

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk menyelesaikan proses pembuatan proyek akhir ini adanya beberapa referensi yang dapat menjadi acuan dalam menyusun dan melakukan penelitian diantaranya :

1. **SPLN D3.014-1: 2009 Transformator Instrumen Untuk Sistem Distribui. Bagian 1 Transformator Arus.** Membahas mengenai ketentuan CT.
2. **PT PLN (Persero) Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Arus..** Menjelaskan tentang, definisi trafo arus, cara kerja trafo arus, karakteristik trafo arus, fungsi trafo arus dan juga rumus-rumus pada trafo arus.
3. **Perdana, Putra 2017. Sekolah Tinggi Teknik – PLN, Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektro.** Dalam proyek akhirnya berjudul **Pengaruh Kejenuhan Trafo Arus Pada Penyulang Melati Gardu Induk Angke.** Dalam penelitiannya, yang membahas tentang kejenuhan trafo arus pada kelas proteksi, terhadap penyulang di Gardu Induk. Terdapat pula penjelasan tentang, definisi trafo arus, dan prinsip kerja trafo arus.
4. **Widhyastuti 2017. Sekolah Tinggi Teknik – PLN, Program Studi Diploma Tiga Teknik Elektro.** Dalam proyek akhirnya berjudul **Pengujian Rutin Transformator Arus.** Dalam penelitiannya pengujian rutin pada trafo arus terdapat bermacam-macam, diantaranya: pengujian kneepoint, pengujian akurasi, pengujian resistansi. Hasil dari pengujian tersebut dapat dikatakan lolos uji apabila hasilnya sesuai dengan standar SPLN.

2.2 Landasan Teori

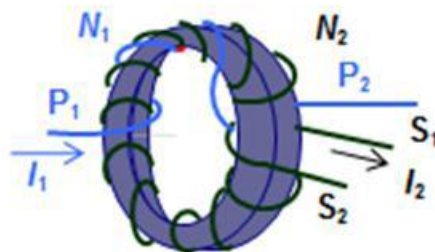
2.2.1 Current Transformer

Transformator arus atau *current transformer* (CT) adalah suatu alat yang berfungsi merubah suatu besaran arus menjadi keluaran yang lebih kecil. Trafo arus memiliki fungsi, yaitu:

1. Mengkonversi besaran arus pada sistem tenaga listrik dari besaran primer menjadi besaran sekunder untuk keperluan pengukuran sistem metering dan proteksi
2. Mengisolasi rangkaian sekunder terhadap rangkaian primer, sebagai pengamanan terhadap manusia atau operator yang melakukan pengukuran.
3. Standarisasi besaran sekunder, untuk arus nominal 1 Amp dan 5 Amp

2.2.2 Prinsip Kerja *Current Transformer*

Kumparan primer yang dihubungkan seri dengan suatu rangkaian daya, dan rangkaian sekundernya membentuk suatu rangkaian tertutup bersama ampere meter atau peralatan lain seperti kumparan arus dari relai pengaman. Keadaan sesungguhnya pada kumparan sekunder dililit secara *uniform* agar kebocoran fluksi diantara kumparan-kumparan tetap rendah.



Gambar 2.1 Rangkaian CT

2.2.3 Fungsi *Current Transformer*

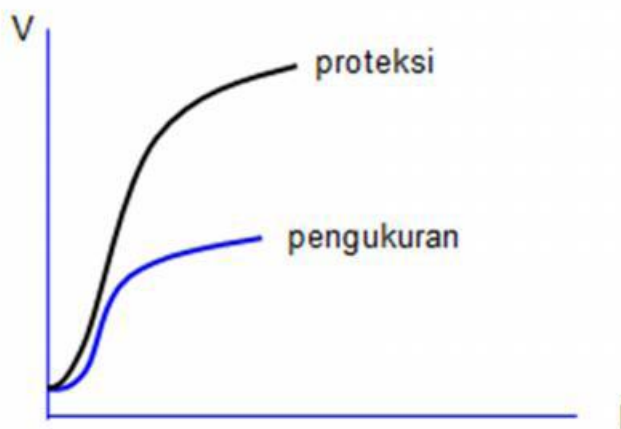
Secara fungsi trafo arus dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Trafo arus pengukuran
 - a. Trafo arus pengukuran untuk metering memiliki ketelitian tinggi pada daerah kerja (daerah pengenalnya) 5% - 120% arus nominalnya tergantung dari kelasnya dan tingkat kejenuhan yang relatif rendah dibandingkan trafo arus untuk proteksi.
 - b. Penggunaan trafo arus pengukuran untuk Amperemeter, Watt-meter, VARh-meter, dan cos phi meter.

