

Analisa Kemampuan Kerja Tripping Coil pada Pemutus Tenaga (Pmt) 150 KV di Bay Kapasitor Gardu Induk Kotabumi PT.PLN (Persero)

Fitriono¹, Anja Afriluddin Almayrobbi², Tomy Kurniawan³

¹²³ Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Lampung
Jl. H. Zainal Abidin Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142
Email : fitriono.umlampung@gmail.com, Anjaaa06@gmail.com

Abstract

Tripping Coil has a major effect on 150kV power termination equipment which must be ready to cut off the electrical circuit in the event of a disturbance. Analysis of the working ability of Tripping Coil on the 150kV Bay Capacitor power breaker at the Kotabumi Substation, aims to determine the cause of the decrease in the working ability of Tripping Coil and extend the Life Time of Tripping Coil. The final measurement results obtained the value of Tripping Coil resistance 1 phase R 26.5 Ω with Vnom (nominal voltage) calculated is 74.2 Vdc and Tripping Coil resistance 1 phase T 26.1 Ω with Vnom (nominal voltage) calculated is 74.2 Vdc which means it is still below the PLN standard (<77Vdc). From the analysis of research on Tripping Coil equipment, it is found that the tightness of the Tripping Coil terminals affects the measured value of coil resistance. Then the amount of voltage flowing into the coil affects the movement of the coil rod. The smaller the voltage flowing on the coil, the weaker the rod coil moves. However, the greater the voltage flowing on the coil, the faster and stronger the rod coil will move (but adversely affect the coil). And maintenance by checking the condition of the terminals and testing the coil can maintain reliability and extend the life of the Tripping Coil.

Keywords: Tripping Coil, Working ability, Resistance Coil, Bay Capacitor, Rod Coil

1. Pendahuluan

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan yang bekerja disektor pembangkitan, penyaluran dan penjualan energi listrik, dimana PT. PLN (Persero) itu sendiri memiliki banyak sekali aset – aset peralatan yang menunjang keberlangsungan energi listrik agar dapat tersalurkan dengan baik. Salah satunya pada peralatan yang terdapat di gardu induk, yang mana gardu induk sendiri ialah tempat dimana energi listrik akan di monitoring dan diatur sebelum sampai ke konsumen.

Gardu induk juga memiliki banyak sekali peralatan didalamnya, salah satunya ialah peralatan pemutus tenaga (PMT). Peralatan pemutus tenaga (PMT) sangat berperan penting untuk penyaluran energi listrik yang fungsinya adalah sebagai peralatan sakelar atau switching mekanis yang mengalirkan dan memutuskan arus beban dalam kondisi normal/ abnormal/ gangguan (seperti hubung singkat).

Peralatan pemutus tenaga (PMT) ini tidak akan bekerja dengan baik jika Tripping Coil nya dalam keadaan rusak. Fungsi dari Tripping coil itu adalah sebagai media penggerak pada mekanik pemutus tegangan (PMT) yang prinsip kerjanya berdasarkan medan magnet, dimana jika kedua ujung terminal coil di alirkan tegangan VDC (volt DC) tertentu akan menimbulkan arus yang besar pada coil sehingga menimbulkan medan magnet yang menggerakkan rod yang ada pada Tripping Coil tersebut. Tripping Coil sangat berpengaruh besar sekali terhadap peralatan pemutus tenaga (PMT) yang mana harus siap untuk memutus rangkaian listrik jika terjadi gangguan. Pembahasan permasalahan yaitu mengenai analisa kemampuan kerja tripping coil pada pemutus tenaga 150 kV di bay kapasitor gardu induk kotabumi di PT. PLN (Persero).

1.1. Gardu Induk

GI atau Substations ialah titik pertemuan tegangan dari pembangkitan atau antar gardu induk, dimana akan di atur dan disalurkan kembali ke gardu induk berikutnya atau

disalurkan ke distribusi dengan merubah tegangan tinggi ke tegangan menengah melalui trafo tenaga step down. Kegiatan di gardu induk ini di monitor melalui peralatan yang ada di dalam gedung gardu induk yang mana peralatan itu terdiri dari, peralatan baterai 110 Vdc dan 48 vdc, peralatan kontrol, peralatan proteksi, peralatan kubikel 20kV dan peralatan scada atau telekomunikasi. Sedangkan peralatan yang ada diluar gedung atau switchgears terdiri dari peralatan mekanis electric yang fungsinya sebagai penghubung dan pemutus arus beban, metering dan proteksi yang di antaranya, bay penghantar, bay kapasitor, bay kopel, bay trafo daya.

1.2. Fungsi Gardu Induk

Diantaranya fungsi GI ialah :

- Mengubah tenaga listrik dari tegangan sangat tinggi ke tegangan menengah.
- Memonitor Pengukuran dan melaksanakan pengoperasian dan memproteksi peralatan sistem tenaga listrik.
- Mengatur daya ke GI lain melalui tegangan tinggi dan Gardu –Gardu Distribusi melalui kubikel outgoing tegangan menengah.

