



Analisis Tahanan Isolasi Peralatan Utama Gardu Induk Panakkukang

Fandi Rahman^{1*}, Muh. Fitrah², Suryani Suryani³, Hafsa Nirwana⁴

¹⁻⁴Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Email: fandi.rahman222@gmail.com¹, muh584242@gmail.com², suryani_basri@unismuh.ac.id³,
hanir@poliupg.ac.id⁴

Alamat: Jl. Sultan Alauddin No.259

Korespondensi penulis: fandi.rahman222@gmail.com *

Abstract. This study aims to find out about the procedure for measuring the isolation resistance of the main equipment of the 150 kV conventional substation (AIS) as many as 5 bays at the Panakkukang Substation through the measurement of the insulation resistance value in accordance with the predetermined standards. The method used in this study is quantitative descriptive. The subject of the study to be studied is a comparison of isolation resistance values in pre- and post-treatment. This was done to find out if there was a change in the insulation resistance value of the main equipment of the Substation. The main equipment studied is LA, PMT, CT, VT, and Transformer. Measurements were taken with a Megger measuring instrument, with a voltage injection of 5kV. For 5kV voltage injection, the maximum value of the test device is >1000 GΩ. The standard used is IEEE 43-2000, which is > 1 MΩ / 1 kV. Based on the results of research that has been carried out on each main equipment of the substation at GI Panakkukang. It can be concluded that the isolation resistance value in each main equipment of the substation at GI Panakkukang is above the minimum value (> MΩ/1 KV) in accordance with the IEEE Std 62: 1995 standard, VDE Catalogue 228/4, and the standard used by PLN in the "Power System Maintenance Guidebook" in 2014 the isolation resistance value at each main substation at GI Panakkukang has increased after being maintained. Maintenance can be carried out by cleaning the equipment body and foreign materials, and measuring the insulation resistance periodically.

Keywords: Isolation Detention, Maintenance, Main Equipment, Substation

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengenai prosedur pengukuran tahanan isolasi peralatan utama gardu induk konvensional (AIS) 150 kV sebanyak 5 bay di Gardu Induk Panakkukang melalui pengukuran nilai tahanan isolasi yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Subjek penelitian yang akan diteliti adalah perbandingan nilai tahanan isolasi pada perawatan sebelum dan sesudah. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan nilai tahanan isolasi peralatan utama Gardu Induk. Peralatan utama yang diteliti adalah LA, PMT, CT, VT, dan Trafo. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur Megger, dengan injeksi tegangan 5kV. Untuk injeksi tegangan 5kV, nilai maksimal alat uji sebesar >1000 GΩ. Standar yang digunakan adalah IEEE 43-2000, yaitu > 1 MΩ / 1 kV. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada setiap peralatan utama gardu induk di GI Panakkukang. Dapat di simpulkan bahwa nilai tahanan isolasi pada masing-masing peralatan utama gardu induk di GI Panakkukang berada di atas nilai minimal (> MΩ/1 KV) sesuai dengan standar IEEE Std 62: 1995, VDE Catalogue 228/4, dan standar yang di pakai PLN dalam "Buku Pedoman Pemeliharaan System Tenaga" Tahun 2014 nilai tahanan isolasi pada masing-masing peratan utama Gardu Induk di GI Panakkukang mengalami kenaikan setelah di berikan perawatan. Perawatan yang dilakukan dapat dilakukan dengan membersihkan *body* peralatan dan material-material asing, dan pengukuran tahanan isolasi yang dilakukan secara *periodic*.

Kata kunci: Gardu Induk, Perawatan, Peralatan Utama, Tahanan Isolasi

1. LATAR BELAKANG

Listrik telah berkembang menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam masyarakat modern, bahkan di desa-desa kecil. Sebagai satu-satunya entitas yang bertanggung jawab untuk mendistribusikan energi ke seluruh Indonesia, PT. PLN (Persero) harus memastikan selalu tersedia. Salah satu cara untuk memastikan ketersediaan daya adalah memelihara mesin yang bertanggung jawab untuk mendistribusikannya.

