

Analisis Uji Kelayakan PMT Pada Jaringan Tenaga LISTRIK 150 KV

Deden Emil Salam¹, Elih Mulyana²

Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia¹

Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia²

email: dedenemil02@upi.edu¹, elih_mulyana@upi.edu²,

Abstrak

PMT (Pemutus Tenaga) sebagai saklar pemutus dan penghubung arus beban dalam kondisi normal ataupun abnormal. Keandalan PMT sebagai pengaman listrik sangat penting untuk penyaluran listrik melalui penjunglang (jaringan) dari gardu sat uke gardu lainnya, sehingga PMT perlu pemeliharaan. Batasan studi jaringan listrik 150 kV pada Gardu Induk Padalarang untuk penjunglang Bandung Utara 1. Metode yang digunakan pada penelitian ini yakni melakukan pengujian langsung pada PMT, yang meliputi uji pentanahan, tahanan isolasi, tahanan kontak dan kerempakan kontak. Hasil pengujian didapatkan nilai pentanahan fasa R 0,3 Ω , S 0,44 Ω , T 0,75 Ω , masih dibawah nilai standar < 1 Ω . Hasil pengujian tahanan isolasi dengan nilai terkecil pada saat pengujian atas – tanah fasa R, dengan nilai kebocoran arusnya 0,21 mA, masih dalam nilai standar yaitu 1kV/1M Ω . Hasil pengujian tahanan kontak pada setiap fasa R 33 $\mu\Omega$, S 30 $\mu\Omega$, T33 $\mu\Omega$, masih dibawah nilai standar <50 $\mu\Omega$. Hasil pengujian keserempakan kontak pada setiap fasa close dan open didapat hasil perhitungan close 0,6 ms, open 0,5 ms, sedangkan nilai standar waktu keserempakan < 10 ms. Berdasarkan hasil uji, maka PMT untuk salah satu penjunglang (penjunglang Bandung Utara 1) masih dalam kondisi layak untuk digunakan .

Kata Kunci: *pentanahan; tahanan isolasi; tahanan kontak; keserempakan kontak*

PENDAHULUAN

Listrik menjadi kebutuhan utama bagi seluruh kalangan masyarakat (Firdaus & Hidayat, 2021). Untuk menyalurkan energi listrik perlu adanya sistem penyaluran listrik salah satunya Gardu Induk yang berperan penting terhadap penyaluran listrik (Gunawan & Sentosa, 2013). Penyaluran listrik pada Gardu Induk dilindungi oleh pemutus tenaga (PMT) yang bisa disebut dengan *switching* sebagai pengaman utama, pemutus tenaga PMT 150 kV berperan sebagai penghubung atau pemutus aliran arus dalam konsisi berbeban disalurkan transmisi dalam keadaan normal dan abnormal (PT.PLN, 2014).

Apabila terjadi gangguan pada jaringan transmisi seperti hubung singkat antara fasa dengan tanah atau fasa dengan fasa, maka PMT akan membuka atau memutus sehingga tidak merusak kepada komponen lainnya yang ada dipenyulang penghantar Gardu Induk (Gunawan & Sentosa, 2013). Untuk menjaga PMT bekerja dengan baik diperlukanya pemeliharaan 2 tahunan dengan pengujian pentanahan, tahanan

isolasi, tahanan kontak dan juga keserempakan kontak untuk mengetahui kondisi pemutus tenaga dengan melihat nilai standar Kelayakan oprasi. Serangkaian pengujian dilaksanakan untuk mengetahui atau menilai kondisi PMT, layak atau tidak layak digunakan.

Nilai pentanahan pada PMT tidak sesuai dengan standar maka akan berbahaya terhadap manusia dan juga akan terjadi kerusakan pada komponen lainnya (Sitohang & Odin Sutrisno, 2019). apabila tahanan kontak tidak sesuai dengan standar maka rugi-rugi daya pada PMT akan besar dan berakibat panas terhadap titik sambung klem (Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M, 2014), apabila nilai tahanan isolasi tidak sesuai standar maka kebocoran arus pada PMT akan besar dan berakibat pada komponen lainnya (Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M, 2014). Apabila kontak PMT menutup dan membuka memiliki waktu perbedaan keserempakan yang tidak sesuai standar maka akan berbahaya terhadap perlatan lainya karena adanya lonjakan arus beban pada pole atau fasa yang memilki waktu tertinggi (Pambudi, 2014).

