

REKONDISI SISTEM *GROUNDING* PADA JARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN MENENGAH (PRAKTIKUM CATU DAYA)

Purwito¹⁾, Nirwan A. Noor¹⁾.

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The earth current conditions on the medium voltage network (Power Supply Practicum), the transformer side, PHB-TR, and Arrester are measured $\pm 16 \Omega$. In this research reconditioning the installation of grounding systems from 5 different locations with 2cm diameter copper rod electrode rods are paralleled with each other with BC 50mm² Wire. Then measurements are made on different positions, 00 (parallel), 900 (perpendicular) and 1800 (opposite direction). The results of this study are in the form of an integrated grounding System Protection model that can protect leakage currents. The final result is obtained grounding resistance measurements at Transformer position 00 at 1 Ω , 900 position at 0.9 Ω , 1800 position at 0.8 Ω , and at PHB-TR position 00 at 0.8 Ω , 900 position at 0.8 Ω , 1800 position of 0.7 Ω both have ground resistivity (Transformer, PHB-TR) $< 1 \Omega$ have met the SPLN and PUIL 2011 standards. While the measurement of grounding resistors in Lightning Arrester position 00 is 1.2 Ω , position 900 equal to 1.1 " Ω ", position 1800 of 1.1" Ω ". And Obtained the smallest measurement error at position 1800 (opposite direction) that is equal to 5.7% for Transformer, 7.5% for PHB-TR and 32.7% for Lightning Arrester, this shows that the level of accuracy of measurement at position 1800 (opposite direction) more accurate.

Keywords: Reconditioning, Grounding Systems, Medium Voltage Distribution Networks

1. PENDAHULUAN

Grounding / Pentanahan adalah suatu hal yang penting pada Jaringan Tegangan Menengah 20 KV. Besarnya harga tahanan pentanahan harus sesuai dengan ketentuan yang diperbolehkan untuk menjamin keandalan sistem bila terjadi tegangan lebih akibat sambaran petir. Pada pemasangan pentanahan Jaringan Tegangan Menengah 20 KV, dapat dipastikan memiliki standar pentanahan yang sesuai dengan ketentuan, baik kedalaman maupun jarak antar elektrode yang digunakan dan sebagainya.

Sebagaimana diketahui, pentanahan ditanam dalam tanah, dalam kurun waktu yang tertentu kemungkinan terjadi perubahan dalam besaran tahananannya sangatlah besar. Proses pengukuran secara berkala tahanan pentanahan, harus dilakukan dengan teliti dan tidak boleh asal-asalan yang dapat berakibat fatal nantinya pada proteksi sistem. Pada saat ini, pentanahan pada jaringan tegangan menengah, sisi trafo, PHB TR, dan Arrester terukur $\pm 16 \Omega$

Guna memperoleh *grounding* yang sesuai standar, diperlukan pengukuran tahanan pentanahan yang akurat. Dalam usulan penelitian ini akan dilakukan rekondisi pengukuran tahanan pentanahan dengan menggunakan batang elektrode dengan kedalaman tertentu dan diparalelkan untuk memperoleh nilai suatu tahanan yang rendah dengan panjang, jarak, maupun jumlah batang elektrode yang diubah - ubah sampai diperoleh sesuai dengan standar yang telah ditetapkan untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM), yaitu $\pm 1 \Omega$ sesuai dengan standar PUIL 2011 dan SPLN. Obyek pada penelitian ini adalah Jaringan Tegangan Menengah Gardu Tiang Portal Transformator Distribusi (Praktikum Catu Daya) Pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Durasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada Jaringan Tegangan Menengah Pada Gardu Portal Transformator Distribusi. Pada kondisi pemakaian tidak berbeban diperkirakan . Durasi penelitian berlangsung selama 8 (delapan) bulan

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Yang pertama adalah tahap persiapan, di mana data-data tentang konfigurasi sistem distribusi tenaga listrik dikumpulkan. Tahap kedua adalah pengukuran data besaran listrik, pentanahan pada transformator, *lightning arrester*, PHB-TR, dengan *Earth Tester* yang akan