Gardu Induk merupakan salah satu komponen sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik. transmisi dan distribusi tenaga listrik. Gardu Induk serta sistem transmisi dan distribusi secara keseluruhan tidak dapat dipisahkan pada saat digunakan. Dalam hal diperlukan, Gardu Induk dapat menyalurkan daya listrik pada tegangan tertentu untuk mengubahnya dari tegangan rendah ke tegangan tinggi. Jenis gardu induk yang banyak dijumpai di tanah Indonesia. Ada banyak jenis peralatan gardu induk (terminal). Untuk mencegah kerusakan yang dapat berakibat fatal pada fungsi gardu induk itu sendiri, penting untuk mempertimbangkan peralatan utama di setiap teluk. Trafo daya, trafo arus, trafo tegangan, pemutus tegangan (PMT), dan penangkal petir (LA) melengkapi peralatan di setiap bay. Dalam hal pemeliharaan, masing-masing peralatan ini ditangani secara berbeda.

Perawatan adalah serangkaian prosedur untuk menjaga agar peralatan tetap dalam keadaan baik agar dapat terus bekerja sebagaimana mestinya. Resistansi yang ada antara dua komponen tegangan atau antara komponen tegangan dan disebut sebagai resistansi insulasi dalam tugas pemeliharaan gardu induk. Selain itu, resistansi isolasi adalah dinding yang menghalangi dua komponen penghantar yang dipisahkan oleh bahan isolasi. Katalog IEEE 43-200 dan VDE 228/4 standar dunia, atau $> 1 \text{ M}/1 \text{ KV}$, digunakan oleh PLN untuk pengukuran resistansi isolasi. Saat memutuskan apakah akan menerapkan listrik ke peralatan atau tidak, resistansi isolasi digunakan. Pengukuran resistansi isolasi dilakukan pada setiap peralatan yang menghubungkan tegangan.

2. KAJIAN TEORITIS

Pemeliharaan dan Perawatan Gardu Induk

Untuk memelihara kondisi dan menjamin peralatan dapat beroperasi sebagaimana mestinya, pemeliharaan merupakan suatu rangkaian tindakan atau kegiatan proses. Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi bertujuan untuk menjamin kehandalan dan kelangsungan distribusi tenaga listrik. Upaya yang bertujuan dan sistematis dilakukan untuk memelihara peralatan agar memperoleh hasil dan keadaan yang dapat diterima dan diinginkan. Resistansi isolasi berperan penting dalam setiap prosedur perawatan, termasuk perawatan rutin dan perawatan preventif yang dilakukan pada setiap peralatan utama di gardu induk.

Pengertian Pengukuran

Pengukuran adalah proses mengumpulkan data kuantitatif. Ada perbandingan yang digunakan dalam pengukuran listrik yang menggunakan instrumen (peralatan ukur), tetapi jenis pengukurannya harus ditentukan terlebih dahulu.

Tahanan Isolasi

Resistansi isolasi adalah keadaan di mana suatu peralatan memiliki resistansi terhadap nilai tegangan untuk mencegah korsleting atau jenis kerusakan lainnya. Temperatur dan jumlah waktu belitan terkena tegangan mempengaruhi resistansi, oleh karena itu variabel ini harus diperhatikan pada saat pengukuran. Diperlukan untuk memahami persamaan langsung yang dikenal sebagai "hukum ohm" untuk memahami bagaimana resistansi isolasi diukur.

$$R = \frac{(1000 \times U)}{Q} \times U \times 2,5$$

Dimana :

R = Tahanan isolasi minimal.

U = Tegangan kerja.

Q = Tegangan *megger*.

1000 = Bilangan tetap.

2,5 = Faktor keamanan

Tegangan (*volt*) yang kita miliki menentukan berapa banyak arus yang ada. Selain itu, arus yang lebih tinggi dapat dicapai pada tegangan tertentu dengan resistansi yang lebih rendah. Kecenderungan arus yang lebih besar melebihi isolasi pada tegangan yang lebih tinggi.

Pengertian Keadaan, Keamanan, dan Keselamatan Kerja

K3 mengacu pada setiap inisiatif yang diambil untuk melindungi keselamatan dan kesehatan karyawan dengan berusaha mencegah penyakit dan kecelakaan kerja. Kebijakan K3 ketenagalistrikan perusahaan adalah sistem dan pedoman ketenagalistrikan.

Gardu Induk

Struktur, dan peralatan listrik gardu induk fasilitas listrik. Peralatan material utama (MTU), yang meliputi transformator daya, transformator arus (CT), transformator tegangan (VT), pemutus sirkuit daya (PMT), pemisah (PMS), dan penangkal petir (LA), digunakan untuk mendistribusikan dan mengontrol tenaga listrik melalui gardu induk yang biasa disingkat GI. Gangguan pada gardu induk terkait langsung dengan perawatan dan pemeliharaan gardu induk. Akibatnya, analisis kesalahan harus digunakan untuk mengembangkan program pemeliharaan yang akan menjamin operasi yang stabil.

