

## PEMAKAIAN DAN PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR ARUS (CURRENT TRANSFORMER / CT)

Oleh : Agus Sugiharto

### Abstrak

*Seiring dengan berkembangnya dunia industri di Indonesia serta bertambah padatnya aktivitas masyarakat, maka kebutuhan energi listrikpun akan terus meningkat. Hingga saat ini, energy listrik merupakan salah satu sumber energi utama untuk mendukung aktivitas tersebut. Untuk itu suplai energi listrik yang ada harus diusahakan seoptimal mungkin seiring dengan semakin meningkatnya konsumsi energi listrik. Kualitas pelayanan energi listrik ini sangat ditentukan oleh kehandalan peralatan – peralatan transmisi ataupun distribusinya.*

*Transformator Arus (Current Transformer/CT) merupakan suatu peralatan yang ada pada sistem transmisi ataupun distribusi energy listrik yang berada di gardu induk. Transformator arus berfungsi untuk menurunkan arus besar pada tegangan tinggi atau menengah menjadi arus kecil pada tegangan rendah yang dipakai untuk pengukuran dan proteksi dan mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer serta memungkinkan standarisasi rating arus untuk peralatan sisi sekunder. Transformator arus merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk sebagai alat ukur dan untuk melindungi rele pada industri yang memakai tegangan tinggi di mana Transformator CT ini mempunyai fasilitas pengukuran yang aman untuk mengukur jumlah arus yang besar dan juga dengan tegangan yang tinggi.*

*Untuk menjaga kualitas dan kehandaan dari suatu Transformator Arus ini itu diperlukan perawatan secara terjadwal agar dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya dalam keadaan beroperasi. Perawatan dan pemeliharaan yang terjadwal dengan baik dapat meminimalisasi gangguan dan kerusakan serta dapat memperpanjang umur dari transformator arus.*

*Kata kunci : transformator arus, alat pengukuran, jadwal pemeliharaan*

### I. LATAR BELAKANG

Suplai energi listrik yang ada dengan seoptimal mungkin seiring dengan semakin meningkatnya konsumen energi listrik. Agar dapat memanfaatkan energi listrik yang ada serta menjaga kualitas sistem penyaluran dan kerusakan peralatan, maka diperlukan suatu sistem pengaman dan sistem pemeliharaan instalasi gardu induk. Hal tersebut harus memperhatikan aspek teknis, ekonomis dan yang sesuai dengan kondisi peralatan yang ada. Pemeliharaan instalasi Gardu Induk pada hakekatnya adalah untuk mendapatkan kepastian atau jaminan bahwa sistem suatu peralatan yang dipelihara akan berfungsi secara

optimal meningkatkan umur teknisnya dan keamanan bagi personil.

### II. TUJUAN

Mengetahui pemakaian dan pemeliharaan Transformator arus (CT), sekaligus tentang cara dan jadwal pemeliharaan Transformator arus (CT), sekaligus bagaimana cara mempertahankan kondisi peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan.

### III. TINJAUAN TEORI TRANSFORMATOR ARUS (CURRENT TRANSFORMER)

Transformator arus adalah suatu peralatan listrik yang dapat memperkecil arus besar menjadi arus kecil, yang dipergunakan dalam rangkaian arus bolak – balik (AC). Transformator Arus (*Current Transformer/CT*) berfungsi untuk :

- a. Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi
- b. Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer, sebagai pengamanan terhadap manusia atau operator yang melakukan pengukuran.
- c. Memungkinkan standarisasi rating arus listrik (ampere) untuk peralatan sisi sekunder.