Pemeliharaan dan pengujian bertujuan untuk mengetahui kondisi PMT dan meminimalisir gangguan sehingga tidak terjadi pemadaman yang tidak direncanakan karena kerusakan PMT, dan juga untuk menjaga keandalan kerja dari peralatan. Sehingga dalam penelitian ini mengambil judul Analisis Uji Kelayakan PMT 150 KV Pada Pemeliharaan 2 Tahunan Bay Penghantar Bandung Utara 1 di Gardu Induk Padalarang.

Sistem Transmisi

Sistem saluran transmisi listrik yaitu sebuah sistem yang menyalurkan suatu energi listrik bertegangan tinggi dari sub pembangkit hingga saluran distribusi. Transmisi listrik menyalurkan energi listrik dengan tegangan yang besar hal itu bertujuan untuk mengurangi rugi-rugi daya karena jika tegangan besar maka arusnya kecil (Posundu et al., 2013). Umumnya tegangan pada transmisi bertengan 500 kV. Kemudian ada saluran udara tegangan tinggi yang berkapasitas 30 kV sampai 150 kV. Komponen pada penulang diantaranya Transformator Daya, Current Transformer, Potensial Transformer, Disconnecting Switch, Circuit Breaker, Lightning Arrester, Relay Proteksi, KWH- Meter, Grounding (Gunawan & Sentosa, 2013).

Faktor Terjadinya Gangguan

Gangguan pada umumnya akan menghambat kinerja penyaluran listrik sehingga menyebabkan listrik padam. Pada sistem transmisi Gardu Induk 150 kV diakibatkan oleh beberapa faktor penyebab gangguan diantaranya faktor internal diakibatkan kerusakan dari alat, Gangguan eksternal terjadi akibat bencana alam, dan faktor manusia diakibatkan dari aktivitas atau kelalaian dari pegawai (Aryanto, 2013).

Pengertian Pemutus Tenaga (PMT)

Menurut *International electrotechnical vocabulary* disebutkan bahwa Pemutus tenaga (PMT) yang bisa disebut dengan *switching* mekanis, pemutus tenaga PMT

150 kv berperan sebagai penghubung atau pemutus aliran arus disaluran transmisi dalam keadaan normal dan abnormal (PT.PLN, 2014).

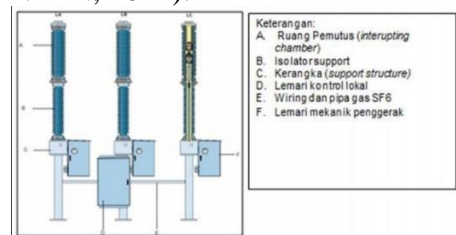
Klasifikasi PMT

Berdasarkan Tegangan

- 1) Menurut SPLN 1.1995 – 3.3, PMT atau pemutus tenaga yang bertegangan 0.1 s/d 1 kV yang digunakan pada tegangan rendah.
- 2) Menurut SPLN 1.1995 – 3.4, PMT atau pemutus tenaga yang bertegangan 1 s/d 35 kV yang digunakan pada tegangan menengah.
- 3) Menurut SPLN 1.1995 – 3.5, PMT atau pemutus tenaga yang bertegangan 35 s/d 245 kV yang digunakan pada tegangan tinggi
- 4) Menurut SPLN 1.1995 – 3.6, PMT atau pemutus tenaga yang bertegangan lebih dari 245 kV yang digunakan pada tegangan extra tinggi, (PT.PLN, 2014).

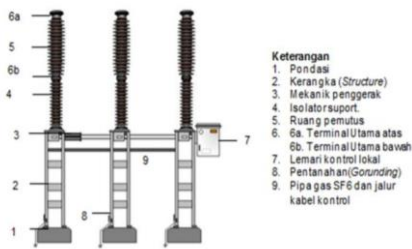
Berdasarkan Mekanik Pengerak

- 1) PMT single pole , PMT ini mempunyai pengerak mekanik pada masing-masing fasanya, umumnya PMT single pole ini digunakan pada bay penghantar (PT.PLN, 2014).



