

PEMELIHARAAN *SHUTDOWN MEASUREMENT* PADA PERALATAN *CURRENT TRANSFORMATOR* DAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA BAY LINE KUTA 2 GARDU INDUK 150kV SENGKOL.

Nur Aiza¹, Suthami Arriessaputra²
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mataram

ARTICLE INFO

Article history :

Received June 20, 2024
Revised July 31, 2024
Accepted July 31, 2024

Keywords :

SHUTDOWN MEASUREMENT;
CURRENT TRANSFORMATOR;
LIGHTNING ARESTER;
Tahanan Isolasi;
Tahanan Pentanahan

ABSTRACT

This research aims to find out how and the results of routine 2-year maintenance on current transformers and Lighting Arrester in a state of blackout (shutdown measurement). Tests carried out in the form of testing insulation resistance and grounding resistance. The measuring instrument used in testing insulation resistance, namely Megger MIT 1025 while for testing grounding resistance used Digital Earth Kyoritsu Model 4105A. The results obtained in the insulation resistance test are good with a predetermined standard of 1Mohm per 1kV on the current transformer while on the Lightning Arrester with a predetermined standard of > 1GOhm obtained good results as well so it is feasible to operate. The results of the grounding resistance test on the current transformer are in good condition with a standard of <10hm, the test results obtained are also good on lightning arresters with the same standard <10hm so that this equipment is suitable for operation.

Corresponding Author:

Nur Aiza, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia
Email: aizanur10qp@gmail.com

1. PENDAHULUAN

PT PLN (persero) merupakan salah satu dari perusahaan yang menerima mahasiswa melakuakn praktik kerja lapangan yang merupakan salah satu dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang kelistrikan. PLN merupakan perusahaan energi listrik yang dimiliki oleh pemerintah Indonesia yang bertanggung jawab untuk menyediakan, mengelola, dan mendistribusikan energi listrik di seluruh wilayah Indonesia selain itu juga PLN melaksanakan penugasan kelistrikan dari pemerintah dalam rangka menunjang pembangunan dengan menerapkan prinsip-prinsip Perseroan Terbatas[1].

Sistem tenaga listrik merupakan hal yang penting dalam pembangunan yang berkelanjutan dalam sebuah negara. Current Transformator (CT) dan Lightning Arrester (LA) merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang sangat penting dimana CT berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dan diharapkan beroperasi secara maksimal karena dapat mempengaruhi distribusi tenaga listrik[2] sedangkan LA berfungsi melindungi peralatan tenaga listrik dengan cara pada keadaan normal, lightning arrester berlaku sebagai isolator dan apabila timbul tegangan lebih akan bertindak sebagai konduktor dan mengalirkan arus ke tanah. Setelah tegangan lebih hilang, maka arrester harus segera menjadi isolator kembali[3]. Oleh karena pemeliharaan CT dan LA sangat penting untuk dipelihara secara berkala untuk memastikan keandalan sistem tenaga listrik dapat terjaga.

1.1 Shutdown Measurement

Shutdown measurement merupakan suatu kegiatan pengujian yang dilakukan ketika peralatan dalam keadaan padam. Shutdown measurement dilakukan ketika pemeliharaan rutin maupun ketidak investigasi ketidak normalan (anomali)[4].

1.2 CT (Current Transforator)

Transformator adalah mesin listrik yang dapat mentransformasikan energi listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya melalui gandengan magnet berdasarkan prinsip induksi magnet. Secara umum transformator digunakan untuk mengubah energi listrik dari satu level tegangan

ke level tegangan yang lain. Salah satu dampak dari operasi transformator dalam pengujian line charging tersebut adalah terjadinya inrush current dan transien tegangan lebih[5].

Trafo arus (*Current Transformer*), yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik disisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi.

