

ANALISIS HASIL PENGUKURAN TAHANAN ISOLASI PADA PEMUTUS TENAGA (PMT) KUBIKEL 20 KV DI GARDU INDUK JENEPONTO

Firdaus¹, Muhammad Yusuf Mapeasse², Riana Tangkin Mangesa³, Muliaty Yantahin⁴, Alimuddin Sa'Ban Miru⁵

¹Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
dauselektro@unm.ac.id

²Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
muh.yusuf.mapeasse@unm.ac.id

³Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar
riana.mangesa@unm.ac.id

⁴Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
muliaty.yantahin@unm.ac.id

⁵Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
Alimuddin.miru@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tahanan isolasi pemutus tenaga kubikel 20 kV pada Gardu Induk di Jeneponto. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu wawancara, dokumentasi dan pengukuran langsung. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran tahanan isolasi pemutus tenaga 20 kV bay feeder Arungkeke menggunakan alat ukur Megger. Pengukuran yang dilakukan pada pemeliharaan 2 tahunan yaitu pada tahun 2021 dan 2023. Tahanan isolasi pemutus tenaga dikatakan baik apabila sudah memenuhi standar tahanan isolasi sesuai Surat Keputusan Direksi 520/Pedoman Pemeliharaan Kubikel Tegangan Menengah Kepdir 0520-2.K.DIR.2014 "minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung $1 \text{ kV} = 1 \text{ M}\Omega$ ". Dalam pengukuran ini didapatkan hasil tahanan isolasi terendah sebesar $66 \text{ G}\Omega$, nilai ini memenuhi standar minimum tahanan isolasi pemutus tenaga yang bekerja pada tegangan 20 kV sebesar $0,02 \text{ G}\Omega$ sehingga tahanan isolasi pemutus tenaga 20 kV kubikel di Gardu Induk Jeneponto dikatakan masih sangat aman dan layak untuk dioperasikan.

Kata kunci: Pemutus Tenaga, Tahanan Isolasi, Megger. Kubikel 20 kV

ANALYSIS OF INSULATION RESISTANCE TEST RESULTS IN 20 KV CUBICLE CIRCUIT BREAKERS AT JENEPONTO SUBSTATION

ABSTRACT

This study aims to determine the condition of the insulation resistance of the 20 kV cubicle power breaker at the substation in Jeneponto. This study uses a quantitative descriptive research method using several data collection techniques, namely interviews, documentation and direct measurement. In this research, the insulation resistance of the 20 kV Arungkeke bay feeder was measured using a Megger measuring instrument. Measurements are carried out for 2-year maintenance, namely in 2021 and 2023. The isolation resistance of the power breaker is said to be good if it meets the insulation resistance standards according to the Decree of the Board of Directors 520/Guidelines for Maintenance of Medium Voltage Cubicles Kepdir 0520-2.K.DIR.2014 "minimum amount insulation resistance at operating temperature is calculated as $1 \text{ kV} = 1 \text{ M}\Omega$ ". In this measurement, the lowest insulation resistance result is $66 \text{ G}\Omega$, this value meets the minimum standard of insulation resistance for power circuit breakers working at 20 kV voltage of $0.02 \text{ G}\Omega$ so that the insulation resistance for circuit breakers of 20 kV cubicles at the Jeneponto Substation is said to be very safe and feasible to operate.

Keyword: Circuit Breaker, Isolation Resistance, Megger. Cubicle 20 kV

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok yang ada di masyarakat saat ini. Setiap tahun kebutuhan listrik di masyarakat terus meningkat. Seiring dengan pertumbuhan masyarakat dan pertumbuhan industri, energi listrik merupakan sesuatu yang vital dalam memenuhi kebutuhan energi yang dibutuhkan masyarakat dan industri dalam proses produksi suatu perusahaan.

