

# Analisis *Setting* Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Pada Sistem Proteksi Transformator 60 MVA di Gardu Induk 150 kV Cibat

<sup>1</sup>Lia Sugesti, <sup>2</sup>A.N. Afandi, <sup>3</sup>Hari Putranto

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang, Jawa Timur

<sup>1</sup>liasugesti96@gmail.com, <sup>2</sup>an.afandi@um.ac.id, <sup>3</sup>harputi160661@gmail.com

**Abstrak**—Tenaga listrik adalah salah satu kebutuhan pokok saat ini. Oleh karena itu, tenaga listrik harus selalu tersedia secara ekonomis dengan memperhatikan kualitas baik tegangan maupun frekuensi dan keandalan. Untuk menjaga kontinuitas tenaga listrik dalam menyalurkan energi listrik diperlukan sistem proteksi sesuai kebutuhan. Fungsi sistem proteksi adalah untuk mengetahui dan memisahkan gangguan pada jaringan tenaga listrik dari jaringan lainnya yang tidak terkena gangguan secepat mungkin dengan maksud agar kerugian yang lebih besar dapat dihindarkan. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan sistem tenaga listrik baik gangguan 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa. Untuk mengamankan berbagai gangguan pada sistem tenaga listrik khususnya transformator, maka menggunakan rele proteksi. Rele proteksi yang digunakan oleh transformator salah satunya rele OCR/GFR. Kajian mengenai perhitungan arus hubung singkat dan *setting* rele. Adapun langkah-langkah perhitungannya berdasarkan single line diagram dan spesifikasi data-data peralatan. Hasil dari perhitungan arus hubung singkat akan dipergunakan untuk *setting* rele OCR dan GFR. Hasil perhitungan arus hubung singkat diperoleh nilai arus hubung singkat terbesar pada 3 fasa yaitu 6.814,431 A dan terkecil pada gangguan 1 fasa yaitu 113,629 A. Hasil perhitungan untuk *setting* OCR pada sisi *incoming* didapat nilai TMS=0,23, sedangkan *setting* OCR sisi 150 kV didapat nilai TMS=0,33. Penyetelan GFR pada sisi *incoming* didapat nilai TMS=0,155, sedangkan *setting* GFR sisi 150 kV didapat nilai TMS=0,86. Koordinasi antar rele pada perhitungan sudah sesuai dengan standart IEC 60255 dengan *grinding time* 0,3-0,5 detik, sehingga *setting* rele masih dalam keandalan yang baik.

**Kata Kunci**—Sistem proteksi; arus hubung singkat; rele OCR dan GFR; *setting* rele OCR dan GFR

## I. Pendahuluan

Sistem tenaga listrik adalah suatu sistem yang mengubah energi listrik, kemudian energi listrik yang dihasilkan akan disalurkan melalui jaringan transmisi menuju ke Gardu Induk (GI) untuk selanjutnya didistribusikan ke konsumen [1]. Kontinuitas operasi sistem tenaga listrik untuk memasok daya ke konsumen harus selalu dijaga, oleh karenanya diperlukan sistem proteksi [2].

Salah satu peralatan vital sistem tenaga listrik yang harus diproteksi secara andal adalah transformator. Transformator harus terhindar dari berbagai gangguan. Gangguan yang terjadi di transformator berupa gangguan 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa. Untuk menanggulangi gangguan ada, diperlukan proteksi sebagai pelindung tiap elemen dari sistem serta mengamankannya secepat mungkin dari gangguan yang sedang terjadi [3].

Sistem proteksi terdiri dari peralatan CT, PT/CVT, PMT, catu daya, rele proteksi dan teleproteksi yang diintegrasikan dalam suatu pengawatan [4]. Pada penelitian ini penulis memilih rele proteksi OCR dan GFR sebagai proteksi di transformator. Pada sistem proteksi di transformator, OCR dan GFR sebagai proteksi cadangan yang bekerja jika pengamanan utamanya gagal bekerja, untuk memberi kesempatan proteksi utama bekerja terlebih dahulu.

