

ANALISIS ISOLATION RESISTENCE PEMUTUS TENAGA 150KV BAY TRAF0 2 GARDU INDUK LAGADAR

Ahmad Rahmat Hidayat¹, Dian Budhi Santoso², Insani Abdi Bangsa³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang
^{1,2,3}Jl. H.S Rongggo Waluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat

¹Ahmad.rahmat17001@student.unsika.ac.id

²Dian.budhi@ft.unsika.ac.id

³iabdi.bangsa@ft.unsika.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 30-03-2021
revisi : 31-03-2021
diterima : 25-05-2021
dipublish : 30-06-2021

ABSTRAK

Sebagai sumber energi utama di Indonesia, listrik menjadi kebutuhan yang harus terpenuhi baik di pabrik, kantor, sarana pendidikan bahkan dirumah tangga. Untuk menjamin ketersediaannya maka harus dilakukan perawatan dan pemeliharaan secara rutin pada peralatan listrik salah satunya menguji nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui arus bocor yang terjadi diperalatan listrik khususnya pada pemutus tenaga supaya dapat digunakan dengan aman ketika dialiri arus listrik. Pada pengujian ini digunakan alat penguji yaitu *Insulation tester* yang digunakan untuk memastikan bahwa isolasi kabel dalam kondisi yanag baik. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh hasil nilai tahanan isolasi untuk fasa R sebesar 86.300 M Ω nilai atas-bawah, 65.000 M Ω untuk nilai atas-*ground* dan 65.000 M Ω untuk nilai bawah-*ground*. Untuk fasa S nilai yang diperoleh 113.000 M Ω untuk nilai atas-bawah, 66.500 M Ω untuk nilai atas-*ground* dan 145.000 M Ω untuk nilai bawah-*ground*. Sementara untuk nilai fasa T menunjukan nilai atas-bawah, atas-*ground* dan bawah- *ground* yaitu sama-sama >1.000.000 M Ω . Dari hasil tersebut diketahui bahwa kondisi dari nilai isolasi masih dalam kondisi baik dan aman sesuai dengan standar yang ditetapkan yaitu 150 M Ω untuk tegangan 150 KV.

Kata kunci : gardu induk; insulation tester; pemutus tenaga; tahanan isolasi

ABSTRACT

Analysis of isolation resistance value on the Circuit breaker 150KV bay transformator 2 in the substation lagadar west bandung. As the main energy source in Indonesia, electricity is a necessity that must be fulfilled both in factories, offices, educational facilities and even in households. To ensure availability, maintenance and maintenance must be carried out routinely on electrical equipment, one of which is to test the insulation resistance value of the circuit breaker. This test is carried out to determine the leakage current that occurs in electrical equipment, especially in circuit breaker so that it can be used safely when an electric current is applied. In this test, an insulation tester is used to ensure that the cable insulation is in good condition. From the results of the tests that have been applied, the insulation resistance value for phase R is 86,300 M Ω top-bottom values, 65,000 M Ω for the above-ground values and 65,000 M Ω for the bottom-ground values. For the S phase, the value obtained is 113,000 M Ω for the top-down value, 66,500 M Ω for the top-ground value and 145,000 M Ω for the bottom-ground value. Meanwhile, the value of the T phase shows the top-bottom, top-ground and bottom-ground values, which are > 1,000,000 M Ω . From these results it is known that the conditions of the insulation value are still in good and safe condition according to the set standards, namely 150 M Ω for a voltage of 150 KV.