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan energi listrik semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pelanggan rumah tangga yang meminta kepada PLN untuk menambah daya rumahnya. Belum lagi pelanggan industri yang masih banyak mengantri untuk mendapatkan listrik tegangan menengah. Dengan semakin banyak kebutuhan listrik yang harus dipenuhi, maka PLN harus meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik agar tidak mengalami kerugian yang besar.

Keandalan sistem tenaga listrik sangat penting agar energi listrik dapat disalurkan dengan baik. Keandalan sistem tersebut termasuk salah satunya adalah performa/keandalan peralatan saluran transmisi. Ada berbagai macam peralatan pada saluran transmisi dan kebanyakan alat-alat ini berada di gardu induk. Peralatan tersebut diantaranya adalah Transformator, *Circuit Breaker* (PMT), *Disconnecting Switch* (PMS), *Lightning Arrester* (LA), *Current Transformer* (CT), *Potensial Transformer* (PT), *Relay* Proteksi, dan masih banyak yang lainnya. Apabila peralatan-peralatan dalam kondisi yang baik, maka penyaluran energi listrik juga akan baik, sedikit gangguan dan rugi daya juga kecil [1].

Berdasarkan laporan data teknik Gardu Induk Jeneponto (2021), pada tegangan 150 kV terdapat 2 jenis penggerak pemutus tenaga yang digunakan yaitu PMT *single pole* dan PMT *three pole* dengan total delapan PMT. Di mana masing-masing dua *three pole* dan enam *single pole* dengan media pemadam busur api yaitu gas SF₆. Sedangkan pada pemutus tenaga 20 kV media pemutus yang digunakan yaitu VCB (*vacuum circuit breaker*).

Circuit Breaker (pemutus tenaga) atau biasa disebut dengan PMT adalah saklar mekanis yang mampu mengalirkan dan memutus arus beban dalam keadaan normal maupun dalam keadaan abnormal atau terjadi gangguan sesuai dengan nilai rating-nya. Pemutus tenaga merupakan saklar mekanis yang dirancang untuk melihat kondisi dan titik kerusakan pada gardu induk [2]. Fungsi utamanya adalah sebagai alat pembuka dan penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadinya arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau

peralatan lain [3] untuk itu, perlu dilakukan pemeliharaan terhadap PMT baik secara mekanis maupun elektris.

Pemeliharaan yang dilakukan terhadap PMT berupa pengujian terhadap semua komponen yang ada di pemutus tenaga di antaranya melakukan pengujian terhadap tahanan isolasi, tahanan kontak, tahanan pentanahan dan keserampakan kontak PMT. Pengukuran tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) ialah proses pengukuran menggunakan alat ukur *Insulation Tester* (Megger) untuk memperoleh hasil (nilai/besaran) tahanan isolasi pemutus tenaga antara bagian yang diberi tegangan (*fasa*) terhadap badan (*case*) yang ditanahkan maupun antara terminal masukan dengan terminal keluaran pada fasa yang sama dan nilai resistansi yang didapatkan tidak boleh melebihi nilai yang telah ditetapkan [4].

Berdasarkan hasil wawancara pada saat peneliti melakukan observasi dengan salah satu karyawan yang bernama Putra Syawal Keandre di Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Jeneponto, menyatakan bahwa salah satu penyebab terganggunya sistem penyaluran tenaga listrik yaitu ditemukannya arus bocor pada isolasi PMT yang melebihi batas standar yang telah ditentukan serta terjadi gangguan hubung singkat antar fasa atau hubung singkat fasa ke tanah. Untuk menghindari hal ini, maka dilakukan pengujian terhadap peralatan untuk memastikan kondisi dari peralatan. Pengujian ini dilaksanakan sebagai bentuk tindakan preventif sehingga apabila terdapat peralatan yang memiliki kemampuan di ambang batas atau hampir dinyatakan tidak layak operasi karena memiliki nilai pengukuran yang tidak sesuai standar, dapat diketahui lebih dini. Hal ini dilakukan dengan harapan bahwa kondisi sistem tetap terjaga serta tidak terjadi gangguan yang disebabkan oleh kondisi peralatan yang kurang baik.