1.3 LA (Lightning Arrester)

Lightning Arrester merupakan alat pelindung pada peralatan sistem tenaga listrik terhadap surja petir maupun surja hubung dengan membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah[6]. karena fungsinya tersebut lightning arrester harus dapat menahan tegangan sistem pada frekuensi 50 Hz dalam waktu terbatas dan mengalirkan surja ke tanah tanpa mengalami kerusakan pada arrester itu sendiri[7].

1.4 Tahanan Isolasi

Pengujian tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui kualitas isolasi pada trafo arus baik itu antar belitan maupun antar belitan dan ground. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan DC pada isolasi yang akan diukur sebesar 5kV pada sisi primer dan 500V pada sisi sekunder. Arus bocor yang melewati media isolasi akan diukur sehingga didapatkan nilai tahanan isolasi dengan satuan mega ohm. Ilustrasi tahanan isolasi CT dapat dilihat pada gambar di bawah ini

Tahanan isolasi pada kabel adalah rasio dari tegangan yang diberikan pada kabel dibanding total arus yang mengalir diantaranya. Arus tersebut disebut dengan leakage current/ arus bocor. Pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada beberapa kabel/konduktor. Pengukuran dilakukan dengan mengukur antara konduktor yang satu dengan yang lainnya dan selubung isolasinya. Tahanan isolasi antara konduktor pada kabel berinti lebih dari satu (antara konduktor dengan kulit isolasi) idealnya memiliki tahanan isolasi yang sangat tinggi, biasanya >10 Gohm, Tingginya tahanan isolasi mengindikasikan baiknya suatu sistem atau peralatan yang diukur dan dapat menghindari gangguan pada sistem/peralatan[8]

1.5 Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan dengan menggunakan alat uji tahanan pentanahan. Nilai tahanan pentanahan akan mempengaruhi keamanan personil terhadap bahaya tegangan sentuh. Pada LA pengujian tahanan pentanahan dilakukan untuk mengetahui kondisi sistem pentanahan LA. Nilai pentanahan yang tinggi menunjukkan adanya anomali pada sistem pentanahan LA. Pengukuran pentanahan dilaksanakan dalam kondisi tidak bertegangan. Pada sistem tenaga listrik, tahanan pentanahan harus diperoleh sekecil mungkin baik tahanan pentanahan tegangan rendah, menengah, dan tegangan tinggi, sehingga membuat jalur gangguan secepat mungkin mengalir ke tanah. Besarnya tahanan pentanahan untuk sistem tegangan rendah adalah lebih kecil dari 5 Ω dan untuk tegangan menengah lebih kecil dari 20 Ω . Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan adalah[9]:

1. stuktur tanah
2. jenis elektroda
3. penampang elektroda
4. panjang jalur elektroda
5. Tahanan jenis elektroda.

Selain itu, dalam proses pengukuran tahanan pentanahan perlu diperhatikan hal-hal penting sebagai berikut:

1. Pastikan alat uji memiliki supply daya yang baik
2. Lepaskan kawat pentanahan dari rangkaian LA. Pengukuran dilakukan hanya pada rangkaian pentanahan
3. Bersihkan kawat pentanahan, sehingga alat ukur terkoneksi baik dengan kawat pentanahan
4. Gunakan bumi sebagai referensi pengukuran, bukan pentanahan peralatan lain yang sudah terhubung dengan sistem mesh gardu induk
5. Pasca pengukuran, pastikan koneksi sistem pentanahan terhubung Kembali dengan benar.

1.6 Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran

1. Megger MIT1025



Gambar 1. Megger MIT1025.

Pengujian resistansi isolasi diagnostik MIT1025 10 kV adalah pengujian kompak berperingkat CAT IV untuk pengujian diagnostik dan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi. Terlampir dalam wadah yang keras, ini lebih kecil dan lebih ringan dari pendahulunya sehingga lebih mudah untuk dibawa dan disimpan. Selain mengukur resistansi insulasi hingga 20 TΩ, MIT1025 juga menawarkan berbagai tes diagnostik seperti indeks polarisasi, rasio penyerapan dielektrik, tegangan step, pelepasan dielektrik, dan pengujian ramp.