Gambar 1 PMT Single Pole

- 2) PMT *Three Pole* merupakan suatu PMT yang mempunyai satu pengerak mekanik untuk mengendalikan tiga fasa, pada setiap fasa R, S dan T terhubung dengan dilengkapi kopel mekanik (PT.PLN, 2014).

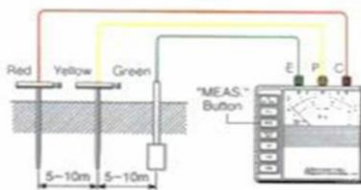


Gambar 2 PMT three pole

Pengujian PMT Pada Jaringan Transmisi 150 KV

Pengujian Tahanan Pentanahan

Pengukuran uji tahanan pentanahan ini menggunakan suatu alat ukur berupa (Earth Resistance Tester) (PT.PLN, 2014). Menurut Menurut IEEE *guide for safety in ac substation grounding* maksimal nilai standar tahanan pentanahan pada PMT *switcgear* Gardu Induk 150 kV yaitu sebesar ≤ 1 ohm (PT.PLN, 2014).



Gambar 3 Pengukuran Uji Tahanan Pentanahan

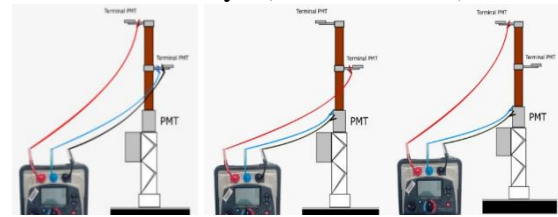
Cara pengujian

- 1) Persiapkan pelat untuk ditancapkan pada tanah dan 3 kabel probe yang terdapat pada alat ukur, kabel ini ada 3 warna diantaranya merah kuning dan hijau.
- 2) Pengukuran dilakukan 3 kali pada masing masing fasa PMT, dengan menghubungkan 2 kabel merah dan kuning ke pelat yang ditancapkan ke tanah yang berjarak 5 sampai 10 meter.
- 3) Kemudian bersihkan terlebih dahulu plat pada grounding PMT yang akan di ukur menggunakan sikat atau amplas agar kabel probe terhubung dengan baik.
- 4) Hubungkan kabel probe hijau ke grounding PMT yang telah dibersihkan.
- 5) Atur selektor knob alat ukur untuk pengukuran grounding.

- 6) Kemudian tekan tombol pada alat ukur eart tester untuk mengetahui nilai tahanan pada fasa tersebut, dan lakukan pada setiap fasa (Sitohang & Odin Sutrisno, 2019).

Pengujian Tahanan Isolasi

Pengukuran uji pada tahanan isolasi PMT menggunakan alat ukur bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi terhadap kebocoran arus antara terminal atas fasa terhadap terminal bawah serta badan case atau bisa disebut dengan grounding. Nilai standar yang berlaku pada PMT 150 kV menurut buku pedoman pemeliharaan peralatan PMT pada Gardu Induk 150 Kv minimum besarnya nilai pada tahanan isolasi $1 \text{ KV} = 1\Omega$ atau $1 \text{ Kv} = 1 \text{ Ma}$ terhadap kebocoran arusnya (PT.PLN, 2014).



Gambar 4 Pengukuran Uji Tahanan Isolasi

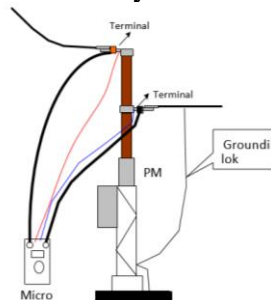
Cara pengujian

1. Bersihkan permukaan isolator pada PMT agar kabel terhubung dengan baik.
2. Pastikan alat uji dalam keadaan baik.
3. Pasangkan kabel pada alat tester.
4. Pengujian dilakukan dengan 3 tahapan atas – bawah, atas – tanah, dan bawah – tanah. Pastikan setiap pengujian kabel tersambung dengan benar.
5. Setelah kabel terhubung dengan benar putar selektor pada pengaturan 5 kV pada alat uji.
6. Lakukan pengujian dengan 3 tahapan berturut turut.
7. Catat hasil pengujian.