¹⁾Korespondensi penulis : Purwito., S.T,MT. Telp 085692350787, purwito@poliupg.ac.id

digunakan sebagai parameter sistem *grounding* pada 5 titik lokasi dengan variasi posisi pengukuran yang berbeda. Selanjutnya disusul dengan tahap ketiga, yaitu melakukan analisa berdasarkan data-data yang diperoleh. Apabila data berbeda dengan data pengukuran langsung akan dikoreksi lebih lanjut, misalnya untuk menghasilkan pengukuran disesuaikan dengan penentuan besaran *grounding* yang telah dipilih, dibandingkan dengan titik *grounding* yang lainnya, selanjutnya ditentukan *grounding* yang memberikan proteksi paling aman dan efektif, dengan variasi posisi yang akurat. Tahap terakhir adalah pembuatan laporan dengan hasil berupa laporan lengkap penelitian disertai dengan draft artikel untuk prosiding seminar nasional hasil penelitian DIPA rutin tahun 2020.

3. HASIL YANG DICAPAI

3.1 Pemasangan Titik *Grounding*

Bagian-bagian yang digrounding pada jaringan distribusi tegangan menengah adalah terminal netral sekunder transformator, *Lightning Arrester*(LA), dan bagian konduktif terbuka/massa transformator panel PHB-TR.

Penghantar pentanahan lightning arrester dihubungkan secara metalik dengan penghantar pentanahan terminal netral transformator di bawah permukaan tanah. Pentanahan bagian-bagian konduktif terbuka dijadikan satu dengan pentanahan titik netral transformator. Elektroda pentanahan LA terpisah dengan elektroda pentanahan titik netral transformator. Untuk menghindari kerusakan dan atau pencurian, penghantar pentanahan harus dilindungi dengan pipa galvanis ¾ inchi, setinggi 3 meter dari permukaan tanah (dan diisi adukan cor beton). Penghantar pentanahan menggunakan kawat tembaga (BC) berukuran 50 mm². Elektroda pentanahan memakai elektroda batang sepanjang minimal 3 meter. Nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 1 Ohm. (Sumber: Buku 1 PLN Edisi 1 Tahun 2010 Bab 7 Hal.15)

Pemasangan tahanan pentanahan pada Jaringan Distribusi Tegangan Menengah menggunakan variasi lokasi yang dirancang sedemikian rupa sehingga didapatkan data-data pengukuran tahanan yang beragam. Hasil data-data yang beragam ini dibandingkan dengan nilai resistansi sesungguhnya sebagai patokan yang didapatkan dari hasil Perhitungan.

Untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang kecil, dilakukan dengan memparalel elektroda batang pentanahan dari beberapa tempat, atau titik lokasi. Pada kegiatan ini dicoba dari 5 titik lokasi. Berikut gambar dibawah dokumentasi sebagian kegiatan pemasangan beberapa titik *grounding*.



Gambar 1. Proses Pemasangan *Grounding* Pada 5 Titik Lokasi

3.2 Pengukuran *Grounding*

Pengukuran tahanan pentanahan pada Gardu Distribusi menggunakan variasi posisi yang dirancang sedemikian rupa (0°, 90° dan 180°) sehingga didapatkan data-data pengukuran tahanan yang akurat.



Gambar 2. Proses Pengukuran *Grounding* Pada 5 Titik Lokasi

Pentanahan Titik Netral Transformator Distribusi

- Titik netral transformator sisi tegangan rendah dibumikan dengan penghantar tembaga yang berukuran sama dengan penghantar netral kabel transformator ke PHB-TR. Apabila terjadi hubung tanah satu fasa, tidak menaikkan tegangan fasa yang lain.
- Nilai tahanan elektroda pentanahan tidak melebihi 1 Ohm (Sumber: Buku 1 PLN Edisi 1 Tahun 2010 Bab 10 Hal.4)

Bagian-bagian transformator sisi Tegangan Rendah yang perlu dibumikan adalah titik netral lilitan sekunder, bagian konduktif terbuka, badan trafo dan bagian konduktif ekstra instalasi gardu. Pentanahan dilakukan secara langsung (solid grounded) dengan nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 1 Ohm.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran *Grounding* Transformator Distribusi

Titik <i>Grounding</i>	Posisi Sejajar (Ω)	Posisi Tegak Lurus (Ω)	Posisi Berlawanan arah (Ω)
A	11	10,8	10,7
B	12	11,7	11,6
C	15	14,9	14,7
D	11	10,7	10,6
AB	6	5,8	5,7
CD	7	6,9	6,7
ABCD	4	3,8	3,7
ABCDE	2	1,9	1,8
ABCDE-Trafo	1	0,9	0,8

