

Analisa Kelayakan PMT (Pemutus Tenaga) 70 KV Berdasarkan Hasil Uji Tahanan Isolasi, Tahanan kontak dan Keserampakan Kontak Di Gardu Induk Ende, NTT

Iwan Juanda Suwetty

Jurusan Teknik Elektrik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya, 60118

Tlp. (031) 5931800

E-mail: Iwansuwetty25@gmail.com

ABSTRAK

Proses distribusi energi listrik memegang peranan penting sebagaimana sarana penyaluran energi dari sumber pembangkit hingga ke konsumen, sering kali pada prosesnya terkendala dengan gangguan terutama hubung singkat, maka dari itu perlu adanya system pengaman. Salah satu peralatan pengaman pada system distribus ialah PMT pemutus tenaga. PMT ialah alat sejenis sejenis circuit breaker, yang bisa menutup, mengalirkan serta memutuskan arus dalam kondisi normal dan tidak normal. Kerusakan peralatan PMT sangat berbahaya dan mengganggu pengoperasian sistem, sehingga pengujian rutin harus dilakukan untuk memastikan bahwa PMT layak untuk beroperasi. Tahapan uji meliputi uji resistansi isolasi, uji resistansi kontak, dan uji keserampakan. Proses dilakukan dengan mengkaji hasil pengujian yang diperoleh dengan acuan standart tiap pengujian tercatat dalam SK-DIR0520. Proses pengukuran pada PMT dilakukan pada masing masing fasa, untuk tahanan isolasi dengan nilai di atas 70 MΩ. Untuk pengujian tahanan kontak dengan standart nilai di bawah 50 μΩ. Dan untuk pengujian keserampakan dilakukan dengan perhitungan delta time baik saat close ataupun open pada fasa masing masing di bawah 10 ms. Sesuai dengan hasil pengujian isolasi, resistansi kontak dan keserampakan PMT yang ada pada GI 70 KV Ende masih dalam kondisi layak dioperasikan

Kata Kunci: Distrbusi, PMT, Tahanan isolasi, Tahanan Kontak, Keserampakan


1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Sistem Tenaga Listrik ialah proses dari pembangkit sampai pada beban listrik. Hasil dari listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit kemudian listrik dikirim melalui saluran transmisi tegangan tinggi dan didistribusikan pada beban-beban melalui saluran distribusi. Gardu Induk merupakan terminal tempat bertemunya antara transmisi dan distribusi yang memegang peran vital dalam proses distribusi energi. Keandalan peralatan gardu induk didukung oleh kinerja peralatan utama pada gardu induk itu sendiri, salah satu diantaranya merupakan pemutus tenaga. PMT adalah perangkat sakelar mekanis yang dapat menutup, memasok, dan memutuskan tenaga dalam kondisi normal dan mampu menutup, mengalirkan, dan memutuskan arus beban dalam kondisi tidak normal berupa hubungan singkat.

Masalah pada PMT dapat merugikan atau mengganggu proses operasi system tenaga listrik. Apabila PMT tidak bekerja sesuai semestinya saat terjadi gangguan, gangguan tersebut dapat merusak perangkat lain dan menyebabkan ketidakstabilan distribusi daya. Oleh

sebab itu, pengujian ini diharapkan memungkinkan PMT beroperasi lebih lama pada daya maksimum dan menjaga keamanan system tenaga. Pengujian yang dilakukan terhadap PMT meliputi uji isolasi, uji resistansi kontak, serta uji keserampakan.

Uji resistansi isolasi merupakan pengukuran dengan alat magger untuk menentukan kekuatan isolasi dari peralatan pemutus. Uji resistansi kontak dilakukan untuk menentukan kerugian teknis yang disebabkan sambungan. Resistansi kontak yang diizinkan serendah mungkin untuk mengurangi kehilangan daya akibat titik sambungan kontak. Pengujian keserampakan dimaksudkan untuk menentukan waktu kerja setiap PMT dan untuk menentukan keseragaman PMT saat membuka dan menutup, pada saat proses tidak diperbolehkan melebihi batasan sesuai standart. 