Secara fungsi Transformator arus dibedakan menjadi dua yaitu:

- a). Transformator Arus Pengukuran
  - Transformator arus pengukuran untuk metering memiliki ketelitian tinggi pada daerah kerja (daerah pengenalannya) 5% – 120% arus nominalnya tergantung dari kelasnya dan tingkat kejenuhan yang relatif rendah dibandingkan Transformator arus untuk proteksi.
  - Penggunaan Transformator arus pengukuran untuk Amperemeter, Watt-meter, VARh-meter, dan cos meter.
- b). Transformator Arus Proteksi
  - Transformator arus untuk proteksi, memiliki ketelitian tinggi pada saat terjadi gangguan dimana arus yang mengalir beberapa kali dari arus pengenalannya dan tingkat kejenuhan cukup tinggi.
  - Penggunaan Transformator arus proteksi untuk relai arus lebih (OCR dan GFR), relai beban lebih, relai diferensial, relai daya dan relai jarak.

Pada dasarnya prinsip kerja transformator arus sama dengan transformator daya, yaitu timbulnya gaya gerak magnet. Gaya gerak magnet ini memproduksi fluks pada inti, kemudian membangkitkan gaya gerak listrik (GGL) pada sisi kumparan sekunder. Bila Transformator tidak mempunyai rugi-rugi (Transformator ideal) berlaku persamaan:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

di mana :

- N1 : Jumlah belitan kumparan primer  
 N2 : Jumlah belitan kumparan sekunder  
 I1 : Arus kumparan primer  
 I2 : Arus kumparan sekunder



Gambar 1 Transformator Arus di Gardu Induk 150 kV

#### 3.1 Bagian - Bagian Transformator Arus (CT)

Secara umum bagian – bagian dari sebuah Transformator Arus adalah sebagai berikut :

- a. Kumparan (lilitan)  
 Berfungsi untuk mentransformasikan besaran-besaran ukur arus listrik dari yang tinggi / menengah ke yang rendah.
- b. Isolasi  
 Umumnya terdiri dari zat cair (minyak) yang berfungsi mengisolasi bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan atau mengisolasi

bagian bertegangan yang berlainan fasanya.

c. *Dehydrating breather*

Dehydrating breather adalah suatu peralatan pernafasan Transformator yang berfungsi untuk menyerap udara lembab yang timbul dalam ruang Transformator, sehingga akan mencegah rusaknya minyak (isolasi) Transformator.

d. Terminal

Terminal adalah tempat penghubung dari sisi primer atau sekunder ke bagian-bagian peralatan listrik yang membutuhkannya.

### 3.2 Klasifikasi Transformator Arus (CT)

#### Jenis Transformator arus menurut jumlah kumparan primer

a. Jenis Kumparan

Biasa digunakan pada pengukuran arus yang rendah atau pengukuran dengan ketelitian tinggi

b. Jenis Bar

Konstruksinya harus mampu menahan arus hubung singkat yang cukup tinggi sehingga memiliki faktor termis dan dinamis arus hubung singkat yang tinggi

#### Jenis Transformator arus menurut jumlah rasio

a. Jenis Rasio Tunggal

Rasio tunggal adalah Transformator arus dengan satu kumparan primer dan satu kumparan sekunder.

b. Jenis Rasio Ganda

Rasio ganda diperoleh dengan membagi kumparan primer menjadi beberapa kelompok yang dihubungkan seri atau paralel.

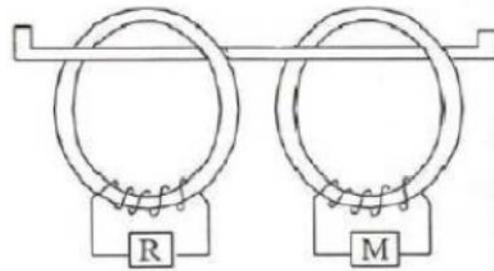
#### Jenis Transformator arus menurut jumlah inti

a. Inti Tunggal

Digunakan apabila sistem membutuhkan salah satu fungsi saja, yaitu untuk pengukuran atau proteksi.

b. Inti Ganda

Digunakan apabila sistem membutuhkan untuk pengukuran dan proteksi sekaligus.



Gambar 2 Ilustrasi Transformator arus inti ganda

### 3.3 Rasio / hubungan dari Transformator Arus (CT)

Umumnya hubungan dari transformator arus terdiri dari tiga hubungan, yaitu :

a. Hubungan transformator arus biasa.