MIT1025 juga dilengkapi dengan baterai lithium-ion yang dapat diisi ulang dengan cepat dan memiliki tampilan yang besar, jelas, mudah dibaca, membuatnya cocok untuk digunakan di bawah sinar matahari yang cerah dan lingkungan yang kurang cahaya. Informasi yang ditampilkan meliputi resistansi, tegangan, arus bocor, kapasitansi, status baterai, dan konstanta waktu. Selain itu, waktu pengujian yang telah berlalu ditampilkan terus-menerus, menghilangkan kebutuhan akan pengatur waktu terpisah[10]

2. Digital Earth Tester Kyoritsu model 4105A



Gambar 2. Digital Earth Tester Kyoritsu model 4105A

Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan menggunakan *Digital Earth Tester Kyoritsu* model 4105A. Digital earth kyoritsu model 4105A merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan (grounding) dalam sistem kelistrikan. Alat ini memiliki fitur dalam pengukuran 2-titik, dan 3-titik. Pengukuran 2-titik lebih mudah namun pengukuran 3-titik lebih akurat

1.7 Standar pengujian

1. Standar pengujian pada current transformer

A. Pengujian tahanan isolasi

Standar hasil pengujian tahanan isoalsi yang digunakan, yaitu >1MΩ per 1kV dikatakan baik

B. Pengujian tahanan pentanahan

Pada pengujian tahana pentanahan dikatakan baik jika hasil pengujiannya <1Ωm dikatakan baik[11], [12]

2. Standar pengujian pada lightning arrester

A. Pengujian tahanan insulasi

Pada lightning arrester dilakukan pengujian tahanan insulasi. Tahanan insulasi dikatakan baik jika hasil pengujiannya >1GΩ (Giga ohm).

B. Pengujian tahanan pentanahan

Pada Lightning Arrester dilakukan pengujian tahanan pentanahan. Tahanan pentanahan dikatakan baik jika <1Ω sesuai standar[12]

3. METODOLOGI

Adapun metodologi pengumpulan data yang digunakan pada laporan Praktek Kerja Lapangan ini sebagai berikut:

1) Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dengan membaca jurnal-jurnal dan modul-modul serta buku tentang standar-standar dalam bekerja agar tetap *safety*, yang diberikan oleh pembimbing di Unit Pelayanan Transmisi dan Gardu Induk Lombok Barat (ULTG Lobar) yang berupa pengumpulan dari para ahli sebelumnya.

2) Wawancara

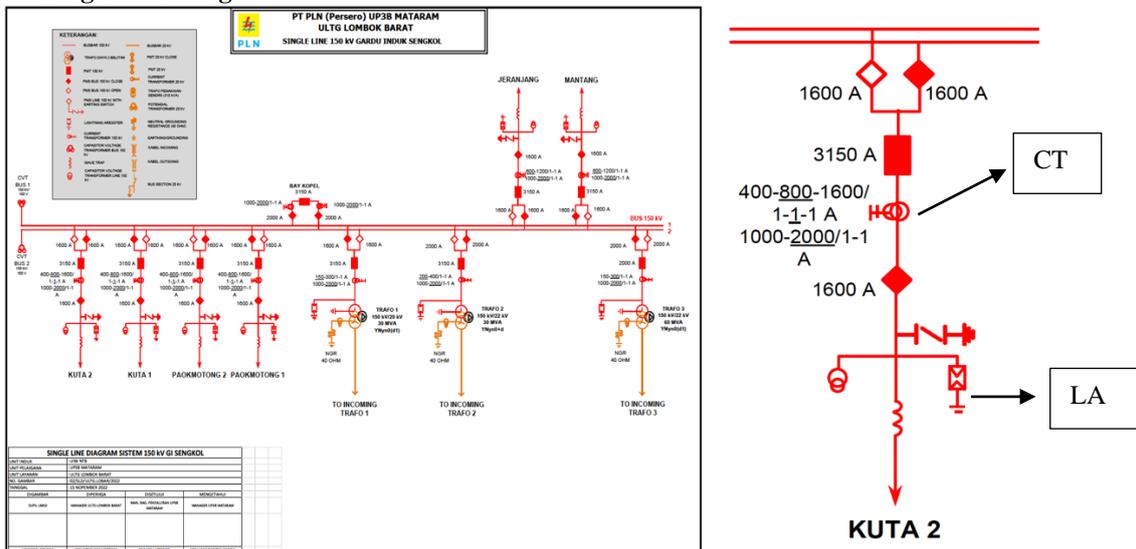
Wawancara merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkan informasi dengan bertanya langsung kepada pembimbing lapangan dan pihak-pihak yang telah berpengalaman sehingga memperoleh informasi mengenai permasalahan yang ada dilapangan, fungsi dan cara kerja dari peralatan serta cara pengoperasian suatu peralatan gardu induk.