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus arus atau *circuit breaker* ialah saklar mekanis yang dapat menutup, mengalirkan dan memutuskan arus beban pada kondisi normal dan mengalihkan arus pada periode gangguan seperti *short circuit*. Pemutus tenaga (PMT) adalah perangkat listrik yang dirancang untuk melindungi sistem daya Anda jika terjadi kegagalan sistem. Kegagalan sistem dapat memiliki berbagai efek, termasuk stabilitas termal, magnetik, dan dinamis. Fungsi utamanya adalah sebagai rangkaian *switch gear* di bawah beban, yang dapat dibuka dan ditutup ketika terjadi gangguan arus (korsleting) di jaringan dan lainnya. [1]

2.2 Klasifikasi Pemutus Tenaga (PMT)

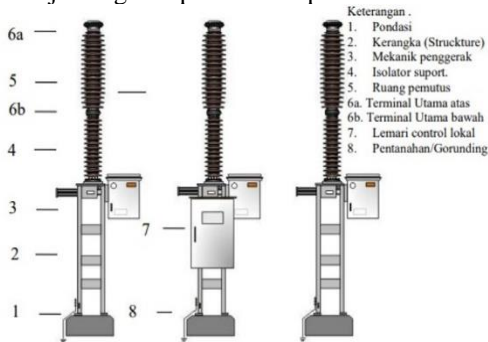
Pemutus Tenaga dibedakan dari beberapa type, dengan berdasarkan tingkat tanggapan kerjanya, mekanik penggerak utama, media pemadaman, dan juga proses pemadaman.

A. Besar Tegangan PMT dapat dibedakan menjadi.

1. Pemutus tegangan rendah range 0.1 sampai 1 KV.
2. Pemutus tegangan menengah range 1 sampai 35 KV.
3. Pemutus tegangan tinggi range 35 sampai 245 KV.
4. Pemutus tegangan extra tinggi range <245 KV. [1]

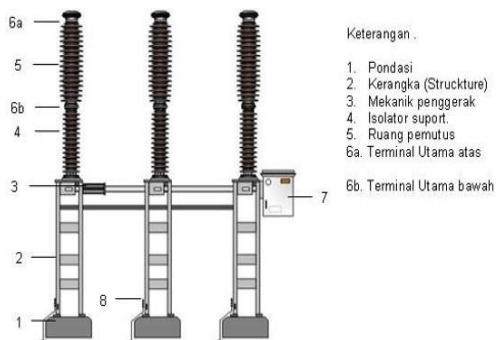
B. Banyaknya Mekanik Penggerak

1. PMT *Single Pole* dengan penggerak di setiap *pole*, PMT dengan type ini diaplikasikan di trafo induk dengan tujuan agar dapat close tiap fasa.



Gambar 1. PMT single pole. [1]

2. PMT *three pole* mempunyai satu mekanisme untuk tiga fasa, untuk menggabungkan antar fasa, seringkali PMT type ini pada pasang di trafo, dan juga PMT 20 KV.



Gambar 2. PMT three pole. [1]

C. Media isolasinya

Type pemutus bisa digolongkan menjadi

1. Pemutus dengan media udara hembus (*air blast*)
2. Pemutus dengan media hampa udara (*vacuum*)
3. Pemutus dengan media Gas SF6 (*Sulphur hexofluoride*)
4. Pemutus dengan media minyak.