Keywords : substation; insulation tester; circuit breaker; isolation resistance

PENDAHULUAN

Dalam menunjang berbagai aktivitas, listrik menjadi hal yang dianggap penting bagi kehidupan manusia karena di zaman yang modern seperti saat ini membutuhkan sumber energi listrik apalagi semua peralatan rumah tangga saat ini menggunakan listrik sebagai sumber energi (Adam, 2016). Sebagai perusahaan besar yang bergerak dibidang ketenaga listrikan di Indonesia PLN harus menjaga ketersediaan energi listrik bagi masyarakat. Untuk menjaga ketersediaan energi listrik tersebut maka harus dilakukan beberapa perawatan pada peralatan-peralatan penyalur energi listrik salah satunya adalah peralatan di gardu induk yang merupakan tempat penampungan energi listrik sebelum

disalurkan ke masyarakat (Kurniawan, p. 2020). Salah satu peralatan yang harus dilakukan perawatan secara rutin disebut gardu induk adalah perawatan pemutus tenaga (PMT) atau *circuit breaker* (CB) yang berfungsi sebagai saklar yang dapat menutup, memutus serta mengalirkan beban arus dalam keadaan normal dan dalam keadaan yang tidak normal (gangguan). Untuk menjaga kondisi pemutus tenaga (PMT) tetap dalam keadaan baik, maka harus dilaksanakan perawatan-perawatan yang diselenggarakan secara rutin dan berkala (Riyadi, 2019). Beberapa perawatan pada pemutus tenaga (PMT) diantaranya adalah pengujian tahanan isolasi yang bertujuan untuk memeriksa kondisi isolasi rangkaian dan untuk

mengetahui kebocoran arus yang terjadi antara *input* tegangan dan *output* tegangan terhadap tanah sehingga dengan dilakukan pengujian tersebut diharapkan bisa memperpanjang umur pemutus tenaga (PMT) tersebut sehingga tidak menimbulkan hal-hal yang tidak diharapkan seperti gangguan yang dapat merugikan konsumen dan masyarakat pengguna listrik dikemudian hari.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Malik Riyadi tahun 2019 yang berjudul “Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Padan 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Klaten” penelitian tersebut membahas tentang pemeliharaan Pemutus Tenaga dimana pada penelitiannya didapatkan hasil berupa beberapa pengujian yang dilakukan pada pemeliharaan tersebut diantaranya pengujian nilai tahanan kontak, uji keserempakan serta tahanan pentanahan yang mana merupakan bagian dari pemeliharaan rutin 2 tahunan pemutus tenaga (Riyadi, 2019). Penelitian ini hanya berfokus pada pengujian nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga sehingga data yang didapatkan dan analisis yang dilakukan dari penelitian ini cukup lengkap daripada penelitian sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi nilai isolasi pada peralatan listrik khususnya pemutus tenaga supaya dapat digunakan dengan aman dan mencegah gangguan pada pemutus tenaga tersebut. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis yaitu kuantitatif dimana data yang diperoleh dari alat pengujian dikumpulkan kemudian dianalisis sehingga didapatkan hasil nilai pengujian yang sesuai dengan standar nilai yang ditetapkan.

TEORI

Pemutus Tenaga atau *Circuit Breaker* ialah salah satu peralatan di gardu induk fungsinya sebagai penutup, pemutus arus serta mengalirkan tegangan dalam keadaan tertentu bilamana terjadi gangguan atau kondisi abnormal pada peralatan gardu induk. Berdasarkan besar tegangannya pemutus tenaga dibedakan menjadi beberapa kelas diantaranya Pemutus tenaga 20KV Pemutus tenaga 150 KV dan yang paling tinggi Pemutus tenaga 500KV (PLN, 2014)



Gambar 1. Pemutus tenaga bertegangan 20KV (PLN, 2014)



Gambar 2. Pemutus tenaga bertegangan 150 KV (PLN, 2014)



Gambar 3. Pemutus tenaga bertegangan 500 KV (PLN, 2014)

Sebagai peralatan yang penting disebuah sistem pembangkit maka pemutus tenaga (PMT) harus dilakukan pemeliharaan atau perawatan secara rutin. Pemeliharaan adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mengecek kondisi peralatan dan menjamin peralatan tersebut berfungsi dengan baik. Tujuan dari dilakukannya perawatan atau pemeliharaan adalah untuk menjaga dan mempertahankan kondisi peralatan pembangkit listrik salah satunya pemutus tenaga (PMT) agar berfungsi sebagaimana mestinya serta menjamin peralatan tersebut dapat bertahan lama serta mencegah peralatan tersebut dari gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan dikemudian hari (PLN, 2014).