1.3. Klasifikasi Ruangan/ Wilayah pada Gardu Induk (GI)

Berdasarkan klasifikasi ruangan/ tempat wilayah pada Gardu Induk terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Bagian dalam Ruangan GI (indoor)

Adapun bagian-bagian yang terdapat dalam ruangan indoor, ialah :

- Ruang Kontrol
- Ruang Proteksi
- Ruang ACDC dan Ruang PLC
- Ruang Baterai
- Ruang 20KV
- Ruang Supervisor
- Ruang Dapur
- Kamar Mandi

2. Bagian diluar Ruangan GI (outdoor)

- *Switchyard*

Switchyard ialah lapangan tempat terhubungnya peralatan-peralatan listrik bertegangan tinggi atau tegangan ekstra tinggi (150-500 kV), dalam switchyard Gardu Induk Kotabumi terdapat 9 (sembilan) Bay, yaitu :

- 1) Bay Penghantar Bukit Kemuning 1
- 2) Bay Penghantar Bukit Kemuning 2
- 3) Bay Penghantar Adijaya

- 4) Bay Penghantar Tegineneng
- 5) Bay Penghantar Menggala 1
- 6) Bay Kopel 150kV
- 7) Bay Kapasitor 25 Mvar
- 8) Bay Trafo Daya 1 60 Mva
- 9) Bay Trafo Daya 3 60 Mva

Adapun peralatan-peralatan yang terdapat dalam setiap Bay di Switchyard, ialah :

1. Bay Penghantar

- a. PMS (Pemisah) busbar I
- b. PMS (Pemisah) busbar II
- c. PMT (Pemutus tenaga)
- d. CT (Trafo Arus)
- e. PMS (Pemisah) Line
- f. PMS (Pemisah) Ground
- g. Line Trap
- h. PT (Trafo Tegangan)
- i. LA (Lightning Arrester)

2. Bay Trafo

- a. PMS (Pemisah) busbar I
- b. PMS (Pemisah) busbar II
- c. PMT (Pemutus tenaga)
- d. CT (Trafo Arus)
- e. LA (Lightning Arrester)

3. Bay Kapasitor

- a. PMS (Pemisah) busbar II
- b. PMT (Pemutus tenaga)
- c. CT (Trafo Arus)
- d. PMS (Pemisah) Ground
- e. LA (Lightning Arrester)
- f. Capacitor Bank Outdoor (25 MVAR)

4. Bay Kopel

- a. PMS (Pemisah) busbar I
- b. PMS (Pemisah) busbar II
- c. PMT (Pemutus tenaga)
- e. CT
- f. PT

1.4. Pengertian PMT

PMT ialah peralatan tegangan tinggi yang berfungsi sebagai sakelar pemutus atau penghubungan arus beban dimana pemutus tenaga tersebut dilengkapi dengan media pemadam busur api sehingga dapat memutus arus beban dalam kondisi abnormal.

1.5. Fungsi Pemutus Tenaga (PMT)

Memutuskan hubungan tenaga listrik dalam keadaan gangguan maupun dalam keadaan berbeban dan proses ini harus dapat

dilakukan dengan cepat merupakan fungsi dari PMT.

Pemutus tenaga listrik dalam keadaan gangguan akan menimbulkan arus yang relative besar, pada saat tersebut pemutus tenaga bekerja sangat berat. Bila kondisi peralatan PMT menurun karena kurangnya pemeliharaan, sehingga tidak sesuai lagi kemampuan dengan daya yang diputuskannya, maka pemutus tenaga tersebut akan dapat rusak (meledak).

1.6. Bagian-bagian PMT

Pemutus tenaga (PMT) dibagi menjadi PMT 20KV, PMT 150KV, dan PMT 500 KV. Pemutus tenaga yang digunakan dalam penelitian ini adalah PMT 150 KV. Berikut merupakan gambar dari macam-macam PMT yaitu :



Gambar 1. PMT 150 KV

Keterangan :

1. Pondasi : Tempat dudukan PMT yang terbuat dari beton.
2. Struktur besi : Rangkaian besi sebagai penyangga PMT.
3. Box Mekanik : Tempat menyimpan peralatan mekanik dan melindungi kabel-kabel tegangan rendah (TR).
4. Isolator Support : Isolator penyangga.
5. Ruang Pemutus (Interruption Chamber) Merupakan tempat terjadinya Pembukaan atau penutupan kontak PMT, didalamnya terdapat beberapa jenis kontak.
- 6.a. Terminal Utama Atas
b. Terminal Utama Bawah
7. Control Box : Tempat memberikan trigger (perintah) close/open pada mekanik penggerak
8. Grounding : Sistem pengamanan peralatan dari induksi tegangan.

1.7. Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT)

Pemeliharaan adalah serangkaian tindakan atau kegiatan untuk mempertahankan kondisi peralatan dan meyakinkan bahwa peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan pada peralatan, karena dengan dilakukannya pemeliharaan akan memperpanjang umur peralatan serta menjamin keandalan dari peralatan.