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti tertarik melakukan penelitian pada Gardu Induk Jeneponto dengan judul penelitian "Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemutus Tenaga (PMT) Kubikel 20 kV Di Gardu Induk Jeneponto."

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif ini adalah untuk menjelaskan situasi yang hendak diteliti dengan dukungan studi kepustakaan sehingga lebih memperkuat analisa peneliti dalam membuat suatu kesimpulan, di mana hasil penelitian diperoleh dari hasil perhitungan indikator-indikator yang diteliti.

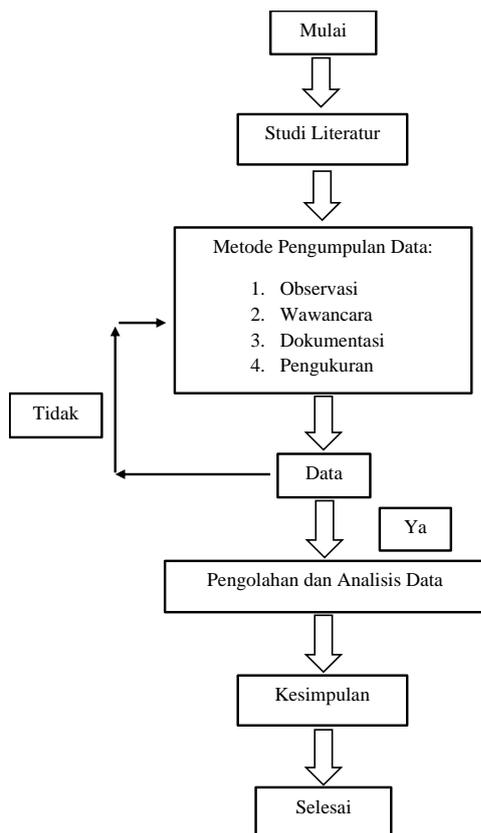
Pelitan ini memberikan gambaran tentang tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) Kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Gardu Induk Jeneponto yang berlokasi di Jl. Poros Bantaeng-Jeneponto Desa Kalumpang Loe, Kecamatan Arungkeke, Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2023.

C. Prosedur Penelitian

Setelah melakukan pengujian dan memperoleh data hasil pengukuran nilai tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto, maka dilakukan pengolahan dan analisis data. Selanjutnya, hasil pengolahan data dapat dianalisis dengan menggunakan rumus perhitungan sederhana. Kemudian akan didapatkan persentase perbandingan antara data hasil pengukuran dengan standar yang telah ditentukan.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

D. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah pengujian tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto.

E. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah tahanan isolasi atas-bawah PMT *off*, atas-tanah PMT *off*, bawah-tanah PMT *off*, dan fasa-tanah PMT *on*.

F. Definisi Operasional Variabel

Sistem isolasi adalah gabungan dari beberapa bahan isolasi yang dibangun untuk memisahkan bagian-bagian peralatan listrik yang berbeda potensial [5]. Tahanan isolasi PMT adalah rasio dari tegangan yang diberikan pada PMT dibanding total arus yang mengalir diantaranya. Arus tersebut disebut dengan arus bocor (*leakage current*).

G. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Literatur

Metode literatur yaitu metode di mana dilakukan pengumpulan data dari berbagai referensi-referensi buku yang berhubungan dengan judul skripsi ini untuk mendapatkan dan mengetahui dasar-dasar teori yang ada hingga dapat menunjang dalam penulisan ini.

2. Observasi

Teknik observasi yaitu teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan kunjungan langsung ke lapangan guna mengenal dan mengamati kondisi PMT. Adapun data-data yang akan diambil melalui observasi ini berupa nilai tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto.

3. Wawancara

Teknik wawancara yaitu salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi tentang pengujian tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto dengan jalan mengadakan komunikasi dan tanya jawab dengan orang yang berkompeten dengan objek penelitian.

4. Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan sebagai teknik pengumpulan data dengan menghimpun dan menganalisis dokumen-dokumen, baik tertulis, gambar maupun elektronik. Metode dokumentasi adalah metode pengumpulan data mengenai hal-hal atau variasi yang berupa catatan, buku, agenda dan sebagainya. Metode ini digunakan sebagai pendukung dalam melakukan penelitian yaitu memperoleh data pengujian tahanan isolasi pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di Gardu Induk Jeneponto. Adapun dokumentasi data yang diperlukan adalah single line diagram GI Jeneponto, spesifikasi PMT yang diuji, dan

instruksi kerja pengoperasian penganalisa PMT menggunakan Insulation tester.

H. Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pedoman Wawancara

Metode wawancara digunakan untuk mendukung analisis data yang diperoleh dari observasi, studi literatur dan dokumentasi. Pengumpulan data dengan cara wawancara menggunakan instrumen sebagai pedoman untuk memperoleh data hasil wawancara dari Supervisor sebagai narasumber. Instrumen pedoman wawancara dapat digambarkan sebagai berikut:

TABEL 1 INSTRUMEN WAWANCARA

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah tahanan isolasi pada pemutus tenaga berpengaruh dalam sistem transmisi pada gardu induk?	
2.	Apakah yang menyebabkan pemutus tenaga mengalami arus bocor?	
3.	Apakah yang akan dilakukan jika pada saat pengujian hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan?	
4.	Apakah kegunaan alat ukur <i>Insulation tester</i> selain mengukur waktu kerja PMT?	
5.	Apakah penyebab saat pengujian tahanan isolasi PMT tidak dapat terbaca oleh alat ukur <i>Insulation tester</i> ?	

2. Dokumentasi

Teknik ini bertujuan untuk memperoleh data langsung dari tempat penelitian meliputi *single line* diagram Gardu Induk Jeneponto dan spesifikasi PMT yang akan diuji. Berikut paduan yang akan digunakan:

TABEL 2 INSTRUMEN DOKUMENTASI

No.	Jenis Dokumentasi Yang Dibutuhkan	Jumlah Item
1.	<i>Single Line</i> Diagram Gardu Induk Jeneponto	1
2.	Spesifikasi PMT yang diuji	1

3. Pengukuran Langsung

Pengukuran langsung adalah jenis pengukuran yang secara eksplisit mengambil karakteristik objek yang ingin diukur tanpa perlu memprosesnya terlebih dahulu. Dalam hal ini peneliti menggunakan alat ukur berupa Megger untuk

mengukur nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di ULTG Jeneponto.

TABEL 3 HASIL PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI PMT

NO	TITIK UKUR	ACUAN	R	S	T
1	Atas - Bawah	PMT Off			
2	Atas - Tanah	PMT Off	1 kV = 1		
3	Bawah - Tanah	PMT Off	MΩ		
4	Fasa - Tanah	PMT on			

I. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis deskriptif kuantitatif. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan penjelasan atau pun gambaran mengenai keadaan tahanan isolasi PMT yang mengacu pada suatu standar yang telah ditentukan Surat Keputusan Direksi 520/Pedoman Pemeliharaan Kubikel Tegangan Menengah Kepdir 0520-2.K.DIR.2014 minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung "1 kV = 1 MΩ". Berikut teknik analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Tahanan Isolasi Pemutus Tenaga

Teknik ini digunakan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi di Gardu Induk Jeneponto sesuai buku pemeliharaan peralatan SE.032/PSR/1984 dan menurut standard VDE (catalogue 228/4) minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung "1 kV = 1 MΩ". Bila dilihat dari hitungan teori standar minimal tahanan isolasi dapat dihitung dengan rumus [6].

$$R = \frac{1000xU}{Q} x U x 2,5 \quad (1)$$

Di mana:

- R : tahanan isolasi minimal (Ω)
- U : tegangan kerja (V)
- Q : tegangan Megger (V)
- 1000 : bilangan tetap
- 2,5 : faktor keamanan (apabila baru)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

