

## Analisis Hasil Pengukuran *Current Transformer* Menggunakan Metode Tegangan dan Arus

### *Analysis of Current Transformer Measurement Results using Voltage and Current Method*

Mochammad Figri Fadhilah<sup>1\*</sup>, Eki Ahmad Zaki Hamidi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan AH. Nasution 105 Bandung 40614

1197070047@student.uinsgd.ac.id<sup>1\*</sup>, ekiahmadzaki@uinsgd.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak** – Salah satu komponen utama dalam gardu induk adalah transformator. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Transformator yang berfungsi untuk mengubah besaran arus primer menjadi besaran arus sekunder dengan perbandingan tertentu adalah transformator arus atau *current transformer*. Trafo arus digunakan untuk mengukur arus yang besarnya ratusan Ampere atau lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Selain untuk pengukuran, fungsi trafo arus adalah mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer untuk pengamanan terhadap operator yang sedang melakukan pengukuran. Pengukuran trafo arus bisa menggunakan dua metode, yaitu metode tegangan dan metode arus. Dalam pengukuran CT terdapat pengukuran rasio. Rasio pada CT merupakan angka atau besaran arus pembanding antara besaran arus primer dengan sekunder. Pengukuran rasio bertujuan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai pada nameplate. Batas kesalahan rasio sudah diatur berdasarkan IEC 60044-1. Dengan metode tegangan, data yang didapatkan dari Gardu Induk Orya, menunjukkan bahwa trafo arus masih layak pakai karena kesalahan rasio pada trafo arus masih dapat di toleransi yaitu core 1S1-1S3 dengan kesalahan arus sebesar 0,06%, core 2S1-2S3 dengan kesalahan arus sebesar 0,05%, core 3S1-3S3 dengan kesalahan arus sebesar -0,02%, core 4S1-4S3 dengan kesalahan arus sebesar -0,02%. Dengan metode arus, data yang didapatkan dari trafo arus 200/5 A menghasilkan kesalahan rasio sebesar -0,02%. Nilai tersebut masih dalam batas kesalahan rasio berdasarkan standar IEC 60044-1, sedangkan pada trafo arus 50/5 A menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 1,56%, artinya nilai tersebut melebihi batas kesalahan rasio dan trafo arus tersebut tidak layak pakai. Nilai rasio sangat penting pada trafo arus, karena menentukan layak atau tidaknya trafo arus tersebut.

**Kata Kunci:** transformator, trafo arus, rasio, IEC 60044-1.

**Abstract** – One of the main components in a substation is a transformer. The transformer consists of a core, which is made of plated iron and two coils, namely the primary coil and the secondary coil. A transformer that functions to change the amount of primary current into a secondary current with a certain ratio is a current transformer. Current transformers are used to measure currents of hundreds of Ampere or more flowing in high-voltage networks. In addition to measurement, the function of the current transformer is to isolate the secondary circuit from the primary circuit for security against the operator who is taking measurements. Measurement of current transformers can use two methods, namely the voltage method and the current method. In CT measurements there is a ratio measurement. The ratio on the CT is the number or magnitude of the comparison current between the primary and secondary currents. Ratio measurement aims to compare the value of the ratio of the measurement results with the value on the nameplate. The ratio error limit is set according to IEC 60044-1. With the voltage method, the data obtained from the Orya Substation, shows that the current transformer is still suitable for use because the ratio error in the current transformer can still be tolerated, namely core 1S1-1S3 with a current error of 0.06%, core 2S1-2S3 with current error by 0.05%, core 3S1-3S3 with a current error of -0.02%, core 4S1-4S3 with a current error of -0.02%. With the current method, the data obtained from the 200/5 A current transformer produces an error ratio of -0.02%. This value is still within the ratio error limit based on the IEC 60044-1 standard, while the 50/5 A

*current transformer produces a ratio error value of 1.56%, meaning that this value exceeds the ratio error limit and the current transformer is not suitable for use. The value of the ratio is very important in current transformers, because it determines whether or not the current transformer is feasible or not.*

**Keywords:** transformer, current transformers, ratio, IEC 60044-1.

## 1. Pendahuluan

Salah satu komponen utama dalam penyaluran tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen adalah gardu induk. Gardu induk merupakan kumpulan peralatan listrik yang mempunyai fungsi dan kegunaan dari masing-masing peralatan satu sama lain saling terikat sehingga penyaluran energi listrik dapat terlaksana dengan baik. Transformator merupakan peralatan utama yang ada dalam gardu induk. Transformator merupakan suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik statis yang berfungsi menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya. Atau dapat juga diartikan mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi-elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder [1].