Pemasangan rele cadangan adalah untuk mengamankan transformator dari kerusakan gangguan luar. Jika gangguan ini tidak segera diisolasi akan menyebabkan beban lebih (*overload*) pada transformator sehingga dapat menyebabkan pemanasan lebih (*overheating*) dan kegagalan (*failure*) fungsi transformator [5]. Gangguan eksternal tidak dapat diisolasi oleh rele utama. Sehingga perlu dipasang rele lain untuk mengamankan transformator dari kerusakan yaitu OCR/GFR.

Pada penelitian ini, bertujuan untuk menghitung arus hubung singkat, kemudian hasil perhitungan arus hubung singkat akan dipergunakan untuk menghitung

setting rele OCR dan GFR. Selanjutnya hasil perhitungan dan setting yang ada di lapangan dianalisis, guna mengurangi dan membatasi gangguan atau kerusakan yang terjadi.

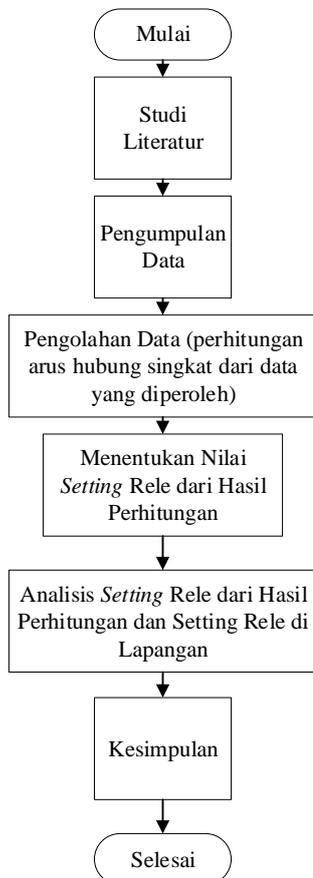
## II. Metode Penelitian

### A. Subjek Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dekriptif dengan analisis data sekunder. Peneliti melakukan penelitian selama satu bulan. Data tersebut diperoleh dari PT. PLN (Persero) TRANS-JBT Area Pelaksana Pemeliharaan Karawang di GI dan GITET Cibatu, Bekasi, Jawa Barat.

### B. Kerangka Penelitian

Gambar 2.1 menunjukkan blok diagram kerangka penelitian.



Gambar 1. Blok Diagram Kerangka Penelitian

## III. Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapat hasil perhitungan, maka diperlukan data spesifikasi peralatan.

### 1. Spesifikasi Transformator

Merk	: Unindo
Daya	: 60 MVA
Tegangan primer	: 150 kV
Tegangan sekunder	: 20 kV
Impedansi	: 12.5 %
Impedansi trafo primer	: 45.94 ohm
Impedansi trafo sekunder	: 0.82 ohm
Arus nominal primer	: 230.940 A
Arus nominal sekunder	: 1732.05 A
NGR	: 12 ohm

### 2. Data Rele OCR/GFR

Merk	: ALSTOM
Type	: MICOM 141
Rating	: 1 A
Karakteristik	: SI (standard inverse)

Tabel 1. Nilai Dasar

No.	Data	Nilai	Satuan
1.	Zb primer	225	pu
2.	Zb sekunder	4	pu
3.	Xt	0.125	pu
4.	Xt1	0.208333	pu
5.	Xt2	0.208333	pu
6.	Xt0	0.208333	pu
7.	Xtp1	0.104167	pu
8.	Xts1	0.104167	pu
9.	Xtp0	0.104167	pu
10.	Xts0	0.104167	pu
11.	Xtt0	0.104167	pu
12.	ZS1	5.99E-05	-
13.	ZS2	5.99E-05	-
14.	ZS0	0.000167	-
15.	ib primer	384.9002	A
16.	ib sekunder	2886.751	A
17.	ZL1	0.21523	pu
18.	ZL2	0.21523	pu
19.	ZL0	0.107615	pu
20.	RNGRP	0.16	pu
21.	RNGRS	9	pu
22.	Rf	0.13	A