Hubungan ini terdiri dari sebuah lilitan primer dan sebuah lilitan sekunder, yang mempunyai rasio, misalnya :

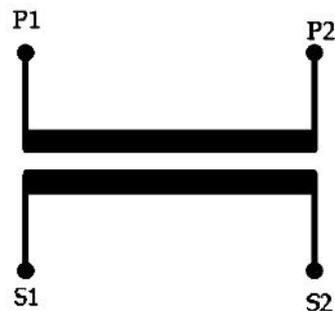
• 1000/1 A

1000 A adalah nilai arus primer

1 A adalah nilai arus sekunder yang masuk ke alat pengukuran (metering) dan ke alat proteksi.

Terminal Primer P1 – P2 = 1000 A

Terminal sekunder S1 – S2 = 1 A

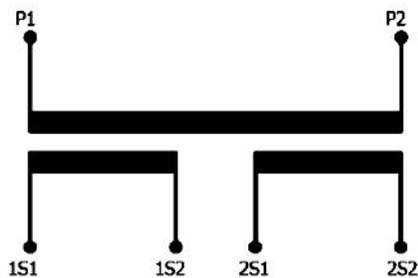


Gambar 3 Hubungan Transformator Arus Biasa

- b. Hubungan transformator arus dengan dua buah lilitan sekunder

Hubungan ini terdiri dari sebuah lilitan primer dan dua buah lilitan sekunder yang bekerja masing-masing lilitannya dengan inti ganda ( double core ). Satu lilitan sekundernya untuk alat pengaman dan satu sisi lagi untuk alat-alat pengukur, misalnya :

- Transformator Arus dengan contoh ratio 300/5-5 A
  - 300 A adalah nilai arus primer
  - Terminal primer P1 – P2 = 300 A
  - Terminal sekunder 1S1 – 1S2 = 5 A (nilai arus sekunder yang masuk ke alat proteksi)
  - Terminal sekunder 2S1 – 2S2 = 5 A ( nilai arus sekunder yang masuk ke alat pengukuran)

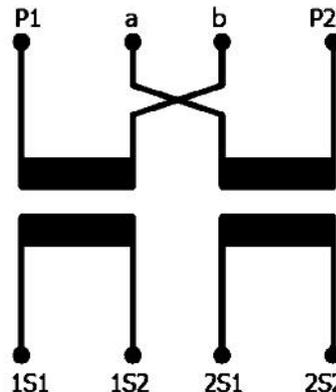


Gambar 4 Hubungan Transformator Arus Dengan Dua Buah Lilitan Sekunder

- c. Hubungan transformator arus dengan dua buah lilitan primer dan dua buah lilitan sekunder. Hubungan ini terdiri dari dua buah lilitan primer yang sama dan dapat dihubungkan seri atau paralel sedangkan masing-masing lilitan sekundernya terpisah. Bilamana lilitan primernya dihubungkan seri (klem a dan b dihubungkan) sehingga didapat batas ukur yang besar. Sistem ini lebih menguntungkan, karena jika diadakan perluasan elektrifikasi maka tidak perlu mengganti transformator arus lagi, misalnya :

- Transformator Arus dengan ratio : 1000-2000/1-1 A
- Penyambungan / pemilihan ratio :

- 1000/1-1 A = Terminal a disambung dengan b
- 1000 A adalah nilai arus primer
- Terminal primer P1 – P2 = 1000 A
- Terminal sekunder 1S1 – 1S2 = 1 A (nilai arus sekunder yang masuk ke alat proteksi)
- Terminal sekunder 2S1 – 2S2 = 1 A (nilai arus sekunder yang masuk ke alat pengukuran)
- 2000/1-1 A = Terminal P1 disambung dengan a dan terminal P2 disambung dengan b
- 2000 A adalah nilai arus primer
- Terminal primer P1 – P2 = 2000 A
- Terminal sekunder 1S1 – 1S2 = 1 A (nilai arus sekunder yang masuk ke alat proteksi)
- Terminal sekunder 2S1 – 2S2 = 1 A ( nilai arus sekunder yang masuk ke alat pengukuran)