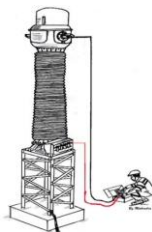
Transformator arus adalah trafo yang berfungsi untuk mengubah besaran arus primer menjadi besaran arus sekunder dengan perbandingan tertentu dan mempunyai beda sudut fasa mendekati nol pada polaritas hubungan yang sesuai. Transformator arus dapat disebut sebagai CT (*Current Transformer*) [2]. Trafo arus digunakan untuk mengukur arus yang besarnya ratusan Ampere atau lebih yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Jika arus yang hendak diukur mengalir pada tegangan rendah dan besarnya di bawah 5 Ampere maka dapat dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung, sedangkan arus yang besar yang mengalir pada jaringantegangan tinggi dilakukan secara tidak langsung dengan memanfaatkan trafo arus. Selain untuk pengukuran arus, trafo arus juga dibutuhkan untuk pengukuran daya dan energi, pengukuran jarakjauh dan relai proteksi. Sisi primer pada trafo arus dihubungkan secara seri dengan peralatan yang akan diukur arusnya, sedangkan sisi sekunder dihubungkan dengan peralatan meter dan relai proteksi.

## 2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di Gardu Induk Orya 70 kV dan laboratorium PT Energi Dinamika Kirana. Peneliti menggunakan metode kuantitatif dalam penelitian ini, dengan teknik yang digunakan berupa teknik penelitian lapangan untuk melakukan pengukuran trafo arus. Adapun metode perhitungan yang digunakan dalam menganalisis hasil pengukuran trafo arus dengan menggunakan metode tegangan adalah dengan perhitungan manual.

### 2.1. Skema Pengukuran

Pengukuran trafo arus yang dilakukan adalah pengukuran rasio pada trafo arus. Terdapat dua metode dalam pengukuran trafo arus yaitu: 1) metode tegangan; 2) metode arus. Gambar 1 merupakan skema pengukuran trafo arus menggunakan metode tegangan. Trafo arus yang digunakan pada skema metode tegangan merupakan trafo arus yang berada di Gardu Induk.



Gambar 1. Skema pengukuran trafo arus metode tegangan  
Sumber : PT Energi Dinamika Kirana

Pengukuran trafo arus dengan metode tegangan menggunakan CT *Analyzer*. Karakterja metode tegangan ini adalah pada sisi sekunder diinjeksikan tegangan yang sesuai, di bawah tegangan saturasi (*knee voltage*) dan pada sisi primer diukur tegangan menggunakan voltmeter skala rendah dengan impedansi tinggi (20.000 Ω/V atau lebih). Rasio belitan mendekati sama dengan rasio tegangan yaitu membandingkan tegangan di sisi primer dengan tegangan disisi sekunder [3]. Metode tegangan ini biasanya dipakai oleh Trafo Arus yang P2 tidak bisa dijangkau.

Pengukuran trafo arus dengan metode arus menggunakan alat uji injeksi arus (*high current test injection*). Cara kerjanya dilakukan dengan mengatur catu daya pada alat uji sesuai dengan nilai yang diinginkan serta mencatat arus pada sisi sekunder CT. Pada saat pengukuran, sisi sekunder atau *core* yang tidak terpakai harus di *loop*, karena akan terjadinya tegangan yang tinggi dan trafo akan berdengung. Syarat pengukuran dengan menggunakan metode arus adalah sisi P1 dan P2 harus terhubung karena metode arus menggunakan sisi primer untuk diinjeksikan arus. Jika P1 ada di dalam dan P2 ada di luar atau dengan kata lain P2 tidak dapat dijangkau, makatidak bisa digunakan metode arus pada pengukuran tersebut.

## 2.2. Analisis Data

### 2.2.1. Perhitungan Rasio Trafo Arus

Pengukuran rasio digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada *nameplate*. Ketika besaran arus pada sisi sekunder tidak dapat merepresentasikan besaran arus pada sisi primer maka CT tersebut mengalami kesalahan nilai rasio. Kesalahan ini sudah di atur berdasarkan IEC 60044-1 Edisi 1.2 tahun 2003 yaitu kesalahan besaran arus karena perbedaan rasio pengenalan trafo arus dengan rasio sebenarnya dinyatakan dalam persamaan (1)

$$\varepsilon = \frac{|Kn \cdot Is - Ip|}{Ip} \cdot 100\% \tag{1}$$

Dengan:

- ε : kesalahan rasio trafo arus (%)
- Kn : pengenalan rasio trafo arus
- Is : arus primer aktual trafo arus (A)
- Ip : arus sekunder aktual trafo arus (A)

**Tabel 1.** Batas kesalahan rasio trafo arus pengukuran.

Kelas Ketelitian	+/- % Kesalahan Rasio Arus pada % dari Arus Pengenal			
	5	20	100	120
0.1	0.4	0.2	0.1	0.1
0.2	0.75	0.35	0.2	0.2
0.5	1.5	0.75	0.5	0.5
1	3.0	1.5	1.0	1.0
0.2s	0.35	0.2	0.2	0.2
0.5s	0.75	0.5	0.5	0.5

**Tabel 2** Batas kesalahan rasio trafo arus proteksi

Kelas Ketelitian	+/- % Kesalahan Rasio Arus
5P	± 1
10P	± 3

Tabel batas kesalahan rasio trafo arus pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan pada Tabel 2 merupakan batas kesalahan rasio trafo arus proteksi.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Hasil Pengukuran Rasio Trafo Arus dengan Metode Tegangan**

**Tabel 3.** Core assignment CT GI Orya.

Core	Rasio	Kelas	Rating VA	Purpose
1S1-1S3	100/1	10P	15	Proteksi
2S1-2S3	100/1	10P	15	Proteksi
3S1-3S3	100/1	0.5	10	Pengukuran
4S1-4S3	100/1	0.2S	10	Pengukuran

Tabel 3 merupakan data dari setiap core pada CT GI Orya yang berisi rasio, kelas, nilai VA, dan fungsi dari tiap core. Terdapat 4 core pada trafo arus yang digunakan. 2 core berfungsi sebagai proteksi dan 2 core berfungsi sebagai pengukuran.