3. METODE PENELITIAN

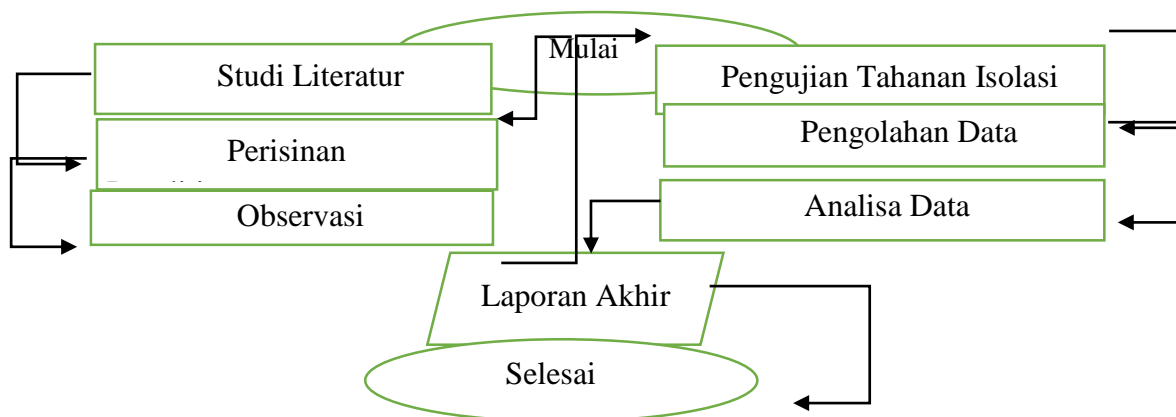
Teknik kajian tahanan isolasi peralatan utama gardu induk menggunakan pendekatan deskriptif untuk menilai apakah nilai tahanan isolasi peralatan utama gardu induk sudah sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

Instrumen penelitian adalah perlengkapan atau alat yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data guna mempersingkat waktu penyelesaian tugasnya dan menghasilkan temuan yang lebih baik dengan cara lebih teliti, metodis, dan mudah diolah. Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Megger, WD 40, Kain majun dan Saekaphen.

Langkah-langkah pengukuran penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Ikut serta dalam latihan ketahanan isolasi di mesin gardu induk.
2. Siapkan alat ukur tipe *megger*.
3. Setiap peralatan utama di gardu induk diambil data resistansi isolasinya, dan tegangan uji 5 kV diterapkan ke setiap peralatan.
4. Dapatkan informasi dengan membaca alat uji selama 10 detik. Untuk menentukan nilai indeks polaritas, alat uji dibaca selama 1 menit dan 10 menit, kecuali trafo.
5. Interpretasi data dan pengumpulan data dari tugas pemeliharaan pengukuran tahanan isolasi.
6. Menggambar kesimpulan. Berdasarkan hasil data tersebut, dapat ditarik kesimpulan tentang resistansi isolasi primer gardu induk 150 kV.

Diagram Penelitian



Gambar 1 Diagram alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengukuran tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui nilai hambatan antara dua komponen yang bertegangan atau komponen bertegangan dengan ground. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui keadaan peralatan-peralatan utama pada Gardu Induk agar tidak terjadi kerusakan atau hal-hal lainnya.

Data yang diperoleh berupa data sebelum dan sesudah peralatan utama diberi perawatan dengan *cleaning*. Selanjutnya data ini akan diolah menggunakan Microsoft Excel untuk mendapatkan grafik perbandingan nilai tahanan isolasi sebelum dan sesudah dilakukan perawatan. Grafik tersebut akan menjelaskan apakah nilai tahanan isolasi ini mengalami kenaikan atau penurunan. Pengukuran ini dilakukan menggunakan alat uji *Megger* Kyoritsu 3125 dengan tegangan uji sebesar 5 kV. Mengacu pada standar IEEE 43-2000 ($> 1 \text{ M}\Omega / 1 \text{ kV}$) dan IEEE Std 65-1995. Berikut adalah tabel 4.1 data hasil pengukuran tahanan isolasi pada masing-masing peralatan utama GI di Panakkukang.