Tujuan dilakukannya pemeliharaan peralatan adalah :

1. Meningkatkan keamanan (Safety) pada peralatan.
2. Untuk memperpanjang umur (Life time) peralatan
3. Mengurangi lama waktu pemadaman akibat sering terjadinya gangguan
4. Mengurangi resiko kegagalan atau kerusakan peralatan.
5. Untuk menjamin kontinuitas penyaluran listrik.

Beberapa jenis pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT), berdasarkan fungsi dan kondisi bertegangan / tidak :

1. Visual inspection/ Inspection

Inspeksi dilakukan oleh petugas operator/ asisten supervisor di GI untuk tragi dan petugas pemeliharaan/ supervisor gardu induk untuk APP PLN yang bertujuan untuk memonitor kondisi peralatan dengan menggunakan peralatan/ alat ukur sederhana. Pemeriksaan ini menggunakan 5 panca indera dan matering sederhana dalam periode (daily, weekly, bulanan dan tahunan) yang merupakan pemeriksaan secara visual yang dilakukan saat peralatan sedang beroperasi.

2. On line monitoring / Measurement

Pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan dimana bertujuan untuk memonitor keadaan peralatan dengan alat ukur canggih (thermal imager) yang dilakukan pada periode tertentu dalam keadaan bertegangan (On Line). Seperti pengukuran atau pemantauan yang dilakukan menggunakan kamera Thermovision untuk mengetahui hotspot pada jaringan ataupun peralatan listrik.

3. Shutdown function check / Shutdown Measurement

Merupakan Pengujian atau pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan yang bertujuan mengetahui kondisi peralatan menggunakan alat ukur sederhana sert advanced dalam keadaan peralatan tidak bertegangan (offline), pengukuran ini dilakukan dalam periode 2 tahunan yang meliputi :

- a. Pengukuran tahanan isolasi terminal
- b. Pengukuran tahanan kontak PMT
- c. Pengujian keserempakan kontak buka fasa RST
- d. Pengujian keserempakan kontak tutup fasa RST
- e. Pengukuran waktu buka PMT
- f. Pengukuran waktu tutup PMT
- g. Pengukuran kapasitansi kapasitor PMT (conditional)
- h. Pengukuran tahanan magnetic coil
- i. Pengukuran tegangan opening coil
- j. Pengujian tahanan closing resistor (conditional)
- k. Pengukuran tegangan closing coil
- l. Pengukuran velocity test (optional)
- m. Pengujian arus motor penggerak
- n. Pengujian tegangan tembus MT bulk oil (conditional)
- o. Pengujian kualitas gas SF6 (conditional)
- p. Pengukuran tahanan pertanahan PMT

Pengujian yang dilakukan dengan periode 1 tahunan yaitu :

- a. Pengukuran Tahanan Kontak
Pengujian Tahanan kontak menggunakan alat uji Merk DV Power type RMO-H Series yang Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan kontak pada PMT yang menyebabkan losses jaringan, saat pengukuran kontak PMT harus dalam keadaan tertutup agar nilai tahanan kontaknya dapat terukur.
- b. Pengujian Keserempakan Kontak (Breaker Analyzer)
Pengujian keserempakan kontak PMT menggunakan alat uji CB Analyzer merk Megger Type TM 1800 yang bertujuan untuk mengetahui waktu kerja PMT secara individu dan keserempakan pemisahan dan penutupan 3 fasa. Pada PMT single pole untuk mengetahui, kesiapan PMT menjalankan fungsi Single Pole Auto Reclose. Akan tetapi jika gangguan fasa-fasa maka PMT harus trip secara serempak 3 fasa TPAR (Three Pole Auto Reclose).

- c. Pengukuran Tahanan Isolasi

Pengukuran ini menggunakan alat Insulation Tester merk Kyoritsu Type Kew 3125A, yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tahanan isolasi, agar tidak menimbulkan kebocoran arus saat PMT dioperasikan, Saat Pengukuran harus dalam keadaan terbuka, hal ini dimaksudkan agar alat ukur dapat menghitung besarnya tahanan isolasi diantara kedua terminal yang diukur.

1.8. Tripping Coil

Rangkaian trip merupakan peralatan yang vital untuk memicu CB/ PMT memutuskan rangkaian listrik jika terjadi gangguan pada jaringan, maka perlu untuk menerapkan model deteksi dini dengan TCS pada semua peralatan yang sejenis yang terpasang di PT. PLN. Tripping coil adalah peralatan elektrik mekanis yang bekerja berdasarkan tegangan kerja tertentu, yang mana tegangan yang mengalir melewati belitan coil akan menimbulkan arus yang besar sehingga menimbulkan medan magnet yang menggerakkan rod yang nanti nya untuk menggerakkan mekanik PMT.