Pengujian Tahanan Kontak

Sistem tenaga listrik pada Gardu Induk 150 kV umumnya memiliki titik sambung penghantar antar konduktor yang

dihubungkan dengan klem (Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M, 2014). Suatu konduktor yang saling bertemu dua atau lebih merupakan sambungan, sambungan pada sistem listrik memiliki hambatan atau resistansi karena arus melewati titik sambung atau klem yang menyebabkan rugi teknis karena adanya panas pada sambungan tersebut (Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M, 2014). Rugi pada sambungan klem akan besar jika nilai tahanan kontakannya besar.



Gambar 5. Pengukuran Uji Tahanan Kontak

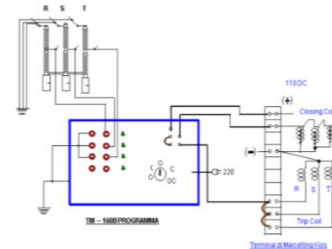
Cara pengujian

- 1) Lepaskan sumber tegangan PMT.
- 2) Tanahkan terlebih dahulu agar tidak ada arus pada perlatan PMT.
- 3) Hubungkan 2 kabel penguji arus pada setiap sisi yaitu sisi atas dan bawah dari alat uji ke PMT.
- 4) Hubungkan 2 kabel penguji tegangan pada setiap sisi yaitu atas dan bawah dari setiap alat uji PMT.
- 5) Patikan penghubungan pada setiap sisi benar, kemudian tekan star pada alat uji MJOLNER 600.

Keserempakan Kontak

Pengujian untuk mengetahui kecepatan waktu kerja dan keserempakan kontak PMT ketika PMT bekerja untuk reclose (buka tutup) kontak pada tiap fasanya (Firdaus & Hidayat, 2021). keserempakan ini bertujuan untuk menghindari lonjakan arus beban pada fasa yang memiliki waktu keserempakan tertinggi pada salah satu fasa (Pambudi, 2014). Sehingga PMT diharapkan untuk bekerja cepat sesuai standar yang berlaku menurut standar SPLN No 52-1 1983

berdasarkan teganganya. Nilai standar keserempakan tergantung pada merk PMT tersebut karena nilai standar berbeda beda setiap merknya (PT.PLN, 2014).



Gambar 6. pengukuran uji keserempakan kontak

Cara pengujian

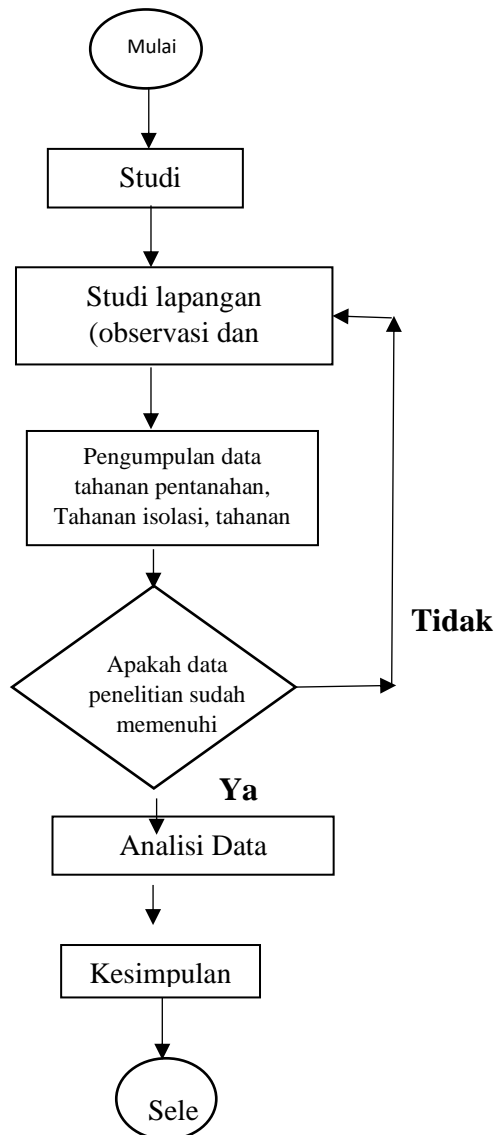
- 1) Pengujian dilakukan dalam keadaan tanpa beban sehingga pastikan PMT tidak terhubung dengan beban.
- 2) Hubungkan breaker analyzer dengan sumber 220 AC.
- 3) Hubungkan breaker analyzer analyzer dengan PMT pada setiap fasa bawah (R,S,T).
- 4) Hubungkan setiap fasa atas (R,S,T) dengan grounding.
- 5) Hubungkan breaker analyzer dengan closing coil, tripping coil, dan sumber 110 DC dari breaker analyzer ke lemari kontrol pada PMT.
- 6) Setelah rangkaian sudah terpasang kemudian hidupkan breaker analyzer dengan menekan tombol power.
- 7) Pastikan pada pengujian pertama breaker analyzer dalam mode close.
- 8) Setelah nilai keserempakan close muncul lalu save.
- 9) Kemudian pastikan pengaturan dalam mode open pada breaker analyzer untuk menguji waktu open PMT.