3) Observasi

Observasi adalah suatu cara untuk memperoleh informasi terkait objek dengan cara mengamati dan menganalisa secara langsung dan mendapat kesimpulan atas kegiatan yang ada di tempat PKL.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Single Line Diagram



Gambar 3. Single Line Diagram Gardu Induk Sengkol

Current transformer merupakan transformator arus yang berfungsi untuk mengukur besaran arus pada instalasi tenaga listrik disisi primer (TET, TT, dan TM) yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi. Sedangkan LA, merupakan peralatan untuk melindungi peralatan lain dari tegangan surja (baik surja hubung maupun surja petir)

Pemeliharaan current transformer dan lightning arrester pada GI Sengkol dilakukan 2 tahun sekali disesuaikan dengan kode nomor yang pada *namplate*. Tujuan dari pemeliharaan adalah untuk menjaga agar gardu induk dapat beroperasi secara optimal dan andal serta memperbaiki dan menguji current transformer dan lightning arrester. Kerusakan itu juga akan menyebabkan terganggunya penyediaan tenaga listrik dengan segala akibat bagi pemakaiannya. Oleh karena itu perlu diusahakan untuk sebanyak mungkin mengurangi terjadinya gangguan pada current transformer dan lightning arrester.

Dengan adanya pemeliharaan yang teratur dan dilakukan secara baik dapat diperoleh beberapa keuntungan antara lain:

- Meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik
- Memperpanjang umur peralatan
- Meningkatkan efisiensi operasi

- Mencegah terjadinya kecelakaan

3.2 Hasil Pengujian CT

- Hasil Pengujian Tahanan Isolasi

Tabel 1. Hasil pengujian tahanan isolasi

Isolasi CT					
Pengujian	Fasa ($G\Omega$)			Standar	Keterangan
	R	S	T		
P - G	5,400	6,500	6,890	>1M Ω m per 1kV	Baik
P - C1	10,000	10,000	5,740		Baik
P - C2	8,800	9,390	5,400		Baik
P - C3	7,300	9,120	6,530		Baik
P - C4	8,300	10,00	6,380		Baik
C1 - G	1000	1000	1000		Baik
C2 - G	1000	1000	1000		Baik
C3 - G	1000	1000	1000		Baik
C4 - G	1000	1000	1000		Baik

Keterangan:

P - G = Primer Ground
P - C1 = Primer Core 1
P - C2 = Primer Core 2
P - C3 = Primer Core 3
P - C4 = Primer Core 4

C1 - G = Core 1 Ground
C2 - G = Core 2 Ground
C3 - G = Core 3 Ground
C4 - G = Core 4 Ground

Berdasarkan tabel data hasil pengujian tahanan isolasi pada CT di atas didapatkan nilai hasil uji yang baik dalam satuan T Ω (TOhm) baik itu pada prime-ground, primer-core, dan core-ground. Dimana T Ω sama dengan 1000 G Ω dengan standar yang ditentukan >1M Ω m per 1kV. Pengujian ini dapat dikatakan baik karena lebih dari standar yang minimal dikatakan baik. Hal tersebut berarti peralatan masih layak untuk beroperasi berdasarkan SK-DIR PLN.2014. jika hasil uji <1M Ω m per 1kV maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut.