Tabel 1 Hasil Penelitian Gardu Induk Panakkukang

N O	BAY	FAS A	LA (G Ω)		PMT (G Ω)		CT (G Ω)		VT (G Ω)		TRAFO IP	
			Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	TRAFO 1	R	27.5	52.4	6.3	24	14.65	24.6	Tidak ada VT di Bay Trafo	Tidak ada VT di Bay Trafo	1.59	2.58
		S	33.1	80.9	5.8	8.43	4.2	8.48				
		T	18.9	34	10.3	24.3	12.7	24.5				
2	TRAFO 2	R	33	89.6	121	241	77.6	195	Tidak ada VT di Bay Trafo	Tidak ada VT di Bay Trafo	1.58	2.54
		S	29	72.41	98.3	177	92	155				
		T	24.1	42	165	407	113	175				
3	TRAFO 3	R	104	172	27.8	52	145.3	163	Tidak ada VT di Bay Trafo	Tidak ada VT di Bay Trafo	1.61	2.6
		S	141	189	52.4	81	57.9	66.7				
		T	7.56	126	12.6	78.37	62	68.9				
4	TELLO 1	R	87.4	143	298	467	57.5	77	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar
		S	155	317	281	419	73.4	89.9				
		T	201	298	332	1000	82	96				
5	TELLO 2	R	59	81	27	49.9	18.8	54.9	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar	Trafo tidak ada di Bay Pengantar
		S	48	79.34	44	58.4	31.3	66.5				
		T	98.21	118	52.7	60.8	77	85.4				

Pembahasan

Dari keseluruhan data yang didapatkan, maka dilakukan analisa pada masing-masing komponen di setiap fasa. Analisa yang dilakukan berdasarkan pada tabel 1, dimana nilai pengukuran yang didapatkan dari perawatan sebelum dan sesudah saat akan dilakukan pengukuran. Berikut adalah analisa nilai pengukuran tahanan isolasi pada semua peralatan utama Gardu Induk di setiap fasa.

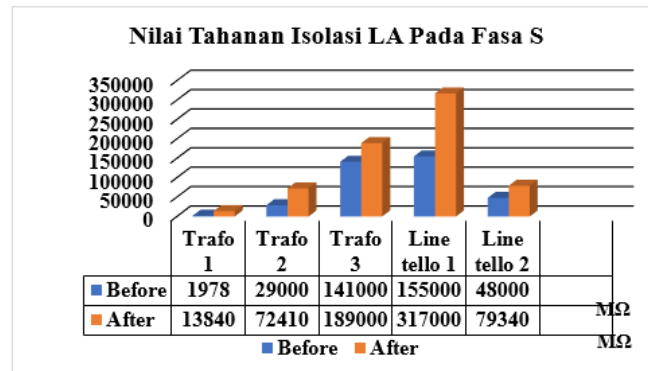
1. Analisis tahanan isolasi LA pada fasa R



Gambar 2. Grafik Analisis tahanan isolasi LA pada fasa S

Berdasarkan pada gambar Grafik 2, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi *Lightning Arrester* (LA) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada LA berupa pembersihan permukaan isolator dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* LA.

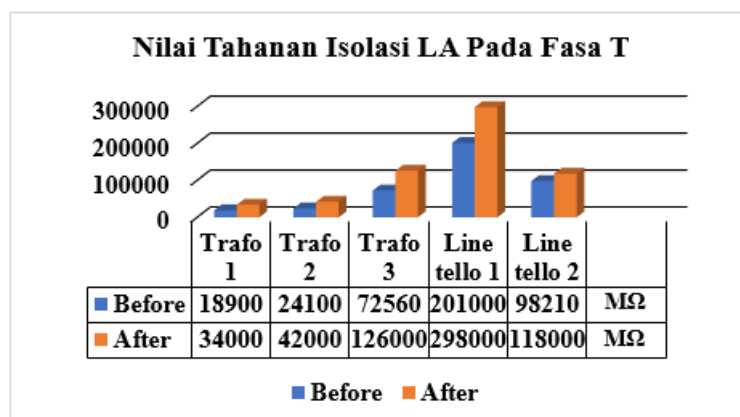
2. Analisis tahanan isolasi LA pada fasa T



Gambar 3. Grafik Nilai Tahanan Isolasi LA Pada Fasa S

Berdasarkan pada Gambar Grafik 4.2, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi *Lightning Arrester* (LA) pada fasa S memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada LA berupa pembersihan permukaan isolator dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* LA.