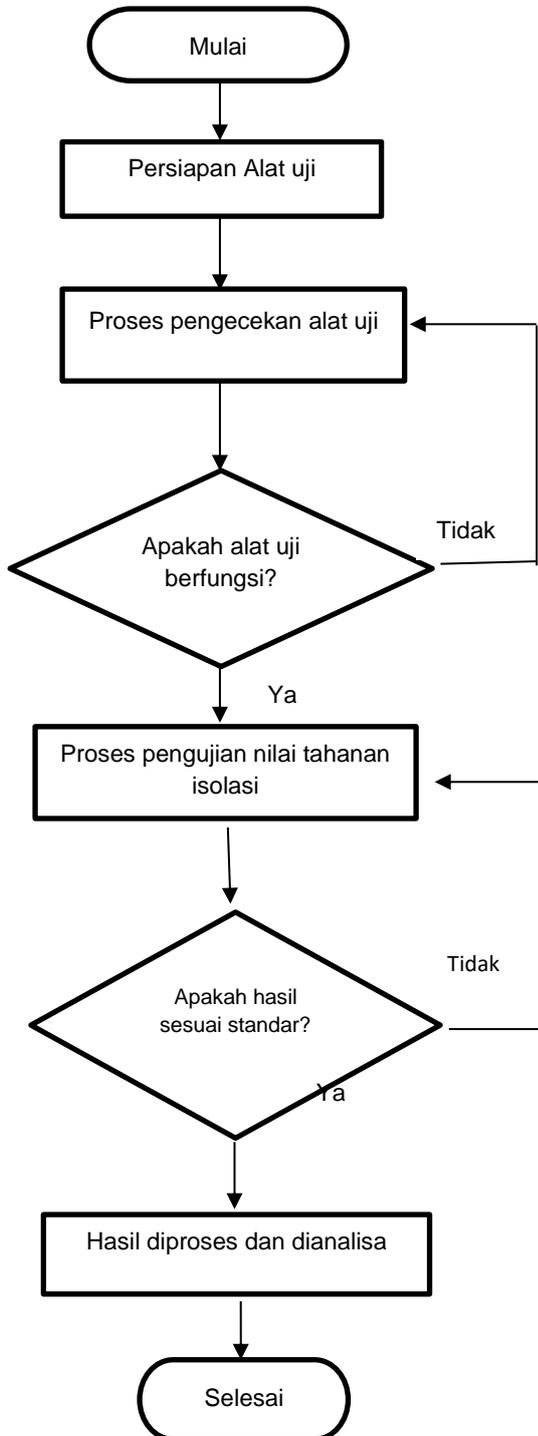
Pemeliharaan peralatan pembangkit tenaga listrik dilakukan dengan prosedur yang telah ditetapkan dan sesuai dengan standar pabrikan pembuatan peralatan tersebut dan berdasarkan standar internasional dan nasional seperti IEC, IEE, ANSI, CIGRE, SNI dan lain lain. Perawatan pada pemutus tenaga dibedakan menjadi beberapa bagian sesuai dengan fungsi dan kondisi peralatan tersebut bertegangan atau tidak adapun beberapa pemeliharaan tersebut adalah: *Visual inspection* (Pemeliharaan terhadap peralatan dalam keadaan bertegangan), *inservice measurement* (Pemeliharaan peralatan dalam keadaan bertegangan dengan periode waktu tertentu), *Shutdown measurement* (Pemeliharaan peralatan dalam keadaan tidak bertegangan), *overhaul* serta pemeliharaan pasca relokasi atau gangguan.