- Hasil Pengujian Tahanan Pentanahan

Tabel 2. Hasil pengujian tahanan pentanahan

Fasa	Hasil Uji (Ω)	Standar	Keterangan
R	0,51	<1 Ω	Baik
S	0,03		Baik
T	0,07		Baik

Berdasarkan data tabel hasil pengujian tahanan pentanahan di atas didapatkan nilai hasil uji fasa R, S, T, yaitu 0.51 Ω , 0.03 Ω , dan 0.07 Ω . Tahanan pentanahan memiliki standar <1 Ω . Sehingga hasil pengujian tahanan pentanahan pada tabel di atas dapat dikatakan baik, karena sudah memenuhi standar berdasarkan SK-DIR PLN.2014. Namun, jika hasil pengujian lebih dari 1 ohm maka kawat tahanan pentanahan perlu dibersihkan dan dilakukan pengujian ulang. Jika nilai tahanan pentanahan masih lebih dari 1 ohm maka perlu dilakukan perbaikan sistem pentanahan pada peralatan tersebut.

3.3 Hasil pengujian atau pengukuran pada Lightning Arrester

- Hasil Pengujian Tahanan Isolasi

Tabel 3. Hasil pengujian tahanan isolasi

Tahanan Insulasi LA					
Fasa	Atas – Bawah (GΩ)	Atas – Ground (GΩ)	Bawah – Ground (GΩ)	Standar	Keterangan
R	6420	6940	7030	>1 GΩ	Baik
S	47,2	54,1	1,6		Baik
T	49,9	54,4	0,756		Baik

Berdasarkan data tabel hasil pengujian tahanan insulasi di atas dapat dilihat bahwa fasa R didapatkan hasil pengujian sebesar 6420 GΩ pada pengujian atas- bawah, 6940 GΩ pada pengujian atas-ground, dan 7030 GΩ pada bawah-ground sehingga hasil pengujian dikatakan baik karena standar pengujian >1 GΩ.

Pada fasa S didapatkan hasil pengujian sebesar 47,2 GΩ pada pengujian atas- bawah, 54,1 GΩ pada pengujian atas-ground, dan 1,6 GΩ pada bawah-ground sehingga hasil pengujian dikatakan baik karena standar pengujian >1 GΩ.

Pada fasa T didapatkan hasil pengujian sebesar 49,9 GΩ pada pengujian atas- bawah, 54,4 GΩ pada pengujian atas-ground dikatakan baik karena standar pengujian >1 GΩ. Sedangkan pada bawah-ground didapatkan 0,756 GΩ hal ini terjadi salah satunya disebabkan oleh faktor interferensi dari luar misalnya udara kotor yang mempengaruhi kekuatan isolasi udara. Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh konduktor yang terhubung ke peralatan yang lain belum terlepas. Ketika tahanan isolasi peralatan yang terhubung kurang baik maka tahanan isolasi peralatan yang di uji juga berpengaruh.

- Pengujian tahanan pentanahan

Tabel 4. Hasil pengujian tahanan pentanahan

Fasa	Hasil Uji	Standar	Keterangan
R	0,17	<1Ω	Baik
S	0,25		Baik
T	0,14		Baik

Berdasarkan data tabel 3.4 hasil pengujian tahanan pentanahan didapatkan nilai hasil uji fasa R, S, T, yaitu 0.17Ω, 0.25Ω, dan 0.14Ω. Tahanan pentanahan memiliki standar <1Ω yang berdasarkan pada buku pedoman pemeliharaan Lightning Arrester PT PLN Persero yang mengacu pada standar VDE. Sehingga hasil pengujian tahanan pentanahan pada tabel di atas dapat dikatakan baik, karena sudah memenuhi standar. Jika nilai tahanan pentanahan >1Ω tindakan yang dilakukan berupa pembersihan kawat pentanahan, termasuk mur, dan baud koneksi kawat pentanahan. Namun apabila hasil pengujian >1Ω, maka direncanakan perbaikan sistem pentanahan.