Pengukuran rasio digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada nameplate. Pengukuran rasio trafo arus dengan menggunakan metode tegangan mengambil data dari CT GI Orya. Pengukuran nilai rasio dimulai dari core 1S1-1S3 hingga core 4S1-4S3.

**Tabel 4.** Hasil pengukuran rasio CT GI Orya.

Core	Ratio Primary	Ratio Secondary	Primary Measured	Secondary Measured	% Ratio Error
1S1-1S3	100	1	100	1,0006	0,06
2S1-2S3	100	1	100	1,0005	0,05
3S1-3S3	100	1	100	0,9998	0,02
4S1-4S3	100	1	100	0,9998	0,02

Berdasarkan data dari Tabel 4 dapat disimpulkan trafo arus pada GI Orya masih layak pakai karena kesalahan rasio pada trafo arus yang dipakai masih dalam batas kesalahan rasio trafo arus menurut IEC 60044-1. Perhitungan kesalahan rasio menggunakan rumus persamaan (1) dan batas kesalahan rasio trafo arus terdapat pada Tabel 1 untuk trafo arus pengukuran dan Tabel 2 untuk trafo arus proteksi.

**3.2. Hasil Pengukuran Rasio Trafo Arus dengan Metode Arus**



(a)



(b)

Gambar 2. (a) Namplate trafo arus 1 (b) Nameplate trafo arus 2

Terdapat dua trafo arus yang akan diukur dengan metode arus. Pengukuran ini dilakukan di laboratorium PT Energi Dinamika Kirana. *Nameplate* trafo arus yang pertama ditunjukkan pada Gambar 2 (a) dan *nameplate* trafo arus yang kedua ditunjukkan pada Gambar 2 (b).

**Tabel 5.** Hasil perhitungan trafo arus.

Trafo Arus	Ratio Primary	Ratio Secondary	Primary Measured	Secondary Measured	% Ratio Error
1	200	5	20	0,499	0,2
2	50	5	50	5,078	1,56

Berdasarkan Tabel 5 hasil dari perhitungan trafo arus ke-1 menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 0,2%. Nilai ini sangat kecil dan masih ada pada batas kesalahan rasio berdasarkan standar IEC 60044-1. Artinya bahwa CT ini masih layak pakai. Sedangkan pada hasil perhitungan trafo arus ke-2 menghasilkan nilai kesalahan rasio sebesar 1,56%. Nilai ini besar dan lebih dari nilai batas kesalahan rasio standar sesuai IEC 60044-1. Nilai batas kesalahan rasio untuk arus primer dengan CT kelas 1 yang diinjeksikan 100% arus pengenal adalah sebesar 1,0%. Artinya CT ini tidak bisa digunakan lagi.

#### 4. Kesimpulan

Pengukuran *Current Transformer* (CT) dengan menggunakan metode tegangan menggunakan alat uji yaitu CT. Metode tegangan menginjeksikan tegangan pada sisi sekunder dan membaca hasil data pada alat di sisi primer. Kelebihan metode tegangan adalah dapat mengukur CT yang P2 tidak bisa dijangkau. Kekurangan dari metode tegangan adalah alat uji yang mahal.

Pengukuran *Current Transformer* (CT) dengan metode arus menggunakan alat injeksi arus. Metode arus menginjeksikan arus di sisi primer dan membaca di sisi sekunder. Kelebihan metode arus adalah alat uji yang murah dan bisa dibuat sendiri. Kekurangan dari metode arus adalah tidak dapat mengukur CT yang sisi P2 tidak bisa dijangkau, karena metode arus menggunakan sisi primer untuk diinjeksikan arus. Kekurangan yang lain adalah sisi sekunder atau core yang tidak digunakan harus di loop karena jika tidak akan terjadinya tegangan yang tinggi.

Pengukuran nilai rasio pada CT digunakan untuk membandingkan nilai rasio hasil pengukuran dengan nilai yang ada pada *nameplate*. Kesalahan nilai rasio pada CT di atur berdasarkan IEC 60044-1 Edisi 1.2 tahun 2003. Jika rasio tidak sesuai maka CT tersebut tidak dapat digunakan lagi.

#### Referensi

- [1] B. Suherman, A. Luwihono, and S. Rasyid, *Buku Ajar Konversi Energi Listrik*. 2022.
- [2] SPLN\_T3\_003-1, "Pedoman Pemilihan Ct Untuk Sistem Transmisi." 2011.
- [3] PT PLN, *PDM/PGI/02:2014: BUKU PEDOMAN PEMELIHARAAN TRAFU ARUS(CT)*. 2014.