1. Spesifikasi Pemutus Tenaga yang Diuji

Penelitian ini dilakukan pada PMT 20 kV Gardu Induk Jeneponto pada bay feeder Arungkeke. Jenis pemutus tenaga yang digunakan yaitu pemutus tenaga 20 kV tipe HVX24 dibuat pada tahun 2012 dengan media pemadam hampa udara (*vacuum circuit breaker*). Ruang hampa udara pada PMT jenis ini mempunyai kekuatan dielektrik (*dielectric strenght*) yang tinggi dan sebagai media pemadam busur api yang baik. Jenis penggerak yang

digunakan pada pemutus tenaga ini yaitu pegas (*spring charge*). Mekanik penggerak berfungsi untuk menyimpan energi yang dapat menggerakkan kontak gerak (*moving contact*) PMT dalam waktu tertentu sesuai dengan spesifikasinya. Untuk lebih jelasnya spesifikasi PMT 20 kV *bay feeder* Arungkeke dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4 SPESIFIKASI PMT 20 KV *BAY FEEDER* ARUNGKEKE

No.	Spesifikasi	
1	Merk PMT	Schneider
2	Type	HVX24
3	Serial Number	V-006722/20/02
4	Tahun Pembuatan	2012
5	Tahun Operasi	2013
6	Mekanik Penggerak	Spring Charge
7	Media Pemadam	Vacuum
8	Rated Voltage (U_r)	24 kV
9	Rated Lightning Imp. Withstand Voltage (U_p)	125 kV
10	Rated Frequency (F_r)	50/60 Hz
11	Rated Normal Current (I_r)	630 A
12	Rated Short Circuit Breaking Current (I_{sc})	25 kA
13	Rated operating sequence	O-0.3s-CO-3min-CO
14	Motor	110 AC/DC

2. Standar Pengukuran Tahanan Isolasi PMT

Teknik ini digunakan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi di Gardu Induk Jeneponto sesuai Surat Keputusan Direksi 520/Pedoman Pemeliharaan Kubikel Tegangan Menengah Kepdir 0520-2.K.DIR.2014 minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung "1 k Ω = 1 M Ω ". Berdasarkan rumus (1),

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

diperoleh tahanan isolasi minimum sebagai berikut: diketahui:

U : 20000 V

Q : 5000 V

Ditanyakan:

R : Tahanan isolasi minimal (Ω)

Jawab:

$$\begin{aligned} R &= \frac{1000 \times U}{Q} \times U \times 2,5 \\ &= 200.000.000 \\ &= 200 \text{ M}\Omega \end{aligned}$$

3. Hasil Pengujian Tahanan Isolasi

Pengukuran langsung adalah jenis pengukuran yang secara eksplisit mengambil karakteristik objek yang ingin diukur tanpa perlu memprosesnya terlebih dahulu. Dalam hal ini peneliti menggunakan alat ukur berupa Megger dengan skala 5000 V untuk mengukur nilai tahanan isolasi pada pemutus tenaga (PMT) kubikel 20 kV di

ULTG Jeneponto. Berikut data hasil akhir pengujian tahanan isolasi (PMT) kubikel 20 kV di ULTG Jeneponto dibawah ini:

TABEL 5 NILAI PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI PMT

NO	TITIK UKUR	ACUAN	R	S	T
1	Atas - Bawah PMT <i>Off</i>		170.6 G Ω	173 G Ω	165.8 G Ω
2	Atas - Tanah PMT <i>Off</i>	1 kV = 1	81.8 G Ω	88.7 G Ω	72.4 G Ω
3	Bawah - Tanah PMT <i>Off</i>	M Ω	66 G Ω	66.3 G Ω	68.6 G Ω
4	Fasa - Tanah PMT <i>On</i>		93.8 G Ω	111.5 G Ω	100 G Ω

Berdasarkan Tabel 5 diatas data yang diperoleh dari hasil pengujian tahanan isolasi PMT kubikel 20 kV di ULTG nilai terendah yang didapatkan yaitu pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa bawah (*output*) dan tanah pada fasa R yaitu 66 G Ω . Sedangkan hasil tertinggi pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa atas (*input*) dan fasa bawah (*output*) pada fasa S yaitu 173 G Ω . Nilai ini memenuhi standar minimum tahanan isolasi pemutus tenaga yang bekerja pada tegangan 20 kV sebesar 0,02 G Ω .