5. KESIMPULAN

- Pada pengujian tahanan isolasi, tan delta, serta tahanan pentanahan pada CT di dapatkan hasil yang sudah sesuai dengan standarisasi yang diberikan dan memenuhi syarat standarisasi

- Pengujian tahanan isolasi dan tahanan pentanahan pada LA di dapatkan hasil yang baik dan telah sesuai dengan standar dan memenuhi syarat standarisasi. Akan tetapi pada pengujian isolasi LA bawah ground didapatkan hasil yang tidak sesuai standar. Hal ini disebabkan oleh faktor interferensi dari luar.

6. REFERENCES

- [1] “Listrik untuk Kehidupan yang Lebih Baik - PT PLN (Persero).” Accessed: Mar. 20, 2024. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/tentang-kami/profil-perusahaan>
- [2] D. Hariyono, “ANALISA PROTEKSI RELAY DIFFERENSIAL TERHADAP GANGGUAN EKSTERNAL TRANSFORMATOR,” *Saintek ITM*, vol. 32, no. 2, 2019, doi: 10.37369/si.v32i2.60.
- [3] A. W. Ramadhani, J. Joko, A. I. Agung, and T. Wrahatnolo, “Analisis Arus Bocor Resistif Pada Sistem Proteksi Lightning Arrester Bay Kedinding Di Gardu Induk 150 KV Kenjeran Surabaya,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 12, no. 1, 2023, doi: 10.26740/jte.v12n1.p19-27.
- [4] T. Kasnalestari, G. K. Atmajaya, and S. Baqaruzi, “Optimalisasi Pemeliharaan, Pengujian, dan Penggantian Current Transformer Jenis OSKF-170,” vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i2.14201.
- [5] R. D. Prabowo and B. Badaruddin, “ANALISA INRUSH CURRENT DAN TRANSIENT OVERVOLTAGE TRANSFORMATOR 292 MVA DENGAN PENGUJIAN LINE CHARGING STUDI KASUS PADA PLTGU CILEGON,” *Transmisi*, vol. 24, no. 1, 2022, doi: 10.14710/transmisi.24.1.29-37.
- [6] J. Manihuruk and N. L. Sitanggang, “Studi Kemampuan Arrester Untuk Pengaman Transformator Pada Gardu Induk Tanjung Morawa 150 KV,” 2021.
- [7] M. Sariana, M. Asna, and W. Sugarayasa, “Analisis Konstruksi Posisi Lightning Arrester di Gardu Distribusi Km 0003 Penyulang Subagan Wilayah Kerja PT PLN (Persero) ULP Karangasem I Made Sariana, I Made Asna, I Wayan Sugarayasa,” 2020.
- [8] S. S. Akhmad and A. S. Jamin, “Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemutus Tenaga (Pmt) 20 Kv Di Gardu Induk Tello 150 Kv,” *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, no. September, 2021.
- [9] F. Fauzi and R. Radhiah, “Peran Tahanan Pentanahan pada Peralatan Listrik,” *Jurnal Litek : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 18, no. 1, 2021, doi: 10.30811/litek.v18i1.2151.
- [10] “MIT1025 - 10 kV Insulation Resistance Tester.” Accessed: Mar. 20, 2024. [Online]. Available: <https://us.megger.com/10-kv-insulation-resistance-tester-mit1025>
- [11] Buku pedoman pemeliharaan Transformator Arus (PT PLN PERSERO) PDM/PGI/02:2014.
- [12] Buku pedoman pemeliharaan Lightning Arrester (PT PLN PERSERO) PDM/PGI/12:2014.