Pentanahan Lightning Arrester

Lightning Arrester (LA) pada sisi Tegangan Menengah Gardu Distribusi pasangan luar mempunyai elektroda pentanahan tersendiri. Ikatan penyama potensial dilakukan dengan menghubungkan pentanahan LA, pentanahan titik netral transformator, pentanahan Bagian Konduktif Terbuka/Ekstra. Konstruksi ikatan penyamaan potensial dilakukan di bawah tanah. Pada transformator jenis CSP fasa-1, penghantar pentanahan LA disatukan dengan badan transformator (Sumber: Buku 1 PLN Edisi 1 Tahun 2010 Bab 4 Hal.10)

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran *Grounding* Lightning Arrester

Titik <i>Grounding</i>	Posisi Sejajar (Ω)	Posisi Tegak Lurus (Ω)	Posisi Berlawanan arah (Ω)
A	13,5	13,4	13,2
B	13	12,9	12,8
C	15	14,9	14,8
D	11	10,9	10,8
AB	6,6	5,8	5,7
CD	6,3	6,2	6,1
ABCD	3,5	3,4	3,4
ABCDE	1,4	1,4	1,3
ABCDE-LA	1,2	1,1	1,1

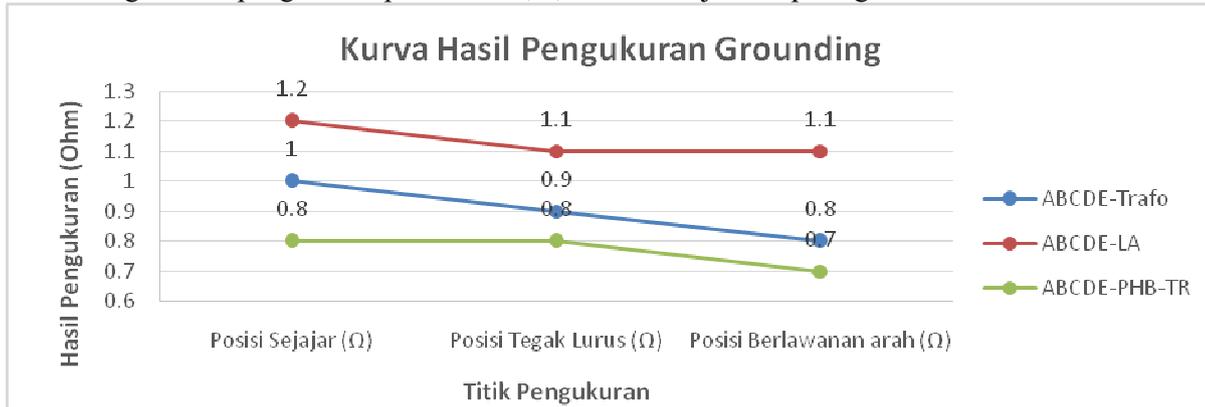
Proteksi Jaringan dan Pentanahan

Jaringan Tegangan Rendah dimulai dari perlengkapan hubung bagi Tegangan Rendah di Gardu Distribusi, dengan pengamanan lebur (NT/ NH Fuse) sebagai pengamanan hubungan singkat. Sistem pentanahan pada jaringan Tegangan Rendah memakai sistem TN-C, titik netral dibumikan pada tiap-tiap 200 meter/tiap 5 tiang atau pada tiap 5 PHB pada SKTR, dengan nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 10 Ohm. Titik pentanahan pertama satu tiang sesudah tiang awal dan paling akhir satu tiang sebelum tiang akhir. Nilai pentanahan total pada satu Gardu Distribusi sebesar-besarnya 5 Ohm. (Sumber: Buku 1 PLN Edisi 1 Tahun 2010 Bab 4 Hal.31)

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran *Grounding* PHB-TR

Titik Grounding	Posisi Sejajar (Ω)	Posisi Tegak Lurus (Ω)	Posisi Berlawanan arah (Ω)
A	13	13	12,9
B	12,5	12,4	12,4
C	15	14,9	14,8
D	11	10,9	10,8
AB	6,4	6,4	6,4
CD	6,5	6,9	6,7
ABCD	3,4	3,4	3,3
ABCDE	1	1	0,9
ABCDE-PHB-TR	0,8	0,8	0,7

Perbandingan hasil pengukuran pada tabel 1, 2, dan.3 ditunjukkan pada gambar berikut dibawah ini.