1.9. Prinsip kerja coil

Coil bekerja berdasarkan medan magnet, coil akan bekerja ketika kedua terminal coil dihubungkan dengan sumber tegangan. Yang mana akan timbul arus yang besar melewati kumparan coil yang memiliki nilai tahanan. Dengan arus yang besar melalui kumparan coil tersebut, akan membangkitkan medan magnet dan menggerakkan rod pada coil.

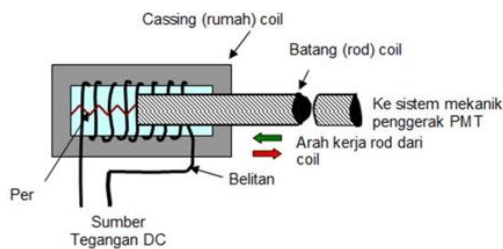
Pada coil sendiri memiliki tegangan nominal untuk dapat menggerakkan rodcoil, namun jika tegangan yang mengalir ke coil nilainya dibawah tegangan nominal coil maka rod pada coil akan bergerak lambat dan tidak akan kuta untuk menonjok spring pemutus tenaga.

Pada coil ada dua pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui kondisi dari coil itu apakah masih baik atau tidak yaitu pengukuran nilai tahanan coil yang bertujuan untuk mengetahui apakah nilai dari tahanan coil masih sesuai dengan nameplate di coil itu sendiri. Yang kedua pengukuran nilai tegangan nominal coil, yang mana bertujuan untuk mengetahui besar dari nilai tegangan nominal coil apakah nilainya <70% (untuk tripping coil) dan <85% (untuk closing coil)

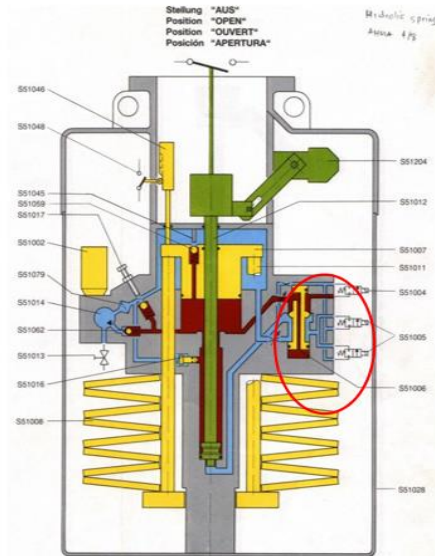
dari tegangan operasi. (sesuai dengan SK/DIR 0520).

Pemutus tenaga dibagi menjadi dua macam berdasarkan jumlah penggerakannya, ada yang pemutus tenaga dengan single pole dimana tiap pole pemutus tenaga memiliki masing – masing satu penggerak tiap fasanya, dan ada yang three pole dimana pada ketiga pole memiliki satu penggerak saja.

Pada pemutus tenaga memiliki jumlah tripping coil yang lebih banyak dibandingkan dengan closing coil yang mana bertujuan untuk factor keamanan pada pemutus tenaga itu sendiri.



Gambar 2. Prinsip Kerja Tripping Coil



Gambar 3. Posisi coil pada sistem hidrolis PMT

Coil bekerja berdasarkan induksi medan magnet, seperti terlihat di gambar posisi rod, coil tidak diberi sumber tegangan DC, karena adanya momen dan spring. Namun, jika belitan kumparan diberi tegangan maka rod akan tertarik ke dalam. Hal ini karena ada nilai konstanta dari spring yang mana nilainya lebih kecil dari moment inertia yang timbul oleh medan magnet.

Bila rod tersebut dihubungkan ke batang dari mekanik penggerak (actuator, spring, pneumatic) PMT maka hal ini akan merubah posisi PMT dari keadaan awalnya. Pada beberapa PMT (misal merk Alstom) tidak menggunakan per (spring) untuk posisi awalnya akan tetapi menggunakan besarnya momen lawan dari sistem penggerak PMT tersebut (*hydraulic*).

Hukum Ohm menyatakan bahwa besarnya nilai arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar akan sebanding atau sama dengan besarnya nilai tegangan. Hukum ohm dicetuskan oleh Georg Simon Ohm.

Berikut merupakan rumus ohm yang digunakan yaitu :

$$1. \text{ Untuk mengukur arus} \\ I = V / R \quad (1)$$

$$2. \text{ Untuk mengukur tegangan} \\ V = I \times R \quad (2)$$

Keterangan :

V : Tegangan (V)

I : Arus (A)

R : Hambatan (Ω)

2. Metodologi

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang objektif. Penelitian kuantitatif adalah suatu metode penelitian yang menggunakan proses data berupa angka sebagai alat menganalisis dan melakukan kajian penelitian, terutama tentang apa yang sudah diteliti sebelumnya. (Kasiram, 2008:149)

Adapun pengertian deskriptif adalah metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang terkumpul sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku umum. (Sugiyono, 2009:29)

Objektif adalah berdasarkan kenyataan yang sebenarnya, tidak dimanipulasi. Juga setiap pernyataan atau simpulan yang disampaikan berdasarkan bukti – bukti yang bisa dipertanggung jawabkan. (Dalman, 2015:12).

