggi serta dengan kedalaman elektroda yang di tanam adalah 6 meter dan 6 buah elektroda yang akan ditanam.

2.3 Karakteristik Sistem Pentanahan

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif dapat terjadi dengan memperhatikan antara lain:⁴

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

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

2.4 Syarat Sistem Pentanahan

Syarat sistem pentanahan yang efektif dapat terjadi dengan memperhatikan antara lain:⁴

- a. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengaman personil dan peralatan dengan menggunakan rangkaian yang efektif.
- b. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surya hubung.
- c. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk memastikan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- d. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.

2.5 Metode Sistem Pentanahan

Metode-metode pentanahan netral dari sistem-sistem tenaga dapat dikategorikan menjadi 5 pentanahan:⁴

1. Pentanahan melalui tahanan
2. Pentanahan melalui reaktor
3. Pentanahan tanpa impedansi
4. Pentanahan efektif
5. Pentanahan dengan reaktor yang impedansinya dapat berubah-ubah atau pentanahan dengan kumparan Petersen.

3 Perhitungan Data

3.1 Analisis Hasil Pengukuran Besar Tahanan Pentanahan

Pada saat sistem tenaga listrik masih dalam skala kecil, gangguan hubung singkat ke tanah pada instalasi tenaga listrik tidak merupakan suatu masalah yang besar. Hal ini dikarenakan bila terjadi gangguan hubung singkat fasa ke tanah arus gangguan masih relatif kecil (lebih kecil dari 5 Amper), sehingga busur listrik yang timbul pada kontak-kontak antara fasa yang terganggu dan tanah masih dapat padam sendiri. Tetapi dengan semakin berkembangnya sistem tenaga listrik baik dalam ukuran jarak (panjang) maupun tegangan, maka bila terjadi gangguan fasa ke tanah arus gangguan yang timbul akan besar dan busur listrik tidak dapat lagi padam dengan sendirinya. Timbulnya gejala-gejala “busur listrik ke tanah

(*arching ground*)” sangat berbahaya karena menimbulkan tegangan lebih transient yang dapat merusak peralatan.

Hasil pengukuran grounding yang dilakukan selama 1 tahun mulai dari Januari 2015 sampai Desember 2015 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran grounding yang standar yaitu diatas 5 ohm, nilai pengukuran grounding terendah yaitu titik 13 sebesar 0,18 ohm dan grounding tertinggi yaitu pada titik 1 sebesar 4,81 ohm. Nilai grounding pada titik 1 mencapai sebesar 4,81 dikarenakan berdekatan dengan area pencucian filter, sehingga terdapat kemungkinan terjadinya kontaminasi tanah yang mengakibatkan tingginya nilai resistansi tanah pada titik 1. Sedangkan untuk hasil pengukuran grounding pada titik lainnya berada di nilai rata-rata 0,50 ohm.

3.2 Analisis Hasil Perhitungan Besarnya Tahanan Pentanahan

Perhitungan nilai besarnya tahanan pentanahan pada 3 titik perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Besarnya tahanan pentanahan pada titik 2 yang terdeteksi adalah sebesar :

$\rho = 100(\text{ohm-M})$ dengan jenis tanah : tanah liat dan tanah ladang
 $L = 200(\text{Cm})$ merupakan panjang pasak tanah
 $a = 110(\text{mm})$ merupakan jari-jari penampang pasak

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 200} \left[\ln \frac{4 \times 200}{110} - 1 \right]$$

$$R = (0,079) \times (4,273)$$

$$R = 0,340 \text{ Ohm}$$

2. Besarnya tahanan pentanahan pada titik 3 yang terdeteksi adalah sebesar :

$\rho = 100(\text{ohm-M})$ dengan jenis tanah : tanah liat dan tanah ladang
 $L = 100(\text{Cm})$ merupakan panjang pasak tanah
 $a = 110(\text{mm})$ merupakan jari-jari penampang pasak

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 100} \left[\ln \frac{4 \times 100}{110} - 1 \right]$$

$$R = (0,159) \times (3,566)$$

$$R = 0,568 \text{ Ohm}$$

3. Besarnya tahanan pentanahan pada titik 12 yang terdeteksi adalah sebesar :

$\rho = 100(\text{ohm-M})$ dengan jenis tanah : tanah liat dan tanah ladang
 $L = 150(\text{Cm})$ merupakan panjang pasak tanah
 $a = 110(\text{mm})$ merupakan jari-jari penampang pasak