2. Trafo arus proteksi

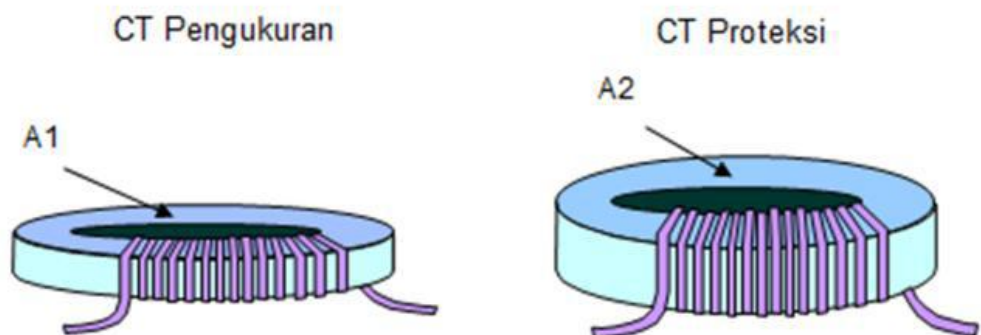
- a. Trafo arus untuk proteksi, memiliki ketelitian tinggi pada saat terjadi gangguan dimana arus yang mengalir beberapa kali dari arus pengenalnya dan tingkat kejenuhan cukup tinggi.
- b. Penggunaan trafo arus proteksi untuk relai arus lebih (OCR dan GFR), relai beban lebih, relai diferensial, relai daya dan relai jarak.

Perbedaan mendasar trafo arus pengukuran dan proteksi adalah pada titik saturasi dibawah :



Gambar 2.2 Kurva Kejenuhan Trafo Arus Untuk Proteksi Dan Pengukuran

Trafo arus untuk pengukuran dirancang supaya lebih cepat jenuh dibandingkan trafo arus proteksi sehingga konstruksinya mempunyai luas penampang inti yang lebih kecil.



Gambar 2.3 Luas Penampang Inti Trafo Arus

2.2.4 Jenis Trafo Arus Berdasarkan Pemasangan

Berdasarkan lokasi pemasangannya, trafo arus dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Trafo arus pemasangan luar ruangan (*outdoor*)

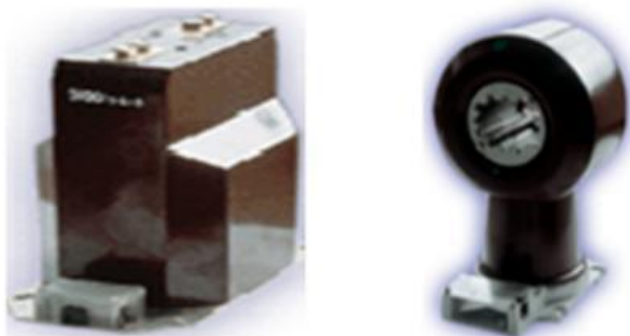
Trafo arus pemasangan luar ruangan memiliki konstruksi fisik yang kokoh, isolasi yang baik, biasanya menggunakan isolasi minyak untuk rangkaian elektrik internal dan bahan keramik/porcelain untuk isolator eksternal.



Gambar 2.4 Trafo arus pemasangan luar ruangan

2. Trafo arus pemasangan dalam ruangan (*indoor*)

Trafo arus pemasangan dalam ruangan biasanya memiliki ukuran yang lebih kecil dari pada trafo arus pemasangan luar ruangan, menggunakan isolator dari bahan resin.



Gambar 2.5 Trafo arus pemasangan dalam ruangan

2.2.5 Karakteristik Current Transformator

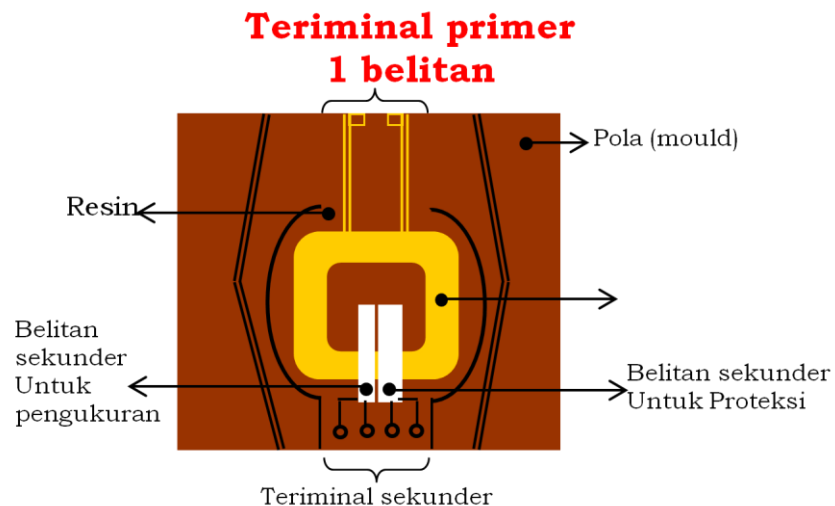
Umumnya hubungan dari trafo arus terdiri dari 3 (tiga) hubungan, yaitu:

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

300 / 5 A

300 / 5 A

300 / 5 A



Gambar 2.6 Hubungan trafo arus dengan 1 belitan

- b. Hubungan trafo arus dengan 2 buah lilitan sekunder. Hubungan ini terdiri dari sebuah lilitan primer dan 2 buah lilitan sekunder yang bekerja masing-masing lilitannya dengan inti ganda (double core). Satu lilitan sekundernya untuk alat pengaman dan satu lagi untuk alat-alat pengukur, misalnya trafo arus rasio:

50 / 5-5 A

200 / 5-5 A

300 / 5-5 A

- c. Hubungan trafo 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 sekunder 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 trafo arus lagi, misalnya trafo arus dengan rasio :

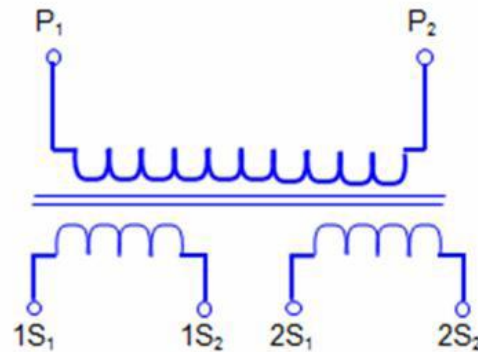
150 - 300 / 5-5 A

250 – 500 / 5-5 A

500– 1000 / 5-5 A

Penandaan sekunder inti ke-1: 1S1-1S2 (untuk pengukuran)

Penandaan sekunder inti ke-2: 2S1-2S2 (untuk relai arus lebih)



Gambar 2.7 Trafo arus dengan 2 inti

2.2.6 Pengenal Burden

Beban pengenal (*rated burden*) adalah besarnya total impedansi rangkaian sekunder yang mampu ditanggung oleh trafo arus sehingga tidak kehilangan batas-batas maksimal kesalahan yang telah ditetapkan.

Total impedansi rangkaian sekunder yang dimaksud adalah resistansi dari kabel, terminal konektor dan juga alat ukur. Jika digambarkan secara grafis, pengertian dari burden atau beban pada trafo arus ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Ilustrasi Dari Burden pada Trafo Arus

Pengenal beban adalah pengenal dari beban trafo dimana akurasi trafo arus masih bisa dicapai dan dinyatakan dalam satuan VA. Umumnya bernilai 2,5, 7,5, 10, 15, 20, 30 VA

1. Kelas akurasi

Kelas ketelitian trafo arus untuk proteksi dibedakan dari kejenuhan trafo arus tersebut.

2. Batas kesalahan untuk pengukuran

Untuk pengukuran diusahakan cepat jenuh karena penggunaannya hanya di daerah kerja atau dibawah pengenal arus primernya, dalam hal ini diperlukan ketelitian yang tinggi.

Tabel 2.1 Batas Kesalahan Akurasi Kelas Pengukuran

Parameter uji		Kelas akurasi	% arus pengenal				
			1	5	20	100	120
Kesalahan arus ($\pm$)	[%]	0,2	-	0,75	0,35	0,2	0,2
		0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2
		0,5	-	1,5	0,75	0,5	0,5
		0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5
		1,0	-	3,0	1,5	1,01	1,0
Pergeseran fase ($\pm$)	[menit]	0,2	-	30	15	10	10
		0,2S	30	15	10	10	10
		0,5	-	90	45	30	30
		0,5S	90	45	30	30	30
		1,0	-	180	90	60	60
		1,0S	-	180	90	60	60
	[sentiradian]	0,2	-	0,9	0,45	0,3	0,3
		0,2S	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
		0,5	-	2,7	1,35	0,9	0,9
		0,5S	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9
		1,0	-	5,4	2,7	1,8	1,8
		1,0S	-	5,4	2,7	1,8	1,8
		1,0	-	5,4	2,7	1,8	1,8
		1,0S	-	5,4	2,7	1,8	1,8

3. Batas kesalahan untuk proteksi

Untuk proteksi harus mempunyai kejenuhan yang tinggi karena bekejanya jauh diatas arus pengenal primernya, sebab arus gangguan pada umumnya jauh lebih besar dari arus gangguan pada umumnya jauh lebih besar dari arus pengenal primernya.