2.1 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

1. Penelitian lapangan, yaitu penelitian secara langsung mengunjungi objek penelitian. Adapun teknik mengumpulkan data tersebut melalui :

a. Metode Observasi adalah metode pengambilan data yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung ke lokasi, serta pengumpulan data bentuk sekunder (yang telah ada) yang berkaitan dengan topik bahasan penelitian ini.

b. Dokumentasi, Yang dimaksud metode dokumentasi adalah memperoleh dan mengumpulkan data – data melalui catatan, buku, jurnal, arsip pengujian dan lainnya. Adapun dokumentasi yang akan peneliti gunakan adalah data-data yang berhubungan dengan Pengujian Tripping coil pada pemutus tenaga 150 kV di Bay Kapasitor Gardu Induk Kotabumi.

2. Analisa kemampuan kerja tripping coil pada pemutus tenaga 150 kV menurut ketentuan Gardu Induk (PLN). Analisis data merupakan bagian penting dalam penelitian, karena dengan analisis data yang diperoleh mampu memberikan arti dan makna untuk memecahkan masalah dan mengambil kesimpulan penelitian. Dalam penelitian ini Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis matematis untuk mendapatkan hasil penelitian. Analisis ini adalah mengadakan bukti hasil pengujian dari tripping coil dan cara yang dilakukan untuk memperpanjang life time tripping coil.

3. Penelitian dilakukan melalui kepustakaan, yaitu penelitian dengan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan penelitian, diklat dan sumber-sumber lain yang bertujuan memberikan landasan teoritis yang dapat membantu untuk memecahkan masalah yang ada.

2.2. Flowchart Penelitian

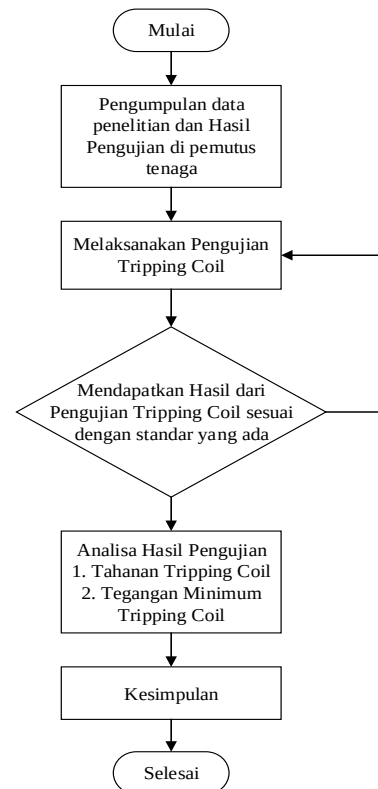
Flowchart merupakan diagram alur yang menjelaskan tahapan mengenai sesuatu penelitian yang memuat hal – hal dari awal dilakukannya penelitian hingga penelitian selesai. Flowchart sendiri membantu untuk lebih mudah memahami step by step yang dilakukan dalam penelitian. Berikut merupakan flowchart penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 4.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data hasil pengukuran tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga bay kapasitor fasa R.

Hasil pengukuran nilai tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga 150kV menggunakan AVO meter pada Tabel 1.

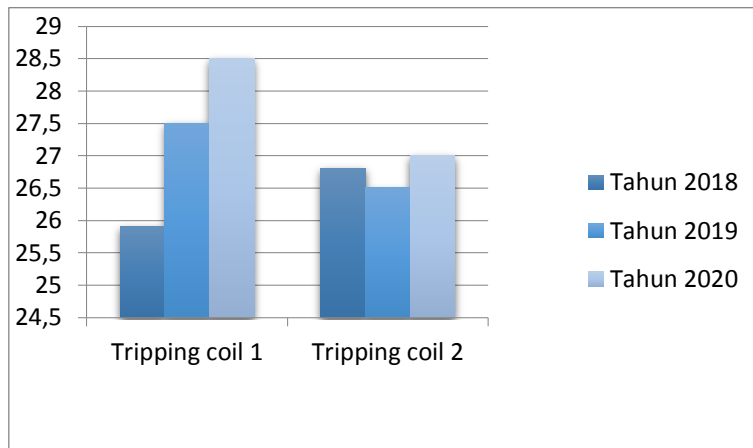
Pada grafik pengukuran tahanan coil di fasa R bay kapasitor pada Tripping Coil 1 mengalami peningkatan dimana dari tahun 2018-2019 nilai tahanan coil masih dalam kondisi baik sedangkan pada tahun 2020 nilai tahanan coil yang terukur buruk yaitu, di atas batas standar 110% Rnom. Pada grafik pengukuran Tripping Coil 2, tahun 2018-2020 mengalami naik turun dimana pada tahun 2018 tahanan coil terukur masih dalam kondisi baik kemudian tahun 2019 tahanan coil terukur mengalami penurunan yang mana nilai tahanan coil terukur juga masih baik dan pada tahun 2020 mengalami peningkatan kembali dengan nilai tahanan coil terukur masih baik sesuai batas standar 110% Rnom.