Pada dasarnya prinsip pengujian tahanan isolasi berfungsi untuk melihat seberapa baik kualitas tahanan media isolasi pada pemutus tenaga, bagian yang dilakukan pengecekan dalam pengujian ini adalah minyak serta kertas laminasi yang merupakan media isolasi yang paling utama dalam pemutus tenaga (PMT), minyak dan kertas laminasi perlu dilakukan pengecekan tahanan isolasinya untuk menjamin dan mengetahui kualitas dari pemutus tenaga tersebut. Kualitas dari peralatan tegangan tinggi ditentukan oleh media isolasi, jika media isolasinya buruk maka pengoperasian dari pemutus tenaga tersebut akan terganggu.

Menurut ketentuan dari PLN nilai tahanan isolasi yang buruk adalah $\leq 150 \text{ M}\Omega$ untuk peralatan sistem di 150 KV. Hal yang akan terjadi jika media isolasi minyak buruk yaitu kondisi minyak akan semakin panas dan menghasilkan partikel polutan yang akan mengendap dan sebagian akan mengendap pada belitan, jika keadaan ini berlangsung terus menerus resistansi dibelitan akan semakin besar, akibatnya pemutus tenaga akan semakin panas dan timbul *arching*/percikan api diantara belitan karena fungsi media isolasi salah satunya adalah sebagai pendingin, begitupun dengan kertas laminasi yang tahanan isolasinya buruk akan berdampak pula pada penambahan resistansi peralatan yang berlebih, Karena fungsi kertas laminasi adalah untuk memberi jarak antara belitan dan inti besi (PLN, 2014).

METODOLOGI

Tahapan dari pengujian yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah



Gambar 4. Flowchart proses penelitian

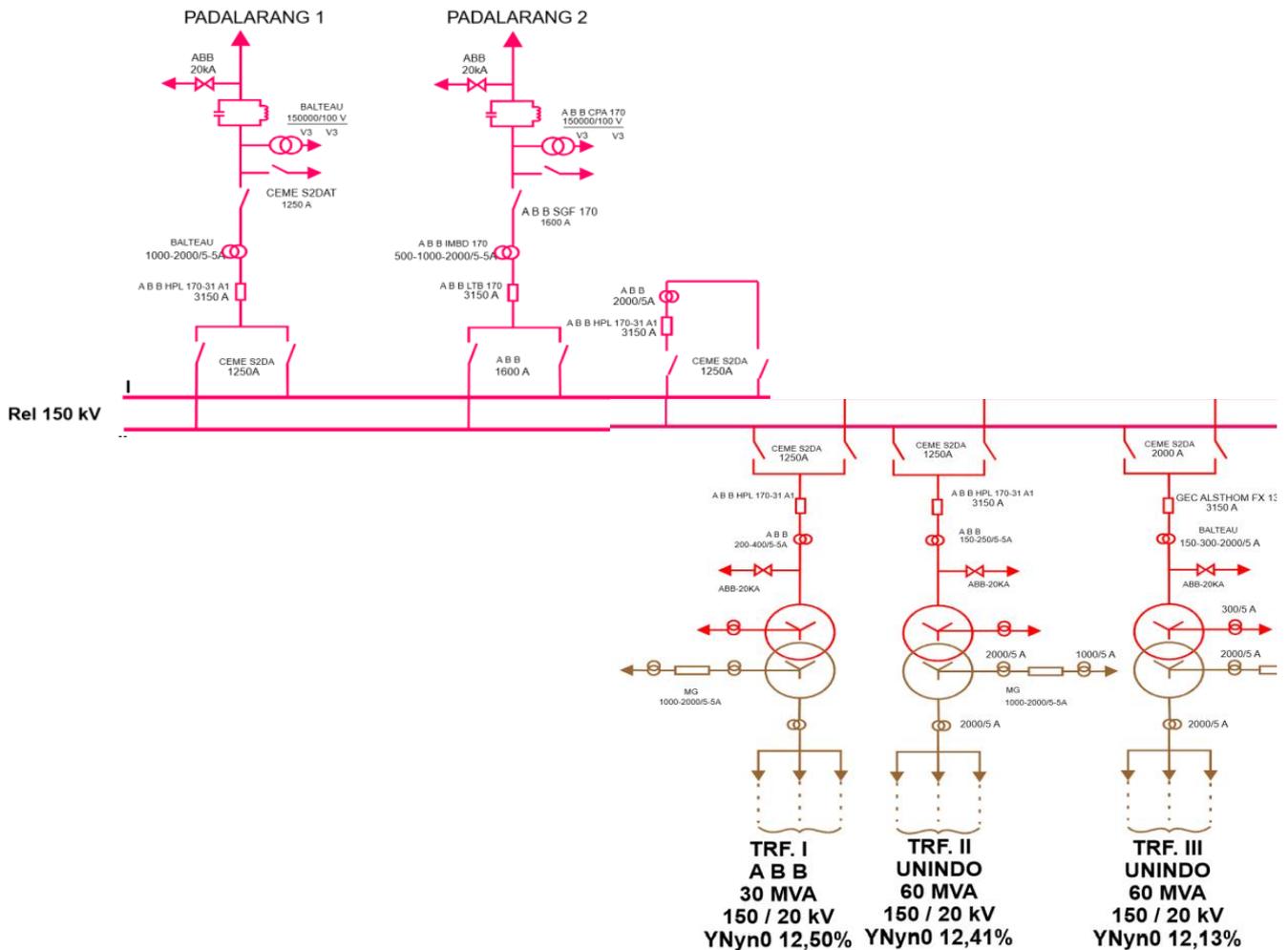
Pada tahapan pengujian dilakukan persiapan alat-alat yang diperlukan dalam melakukan pengujian yaitu *Insulation tester* yang berfungsi mengetahui nilai isoasi pada setiap peralatan gardu induk salah satunya pemutus tenaga, selain itu diperlukan kabel yang digunakan sebagai penghubung antara alat uji dengan media penguji. Setelah itu dilakukan pengujian alat apakah alat tersebut berfungsi atau tidak jika berfungsi maka lanjut pada proses pengujian nilai tahanan isolasi, jika tidak maka harus dilakukan pengecekan pada alat uji tersebut,