Tabel 2.2 Batas Kesalahan Akurasi Kelas Proteksi

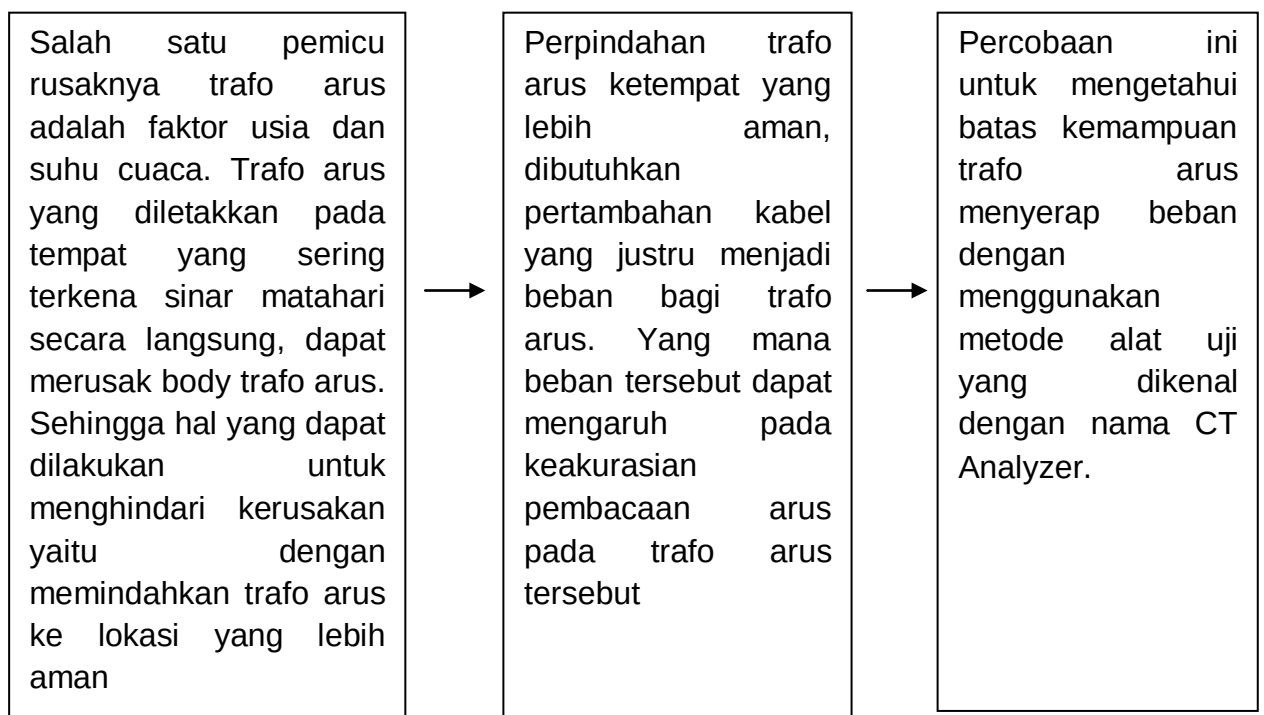
Kelas akurasi	Kesalahan arus [%]	Pergeseran fase		Kesalahan komposit [%]
		Menit	Sentiradian	
5P	± 1	± 60	$\pm 1,8$	5

2.2.7 CT Analyzer

CT Analyzer adalah alat yang digunakan untuk menguji *Current Transformer*. Alat uji ini digunakan untuk melihat karakteristik CT sesuai dengan yang tertera di *nameplate*. Alat uji ini merupakan alat uji yang bersifat otomatis dapat menghasilkan data uji secara langsung yang ditampilkan pada sebuah *PC* yang dihubungkan pada *CT Analyzer*. Pengujian ini dilakukan dalam kondisi *Current Transformer* tidak bertegangan.

2.3 Kerangka Pemikiran

Untuk mempermudah pemahaman yang dilakukan dalam penelitian, maka digunakan bagan seperti ditunjukkan oleh gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2.9 Kerangka pemikiran