Gambar 4. Flowchart

Tabel 1. Pengukuran Tahanan Coil Tripping Coil Pemutus Tenaga Bay Kapasitor Phasa R.

Titik Pengukuran	Tahanan coil name plate	Acuan	Tahun 2018	Tahun 2019	Tahun 2020	Kesimpulan
			Ω (Ohm)			
Tripping Coil 1	25 Ω	110% Rnom	25,9	27,5	28,5	Hasil di atas standar
Tripping Coil 2			26,8	26,5	27,0	Baik



Gambar 5. Grafik Perbandingan hasil pengukuran tahanan coil phasa R bay kapasitor di GI Kotabumi.

3.2. Data hasil pengukuran tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga bay kapasitor phasa S.

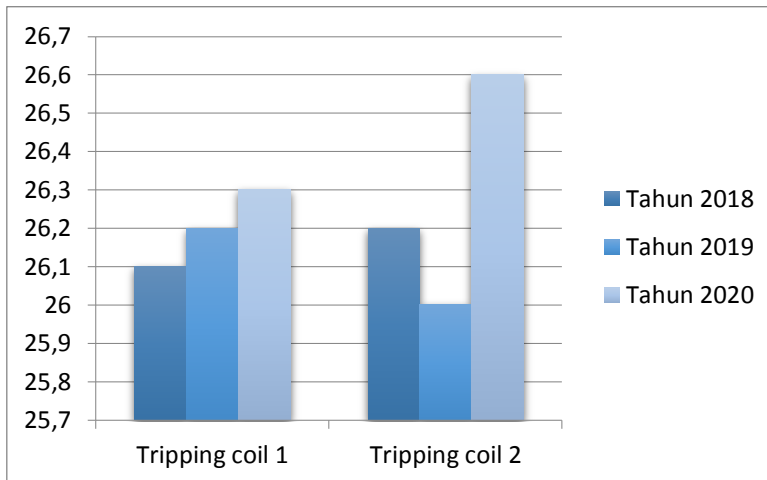
Hasil pengukuran nilai tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga 150kV menggunakan AVO meter pada table 3.2. Pada grafik pengukuran tahanan coil di phasa S bay kapasitor pada Tripping Coil 1 dari tahun ke tahun mengalami peningkatan dimana dari tahun 2018-2020 nilai tahanan coil masih dalam kondisi baik masih di atas batas standar 110% Rnom. Pada grafik pengukuran tahanan coil di phasa S Tripping Coil 2 tahun 2018-2020 mengalami naik turun dimana pada tahun 2018 tahanan coil terukur masih dalam kondisi baik kemudian tahun 2019 tahanan coil terukur mengalami penurunan yang mana nilai tahanan coil terukur juga masih baik dan pada tahun 2020 mengalami peningkatan kembali dengan nilai tahanan coil terukur masih baik sesuai batas standar 110% Rnom.

3.3. Data hasil pengukuran tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga bay kapasitor phasa T

Hasil pengukuran nilai tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga 150kV menggunakan AVO meter pada table 3. Pada grafik pengukuran tahanan coil di phasa T bay kapasitor pada tripping coil 1 mengalami naik turun dari tahun ke tahun dimana dari tahun 2018 nilai tahanan coil buruk namun, pada tahun 2019 nilai tahanan coil baik dengan nilai 110% Rnom. Kemudian pada tahun 2020 nilai tahanan coil yang di dapat kembali buruk dengan nilai tahanan coil di atas 110% Rnom. Pada grafik pengukuran tahanan coil di phasa S tripping coil 2 tahun 2018-2020 mengalami penurunan dari tahun ke tahun dengan nilai tahanan coil terukur masih baik sesuai batas standar 110% Rnom.

Tabel 2. Pengukuran tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga bay kapasitor pada phasa S.

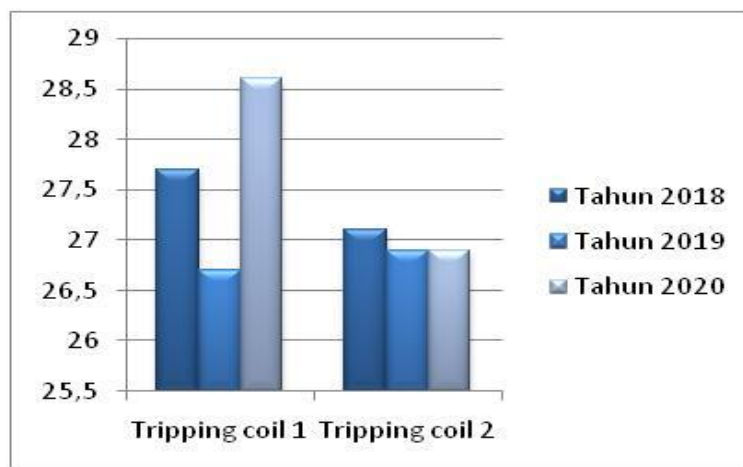
Titik Pengukuran	Tahanan coil name plate	Acuan	Tahun 2018	Tahun 2019	Tahun 2020	Kesimpulan
			Ω (Ohm)			
Tripping Coil 1	25 Ω	110% Rnom	26,1	26,2	26,3	
Tripping Coil 2			26,2	26,0	26,6	Baik