PEMBAHASAN

IEV (*International Electrotechnical Vocabulary*) 441-14-20 disebutkan bahwa *Circuit Breaker* (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) merupakan peralatan saklar / *switching* mekanis, yang mampu menutup, mengalirkan dan memutus arus beban dalam kondisi normal serta mampu menutup, mengalirkan (dalam periode waktu tertentu) dan memutus arus beban dalam spesifik kondisi abnormal/ gangguan seperti kondisi *short circuit*/ hubung singkat. Untuk itu, perlu dilakukan pemeliharaan terhadap PMT baik secara mekanis maupun secara elektris. Ada beberapa jenis pemeliharaan yang sering dilakukan yaitu *in service inspection*, *in service measurement*, dan *shutdown measurement*.

Pada penelitian ini dilakukan pemeliharaan *shutdown measurement* yang merupakan pemeliharaan yang dilakukan pada periode dua tahunan dalam keadaan peralatan tidak bertegangan. Pemeliharaan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi peralatan secara lebih rinci. Ada beberapa macam pengukuran yang dilakukan pada pemeliharaan ini, salah satunya yaitu pengukuran pada PMT. Pemeliharaan PMT dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap semua komponen yang ada di pemutus tenaga diantaranya adalah melakukan pengukuran terhadap tahanan isolasi,

tahanan kontak, tahanan pentanahan dan keserempakan kontak PMT. Pengukuran tahanan isolasi PMT adalah proses pengukuran dengan suatu alat ukur *Insulation Tester* (Megger) untuk memperoleh nilai tahanan isolasi PMT, yaitu antara bagian yang diberi tegangan (fasa) terhadap badan (*casing*) yang ditanahkan maupun antara terminal masukan (I/P terminal) dengan terminal keluaran (O/P terminal) pada fasa yang sama.

1. Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi

Pengukuran atau pengujian tahanan isolasi bertujuan untuk mengetahui kebocoran arus pada setiap fasa, maupun antara fasa dan tanah pemutus tenaga (PMT) 20 kV. Nilai tahanan isolasi akan semakin baik kondisinya apabila nilai tahanannya besar dan akan jelek jika nilai tahanannya semakin kecil. Merujuk pada nilai standar tahanan isolasi PMT Surat Keputusan Direksi 520/Pedoman Pemeliharaan Kubikel Tegangan Menengah Kepdir 0520-2.K.DIR.2014 minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung “1 k Ω = 1 M Ω ”. Dari Tabel 5 didapatkan hasil pengukuran PMT 20 kV pada tahun 2023 dengan menguji terminal atas (*input*) dan bawah (*output*), terminal atas (*input*) dan tanah, bawah (*output*) dan tanah dalam keadaan *OFF* dan antara terminal fasa dan tanah pada keadaan *on* pada masing-masing fasa R, S, T yaitu sebagai berikut:

TABEL 6 HASIL AKHIR PENGUJIAN TAHANAN ISOLASI PMT

No	Titik Ukur	Acuan	R	S	T
1	Atas - Bawah PMT <i>Off</i>		170.6 G Ω	173 G Ω	165,8 G Ω
2	Atas - Tanah PMT <i>Off</i>		81.8 G Ω	88,7 G Ω	72,4 G Ω
3	Bawah - Tanah PMT <i>Off</i>	1kV=1M Ω	66 G Ω	66,3 G Ω	68,6 G Ω
4	Fasa - Tanah PMT <i>On</i>		93.8 G Ω	111,5 G Ω	100 G Ω