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$

$$R = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 150} \left[\ln \frac{4 \times 150}{110} - 1 \right]$$

$$R = (0,106) \times (3,980)$$

$$R = 0,423 \text{ Ohm}$$

3.3 Perbandingan data hasil perhitungan dengan keadaan dilapangan

Setelah melakukan perhitungan Grounding pada skripsi ini, dimana berdasarkan data yang diperoleh melalui pengamatan dilapangan, yakni pada PLTD Sungai Raya, maka dapat dibandingkan hasilnya sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Perbandingan Grounding

Titik Pengukuran	Nilai Grounding (Ohm)	
	Pengukuran	Perhitungan
2	0,360	0,340
3	0,420	0,568
12	0,500	0,423

Sumber : Hasil pengolahan data

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan antara nilai graounding hasil pengukuran dan hasil perhitungan pada 3 titik pengukuran. Perbedaan ini disebabkan oleh lokasi, keadaan pengukuran dan terjadinya kesalahan pada saat pengukuran seperti alat ukur yang belum dikaliberasi sehingga dapat mengakibatkan hasil nilai pengukuran dan perhitungan mengalami perbedaan. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat harus memperhatikan langkah-langkah pengukuran dengan melakukan persiapan berupa kaliberasi alat dan melakukan pemantauan terhadap lokasi pengukuran sebelum melakukan pengukuran.



Gambar 1 Grafik Perbandingan Nilai Grounding
 Sumber : Hasil pengolahan data

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa perbandingan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran tidak terlalu tinggi. Pada titik 2 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,020 ohm atau selisihnya sebesar 5,56%, Pada titik 3 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,148 ohm atau selisihnya sebesar 35,24% dan Pada titik 12 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,077 ohm atau selisihnya sebesar 15,4%. Suatu sistem dikatakan tidak diketanahkan (floating grounding) atau sistem delta. Hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai resistansi pembumian kurang dari 5 ohm, sehingga dari hasil evaluasi dapat dikategorikan sudah efektif. Efektifitas pentanahan yang terjadi dikarenakan dalam melakukan desain pemasangan resistansi pentanahan sudah mengikuti standar PUIL, elektroda yang ada pada 13 titik dapat menahan arus hubungan singkat yang terjadi dan kerusakan generator yang terjadi tidak disebabkan karena sambaran petir.

4 Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil data pengukuran grounding maka didapat nilai tertinggi yaitu pada titik 1 sebesar 4,81 ohm, dan hasil pengukuran nilai terendah terdapat di titik 13 dengan nilai yaitu 0,18 ohm. Sedangkan untuk hasil pengukuran grounding pada titik lainnya berada di nilai rata-rata 0.50 ohm.
2. Perbandingan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran tidak terlalu signifikan. Pada titik 2 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,020 ohm atau selisihnya sebesar 5,56, Pada titik 3 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,148 ohm atau selisihnya sebesar 35,24% dan Pada titik 12 perbedaan hasil perhitungan dengan hasil pengukuran sebesar 0,077 ohm atau selisihnya sebesar 15,4% .
3. Hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai resistansi pembumian kurang dari 5 ohm, sehingga dari hasil evaluasi dapat dikategorikan sudah efektif. Efektifitas pentanahan yang terjadi dikarenakan dalam melakukan desain pemasangan resistansi pentanahan sudah mengikuti standar PUIL, elektroda yang ada pada 13 titik dapat menahan arus hubungan singkat yang terjadi dan

kerusakan generator yang terjadi tidak disebabkan karena sambaran petir.

Referensi :

1. BSN, 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik SNI. Yayasan PUIL. Jakarta. 2000.
2. Harsul. Evaluasi Sistem Pembumian Instalasi Listrik Domestik Di Kabupaten Barru. Universitas Negeri Makassar. Media Elektrik. Volume 5, Nomor 1. 2010.
3. Hutahuruk, T.S. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1999.
4. Johari. Instalasi Pentanahan Dan Proteksi Gangguan Ke Tanah Pada Pembangkitan Multi Generator Di Sistem Kelistrikan Industri Minyak Nabati. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271.
5. Muhaimin. Instalasi Listrik 1. Pusat Pengembangan Politeknik: Bandung. 1995.
6. Kadarisman P. Mucktar. Masalah Pentanahan Netral Sistem Tegangan. Seminar Proteksi PT. PLN (Persero) Jasdik. Jakarta. 2003.
7. Sugeng A. Karim. Analisis Sistem Pembumian Netral Generator PLTD Tello Sulawesi Selatan. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNM. Media Elektrik. Volume 3 Nomor 2. Desember 2008.
8. Trevor Linsley, Instalasi Listrik Tingkat Lanjut. Erlangga. Jakarta. 2004.

Biography

Rifo Ardo Wiguna, lahir di Pontianak Pada Tanggal 31 Maret 1990 Menempuh Pendidikan Strata I (S1) Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2008 Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Tegangan Tinggi Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.