Gambar 6. Grafik Perbandingan hasil pengukuran tahanan coil fase S bay kapasitor di GI Kotabumi.

Tabel 3. Pengukuran tahanan coil Tripping Coil pemutus tenaga bay kapasitor pada fase T.

Titik Pengukuran	Tahanan coil name plate	Acuan	Tahun 2018	Tahun 2019	Tahun 2020	Kesimpulan
			Ω (Ohm)			
Tripping Coil 1	25 Ω	110% Rnom	27,5	26,7	28,6	
Tripping Coil 2			27,1	26,9	26,9	Hasil di atas standar Baik



Gambar 7. Grafik Perbandingan hasil pengukuran tahanan coil fase T bay kapasitor di GI Kotabumi.

3.4. Analisa Hasil Pengujian

rekomendasi pengukuran dijelaskan dalam Tabel 4.

Berdasarkan data kegiatan pengukuran nilai tahanan coil pada Tripping Coil, Evaluasi dan

Tabel 4. Evaluasi dan Rekomendasi Pengukuran Tahanan Coil.

Pengukuran	Tahun Pengukuran	Tahanan coil Terukur (Ω)
Tripping Coil 1 fasa R	2020	28,5
Tripping Coil 1 fasa T	2020	28,6

Dari hasil pengukuran Tripping Coil, di dapat nilai tahanan coil yang buruk yaitu di atas standar 110% R_{nom} ($>27,5\Omega$). Hasil pengukuran yang buruk sesuai dengan tabel rekap pengukuran tahanan coil buruk.

Tabel 5. Rekap hasil ukur tahanan coil buruk

Nilai Tahanan Coil	Evaluasi	Rekomendasi
110% R_{nom} (25Ω) = 27,5 Ω	Kondisi Baik	Lakukan pengukuran secara berkala setiap 1 tahun sekali.
>110% R_{nom} (25Ω) = >27,5 Ω	Terjadi degradasi R coil	1. Lakukan pengecekan pada terminal coil jika terdapat polutan dilakukancleaning dan pastikan kembali kekencangan koneksi terminal coil. 2. Jika nilai tahanan coil masih buruk, lakukan pengujian fungsi pada Tripping Coil untuk mengetahui apakah masih kuat untuk menggerakkan mekanik pemutus tenaga 150kV. 3. Jika uji fungsi Tripping Coil gagal maka, segera lakukan penggantian coil.
<70% V_{nom} ($110Vdc$) = 77Vdc		

3.5. Penyelesaian hasil pengukuran tahanan coil yang tinggi dengan mencari besar nilai V_{nom} coil yang mengalir pada Tripping coil

Jika nilai tahanan coil yang di dapat dari hasil pengukuran adalah 28,5 Ω pada Tripping Coil 1 fasa R pengukuran tahun 2020 dan 28,6 Ω pada Tripping Coil 1 fasa T pengukuran tahun 2020. Dengan arus yang mengalir pada coil 2,8A maka, besar V_{nom} yang mengalir pada titik pengukuran tersebut adalah:

Dik: Tahanan coil 1 fasa R = 28,5 Ω
 Tahanan coil 1 fasa T = 28,6 Ω
 I Standar = 2.8A

Dit: a. V_{nom} fasa R?

b. V_{nom} fasa T?

Penyelesaian:

- a. Tripping coil fasa R,
 $V_{nom} = I \times R$
 $V_{nom} = 2,8 \times 28,5$
 $V_{nom} = 79,8 Vdc$
- b. Tripping coil fasa T,
 $V_{nom} = I \times R$
 $V_{nom} = 2,8 \times 28,6$
 $V_{nom} = 80,08 Vdc$

Tabel 6. Range Tegangan V_{nom} coil.