METODE

Studi litelatur. Pada metode ini, mempelajari dan membaca tentang PMT untuk memperoleh data data yang diperlukan untuk penelitian. Sumber informasi yang menyangkut PMT dianantara buku pedoman

KEPDIR PLN, jurnal- jurnal serta artikel yang bersangkutan dengan PMT. Observasi dan dokumentasi. Pada metode ini dilakukanya pengamatan langsung ke Gardu Induk Padalarang, dalam rangka adanya pemeliharaan 2 tahunan pada PMT. Dengan pengamatan langsung bisa mendapatkan data pendukung untuk menunjang penelitian

FLOWCHART



HASIL DAN PEMBAHASAN

Gangguan Yang Terjadi Pada Penyulang Bandung Utara 1

Temuan gangguan yang terjadi selama periode 2 tahun terakhir di Gardu Induk 150 kV Padalarang yang terbanyak terjadinya gangguan pada penyulang Bandung Utara 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Data Gangguan Selama 2 Tahun Terakhir Penyulang Bandung Utara 1

| No | Waktu Gangguan | Kondisi | Rele Yang Bekerja |
|----|--------------------|----------------|----------------------|
| 1 | 16- Juni- 2019 | Reclose sukses | Distance (Fasa S) |
| 2 | 28- Juni- 2020 | Reclose sukses | Distance (Fasa R) |
| 3 | 17- September 2020 | Reclose sukses | Distance (Fasa R) |
| 4 | 17-Januari- 2021 | Reclose sukses | Distance (Fasa R, S) |
| 5 | 14-Maret- 2021 | Reclose sukses | Distance (Fasa T) |
| 6 | 04- Juli 2021 | Reclose sukses | Distance |

Pengukuran Uji Pada Pemeliharaan 2 Tahunan PMT 150 kV

Pengukuran pada periode pemeliharaan 2 tahunan pada penyulang di Gardu Induk Padalarang pada bay penghantar Bandung Utara 1 dilakukan pengukuran dari beberapa pengujian diantaranya tahanan isolasi, tahanan pentanahan, tahanan kontak, dan keserampakan kontak.

Hasil Pengukuran Uji Pada Pemeliharaan 2 Tahunan PMT 150 Kv

Hasil Uji Pengukuran Tahanan Pentanahan PMT 150 kV

Berikut hasil temuan yang di peroleh pada pengukuran tahanan pentanahan pada PMT 150 Kv pada pemeliharaan 2 tahunan bay penghantar Bandung Utara 1 pengukuran ini

menggunakan *Earth Resistance Tester* hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai hasil pengukuran uji tahanan pentanahan

| Titik Takar | Kondisi akhir | | |
|---------------------|---------------|---------|---------|
| | Phasa R | Phasa S | Phasa T |
| Terminal Pentanahan | 0,3 Ω | 0,44 Ω | 0,75 Ω |

Hasil Uji Pengukuran Tahanan Isolasi PMT 150 kV

Pengukuran tahanan isolasi pada PMT ada beberapa bagian terminal yaitu atas bawah, atas tanah dan bawah tanah terhadap masing masing fasanya, alat ukur yang digunakan pada saat pengujian yaitu megger dengan diberi tegangan kerja sebesar 5 kV.

Tabel 3 Nilai hasil pengukuran uji tahanan isolasi PMT

| Titik Akhir | Kondisi Akhir | | |
|---------------|---------------|---------|----------|
| | R (M Ω) | S (M Ω) | T (M Ω) |
| Atas-Bawah | >100000 | >254000 | >1000000 |
| Atas – Tanah | >23200 | >38900 | >51000 |
| Bawah – Tanah | >252000 | >254000 | >265000 |

Hasil Uji Pengukuran Tahanan Kontak PMT 150 kV

Pengukuran tahanan kontak PMT dilakukan pada setiap fasa PMT dengan menggunakan alat uji *Mjolner* 600.