Setelah didapatkan hasil pengujian maka dilakukan analisa pada hasil tersebut dengan membandingkan dengan hasil pengujian tahun lalu, jika hasil yang didapatkan lebih besar dari tahun lalu maka tahanan isolasi pada pemutus tenaga masih dalam keadaan yang baik, jika hasilnya lebih kecil dari tahun lalu maka bandingkan hasil pengujian tersebut dengan standar yang telah ditetapkan PLN yaitu $1KV = 1M\Omega$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertempat di Gardu Induk Lagadar Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat. Adapun *Single line diagram* dari Gardu Induk Lagadar bisa dilihat pada gambar 5.

Dalam *single line diagram* rel 150KV terdapat 3 buah bay yang masing masing bay tersebut terdapat trafo, pemutus tenaga (PMT), *Lighting Arrester*, *Disconnecting Switch* (PMS), *Current Transformer* (CT). Pada penelitian ini yang dilakukan pengujian adalah pemutus tenaga yang terletak pada bay trafo 2 dimana pengujian tersebut dalam rangka pemeliharaan 2 tahunan yang dilakukan oleh PLN.



Gambar 5. Single Line Diagram Gardu Induk Lagadar

Proses pengukuran nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) digunakan alat penguji yaitu *Insulation tester*. Alat ini berfungsi untuk mengetahui nilai isolasi yang terjadi dibagian terminal *input* dan *output* terhadap tanah, pengujian ini dilakukan oleh ahli dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap supaya dapat mengantisipasi bila mana terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.