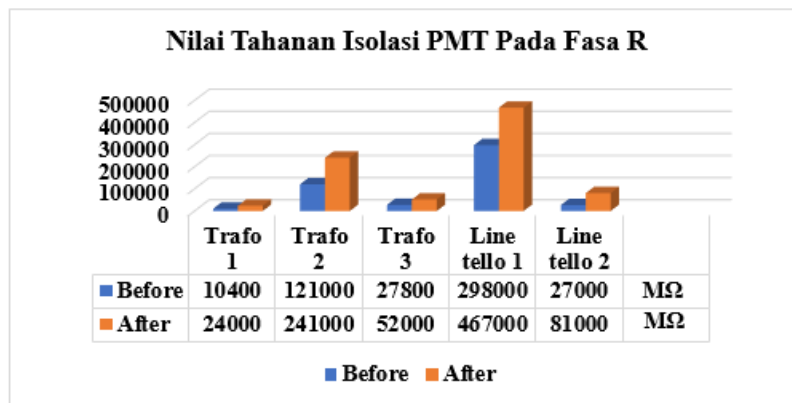
3. Analisa Nilai Tahanan Isolasi LA Pada Fasa T



Gambar 4. Grafik Nilai Tahanan Isolasi LA pada Fasa T

Berdasarkan pada Gambar Grafik 4, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi *Lightning Arrester* (LA) pada fasa T memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada LA berupa pembersihan permukaan isolator dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* LA.

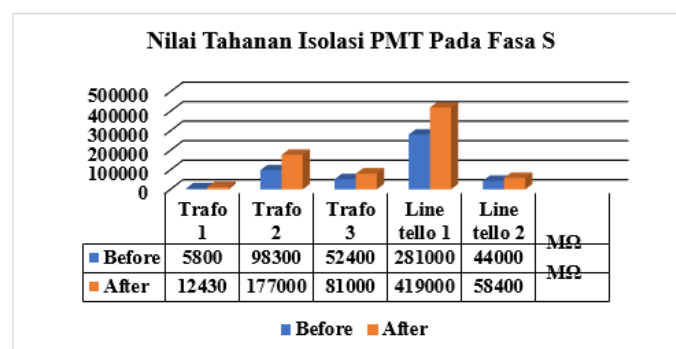
4. Analisa Nilai Tahanan Isolasi PMT Pada Fasa R



Gambar 5. Grafik Nilai Tahanan Isolasi PMT Pada Fasa R

Berdasarkan pada Gambar Grafik 5, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Pemutus Tenaga (PMT) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada PMT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* PMT.

5. Analisa Nilai Tahanan Isolasi PMT Pada Fasa S

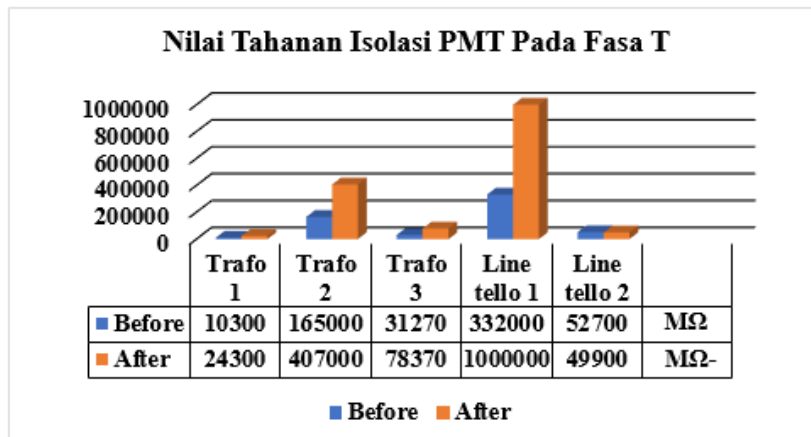


Gambar 6. Grafik Nilai Tahanan Isolasi PMT pada Fasa S

Berdasarkan pada Gambar Grafik 6, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Pemutus Tenaga (PMT) pada fasa S memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada PMT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi

visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* PMT.

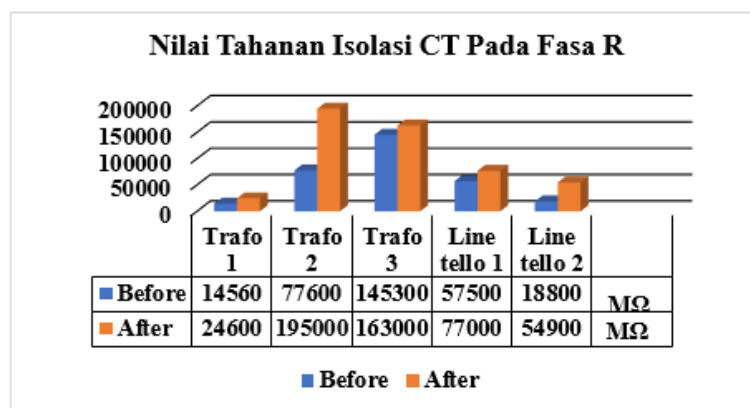
6. Analisa Nilai Tahanan Isolasi PMT Pada Fasa T



Gambar 7. Grafik Nilai Tahanan Isolasi PMT Pada Fasa T

Berdasarkan pada Gambar Grafik 7, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Pemutus Tenaga (PMT) pada fasa T memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada PMT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* PMT.