No	Range tegangan V_{nom} coil	Kesimpulan
1	1.0Vdc – 30.0Vdc	Pergerakan rod coil lemah (tidak kuat menggerakkan pemutus tenaga)
2	30.0Vdc – 60.0Vdc	Pergerakan rod coil sedang (tidak cukup kuat menggerakkan pemutus tenaga)
3	60.0Vdc – 77.0Vdc	Pergerakan rodcoil cepat (kuat mendorong mekanik pemutus tenaga)

Jadi, dari perhitungan di atas V_{nom} yang mengalir pada titik pengukuran Tripping Coil fasa R dan Tripping Coil fasa T di dapat nilai di atas standar yang di izinkan PLN yang mana seperti yang sudah di jelaskan di atas pada tabel 3.8, rod coil akan bekerja optimal namun berdampak buruk bagi coil yang mana akan timbul panas yang berlebih sehingga bisa membuat coil terbakar. Dengan demikian tidak dianjurkan untuk menggunakan tegangan melebihi batas standar dari PLN karena dapat merusak coil. Kemudian dilakukan tindak lanjut pemeriksaan pada coil untuk mengetahui apa penyebab dari nilai tahanan coil yang tinggi, dengan cara mengecek kekencangan terminal coil pada Tripping Coil fasa R dan Tripping Coil fasa T, ditemukan kondisi baut terminal sedikit kendur sehingga di lakukan pengencangan kembali. Kemudian dilakukan pengukuran ulang pada tahanan coil pada Tripping Coil fasa R dan Tripping Coil fasa T di dapat hasil ukur tahanan coil menurun (dibawah standar PLN) pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil ukur tahanan coil setelah di tindak lanjut perbaikan

Pengukuran	Nilai Tahanan coil Terukur (Ω) sebelum di perbaiki	Nilai Tahanan coil Terukur (Ω) sesudah di perbaiki
Tripping Coil 1 phasa R	28,5	26,5
Tripping Coil 1 phasa T	28,6	26,1

3.6. Penyelesaian hasil tindakan lanjut pengukuran tahanan coil yang sudah baik dengan mencari besar nilai Vnom coil yang mengalir pada Tripping coil

Jika nilai tahanan coil yang di dapat dari hasil pengukuran ulang adalah 26,5 Ω pada Tripping Coil 1 phasa R dan 26,1 Ω pada Tripping Coil 1 phasa T. Dengan arus yang mengalir pada coil 2,8A maka, besar tegangan nominal yang mengalir pada titik pengukuran tersebut adalah:

$$\begin{aligned} \text{Dik: Tahanan coil 1 phasa R} &= 26,5\Omega \\ \text{Tahanan coil 1 phasa T} &= 26,1\Omega \\ \text{I Standar} &= 2.8\text{A} \end{aligned}$$

Dit: a. Vnom phasa R?
b. Vnom phasa T?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{a. Tripping coil phasa R,} \\ \text{Vnom} &= I \times R \\ \text{Vnom} &= 2,8 \times 26,5 \\ \text{Vnom} &= 74,2 \text{ Vdc} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Tripping coil phasa T,} \\ \text{Vnom} &= I \times R \\ \text{Vnom} &= 2,8 \times 26,1 \\ \text{Vnom} &= 73,0 \text{ Vdc} \end{aligned}$$

Jadi, hasil perhitungan di atas, nilai Vnom di dapat masih dibawah standar PLN (<77Vdc) sehingga tegangan yang mengalir pada coil dikatakan baik dan mampu untuk mengerjakan mekanik pemutus tenaga 150kV bay kapasitor di GI Kotabumi.

4. Kesimpulan

Berikut kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini :

1. Kekenangan terminal Tripping Coil mempengaruhi besar nilai tahanan coil yang terukur.
2. Besar tegangan yang mengalir ke coil mempengaruhi dari kekuatangerak rod coil.

Semakin kecil tegangan yang mengalir pada coil maka, semakin lemah rod coil bergerak. Semakin besar nilai tahanan coil maka, akan semakin besar kebutuhan tegangan dan arus untuk menggerakkan rod coil. Namun besar tegangan yang melebihi batas standar Vnom akan berdampak buruk bagi coil.

3. Pemeliharaan dengan mengecek kondisi terminal dan pengujian coil dapat menjaga kehandalan dan memperpanjang umur dari Tripping Coil.

Daftar Pustaka

- Arismunandar, Artono, Dr. 1984. Teknik Tenaga Listrik, Jilid III : Gardu Induk. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Aribowo, didik dkk. 2018. "Analisis Hasil Uji PMT 150 KV pada Gardu Induk Cilegon Baru BAY KS 1". Seminar FORTEI 2018.
- Dr. H. Dalman, M.Pd. 2015. Menulis Karya Ilmiah: PT. Raja Grafind Persada. Jakarta
- Fatharani, Firdaus afif, dkk. 2019. "Laporan Praktikum Elektronika Dasar Hukum Ohm". Jurusan Fisika UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- PLN PUSDIKLAT. 2011. "Buku Petunjuk Pemutus Tenaga (PMT)". Jakarta: PLN Pusediklat.
- Tim penyusun. 1995. Pedoman Operasi Sistem Tenaga Listrik Sumsel Lampung. PT. PLN (Persero). Palembang.
- Tim penyusun. 2009. Buku Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan Peralatan Tenaga Listrik. PT. PLN (Persero). Jakarta.
- Tim penyusun. 2014. Gardu Induk Semester III : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia 2013. Jakarta.