2.3 FMEA (Fallure Modes And Effects Analysis)

Tahapan pemeriksaan berasal dari jenis kesalahan yang sering terjadi pada system, untuk dikelompokkan menjadi hubungan dampak serta penentuan dampak dari kegagalan terhadap system. [1]

2.4 PMT Gas SF6

Circuit breaker (PMT) 70 KV dengan media gas SF6 diaplikasikan untuk memastikan gardu induk tetap dalam kondisi aman pada periode gangguan. Gas yang dipergunakan ialah gas SF6 (*sulfur hexafluoride*). Karakter dari gas SF6 ialah tidak memiliki warna, tidak beraroma, tidak beracun dan tidak mudah terbakar, gas SF6 mempunyai sifat tidak merusak metal, plastic dan bermacam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi. Sebagai isolasi listrik, gas SF6 mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan. Sifat lain dari gas SF6 ialah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat, gas SF6 akan menjadi dingin jika keluar dari tangki penyimpanan dan akan panas kembali jika dipompakan untuk pengisian kedalam bagian/ruang pemutus tenaga. [2]

2.5 Shutdown Measurement

Adalah proses pengukuran yang dikerjakan selama kurun waktu dua tahun saat perangkat dimatikan (offline). Pengukuran dilakukan untuk mengamati keadaan alat menggunakan alat ukur sesuai prosedur yang dilakukan oleh personel yang telah ditentukan. Pengujian dan pengukuran pemutus arus 70KV pada sisi gardu induk meliputi uji resistansi isolasi, resistansi kontak, dan juga sinkronisasi kontak. [1]

2.6 Pengukuran Tahanan Isolasi

Tujuan utama dari uji resistansi isolasi pada PMT ialah mengetahui besaran dari arus bocor diantara sisi yang bertegangan pada penghubung bagian atas dan bagian yang bertegangan pada penghubung bawah. Kebocoran arus pada alat listrik tidak dapat dicegah. Oleh sebab itu, salah satu cara untuk mengamankan PMT untuk menerima tegangan adalah dengan mengukur *resistansi* dari pada isolasinya. Arus bocor yang melewati batas yang telah ditetapkan akan berdampak buruk.

Tahapan proses diawali persiapan dari alat ukur dan persiapan pengukuran. Tata cara pengerjaan sistem kelistrikan tegangan tinggi adalah dalam kondisi tidak bertegangan kemudian melepaskan terminal atas dan terminal bawah. Permukaan pada porselen bushing dibersihkan dengan peralatan pembersih dan pendukung lain untuk mendapatkan hasil pengukuran dengan tingkat keakuratan yang tinggi.

Pengujian *resistansi* isolasi membutuhkan peralatan keselamatan dan peralatan bantu lainnya, serta alat ukur tester isolasi. Cara kerjanya adalah dengan memasok tegangan 5 KV dari alatukur ke perangkat, setelah itu hasil dari tingkat kebocorannya akan tertera pada alat ukur.[2]

2.7 Tahanan Kontak

Rangkaian kelistrikan terdiri dari beberapa titik sambungan. Persimpangan adalah titik bertemunya dua atau lebih permukaan dari konduktor yang dapat berakibat arus yang didistribusikan tanpa hambatan yang signifikan. Pertemuan beberapa konduktor menciptakan hambatan terhadap arus yang mengalir melewati titik sambungan, yang mengakibatkan terjadinya panas dan berdampak teknis. Kerugian ini sangat berdampak ketika nilai resistansi kontak tinggi. Namun, masalah ini dapat dikendalikan dengan mengurangi resistansi kontak sekecil mungkin. Digunakannya arus sebesar 100 ampere untuk pengujian karena pembagi dengan angka 100 akan memudahkan dalam menentukan nilai tahanan kontak dan lebih cepat. Proses pengukuran meliputi kesiapan alat ukur dan kesiapan obyek yang diukur.