Pada penelitian ini, *setting* rele dilakukan dengan mengetahui besarnya arus hubung singkat terlebih dahulu. Di dalam penyetelan sebuah rele harus dilakukan dengan benar agar tidak terjadi kesalahan operasi pada saat terjadi gangguan. Oleh karena itu, hal-hal yang mempengaruhi dalam penyetelan rele harus benar-benar diperhatikan [6]. Untuk mengetahui nilai arus hubung singkat maka dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

$$I_{hs3\phi} 20 = \frac{E}{Z_{S1} + jX_{tp1} + jX_{ts1} + Z_{L1}} \times ib20 \quad (1)$$

$$I_{hs3\phi} 150 = \frac{E}{Z_{S1} + jX_{t1} + Z_{L1}} \times ib150 \quad (2)$$

$$I_{hs2\phi} 20 = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{hs3\phi} 20 \quad (3)$$

$$I_{hs2\phi} 150 = \frac{\sqrt{3}}{2} \times I_{hs3\phi} 150 \quad (4)$$

$$I_{f1} 20 = \frac{3E}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \times ib20 \quad (5)$$

$$I_{f1} 150 = \frac{3E}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \times ib150 \quad (6)$$

Setelah mendapat nilai arus hubung singkat, maka nilai arus hubung singkat dipergunakan untuk menghitung *setting* rele OCR dan GFR. *Setting* rele OCR dan GFR menggunakan persamaan sebagai berikut [5]:

1. *Setting* rele OCR

$$I_{set} = ((110\% \text{ s/d } 120\%) \times I_n \text{ atau } CCC) / CT \text{ trafo} \quad (7)$$

$$TMS = \frac{\left(\frac{I_{hsph}}{I_{set}}\right)^{0.02} - 1}{0.14} \times T(SI) \quad (8)$$

2. *Setting* rele GFR

$$I_{set} = ((20\% \text{ s/d } 30\%) \times I_n \text{ atau } CCC) / CT \text{ trafo} \quad (9)$$

$$TMS = \frac{\left(\frac{I_{hsphg}}{I_{set}}\right)^{0.02} - 1}{0.14} \times T(SI) \quad (10)$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat

No.	Arus hubung singkat	20 kV	150 kV
1.	3 fasa	6814.431 A	908.5905 A
2.	2 fasa	5901.47 A	786.8624 A
3.	1 fasa	852.218 A	113.629 A

Tabel 3. Hasil Perhitungan Setting Rele sisi 20 kV

Setting Rele OCR/GFR sisi 20 kV				
20 kV	OCR		GFR	
	Set	setting aktual	set	setting aktual
Iset	5,195 A	2.078 A	0,866 A	347 A
TMS	0,23	SI	0,155	SI
CT	2.000/5	-	-	-

Tabel 4. Hasil Perhitungan Setting Rele sisi 150 kV

Setting Rele OCR/GFR sisi 150 kV				
150 Kv	OCR		GFR	
	Set	setting aktual	set	setting aktual
Iset	4,6 A	277 A	1,17 A	70 A
TMS	0,33	SI	0,86	SI
CT	300/5	-	-	-

Setelah mendapatkan hasil perhitungan, langkah selanjutnya adalah membandingkannya dengan kondisi di PLN. Perbandingan nilai hasil perhitungan dan kondisi di PLN sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Kondisi di PLN sisi 20 kV

Perbandingan Setting Rele OCR/GFR sisi 20 kV				
Setting	PLN		Hasil Perhitungan	
	OCR	GFR	OCR	GFR
Iset	5	1	5,195	0,866
TMS	0,25	0,15	0,23	0,155

Tabel 6. Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Kondisi di PLN sisi 150 kV

Perbandingan Setting Rele OCR/GFR sisi 150 kV				
Setting	PLN		Hasil Perhitungan	
	OCR	GFR	OCR	GFR
Iset	4,75	2,5	4,6	1,17
TMS	0,35	0,9	0,33	0,75