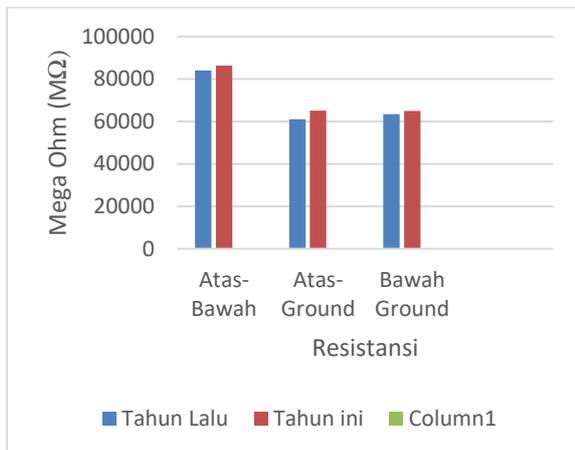
Gambar 6. Alat ukur *Insulation Tester*



Gambar 7. Proses Pengujian Nilai Tahanan Isolasi pada PMT

Tabel 1. Hasil ukur tahanan isolasi pemutus tenaga fasa R

Titik Ukur		Fasa R		
		Standar	Tahun Lalu	Hasil Ukur
Atas	PMT	1kV/1MΩ	84000	86300
Bawah	OFF		MΩ	MΩ
Atas	PMT		61000	65100
Ground	OFF		MΩ	MΩ
Bawah	PMT	63400	65000	
Ground	OFF	MΩ	MΩ	



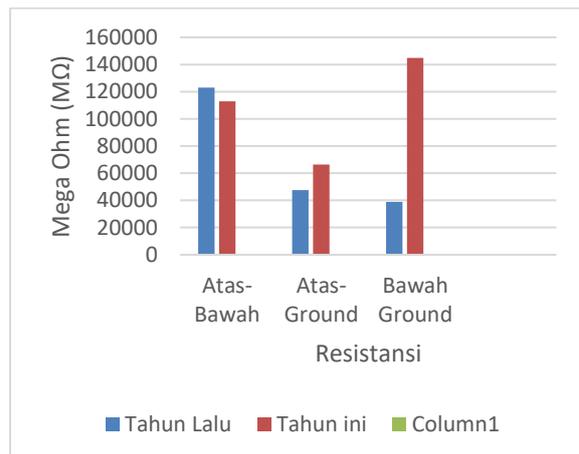
Gambar 8. Grafik Perbandingan Hasil Ukur Nilai Tahanan isolasi fasa R tahun ini dan tahun lalu

Hasil ukur nilai tahanan isolasi pemutus tenaga fasa R (Dalam MΩ) dan perbandingan nilai tahanan isolasi dengan tahun lalu. Untuk pengukuran pada fasa R nilai titik ukur Atas – Bawah yang tahun lalu bernilai 84.000 MΩ mengalami kenaikan menjadi 86.300 MΩ begitu pula dengan nilai

fasa Atas – Ground dan Bawah – Ground mengalami kenaikan dari tahun sebelumnya tetapi kenaikan tersebut tidak mempengaruhi kinerja dari PMT sehingga bisa dikatakan tahanan isolasinya sangat baik.

Tabel 2. Hasil ukur tahanan isolasi pemutus tenaga fasa S

Titik Ukur		Fasa R		
		Standar	Tahun Lalu	Hasil Ukur
Atas	PMT	1kV/1MΩ	123000	113000
Bawah	OFF		MΩ	MΩ
Atas	PMT		47500	66500
Ground	OFF		MΩ	MΩ
Bawah	PMT	39000	145000	
Ground	OFF	MΩ	MΩ	