Tahapan pengerjaan sistem kelistrikan tegangan tinggi dengan memastikan peralatan tidak bertegangan kemudian membuka sambungan terminal atas dan bawah. Proses pengukuran disiapkan dalam urutan berikut. Permukaan *porcelain bushing* dibersihkan dengan peralatan pembersih dengan tujuan meningkatkan keakuratan dan tidak merusak permukaan isolator. Pengujian resistansi kontak memerlukan perangkat keselamatan, perangkat tambahan lainnya, dan alat ukur.[3]

2.8 Keserampakan Kontak

Uji sinkronisasi PMT bermaksud agar mengetahui berapa waktu operasi PMT individual juga untuk mendeteksi saat bekerja secara sinkron saat membuka dan menutup. PMT dapat trip satu fasa jika terjadi kegagalan tunggal ke ground. Namun, jika terjadi kegagalan pada ketiga fasa, PMT harus trip tiga fasa secara bersamaan. Jika PMT tidak ditutup pada saat yang sama, kerusakannya akan terjadi. Perkiraan waktu kerja berdasarkan standar SPLN 52-11983 untuk sistem PMT 70kV adalah 150ms, PMT diharapkan beroperasi dengan kurun waktu yang sangat cepat pada saat kegagalan sistem. Nilai yang diketahui untuk pengukuran sinkronisasi adalah Δt . Ini adalah perbedaan antara waktu maksimum dan minimum antara fase R, S, dan T saat membuka dan menutup kontak.[4]

3. Metode Penelitian

Metodologi penelitian ialah studi literatur bermanfaat dapat dimanfaatkan menjadi landasan berfikir dalam menyelesaikan masalah dalam penelitian secara ilmiah. Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji teori-teori yang akan digunakan untuk merampungkan suatu permasalahan yang akan dihadapi ketika melakukan penelitian dan pengukuran.

Pengumpulan data primer ini diperoleh dari hasil pengukuran langsung terhadap obyek penelitian. Cara yang dipakai adalah dengan melakukan proses

pengukuran tahanan isolasi, tahanan kontak serta keserampakan. Objek penelitian ini ialah PMT 70 KV BAY Trafo 1 pada Gardu Induk Ende, Flores NTT

3.1 Objek Penelitian

Objek yang dipilih dari penelitian ini ialah PMT 70 KV dengan media pemadaman busur api gas SF₆ yang diaplikasikan di trafo Gardu Induk Ende.



Gambar 3. PMT GI Ende.

3.2 Alat Yang Dipergunakan

Adapun peralatan yang dipergunakan untuk melakukan pengujian pada PMT 70 KV pada GI Ende.

A. Insulation Tester Model

Insulation Tester merupakan peralatan yang difungsikan untuk mengukur dan menguji resistansi isolasi di PMT. Dengan cara kerja dengan memasukan tegangan peralatan ke objek untuk yang dituju, sebesar 5 KV, kemudian arus bocor diukur. Setelah besaran kebocoran arus ditemukan, maka resistansi isolasi ditentukan dengan membagi tegangan uji dengan pembacaan kebocoran arus.[5]



Gambar 4. Insulation Tester.

B. Megger DLRO Digital

Megger DLRO merupakan peralatan untuk mengukur nilai tahanan kontak pada PMT, sistem kerja dengan mengalirkan arus sebesar 100 ampere dari alat megger pada tiap titik sambungan PMT, setelah didapatkan nilainya di kalikan dengan besaran arus yang di digunakan untuk mendapatkan nilai dari tahanan kontak pada PMT.[5]



Gambar 5. Magger.

C. CB analyzer CT-6500

Merupakan Sebuah peralatan berfungsi menghitung waktu sinkron PMT. Cara pengoperasiannya ialah ketika konektor 1, 2, & 3 dihubungkan kepada jalur panel ada besaran tegangan tertentu yang diterima sebagai tanda dari kondisi pole terbuka ataupun tidak.[3]



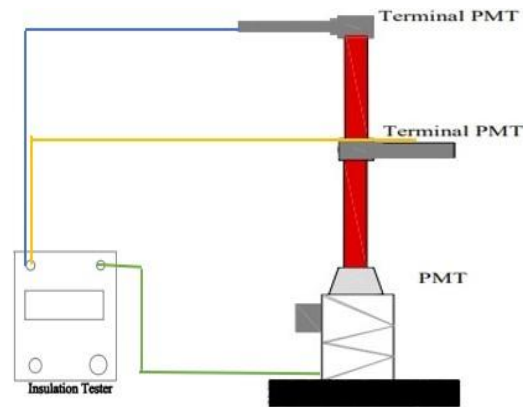
Gambar 6. CB Analyzer.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan serta pengolahan data perhitungan nilai tahanan kontak, tahanan isolasi serta keserampakan kontak dari PMT 70 KV Bay trafo Gardu Induk Ende serta memperhitungkan data terkait akibat pengukuran.