Pada Tabel 5 dan 6 terlihat bahwa adanya perbedaan nilai hasil perhitungan dengan nilai kondisi di PLN. Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh berbedanya

penentuan I<sub>est</sub> dan waktu kerja rele (Top), dimana waktu kerja rele sanagt dipengaruhi oleh arus hubung singkat

Rele arus lebih (OCR) harus trip pada arus hubung singkat dua fasa minimum,  $I_{max} < I_{set} < 0.8 I_{hs2\phi min}$  [7]. Bila  $I_{max}$  tidak diketahui maka dapat menggunakan  $I_n$  penghantar atau  $I_n$  trafo. Berdasarkan kaidah ini, maka *setting* rele OCR dan GFR dari Tabel 4.4 dn 4.5 telah sesuai baik data hasil perhitungan maupun data lapangan di PLN jika arus hubung singkat 2 fasa minimum sebesar 5.901,47 A maka,  $1.732,05 A < 2.078,46 A < 4.721,176 A$

Setting arus I<sub>set</sub> rele gangguan tanah (GFR) direkomendasikan  $\geq 10\%$  InCT sehingga didapat data seperti pada Tabel 4.4 dan 4.5. Arus gangguan tanah yang terjadi pada jaringan dapat bernilai kecil atau besar bergantung pada hambatan yang dilalui arus ketika terjadi gangguan satu fasa-tanah. Jika impedansi yang dilalui nilainya besar maka arus hubung singkat satu fasa tanah nilainya menjadi kecil dan sebaliknya. Rele ini juga mempertimbangkan pola pengamananan pentanahan (*grounding*) pada jaringan listrik dan peralatan-peralatan listrik.

Nilai hasil perhitungan dengan nilai yang di PLN mendapat waktu kerja yang lebih cepat, sehingga saat terjadi gangguan rele dapat bereaksi untuk memerintahkan CB agar membuka lebih cepat tetapi masih dalam tingkat keandalan yang baik. *Grading time* untuk waktu kerja rele sebesar 0.3 detik. Nilai tersebut masih memenuhi syarat *grading time* sesuai IEC 60255 sehingga, *setting* rele masih dalam keadaan baik dan andal.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai arus hubung singkat terbesar pada 3 fasa yaitu 6814,431 A dan nilai arus hubung singkat terkecil pada 1 fasa yaitu 852,218 A. Pada *setting* rele OCR dan GFR menggunakan karakteristik *standard inverse* (SI). Untuk *setting* OCR sisi *incoming* 20 kV didapat nilai TMS=0,23, sedangkan *setting* OCR sisi 150 kV didapat nilai TMS=0,33. Penyetelan GFR pada sisi *incoming* didapat nilai TMS=0,155, sedangkan *setting* GFR sisi 150 kV didapat nilai TMS=0,86. *Grading time* untuk waktu kerja rele sebesar 0,3 detik. Nilai tersebut masih memenuhi syarat *grading time* sesuai IEC 60255 sehingga, *setting* rele masih dalam keadaan baik dan andal.

#### Daftar Pustaka

- [1] Alfidin, Mohammad Pangeran, "Pengaruh Sistem Pengetanahan Terhadap Arus Gangguan Tanah Pada Sistem Distribusi 20 Kv Di Pln Palur dengan Menggunakan Etap 12.6," *Skripsi*, 2016.
- [2] Dini, Hamid, "Analisa Perbandingan Rele Gangguan Tanah (GFR) Pada Gardu Induk Talang Ratu," *Tugas Akhir*, 2014.
- [3] Hutauruk, TS, "Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan," *Buku*, 1999.
- [4] SPLN T5.002-1: 2010, *Peralatan Sistem Proteksi*.
- [5] Karyana, "Pedoman dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali," *Buku*, 2013.
- [6] Anonymus, "Protective Relays Application Guide," in *GEC Alsthom Measurements Limited*, 1987.
- [7] Ramadan, Moh. Cecep, "Perhitungan arus hubung singkat dan koordinasi waktu relay OCR dan GFR pada konfigurasi jaringan ring 3 bus," *Materi Seminar Tugas Akhir*, 2015.