Tabel 4 Nilai hasil pengukuran uji tahanan kontak PMT

| Titik ukur | Phasa | Kondisi akhir |
|------------|-------|-----------------------|
| | | Atas – bawah (PMT ON) |
| | S | 30 μΩ |
| | T | 33 μΩ |

Hasil Uji Pengukuran Keserempakan Kontak PMT 150 kV

Pengukuran keserempakan bertujuan untuk mengetahui waktu keserempakan setiap fasa PMT, Pengukuran keserempakan dilakukan dengan 2 pengujian yaitu waktu close dan open pada setiap fasa. Alat yang digunakan yaitu *Circuit Breaker Analyzer*.

Tabel 5 Nilai hasil pengukuran uji keserempakan kontak PMT

| Titik ukur | Kondisi akhir 2021 | | |
|------------|--------------------|------|------|
| | R | S | T |
| Close | 71,4 | 70,2 | 70,9 |
| Open | 29,7 | 31,2 | 30,7 |

Analisa Penyebab Gangguan Yang Terjadi

Pada tabel 4.1 terjadi beberapa gangguan selama 2 tahun terakhir pada penyulang Bandung Utara 1, faktor terjadinya gangguan disebabkan oleh layang-layang yang menggunakan kawat sehingga fasa dengan fasa terhubung, rele yang bekerja yaitu rele *distance* sebagai rele pengaman utama pada saluran transmisi, yang bekerja dengan cara mengukur arus dan tegangan, memproteksi gangguan hubung singkat fasa dengan fasa karena gangguan disebabkan oleh layang-layang. Rele *distance* bekerja memerintahkan PMT trip jika ada gangguan, adapun jika kondisis *reclose* sukses pada PMT setelah ada gangguan, artinya PMT kembali menutup karena *auto reclose relai* bekekerja

Pengukuran uji Pemutus Tenaga PMT 150 kV

Pengukuran pada pemeliharaan perlu dilakukan untuk mengetahui kuliatas dari PMT, dalam keadaan baik atau tidaknya. Jika nilai pentanahan pada PMT tidak sesuai

dengan standar maka akan berbahaya terhadap manusia dan juga akan terjadi kerusakan pada komponen lainnya, apabila tahanan kontak tidak sesuai dengan standar maka rugi-rugi daya pada PMT akan besar dan berakibat panas terhadap titik sambung klem, apabila nilai tahanan isolasi tidak sesuai standar maka kebocoran arus pada PMT akan besar dan berakibat pada komponen lainnya. Apabila kontak PMT menutup dan membuka memiliki waktu perbedaan keserempakan yang tidak sesuai maka peralatan lainnya yang terkoneksi ke PMT akan mengakibatkan kerusakan karena adanya arus besar pada salah satu pole atau fasa pada salah satu fasa yang terakhir bekerja

Analisa Hasil Pengukuran Uji Pada Pemeliharaan 2 Tahunan

Analisis Hasil Uji Pengukuran Tahanan Pentanahan PMT 150 kV

Dari tabel 4.2 didapat nilai hasil pengujian setiap fasa PMT tahun 2021. Menurut standar nilai dari PLN nilai standar pentanahan PMT 150 kV yaitu kurang dari 1 Ω . Maka hasil pengujian diatas masih memiliki nilai yang baik masih dalam standar yang berlaku. Semakin kecil hasil pengukuran maka semakin baik semakin besar hasil pengukuran maka semakin kurang baik. Tahanan pentanahan bertujuan untuk mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah sehingga aman untuk manusia dan peralatan lainnya agar tidak rusak

Analisis Hasil Uji Pengukuran Tahanan Isolasi PMT 150 kV

Pengukuran atau pengujian tahanan isolasi bertujuan untuk mengetahui kebocoran arus pada setiap fasa pemutus tenaga (PMT) 150

kV. Nilai tahanan isolasi akan semakin baik kondisinya jika nilai tahanan kecil dan akan jelek jika nilai tahanan semakin besar. Merujuk pada nilai standar tahanan isolasi PMT 150 kV yaitu 1kV/1M Ω .