7. Analisa Nilai Tahanan Isolasi CT Pada Fasa R

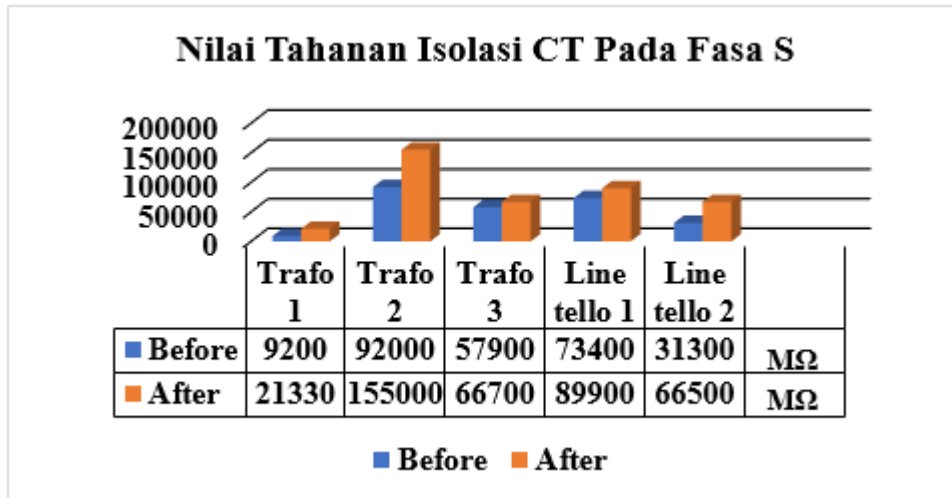


Gambar 8. Grafik Nilai Tahanan Isolasi CT pada Fasa R

Berdasarkan pada Gambar Grafik 8, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Arus (CT) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada CT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek

pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* CT.

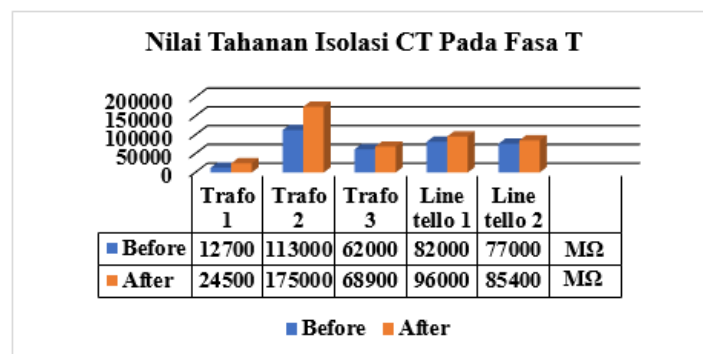
8. Analisa Nilai Tahanan Isolasi CT Pada Fasa S



Gambar 9. Grafik Nilai Tahanan Isolasi CT Pada Fasa S

Berdasarkan pada Gambar Grafik 9, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Arus (CT) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada CT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* CT.

9. Analisa Nilai Tahanan Isolasi CT Pada Fasa T

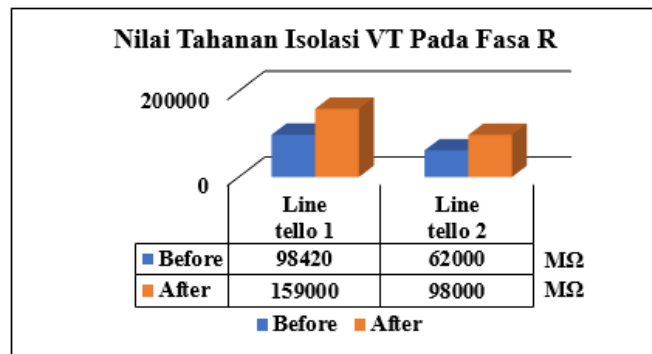


Gambar 10. Grafik Nilai Tahanan Isolasi CT Pada Fasa T

Berdasarkan pada Gambar Grafik 10, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Arus (CT) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada CT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi

visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* CT.