Gambar 3. Pengukuran Grounding Pada Variasi Posisi

Dari grafik gambar 3 nilai tahanan pentanahan tidak melebihi 1 Ohm sesuai dengan standar PUIL 2011 dan Sumber: Buku 1 PLN Edisi 1 Tahun 2010 Bab 10 Hal.4, kecuali untuk pentanahan Lightning Arrester lebih ±0,2 Ω.

3.3. Hasil Perhitungan

Perhitungan sebagai pendekatan matematis untuk mengetahui nilai sesungguhnya dari objek diteliti adalah pendekatan yang dijadikan patokan untuk mendapatkan nilai sesungguhnya dari tahanan pentanahan. Untuk mendapatkan data hasil perhitungan, digunakan data langsung dari objek yang diteliti seperti tahanan jenis tanah, panjang elektroda dan diameter elektroda yang ditancapkan ke tanah.

Gardu Transformator Distribusi ini berdiri diatas tanah liat dan tanah ladang sehingga sesuai dengan tahanan jenis (ρ) yang digunakan adalah 100 Ω/cm. Sistem pentanahan yang digunakan menggunakan elektroda batang dengan panjang (L) = 100 cm dan diameter (d) = 2 cm. Dengan cara yang sama pemisalan untuk perhitungan tahanan pentanahan arrester dan dan tahanan pentanahan PHB-TR, dapat diketahui dan dianggap memiliki nilai besaran tahanan pentanahan yang sama. Dan dari parameter tersebut jika dihitung, maka akan didapatkan nilai tahanan pentanahan (R) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R &= \left(\frac{\rho}{2\pi L} \right) \ln \left(\frac{2L}{d} \right) \\
 &= \left(\frac{100}{(2)(3,14)(100)} \right) \ln \left(\frac{(2)(100)}{2} \right) \\
 &= (0,16) \cdot (0,461) \\
 &= 0,74 \Omega
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai dari tahanan pentanahan sebesar 0,74 Ω. Nilai pentanahan ini sudah memenuhi standar nilai pentanahan PLN untuk Gardu Transformator Distribusi yaitu <1 ohm.

Untuk menentukan posisi pengukuran tahanan pentanahan yang teliti maka data antara hasil perhitungan dan pengukuran diperlukan untuk mengetahui selisih error pengukuran.

Error pengukuran antara nilai tahanan pentanahan sebenarnya (hasil perhitungan) dan nilai yang didapatkan dari variasi posisi pengukuran. Berikut hasil error pengukurannya dengan hasil perhitungan 0,74 Ω dan hasil pengukuran 1 Ω :

$$\text{error}(\%) = \left(\frac{\text{nilai perhitungan teori} - \text{nilai pengukuran}}{\text{nilai pengukuran}} \right) \times 100\%.$$

$$= (0,74 - 1) / 1 \times 100\%$$

$$= -26 \% \approx 26 \%$$

Dan ditabelkan seperti tabel berikut dibawah :

Tabel 4. Error Pengukuran Grounding Transformator Distribusi

No	Posisi Pengukuran	Pengukuran (Ω)	Perhitungan (Ω)	Error %
1	0°	1	0,74	26
2	90°	0,9	0,74	17,7
3	180°	0,8	0,74	7,5

Tabel 5. Error Pengukuran Grounding Ligthning Arrester

No	Posisi Pengukuran	Pengukuran (Ω)	Perhitungan (Ω)	Error %
1	0°	1,2	0,74	38,3
2	90°	1,1	0,74	32,7
3	180°	1,1	0,74	32,7

Tabel 6. Error Pengukuran Grounding PHB-TR

No	Posisi Pengukuran	Pengukuran (Ω)	Perhitungan (Ω)	Error %
1	0°	0,8	0,74	7,5
2	90°	0,8	0,74	7,5
3	180°	0,7	0,74	5,7

Perbandingan hasil pengukuran pada tabel 4, 5, dan 6 ditunjukkan pada gambar berikut dibawah ini.