Gambar 5 Hubungan Transformator Arus Dengan Dua Buah Lilitan Primer Dan Dua Buah Lilitan sekunder

### 3.4 Batas-batas Harga Tahanan Isolasi

Untuk mengukur harga tahanan isolasi menggunakan HVI (*High Voltage Insulation*). Parameter titik ukur tahanan isolasi :

Antara lilitan primer dan ground :

**R 25.000 MW**

Antara lilitan primer dan sekunder :

**R 500 MW**

Antara lilitan sekunder dan sekunder :

**R 500 MW**

Antara lilitan sekunder dan pentanahan (ground) :

**R 500 MW**

Perhatikan : Tegangan uji (testing voltage) tidak boleh lebih dari 2.000 volt atau 2.500 volt

### 3.5 Name Plate Transformator Arus

Contoh Name plate transformator arus 150 KV.

Pabrik : MITSUBISHI ELECTRIC

Tahun pembuatan : 1981

Type : PC 14-5

Standar : ANSI C57.13-1968

Tegangan Maksimal: 170 KV

Tegangan Sistem : 150 kV

Frekuensi : 50 Hz

Arus Maksimal Primer : 1200 A

Arus Primer : 600 A

Arus Sekunder : 1 A

## IV. PEMELIHARAAN

### TRANSFORMATOR ARUS (CT)

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang sangat penting, karena pemeliharaan terbaik akan memperpanjang umur peralatan dan akan menjamin berfungsinya peralatan dengan baik. Pemeliharaan yang telah dilaksanakan tidak ada bekasnya namun dapat di rasakan pengaruhnya.

#### 4.1 Tujuan Pemeliharaan

Tujuan pemeliharaannya adalah untuk mempertahankan kondisi atau menjaga agar peralatan menjadi tahan lama dan meyakinkan bahwa

peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan.

#### 4.2 Pemeliharaan Transformator Arus (CT)

Pemeliharaan dan pengoperasian yang tidak benar terhadap transformator arus akan memperpendek umur transformator dan akan menimbulkan gangguan-gangguan (troubles) lebih dini. Oleh karena itu pemeliharaan dan pengoperasian harus sesuai dengan petunjuk operasi pemeliharaan.

- Pemeriksaan visual adalah pemeriksaan konstruksi daripada transformator arus, yang mencakup:
  - Pencatatan papan nama
  - Tangki dan radiator
  - Kondisi isolator / bushing
  - Pentanahan
  - Pengunci terhadap pondasi
  - Perlengkapan (pengaman tekanan lebih)
- Uraian tentang pemeliharaan transformator arus yang terdiri dari:
  - Pemeliharaan mingguan
  - Pemeliharaan bulanan
  - Pemeliharaan 6 bulanan
  - Pemeliharaan tahunan
  - Pemeliharaan lebih dari 1 tahun

#### a. Pemeliharaan mingguan

Pemeliharaan mingguan dilakukan dalam keadaan transformator arus beroperasi

Tabel 2 Pemeliharaan mingguan transformator arus

NO	Peralatan / Komponen yang Diperiksa	Cara Pemeriksaan
1	Indikator tinggi minyak	Periksa secara visual batas tinggi permukaan minyak
2	Pemeriksaan kebocoran minyak	Periksa secara visual apakah ada kebocoran minyak
3	Isolator	Periksa secara visual apakah terjadi keretakan atau pecah

### b. Pemeliharaan Bulanan

Pemeliharaan bulanan dilaksanakan dalam keadaan transformator arus beroperasi.