4.1 Pengujian Tahanan Isolasi

Resistansi isolasi dimaksudkan agar mendapat nilai bocornya arus diantara bagian penghubung atas, bawaah, dan grounding. Status PMT waktu dilakukan proses uji harus berada pada posisi terbuka. Terdapat empat titik pengeujian sesuai prosedur yang ada dalam proses pengukuran resistansi isolasi, di mulai dari pengujian antara penghubung atas ke body, uji antara penghubung bawah ke body dan terminal atas ke terminal bawah. Tahapan akhir pengukuran isolasi ada pada titik terminal atas dengan body pada kondisi PMT tertutup.



Gambar 7. Pengujian Tahanan Isolasi.

Nilai resistansi isolasi berdasarkan panduan perangkat SE.032 / PST / 1984, dan berdasarkan standart VDE (Katalog 228/4.) resistansi minimum pelatan selama proses kerja diizinkan sebesar 1 kilovolt ialah 1MegaΩ bocornya arus yang diperbolehkan tiap KV ialah 1mili amper. Nilai dari uji resistansi isoIasi PMT 70 KV pada GI Ende ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Uji Tahanan Isolasi

Titik Uji	Hasil (GΩ)		
	R	S	T
PMT Posisi Terbuka (Open)			
Atas – Body	447	950	626
Bawah-Body	356	196	228
Atas- Bawah	183	584	385
PMT Posisi Tertutup (Close)			
Atas-Body	281	193	215

Setelah nilai resistansi isolasi ditemukan, maka Langkah selanjutnya mencari besaran arus bocor diperoleh dengan cara membagi tegangan injeksi dengan hasil resistansi isolasi.

1. Arus Bocor Fasa R PMT (Open)

- Atas – body (I) = $\frac{5000 V}{447000 M\Omega} = 0,01118 \text{ mA}$
- Bawah – body (I) = $\frac{5000 V}{356000 M\Omega} = 0,01404 \text{ mA}$
- Atas – Bawah (I) = $\frac{5000 V}{183000 M\Omega} = 0,02732 \text{ mA}$

2. Arus Bocor Fasa S PMT (Open)

- Atas – Body (I) = $\frac{5000 V}{950000 M\Omega} = 0,00526 \text{ mA}$
- Bawah – Body (I) = $\frac{5000 V}{196000 M\Omega} = 0,02551 \text{ mA}$
- Atas – Bawah (I) = $\frac{5000 V}{548000 M\Omega} = 0,00912 \text{ mA}$

3. Arus Bocor Fasa T PMT (Open)
 - Atas – Body (I) = $\frac{5000 V}{626000M\Omega} = 0,00798 \text{ mA}$
 - Bawah – Body (I) = $\frac{5000 V}{228000M\Omega} = 0,02192 \text{ mA}$
 - Atas – bawah (I) = $\frac{5000 V}{385000M\Omega} = 0,01298 \text{ mA}$
4. Arus Bocor Atas – Body PMT (Close)
 - Fasa R (I) = $\frac{5000 V}{281000M\Omega} = 0,01779 \text{ mA}$
 - fasa S (I) = $\frac{5000 V}{193000M\Omega} = 0,02590 \text{ mA}$
 - fasa T (I) = $\frac{5000 V}{215000M\Omega} = 0,02322 \text{ mA}$

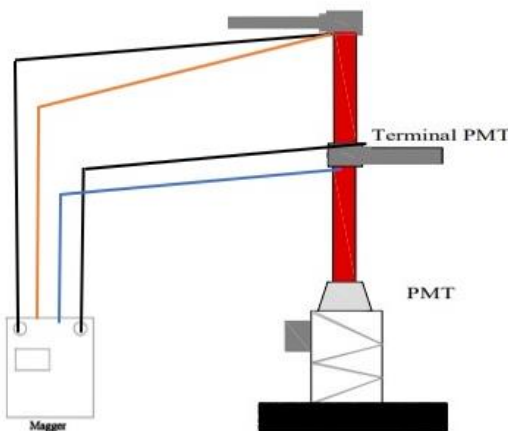
Data yang diperoleh dari uji dapat dilihat setiap fasa dengan nilai hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan karena pengaruh pada keadaan setiap isolator. Dengan adanya kotoran dan debu pada permukaan isolator akan mempengaruhi isolasi. Namun, selama nilai yang diperoleh berada di atas kriteria yang diberikan, nilai ini tidak akan mempengaruhi kinerja dari PMT. Hasil pengujian pada PMT 70 KV KV di semua fasa melebihi 70 MΩ, dan untuk besaran yang diperoleh dari hasil perhitungan arus bocor telah memenuhi standart. Dengan nilai setiap 1 KV = 1mA. Nilai tahanan isolasi dari hasil pengujian dan besaran arus yang bocor yang didapatkan menunjukkan bahwa PMT tersebut berada dalam keadaan layak operasi sesuai standar VDE (Katalog 228/4).

4.2 Pengujian Tahanan Kontak

Bermaksud untuk mendapatkan nilai hambatan dari PMT yang disebabkan oleh adanya titik sambungan yang menyebabkan *loss* tegangan. Posisi PMT saat melakukan proses tes ditutup (*Close*). Ketika beberapa konduktor bertemu, resistansi terjadi pada arus yang mengalir, kemudian akan menghasilkan panas, dan akan ada kerugian teknis. Kerugian ini sangat berpengaruh ketika nilai resistansi kontak tinggi.

$$\text{Kerugian (W)} = I^2 \cdot R$$

I = Arus (Ampere) R = resistansi Ω



Gambar 8. Pengujian Tahanan Kontak.

Batas resistansi kontak PMT didasarkan pada nilai standar IEC 60694 nilai resistansi $\leq 50\mu\Omega$. Berikut ini adalah hasil pengujian resistansi kontak PMT 70KV

untuk trafo gardu induk Ende ditunjukkan pada Tabel 4.2

Nilai maksimal resistansi kontak PMT sesuai standart IEC 60,694 nilai $R \leq 50\mu\Omega$. Nilai FAT. Yang berarti nilai hasil uji resistansi kontak, PMT 70 KV trafo Gardu Induk Ende dapat ditinjau di tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Uji resistansi kontak

Fasa	Titik Ukur	Inject (A)	Standart	Hasil ($\mu\Omega$)
R	Atas – Konduktor	100A	$R \leq 50\mu\Omega /$ 120% FAT	10,2
	bawah – Konduktor	100 A		11,9
	Atas – Bawah	100 A		32,8
S	Atas – Konduktor	100 A		9,7
	bawah – Konduktor	100 A		10,3
	Atas – Bawah	100 A		32
T	Atas – Konduktor	100 A		9,2
	bawah – Konduktor	100 A		14,5
	Atas – Bawah	100 A		31,4

Setelah nilai resistansi kontak diperoleh dan dengan arus inject sebesar 100 ampere.