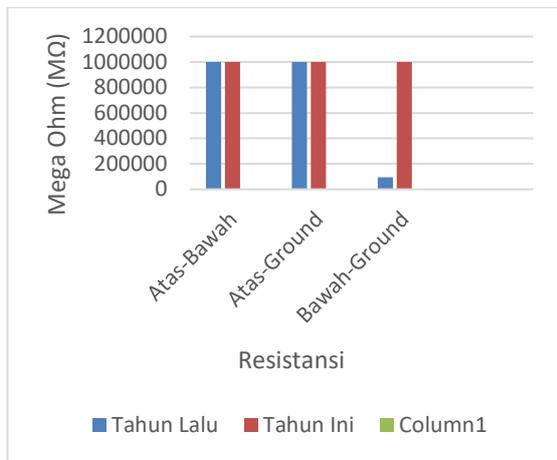


Gambar 9. Grafik Perbandingan Hasil Ukur Nilai Tahanan isolasi fasa S tahun ini dan tahun lalu

Untuk Fasa S nilai titik ukur Atas – Bawah yang mengalami penurunan dari tahun sebelumnya yaitu dari 123.000 MΩ menjadi 113.000 MΩ tetapi hal ini tidak menjadi masalah karena nilai pengukuran yang sekarang masih dalam standar yang ditetapkan PLN. Sedangkan untuk pengukuran Atas – Ground dan Bawah – Ground keduanya mengalami kenaikan yang cukup signifikan tetapi masih dalam keadaan yang baik.

Tabel 3 Hasil ukur tahanan isolasi pemutus tenaga fasa T

Titik Ukur		Fasa R		
		Standar	Tahun Lalu	Hasil Ukur
Atas	PMT	1kV/1MΩ	>1000000	>1000000
Bawah	OFF		MΩ	MΩ
Atas	PMT		>1000000	>1000000
Ground	OFF		MΩ	MΩ
Bawah	PMT		95000	>1000000
Ground	OFF		MΩ	MΩ



Gambar 10. Grafik Perbandingan Hasil Ukur Nilai Tahanan isolasi fasa T tahun ini dan tahun lalu

Untuk fasa T nilai titik ukur Atas – Bawah dan Atas – Ground memiliki nilai yang sama dari tahun sebelumnya yaitu >1000000 MΩ sedangkan untuk nilai Bawah – Ground mengalami kenaikan dari 95.000 MΩ menjadi >1000000 MΩ. Hal ini berarti nilai tahanan isolasi pada PMT fasa T masih sangat baik dan nilainya diatas standar yang ditentukan.

Dari hasil pengujian tahanan isolasi pada tabel diatas diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa nilai tahanan isolasi pada fasa R,S T masih memenuhi standar. Berdasarkan SK.DIR No.0520-20/2014 PLN standar pengujian Tahanan isolasi adalah 1KV/1MΩ. Pada pelaksanaan pengujian ini, dilakukan pengujian pada pemutus tenaga 150 KV bay trafo 2.

Dari data yang dihasilkan dan diperlihatkan pada tabel diatas diperoleh hasil bahwa kondisi pemutus tenaga fasa R , S dan T di bay trafo 2 masih dalam keadaan aman yaitu diatas 150 MΩ. Untuk pembangkit dengan tegangan 150 KV dan dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil bahwa pemutus tenaga di Gardu Induk Lagadar bay trafo 2 dalam keadaan yang baik sesuai dengan standar yang ditetapkan dan untuk itu tidak dilakukan perawatan lebih lanjut. Akan tetapi jika nilai tersebut dibawah standar maka harus dilakukan perawatan pada pemutus tenaga tersebut. Adapun penyebab dari menurunnya tahanan isolasi pada pemutus tenaga diantaranya seperti umur dari peralatan tersebut, timbulnya *trip*, serta durasi peralatan diberikan tegangan. Perawatan dan pemeliharaan yang dilaksanakan pada pemutus tenaga jika nilai tahanan isolasinya menurun dilakukan tindakan berupa pembersihan pada bidang komponen yang kan diuji dari kotoran atau debu yang menempel sekaligus membersihkan *body* PMT dari kotoran, mengecek keadaan Pemutus tenaga (PMT) pada isolator yang rusak serta dilakukan pengecekan pada baut yang terpasang pada pemutus tenaga (PMT) bilamana baut tersebut dalam keadaan yang longgar. Setelah dilakukan perawatan kemudian diuji kembali nilai tahanan isolasinya, jika setelah melakukan pengujian ulang nilai tahanan isolasinya masih kecil, maka pemutus tenaga tersebut harus diganti.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dapat disimpulkan bahwa nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga bay trafo 2 fasa R, S dan T semuanya menunjukkan nilai diatas standar yang ditetapkan yaitu >150MΩ untuk ukuran pembangkit dengan