Dari tabel 4.3 didapat hasil pengukuran uji PMT 150 kV pada tahun 2021 dengan menguji terminal atas dan bawah, terminal atas dan tanah, dan terminal tanah dan terminal bawah pada masing masing fasa R, S, T yaitu sebagai berikut:

Hasil pengukuran uji tahanan isolasi

$$V = I \times R \text{ Sehingga } I = \frac{V}{R}$$

Terminal Atas – Bawah

$$\text{Kebocoran arus R} = \frac{5000 \text{ V}}{100000 \text{ M}\Omega} = 0,05 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus S} = \frac{5000 \text{ V}}{254000 \text{ M}\Omega} = 0,0196 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus T} = \frac{5000 \text{ V}}{100000 \text{ M}\Omega} = 0,05 \text{ mA}$$

Terminal Atas – Tanah

$$\text{Kebocoran arus R} = \frac{5000 \text{ V}}{23200 \text{ M}\Omega} = 0,21 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus S} = \frac{5000 \text{ V}}{38900 \text{ M}\Omega} = 0,128 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus T} = \frac{5000 \text{ V}}{51000 \text{ M}\Omega} = 0,098 \text{ mA}$$

Terminal Bawah – Tanah

$$\text{Kebocoran arus R} = \frac{5000 \text{ V}}{252000 \text{ M}\Omega} = 0,019 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus S} = \frac{5000 \text{ V}}{254000 \text{ M}\Omega} = 0,0196 \text{ mA}$$

$$\text{Kebocoran arus T} = \frac{5000 \text{ V}}{265000 \text{ M}\Omega} = 0,01 \text{ mA}$$

Merujuk pada nilai standar tahanan isolasi PMT 150 kV yaitu 1 kV/ 1 M Ω , dalam arti 1 kV dapat mengisolasi 1M Ω atau 1 kV/1 mA, dari hasil pengujian tersebut maka kemampuan isolasi pada PMT dalam keadaan baik karena masih dalam nilai standar. Jika tahanan isolasi tidak sesuai dengan nilai standar, maka harus dilakukan pengujian ulang, tetapi jika nilai pengukuran masih tetap maka adanya pergantian.

Analisis Hasil Uji Pengukuran Tahanan Kontak PMT 150 Kv

Pengukuran tahanan kontak bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan kontak berupa resistansi yang diakibatkan karena adanya sambungan antara konduktor yang menyebabkan rugi-rugi daya. Pada titik sambung pada konduktor terjadinya hambatan arus yang mengakir pada klem atau sambungan, sehingga terjadinya panas pada titik sambungan atau klem tersebut, jika sambungan atau klem memiliki suhu tinggi akan menyebabkan nilai tahanan kontak menjadi besar. Merujuk pada standar tahanan kontak PMT 150 kV bermerek UNINDO tipe GL313F3/4031P memiliki standar tahanan kontak dibawah $< 50 \mu\Omega$

Dari tabel 4.4 didapat hasil pengujian tahanan kontak pada tahun 2021 pada PMT 150 kV dengan arus yang mengalir 100 A. Untuk mengetahui rugi-rugi daya $(W) = I^2 \times R$. Maka rugi-rugi daya yang didapat hasil pada masing-masing fasa R, S, T yaitu:

Pada tahun 2021 Fasa R, S, T.

- $(W) = I^2 \times R = 100^2 \text{ A} \times (33 \times 10^{-6}) \Omega$
= 0,33 Watt = 0,00033 kW.
- $(W) = I^2 \times R = 100^2 \text{ A} \times (30 \times 10^{-6}) \Omega$
= 0,30 Watt = 0,00030 kW.
- $(W) = I^2 \times R = 100^2 \text{ A} \times (33 \times 10^{-6}) \Omega$
= 0,33 Watt = 0,00033 kW.

Dari data yang yang diperoleh nilai semakin kecil makan semakin baik karena rugi-rugi daya akan menjadi kecil. Pada pengujian ini nilai tahanan kotak masih dalam nilai standar. Jika nilai tahanan kontak tidak sesuai standar maka diberikan tindakan seperti pembersihan pada klem penghantar PMT, apabila nilainya masih tetap maka dilakukan pengantian.