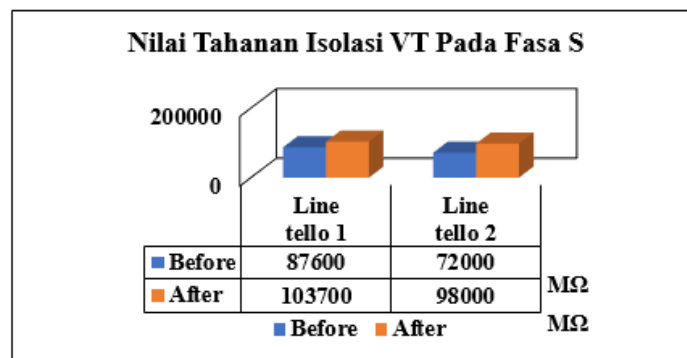
10. Analisa Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa R



Gambar 11. Grafik Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa R

Berdasarkan pada Gambar Grafik 11, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Tegangan (VT) pada fasa R memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada VT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* VT.

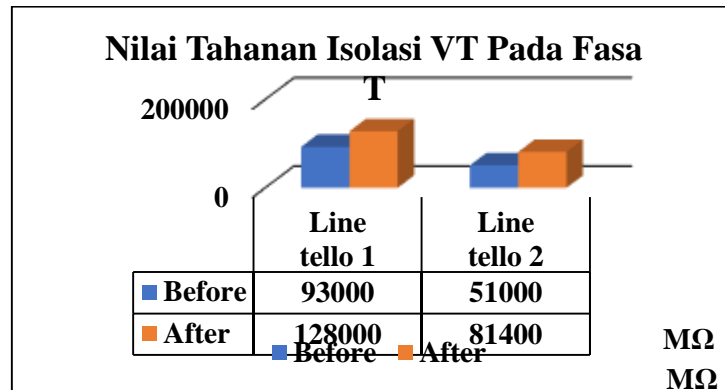
11. Analisa Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa S



Gambar 12 Grafik Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa S

Berdasarkan pada Gambar Grafik 12, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Tegangan (VT) pada fasa S memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada VT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* VT.

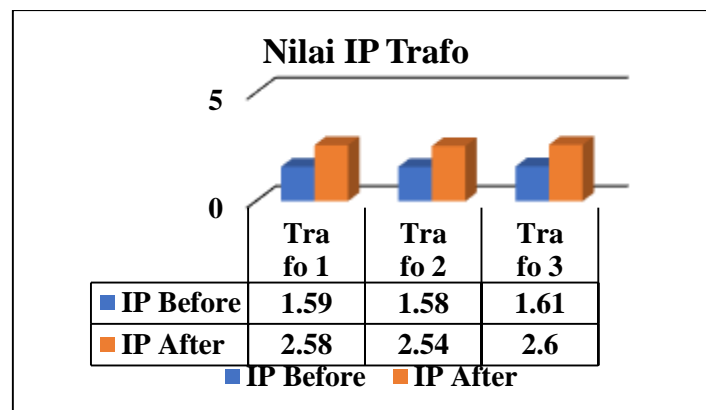
12. Analisa Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa T



Gambar 13. Grafik Nilai Tahanan Isolasi VT Pada Fasa T

Berdasarkan pada Gambar Grafik 13, dapat dilihat bahwa pengukuran nilai tahanan isolasi Trafo Tegangan (VT) pada fasa S memiliki variasi nilai. Nilai yang didapat dari pengukuran ini dari hasil sebelum dan sesudah peralatan diberi perawatan. Perawatan yang dilakukan pada VT berupa pembersihan permukaan komponen dari material asing yang menempel, inspeksi visual pada isolator yang rusak/patah, pembersihan di titik-titik pengukuran, mengecek pemasangan baut (peralatan bantu) agar tidak tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang, dan membersihkan *body* VT.