Rugi daya

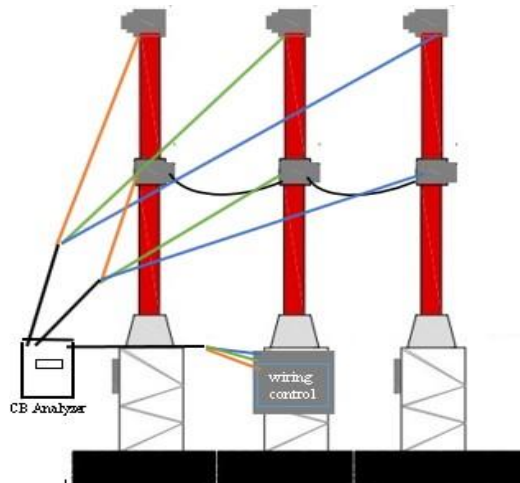
- Klem atas – Body
 1. Fasa R : = $(100 \text{ A})^2 \times (10,2 \times 10^{-6} \Omega) = 0,10 \text{ watt}$
 2. Fasa S : = $(100 \text{ A})^2 \times (9,7 \times 10^{-6} \Omega) = 0,97 \text{ watt}$
 3. Fasa T : = $(100 \text{ A})^2 \times (9,2 \times 10^{-6} \Omega) = 0,92 \text{ watt}$
- Klem bawah – Body
 1. Fasa R : = $(100 \text{ A})^2 \times (11,9 \times 10^{-6} \Omega) = 0,12 \text{ watt}$
 2. Fasa S : = $(100 \text{ A})^2 \times (10,3 \times 10^{-6} \Omega) = 0,10 \text{ watt}$
 3. Fasa T : = $(100 \text{ A})^2 \times (14,5 \times 10^{-6} \Omega) = 0,14 \text{ watt}$
- Atas – Bawah
 1. Fasa R : = $(100 \text{ A})^2 \times (32,8 \times 10^{-6} \Omega) = 0,33 \text{ watt}$
 2. Fasa S : = $(100 \text{ A})^2 \times (32 \times 10^{-6} \Omega) = 0,32 \text{ watt}$
 3. Fasa T : = $(100 \text{ A})^2 \times (31,4 \times 10^{-6} \Omega) = 0,31 \text{ watt}$

Resistansi kontak 70KV yang diperoleh pada GI Ende pada fase R, S dan T hasilnya kurang dari $50\mu\Omega$. Artinya, tahanan kontak PMT yang dipasang pada GI Ende dalam kondisi baik dan aman menurut standar IEC60694. Jika hasil yang didapatkan melewati kriteria $50 \mu\Omega$, terminal harus diperbaiki dan dilakukan pengujian kembali. Apabila dipaksakan beroperasi, akan timbul panas yang disekitar kontak dan dapat merusak pemutus tenaga.

Perhitungan kerugian daya didapatkan nilai yang baik. Ini dipatkan dari nilai uji resistansi kontak yang telah mencapai kriteria yang ditetapkan. Makin rendah resistansi yang didapatkan maka akan lebih baik lagi.

4.3 Uji Keserampakan

Sinkronisasi PMT bermaksud menentukan lama kerja PMT secara individual dan ketiga fasa secara sinkron saat membuka dan menutup. Apabila PMT tidak bekerja sesuai seharusnya membuka dan menutup secara bersamaan maka mengakibatkan kegagalan sistem. Maka dari itu, perlu dilakukan pengujian pada fasa pada saat PMT waktu membuka & juga menutup. Nilai waktu dari proses buka, tutup PMT adalah delta time (Δt) ditentukan dengan perhitungan. rata-rata dari nilai tertingggl & juga terendah antara fasa,.



Gambar 9. Pengujian Keserampakan.

batas antara nilai waktu keserampakan adalah 10,ms menurut panduan pembuat A.B.B. Nilai uji keserampakan PMT GI Ende 70 KV, ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Keserampakan Kontak

Pengukuran	Hasil Pengukuran (ms)		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Open	39,2	36,8	37,3
Close	72,1	68,5	70,6

$\Delta t =$ nilai paling tinggi – Paling rendah

- $\Delta t_{Open} = 39,2ms - 36,8ms = 2,4ms$.
- $\Delta t_{Close} = 72,1ms - 68,8ms = 3,3ms$.