Analisis Hasil Uji Pengukuran Keserempakan Kontak PMT 150 kV

Berdasarkan data yang diperoleh seperti tabel 4.5 dari hasil pengukuran uji keserempakan pada PMT, pada saat terjadi gangguan kecepatan keserempakan berpengaruh penting terhadap membuka dan menutup merujuk pada sumber PLN standar *open to close* kotak PMT untuk sistem 150 kV selama 120 mili detik dan berdasarkan pada standar yang diresmikan perbedaan waktu yang dipebolehkan sebesar 10 mili detik.

$$\Delta t = t_{\text{mak}} - t_{\text{min}}$$

Waktu tertinggi pada fasa dikurangi waktu terendah pada fasa tersebut.

Keterangan: Δt = selisih waktu

t_{mak} = waktu yang tertinggi

t_{min} = waktu terendah

$$\Delta \text{close} = 71,5 - 70,2 = 1,2 \text{ ms}$$

$$\Delta \text{open} = 31,2 - 29,7 = 1,5 \text{ ms}$$

Pengukuran uji keserempakan PMT 150 kV pada pemeliharaan 2 tahunan pada tahun 2021. Waktu keserempakan *open* 0,6 ms dan *close* 0,6 ms. Dengan waktu yang didapat keserempakan kontak PMT pada setiap fasa masih dalam nilai standar yaitu 10 ms, sehingga keserempakan kontak PMT tersebut dalam keadaan layak untuk beroperasi dari hasil pengukuran uji keserempakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis pengukuran uji dari pemeliharaan 2 tahunan PMT 150 kV Bay Penghantar Bandung Utara 1 Gardu Induk 150 kV Padalarang didapatkan kesimpulan Gangguan yang terjadi pada penyulang Bandung Utara 1 terjadi 7 kali gangguan meskipun banyaknya gangguan dikarenakan oleh faktor eksternal yang disebabkan oleh layang-layang kawat, bukan dari faktor internal PMT tersebut.

Dari hasil pemeliharaan 3 tahunan PMT 150 kV Nilai yang diperoleh dari pentanahan

terbesar 0,75 Ω tetapi nilai tersebut masih dalam standar. Hasil dari tahanan isolasi dengan nilai terbesar kebocoran arusnya 0,21 mA masih dalam nilai standar. Hasil dari pengujian tahanan kontak dengan nilai terbesar 33 $\mu\Omega$ nilai tersebut masih dalam standar. Hasil pengukuran keserempakan kontak dengan nilai waktu *close* 1,2 ms dan *open* 1,5 masih dalam nilai standar. Dari ke empat pengujian tersebut, PMT dalam keadaan baik dan siap untuk melanjutkan operasi.

REFERENCES

- Aryanto, T. (2013). Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi Di Gardu Induk 150 KV Jepara. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2).
<https://doi.org/10.15294/jte.v5i2.3565>
- Firdaus, A. G., & Hidayat, R. (2021). Analisa Pengujian Kelayakan PMT 150 kV Bay Mandirancan I Berdasarkan Parameter Breaker Analyzer di Gardu Induk Sunyaragi. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 13, 17–24.
<https://doi.org/10.30630/eji.0.0.217>
- Gunawan, S. M., & Sentosa, J. (2013). Analisa Perancangan Gardu Induk Sistem Outdoor 150 kV di Tallasa, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Dimensi Teknik Elektro*, 1(1), 37–42.
- Pambudi, A. S. (2014). *Pengujian Keserempakan Pemutus Tenaga (PMT) Three Pole 150 kV Bay Trafo Gardu Induk Simulator Udiklat Semarang (TLM Academy)*. 3–8.
- Posundu, F. M., Patras, L. S., Lisi, I. F., & Tuegeh, M. (2013). Penentuan Kapasitas CB Dengan Analisa Hubung Singkat Pada Jaringan 70 kV Sistem Minahasa. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 2(2), 1–6.
- PT.PLN, (2014). Buku Pedoman Pemutus Tenaga, (Surat keputusan Dir. PLN: 0520-2.K/DIR/2014), Jakarta.
- PT.PLN, (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah, (Surat keputusan Dir. PLN: 0520-3.K/DIR/2014), Jakarta.
- Sitohang COdin Sutrisno, “*Studi Pembumian Sistem Grid Aplikasi Gardu Induk 150 Kv, 60 Mva Tanjung Morawa*”, 2019.
- Susanto, A., Kurnianto, R., & Rajagukguk, M. (2014) 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*, 2(1).