13. Analisa Nilai Pengukuran Tahanan Isolasi Trafo Tenaga



Gamabar 14. Grafik Nilai IP Trafo Tenaga

Berdasarkan Gamabar Grafik 14, nilai IP pada Trafo Tenaga mengalami kenaikan pada setiap bay. Nilai IP yang didapatkan dari perhitungan pengukuran nilai tahanan isolasi berada diatas batas minimum sesuai dengan standard IEEE Std 62 Tahun 1995 yang telah di tetapkan, seperti pada tabel 2.1. Perawatan yang dilakukan pada Trafo Tenaga adalah dengan membersihkan bushing dan isolator trafo, membersihkan bagian-bagian permukaan dari debu-debu atau material asing yang menempel pada *body* maupun isolator dan bushing trafo.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada setiap peralatan utama gardu induk di GI Panakkukang. Dapat di simpulkan bahwa nilai tahanan isolasi pada masing-masing peralatan utama gardu induk di GI Panakkukang berada di atas nilai minimal ($> M\Omega/1\text{ KV}$) sesuai dengan standar IEEE Std 62: 1995, VDE Catalogue 228/4, dan standar yang di pakai PLN dalam “Buku Pedoman Pemeliharaan System Tenaga” Tahun 2014 nilai tahanan isolasi pada masing-masing peratan utama Gardu Induk di GI Panakkukang mengalami kenaikan setelah di berikan perawatan. Perawatan yang dilakukan dapat dilakukan dengan membersihkan *body* peralatan dan material-material asing, dan pengukuran tahanan isolasi yang dilakukan secara *periodic*.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada setiap peralatan utama (MTU) Gardu Induk di GI Panakkukang, maka di sarankan, Perlu dilakukan inspeksi visual lebih lanjut terhadap peralatan utama gardu induk agar dapata mencegah terjadinya gangguan atau penurunan nilai ujian tahanan isolasi. Perlu penggantian peralatan utama pada Gardu Induk apabila usia pralatan sudah cukup lama, dan Perlu dilakukan pengujian sebelum dilakukan perawatan dan pemeliharaan

DAFTAR REFERENSI

- Ababil, K. (2023). Analisa perbandingan kelayakan tahanan isolasi transformator daya menggunakan pengujian indeks polaritas, tangen delta, BDV (breakdown voltage), dan rasio tegangan di gardu induk 150 kV Ulee Kareng. 20–30.
- Amalia, S. (2017). *Analisis pemeliharaan lightning arrester pada gardu induk GIS Simpang Haru Padang*.
- Ananto, R. A., Arifin, K. S., Hermawan, A., & Efendrik, P. (2023). Kajian teknis pemeliharaan transformator arus pada gardu induk PLTU Tanjung Awar-Awar Babat. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 2–5.
- Ardianto, Firdaus, & Noveri, L. M. (2024). Analisis kinerja sistem proteksi berdasarkan frekuensi gangguan di gardu induk 150 kV Garuda Sakti.
- Azis, A., & Febrianti, I. K. (2019). Analisis sistem proteksi arus lebih pada penyulang Cendana gardu induk Bungaran Palembang. *Jurnal Ampere*.
- Efryansah, R. A. (2023). Analisis kualitas tahanan isolasi pada transformator dengan preventive maintenance gardu induk Garuda Sakti.
- Fadillah, F. C. (2019). Analisis hasil pengujian tahanan isolasi transformator daya berdasarkan hasil uji indeks polarisasi dan tangen delta.

- Firdaus, Mapeasse, M. Y., Mangesa, R. T., Yantahin, M., & Miru, A. S. (2023). Analisis hasil pengukuran tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di gardu induk Jeneponto. *Jurnal Media Elektrik*, 1–5.
- Ganta, W. (2021). *Sistem proteksi gardu induk*.
- Mulyanto, B., Situmeang, U., & Halilintar, M. P. (2022). Analisis kondisi tahanan isolasi transformator daya 125 MVA menggunakan indeks polarisasi tangen delta dan breakdown voltage di PLTU Tenayan Raya 2 x 110 MW.
- Nugroho, W. (2019). Pengujian tahanan isolasi pada pemeliharaan pemutus tenaga gas SF6 bay Purworejo gardu induk 150 kV Bantul.
- Saputra, A. D., & Rahmadewi, R. (2022). Pengujian tahanan isolasi capacitive voltage transformer (CVT) 500 kV bay GT 2 dalam upaya meningkatkan peralatan proteksi di GITET Muara Tawar.
- Siregar, S. B., & Rahmadewi, R. (2021). Pengujian tahanan isolasi trafo tegangan di gardu induk Telukjambe Karawang. 25–35.
- Tambingon, J. J., Mangindaan, G., & Patras, L. (2022). Analysis of lightning arrester equipment in 150 kV GIS Teling.
- Tapparan, A. G. (2020). Analisa tahanan isolasi transformator arus (CT) bay trafo 1 gardu induk 150 kV Pati. 2–10.
- Wijayanti, A. N. (2019). Analisis tahanan isolasi pada transformator di gardu induk 150 kV Jekulo, Surakarta.