Nilai akhir keserampakan pada PMT di Ende didapatkan hasil perhitungan beda waktu saat PMT terbuka 2,4ms dan beda waktu saat PMT tertutup 3,3ms.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai selisi waktu yang diperoleh pada PMT 70 KV di GI Ende saat membuka dan menutup dari 10ms. Nilai yang diperoleh telah mencapai standar, berdasarkan referensi produsen ABB. Jika nilai selisi waktu yang diperoleh melebihi 10 ms, kinerja dari PMT tidak dapat diandalkan. Jika perbedaan waktu terlalu jauh, lonjakan arus atau

tegangan akan terjadi pada fase lain, dan dapat merusak perangkat di sekitar. Perlu adanya perbaikan dan pengujian lagi. Namun, jika nilai yang didapat masih di atas normal, sebaiknya pertimbangkan penggantian peralatan dengan yang baru.

5.1 KESIMPULAN

A. Kesimpulan dari hasil Analisa pengujian PMT 70 KV di Ende

1. Nilai resistansi minimal pada 70 KV ialah 70 M Ω . Hasil uji pada GI Ende di tiap fasa telah mencapai standart. Hasil diperoleh < 70 M Ω , yang berarti isolasi dalam keadaan baik dan aman.
2. Nilai akhir uji resistansi kontak PMT 70 KV di GI Ende pada tiap fasa telah mencapai ketentuan IEC 60694 dengan nilai resistansi $\leq 50\mu\Omega$. Hasil yang diperoleh dibawah 50 $\mu\Omega$, yang berarti PMT pada GI ende dalam kondisi baik dan aman untuk beroperasi.
3. selisi waktu antara membuka dan menutup pada PMT 70 KV adalah 10 ms. Sementara hasil yang diperoleh pada pengujian keserampakan di GI ende saat membuka dan menutup PMT sudah memenuhi standart pabrikan ABB yaitu kurang dari 10 ms.
4. Standar SK-DIR 0250 tahun 2012, merujuk dengan hasil uji resistansi isolasi, kontak, dan keserampakan PMT buatan pabrikan A.B.B, yang di aplikasikan pada GI ende dalam keadaan layak dan aman beroperasi.

5.2 Saran

1. Pemutus tenaga dapat mengamankan peralatan dari korsleting, akan tetapi kesalahan dalam mengamankan dapat terjadi, sehingga peralatan pemutus tenaga perlu dilakukan pemeriksaan dan diuji secara terjadwal sesuai dengan yang sudah ditetapkan untuk menjaga kegunaan dan fungsi dari peralatan.
2. pada proses perawatan dan pengujian perlu diperhatikan Langkah Langkah sesuai dengan yang telah di tetapkan, dengan tidak melupakan prosedur keselamatan kerja.
3. Agar mendapatkan nilai yang baik sebelum dilakukan pengujian, baik pada klem dan isolator perlu dilakukan pembersian dengan menggunakan peralatan pembersi yang telah ditetapkan agar menghindari dampak kerusakan pada permukaan isolator dari PMT itu sendiri.

PUSTAKA

- [1] P. PLN, "Pemutus Tenaga," *Buku Pedoman Pemeliharaan*

- Pemutus Tenaga*, pp. 1–30, 2014.
- [2] denmas Bejo, “Pengukuran Tahanan Isolasi Pemutus Tenaga - denmasbejo.net,” 2011, [Online]. Available: <https://denmasbejo.net/kelistrikan/switchgear/circuit-breaker/pengukuran-tahanan-isolasi-pemutus-tenaga.html>
- [3] Y. Alfianto, “Studi penentuan kapasitas pemutus tenaga sisi penyulang pada transformator 60 mva gardu induk jajar 150 kv,” 2019.
- [4] A. Aland *et al.*, “Analisa Kinerja Circuit Breaker Saat Gangguan Pada Sisi 70 KV Di Gardu Induk Teling,” vol. 6, pp. 1–8.
- [5] A. R. Lingkup, “BAB I TEGANGAN RENDAH”.