kapasitas 150KV sengan demikian bisa dikatakan kondisi dari pemutus tenaga tersebut dalam keadaan yang baik dan aman untuk digunakan serta tidak adanya pemeliharaan lebih lanjut yang harus dilakukan mengingat kondisi pemutus tenaga tersebut dalam keadaan yang baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT. PLN (Persero) ULTG Bandung Selatan yang telah mengizinkan penulis mealakukan penelitian ini serta mentor dan dosen pembimbing yang telah membina dan mengakomodasi penulis dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, Latif. (2016). Dinamika Sektor Kelistrikan di Indonesia: Kebutuhan dan Performa Penyediaan. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Vol 24, No. 1, 2016.*

Antrapali, D Ingle., Kandiktar, Warsha., (2017). Electronic Circuit Breaker. *Journal Of Engineering Reasearch and Technology (IRJET) Vol.4*

Aribowo, Didik. (2019). Analisis Hasil Uji PMT 150KV Pada Gardu Induk Cilegon Bay KS1. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) 5(1.1), 59-65.2019*

Farzi , Abizar., Irawan, Denny., Astutik, Rini P., (2021). Analisis Kinerja Circuit Breaker 20KV PLTA Wonorejo Bermedia SF6(Sulfur Hexafouride). *Journal of admiration 2(1). 1-9, 2021*

Fieralubis, Chandra. (2017). Penentuan Kapasitas Pemutus Tenaga Sisi 20KV Pada Gardu Induk Sei. Raya. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Vol. 2, No.1, 2017*

Hakim, fahmi, M., Wibowo, Sigi, Syah., Bahtiar, Fikri, D.N.,(2019). Analisis Perencanaan Pemutus Tenaga Bay

Shunt Caoacitor Di Gardu Induk (GI) Sumenep. *JURNAL ELTEK 17 (1), 56-57,2019*

Kurniawan, Hari. (2020). Pemeliharaan Rutin Gardu Induk Serpong 150KV. *Repository Universitas Mercubuana Jakarta*

Makkulau, Andi., Pasra, Nurmiati.,Siswanto, Rfaldi, R., (2018). Pengujian Tahanan Isolasi dan Rasio Pada Trafo PS T15 PT Indonesia Power UP MRICA. *Jurnal Ilmiah energi an Kelistrikan Vol. 10-No. 1*

Riyadi, Malik. (2019). Analisis Pengujian Pemutus Tenaga (PMT) Bay Padan 2 Dalam Pemeliharaan Dua Tahunan di Gardu Induk Klaten. *Repository Universitas Widya Dharma*

Syahputra, Ramadoni. (2017). *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik.* Yogyakarta: LP3M UMY Yogyakarta

Santoso, Bambang Dwi. (2019) Pengujian Tahanan Isolasi PMT 20KV di PLN (Persero) GIS Alam Sutera. *Repository Universitas Mercubuana Jakarta*

PLN, P. (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Pemeliharaan Pemutus Tenaga. *Jakarta: PT. PLN.*

Prawira, Agus, M., (2019). Analisis Pengujian Pemutus Tenaga Bay Kedungombo 2 Dalam Pemeliharaan 2 tahunan di Gardu Induk Purwodadi. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta 2019.*

Yusmartato., Ramayulis., Hasibuan, Abdurrazaq. (2018). Penentuan Nilai Arus Pemutusan Pemutus Tenaga Sisi 20KV pada Gardu Induk 30 MVA Panguruan. *JET(Journal of Electrical Technology) 3 (1), 53-58, 2018.*