Berdasarkan hasil akhir pengujian yang diperoleh pada Tabel 6 di atas, saat pengukuran dalam posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa atas (*input*) dan fasa bawah (*output*) menunjukkan bahwa fasa R= 170.5 G Ω , fasa S= 173 G Ω , dan fasa T= 165.8 G Ω . Pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa atas (*input*) dan tanah menunjukkan bahwa fasa R= 81.8 G Ω , fasa S= 88.7 G Ω , dan fasa T= 72.4 G Ω . Pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa bawah (*output*) dan tanah menunjukkan bahwa fasa R= 66 G Ω , fasa S= 66.3 G Ω , dan fasa

T= 68.6 G Ω . Sedangkan, pada posisi *ON* dengan konfigurasi fasa dan tanah menunjukkan bahwa fasa R= 93.8 G Ω , fasa S= 111.5 G Ω , dan fasa T= 100 G Ω .

Merujuk pada nilai standar tahanan isolasi PMT 20 kV yaitu minimum besarnya tahanan isolasi pada suhu operasi dihitung 1 k Ω = 1 M Ω , sehingga berdasarkan data pengujian hasil akhir dapat dikatakan bahwa PMT masih dalam kondisi sangat aman dan masih layak bekerja karena standar minimum besarnya tahanan isolasi PMT 20 kV yaitu 200.000 M Ω . Jika pada saat pengukuran nilai tahanan isolasi tidak sesuai dengan standar, maka harus dilakukan pengukuran ulang. Sebelum melakukan pengukuran sebaiknya membersihkan permukaan termal, klem-klem, dan juga isolator dari kotoran atau karat yang menempel. Tetapi jika nilai pengukuran yang didapatkan masih tetap dibawah standar maka perlu dilakukan penggantian isolasi pada PMT tersebut.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan pengujian dua tahunan pada pemutus tenaga 20 kV diketahui besarnya nilai tahanan isolasi terendah pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa bawah (*output*) dan tanah pada fasa R yaitu 66 G Ω . Sedangkan hasil tertinggi pada posisi *OFF* dengan konfigurasi PMT fasa atas (*input*) dan fasa bawah (*output*) pada fasa S yaitu 173 G Ω . Nilai ini memenuhi standar minimum tahanan isolasi pemutus tenaga yang bekerja pada tegangan 20 kV sebesar 0,02 G Ω .
2. Hasil dari pengujian tahanan isolasi PMT kubikel 20 kV di ULTG Jeneponto masih dalam batas wajar dimana nilai tahanan isolasi terendah masih lebih besar dari 0,02 G Ω sehingga tahanan isolasi pemutus tenaga 20 kV kubikel di Gardu Induk Jeneponto dikatakan masih sangat layak untuk dioperasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Effendi, “Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemeliharaan Pemutus Tenaga (Pmt) Kubikel Outgoing 20 Kv Menggunakan Insulation Tester Di Gardu Induk Bantul PT. PLN (Persero) UP2D JTY DCC 2 Yogyakarta,” *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 126–140, 2020.
- [2] H. Sethi, S. Ashra, and S. Lal, “Hybrid Circuit Breaker-A Case Study,” *the International Journal of Engineering & Resources*. Date of publication is, vol. 20, 2013.

- [3] E. Ariyanto and S. T. Agus Supardi, “Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi dan Keserempakan Pemutus Tenaga 150 KV Bay Palur 1 dan Palur 2 Gardu Induk Gondangrejo,” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [4] A. Susanto, R. Kurnianto, and M. Rajagukguk, “Analisa Kelayakan Pemutus Tenaga (Pmt) 150 Kv Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan Kontak Dan Keserempakan Kontak Di Gardu Induk Singkawang,” Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, vol. 2, no. 1, 2014.
- [5] B. L. Tobing, “Dasar-Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi,” Indonesia. Jakarta, 2012.
- [6] D. Aribowo, “Analisis Hasil Uji PMT 150kV Pada Gardu Induk Cilegon Baru BAY KS 1,” JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional), vol. 5, no. 1.1, pp. 59–65, 2019.