Gambar 4 Error Pengukuran Grounding Pada Variasi Posisi

Pada gambar 4 grafik Error posisi pengukuran terkecil pada posisi 180° (berlawanan arah), yaitu sebesar 5,7% untuk PHB-TR, 7,5 % untuk Lightning Arrester, dan 32,7% Untuk Transformator Distribusi. Berdasar hasil diatas, tingkat akurasi pengukuran tahanan pentanahan pada posisi 180° (berlawanan arah) yang akurat.

4. KESIMPULAN

Berdasar dari hasil dan luaran yang dicapai disimpulkan bahwa :

- 1). Telah terpasang 5 titik grounding dengan elektrode batang yang diparalel satu sama lain dan diperoleh hasil akhir pengukuran tahanan Grounding/Pentanahan pada Transformator posisi 0° sebesar 1Ω, posisi 90° sebesar 0,9 Ω, posisi 180° sebesar 0,8 Ω, dan Pada PHB-TR posisi 0° sebesar 0,8 Ω, posisi 90° sebesar 0,8 Ω, posisi 180° sebesar 0,7 Ω keduanya (Transformator, PHB-TR) < 1 Ω telah memenuhi standar SPLN dan PUIL 2011. Sedangkan pengukuran tahanan Grounding/Pentanahan pada Lightning Arrester posisi 0° sebesar 1,2Ω, posisi 90° sebesar 1,1 Ω, posisi 180° sebesar 1,1 Ω.
- 2). Diperoleh error pengukuran terkecil pada posisi 180° (berlawanan arah) yaitu sebesar 5,7 % untuk Transformator, 7,5% untuk PHB-TR dan 32,7% untuk Lightning Arrester, ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi pengukuran pada posisi 180° (berlawanan arah) lebih akurat

5. SARAN

Pengukuran berkala perlu dilakukan terhadap grounding Transformator, Lightning Arrester, dan PHB-TR dalam kondisi cuaca yang berbeda sebagai pembandingan, sehingga diperoleh tingkat perbandingan pentanahan dengan data yang lebih valid dan akurat, yang dapat dijadikan sebagai acuan yang standar

6. DAFTAR PUSTAKA

- A. Munandar, “*Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik-Gardu Induk*”, Jakarta: Pranya Paramita, 1991.
- M.M. Frydenlund, “*Lightning: Protection for People and Property*”, New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
- G. Vijayaraghavan, M. Brown, M. Barnes, *Practical Grounding, Bonding, Shielding and Surge Protection*, Technology & Engineering, 2004.
- P. Hasee, “*Over Voltage Protection and Low Voltage Sistem*”, England: Short Run Press Ltd, 1998.
- T. S. Hutaaruk, “*Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan*”, Jakarta: Erlangga, 1987.
- Hutaaruk, T.S., Erlangga, 1991, “*Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja*”, Jakarta
- Leslie Hewitson, Mc Graw Hill, 2004, “*Practical Power Systems Protection*”.
- PUIL 2011, BNSP, 2011 “*Persyaratan Umum Instalasi Listrik*”, Jakarta
- Ralph Morrisson, 1986, *Grounding and shielding techniques in instrumentation Technology*
- PT. PLN (Persero), 2010. “*Buku 1 Kriteria Desain Engineering Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*”, Jakarta
- PT. PLN (Persero), 2010. “*Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*”, Jakarta
- PT. PLN (Persero), 2010. “*Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*”, Jakarta
- Tobing, Bonggas L, PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003 “*Peralatan Tegangan Tinggi*”, Jakarta
- Vladimir A. Rakov, Martin A. Uman, 2007, *Lightning : Physic and Effects, Science*

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi yang positif bagi penyelesaian penelitian rutin ini, Institusi Politeknik Negeri Ujung Pandang atas pendanaan melalui DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sesuai dengan Kontrak Nomor: B/42/PL10.13/PT.01.05./2020. Tanggal 13 April 2020.

Terima kasih juga kami sampaikan PLP.Bengkel listrik, juga rekan sejawat Jurusan Teknik Elektro, terkhusus rekan sejawat Program studi Teknik Listrik atas Kerjasamanya sehingga kegiatan penelitian ini dapat terselesaikan