Tabel 3 Pemeliharaan bulanan transformator arus

NO	Peralatan / Komponen yang Diperiksa	Cara Pemeriksaan
1	Pemeriksaan Debu	Pemeriksaan secara visual,
2	Indikator minyak Transformator	Pemeriksaan secara visual, batas tinggi permukaan minyak
3	Pemeriksaan kebocoran minyak	Pemeriksaan secara visual, apakah ada bocoran minyak atau tidak
4	Isolator	Pemeriksaan secara visual, apakah sudah terjadi keretakan atau pecah
5	Pemeriksaan segel – segel Box	Pemeriksaan secara visual, apakah segel – segel terpasang masih utuh
6	Pemeriksaan system pentanahan	Pemeriksaan secara visual,, apakah sistem pentanahan sudah benar

### c. Pemeliharaan 6 bulan

Pemeliharaan ini dilakukan dalam keadaan transformator arus beroperasi

Tabel 4 Pemeliharaan 6 bulan transformator arus

NO	Peralatan / Komponen yang Diperiksa	Cara Pemeriksaan
1	Pengukuran <i>hot spot</i> dengan <i>thermovision</i>	Pemeriksaan secara visual, dengan peralatan <i>infrared thermovision</i>

### d. Pemeliharaan tahunan

Pemeliharaan tahunan dilaksanakan dalam keadaan tidak beroperasi.

Tabel 5 Pemeliharaan tahunan transformator arus

NO	Peralatan / Komponen yang Diperiksa	Cara Pemeriksaan
1	Pengukuran tahanan pentanahan	Lakukan pengukuran tahanan pentanahan
2	Terminal utama. Pentanahan serta baut terminal	Lakukan pengecekan baut-baut utama dan pentanahan serta baut wiring dalam terminal box
3	Tahanan isolasi	Pengukuran tahanan isolasi kumparan
4	Box Terminal	Periksa box terhadap kotoran binatang atau kemasukan air
5	Pondasi	Periksa pondasi dari keretakan/ miring
6	<i>Limit switch Indicator</i> dan alarm	Lakukan uji fungsi <i>limit switch</i> untuk <i>indicator</i> dan <i>alarm</i>

## V. KESIMPULAN

Dengan melakukan pemeliharaan dan perawatan yang baik terhadap Transformator arus (Current Transformer), maka:

- a. Arus yang bekerja pada Transformator harus di bawah dari I nominal Transformator arus dikarenakan itu merupakan titik yang aman untuk suatu peralatan tegangan tinggi.
- b. Sebuah Transformator arus dikatakan baik jika memiliki kekuatan isolasi

yang kuat dan baik untuk menahan arus yang besar.

- c. Pengoperasian yang tidak benar pada transformator arus akan memperpendek umur transformator arus dan akan menimbulkan gangguan lebih dini, sedangkan jika pengoperasian dilakukan dengan baik akan memperpanjang umur Transformator Arus.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Aditya Teguh W, Agung Warsito, 2013 “ *Pemeliharaan Trafo Arus (CT) Pada Gardu induk 150 kV PT. PLN (PERSERO) P3B JB Region Jawa Tengah dan DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang*” Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Bonggas L. Tobing, 2003, “*Peralatan Tegangan Tinggi*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
3. Bonggas L. Tobing, 2003, “*Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Naidu, M. S., V. Kamaraju, 1990, “*High Voltage Engineering*”, Tata Mc Graw-Hill Publishing, Seven Reprint, New Delhi.
5. Agus Cahyono, Tri, 2008, *LASO (Less Attended Substation Operation)*, PT PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali Region Jawa Tengah dan DIY.
6. Team O & M Transmisi dan Gardu Induk PLN Pembangkitan Jawa Barat dan Jakarta Raya, 1981, *Operasi dan Memelihara Peralatan*, PLN Pembangkitan Jawa Barat Dan Jakarta Raya.
7. Tim Pelatihan Operator Gardu Induk, 2002, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik*, PT PLN (Persero).
8. Tim Program Pendidikan Diploma Satu (D1) Bidang Operasi dan Pemeliharaan Gardu Induk, 2008, *Pemeliharaan Peralatan GI / GITET* , PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan