

*Analisis Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih (Over Current Relay) pada PT. PLN
Gardu Induk Wates 150 kV*

**ANALISIS KOORDINASI PROTEKSI RELE ARUS LEBIH (*OVER
CURRENT RELAY*) PADA PT. PLN GARDU INDUK WATES 150KV**

Oleh :

Danang Widiyantoro¹

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak

Gardu Induk adalah bagian penting dari sistem tenaga listrik dimana berfungsi yaitu menerima energi listrik yang didapatkan dari sebuah sumber tenaga listrik (pembangkit) dan menyalurkan tenaga listrik kepada konsumen. Sehingga untuk memaksimalkan pengiriman tenaga listrik dan memberikan keandalan distribusi tenaga listrik maka diperlukan sebuah peralatan proteksi tenaga listrik supaya dapat meminimalisir gangguan yang terjadi. Dari permasalahan diatas sehingga dibutuhkan sebuah peralatan proteksi yaitu rele arus lebih (OCR), dimana rele arus lebih ini akan bekerja mendeteksi, merasakan dan mengamankan dengan cara mentrip kan sebuah jaringan ketika sebuah gangguan melebihi dari nilai batas setting OCR pada jaringan tersebut.

Kata Kunci : Koordinasi Proteksi, Rele Arus Lebih

Abstract

Substation is an important part of power system where the function is to receive electrical energy obtained from a source of electricity (power) and distribute electricity to consumers. So to maximize the delivery of electricity and provide reliability of power distribution then it needs an electric power protection equipment in order to minimize the disturbance that occurred. From the above problem, we need a protective device that is over current reley (OCR), where this more current relay will work to detect, feel and secure by way of a network when an interruption exceeds the value of the over current reley setting limit on the network.

1. Pendahuluan

Perkembangan penduduk yang semakin meningkat maka harus diimbangi dengan suplai tenaga listrik yang baik, semakin besar perkembangan penduduk maka semakin besar pula beban listrik yang dibutuhkan, sehingga arus listrik juga semakin besar, yang dapat berdampak kepada kemampuan kerja trafo yang terbatas. Dengan adanya beban berlebih maka kemampuan sebuah trafo yang terbatas harus dilindungi dengan sistem proteksi yang baik, sehingga trafo tidak mengalami gangguan atau bahkan terbakar.

Overcurrent Relay (OCR) atau rele arus lebih adalah salah satu sistem proteksi yang digunakan pada Gardu Induk Wates 150kV. Rele ini berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan yang disebabkan arus berlebih pada sistem. Koordinasi antar rele yang terpasang harus dilakukan agar terciptanya sistem proteksi yang baik dan dapat meminimalkan kerusakan apabila terjadi gangguan sehingga kestabilan dalam penyaluran energi listrik tetap terjaga.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui sistem kerja proteksi Overcurrent Relay, mengidentifikasi, menganalisa dan mengevaluasi sistem proteksi di Gardu Induk Wates dengan menggunakan software ETAP (Electric Transient And Analysis Program) 12.6 sebagai simulator utama untuk mendapatkan hasil simulasi. Sehingga pensuplaian listrik berjalan dengan baik dan memenuhi standar, dengan harapan sistem koordinasi proteksi rele arus

lebih (Overcurrent Relay) ini tetap bekerja memenuhi standar untuk tahun-tahun yang akan datang. Menurut IEEE (The Institute of Electrical and Electronic Engineering) rele proteksi atau rele pengaman adalah suatu peralatan elektrik yang didesain untuk mengartikan kondisi masukan pada keadaan tertentu, setelah kondisi tersebut dispesifikasikan, yang ditujukan untuk memberi respon yang dapat menyebabkan pengoperasian kontak didalam satu kesatuan rangkaian listrik. Kondisi masukan biasanya berupa sinyal listrik, mekanik dan besaran lainnya.

2. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Nugroho Agus Darmanto, dkk (2006) yang berjudul Analisis Koordinasi OCR-Recloser Penyulang di Kaliwungu 03 . Dari penelitian Nugroho Agus Darmanto di dapat kesimpulan bahwa jangkauan relay sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya arus hubung singkat, sedangkan besar arus hubung singkat dipengaruhi jumlah pembangkit yang masuk ke sistem jaringan, kapasitas dan impedansi trafo dan titik gangguan atau panjang jaringan.

Penelitian setting relay oleh Azanto Putro Kurniawan (2016) kesimpulannya yang didapatnya yaitu tentang setting relay dimana hasil dari setting relay bahwa untuk menentukan setting relay harus diketahui terlebih dahulu gangguan arus hubung singkat yang

terjadi pada titik terdekat dengan relay. Setelah itu menentukan peralatan relay yang sesuai dengan spesifikasi yang tepat dan memiliki kemampuan tinggi untuk mengatasi gangguan sesuai kapasitas proteksi. Letak proteksi yang jauh maka arus gangguan hubung singkat semakin kecil maka waktu yang dibutuhkan relay pengaman semakin cepat.

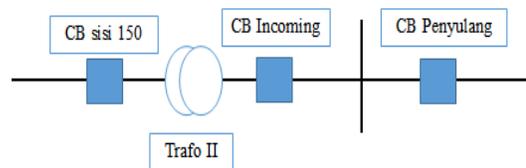
Analisis Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Wonosobo Aji Setiyawan (2017) Menggunakan Software Aplikasi ETAP. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa untuk arus hubung singkat, panjangnya jarak berpengaruh terhadap nilai arus hubung singkat. Semakin panjang jarak maka semakin kecil pula nilai arus hubung singkat yang terjadi pada titik tersebut begitu pula sebaliknya.

3. Pembahasan

Gardu Induk Wates 150 kV yang berada di di Sringkel, Plumbon, Temon, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta, dimana dilihat dari peralatannya, Gardu Induk Wates ini merupakan sebuah gardu Induk Pasangan Luar, Karena peralatan berada di luar ruangan atau terbuka. Gardu Induk Wates ini mempunyai besar tegangan 150/20 kV, dimana pembagiannya yaitu pada sisi primernya sebesar 150 kV sedangkan pada sisi sekunder sebesar 20 kV

dimana pembagian besar tegangan ini akan disalurkan ke konsumen.

Pada Gardu Induk Wates 150 kV dilengkapi 2 transformator daya, dimana trafo I memiliki spesifikasi trafo dengan kapasitas 30 MVA dengan 4 buah penyulang sedangkan pada trafo II memiliki spesifikasi trafo dengan kapasitas 60 MVA dengan 6 buah penyulang. Gardu Induk Wates 150 kV di trafo II dengan 6 penyulang dimana penyulang yang digunakan dalam pembahasan adalah penyulang WTS. 07 yang dioperasikan mempunyai sebuah koordinasi sistem proteksi terhadap relay yang digunakan, bermacam dan jenis relay yang terpasang tiap penyulang dan relay-relay yang terpasang di sebuah jaringan.



Gambar 4.2 Letak OCR Pada Jaringan di Gardu induk Wates

3.1 Spesifikasi Transformator II-60 MVA

Merk : CG PAUWELS

Type : ORF 60/275

No Seri : 33011140043

Nominal rating : 36/60 MVA

Frekuensi : 50 Hz

Short Circuit 150 kV : 31,5 kA

Short Circuit 20 kV : 16 kA

Impedansi :

Tap no. 1 : 12,8%

Tegangan Primer : 150 kV / 230,05 A

Tegangan Sekunder : 20 kV / 1732 A

Vector Grup : Yyn0

Nilai Rn (Tahanan Pentanahan) : 0,3 Ohm

3.2 Jenis Penghantar Yang digunakan :

Jenis AAAC dengan luas penampang 240 mm² dan nilai urutan positif dan negative 0,1344 + j 0,3158 dan urutan nol 0,2824 + j 1,6034

3.3 Menghitung impedansi Sumber

Data hubung singkat di bagian Bus primer (150kV) Pada Gardu Induk Wates adalah sebesar 4156,92 MVA, dimana nilai ini didapat dari perhitungan di bawah ini:

$$P_{sc} = \sqrt{3} \times I_{sc} \times V$$

Yaitu :

I_{sc} : Arus hubung singkat 20kV (kA)

V : Tegangan pad sisi primer (kV)

Dari perhitungan di atas didapat nilai impedansi sumber sebesar 8183,94

MVA, Selanjutnya dapat menghitung nilai Impedansi sumber (X_s) adalah :

$$X_s(\text{sisi } 150\text{kV}) =$$

$$\frac{kV (\text{sisi primer trafo})^2}{\text{hubung singkat sisi primer}}$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai impedansi sisi sekunder, di bagian bus 20 kV yaitu:

$$X_s(\text{sisi } 20\text{kV}) = \frac{kV (\text{sec trafo})^2}{kV (\text{prim trafo})^2} \times X_s$$

3.4 Nilai Setting Relay OCR di sisi penyulang 20 kV

Pada Setting relay yang terdapat pada penyulang itu sesuai dengan arus beban di Gardu Induk Wates 150 kV, untuk nilai setting relay inverse pada penyulang 20 kV WTS. 07 adalah 1,05 sampai 1,1 x I_{maks} . Adapun syarat lainnya yang digunakan untuk nilai setting waktu minimum dari relay arus lebih (disetting nilainya 0,3 detik), nilai tersebut dibuat agar ketika terjadi gangguan arus hubung singkat maka relay tidak sampai trip lagi karena disebabkan arus inrush dari trafo ke trafo distribusi dimana yang tersambung langsung di jaringan distribusi, disaat PMT pada penyulang tersebut dimasukkan.

Nilai Setting Arus

Ibeban : 480 Ampere

Rasio CT : 800 / 5 Ampere

Iset (Primer) : 1,1 x Ibeban

: 1,1 x 480 Ampere

: 528 Ampere

Untuk mendapatkan nilai arus pada sisi sekunder adalah dengan cara dibawah ini :

Iset (Sekunder) : I set (Primer) x I / ratio CT Ampere: 528 Ampere x (5 / 800): 3,3 Ampere

• Nilai Setting TMS (Time Multiplier Setting)

Untuk menentukan nilai setting TMS Relay OCR pada sisi penyulang 20 kV transformator tenaga yaitu arus gangguan yang digunakan pada

gangguan hubung singkat 3 fasa pada jarak 0% di panjang penyulang. Waktu kerja relay yang ditetapkan adalah t : 0,3 detik, nilai setting ini diambil memiliki fungsi agar saat bekerja relay tidak sampai trip akibat adanya arus inrush antara trafo ke trafo distribusi dimana sudah saling tersambung pada jaringan distribusi, ketika PMT itu dimasukkan.

$$TMS = 0,3 : 0,14 / (([12818,6/528])^{0,02-1})$$

$$TMS = 0,1411 \text{ detik}$$

3.5 Nilai Setting Relay OCR di sisi incoming 20kV

Selanjutnya pada bagian sisi incoming 20 kV trafo tenaga yaitu mencari nilai setting relay arus lebih dimana pada perhitungan menggunakan penentuan nilai setting relay pada bagian sisi penyulang, yaitu terlebih dahulu mengetahui nilai arus nominal trafo tenaga tersebut.

Data yang ada di gardu Induk Wates 150 kV sebagai berikut :

Kapasitas Transformator : 60 MVA

Tegangan : 150/20 kV

Impedansi : 11,61 %

CT/ Rasio : 2000/1 (Pada sisi incoming 20 kV)

Setting arus nominal trafo pada bagian sisi 20 kV adalah :

$$I_{\text{nominal}} (\text{sisi } 20 \text{ kV}) = \text{kVA} / (\text{kV} \sqrt{3})$$

$$= 60000 / (20 \sqrt{3})$$

$$= 1732,05 \text{ Ampere}$$

$$I_{\text{set}} (\text{primer}) = 1,1 \times I_{\text{nominal}}$$

$$= 1,1 \times 1732,05 \text{ Ampere}$$

$$= 1905,2 \text{ Ampere}$$

Nilai setting pada bagian sisi sekunder adalah :

$$I_{\text{set}} (\text{sekunder}) = I_{\text{set}} (\text{primer}) \times 1 / (\text{Rasio CT})$$

$$= 1905,2 \times 1 / (2000/1)$$

$$= 1905,2 \times 1 / 2000 = 0,952 \text{ A}$$

•Nilai Setting TMS (Time Multiplier Setting)

Besarnya nilai arus gangguan yang akan digunakan untuk mencari besarnya nilai dari setting TMS relay OCR pada bagian sisi incoming 20 kV transformator tenaga adalah, pada gangguan arus hubung singkat 3 fasa di jarak 0% pada panjang penyulang. Sedangkan waktu kerja relay incoming diperoleh dari hasil perhitungan waktu kerja relay awal + 0,4 detik, sehingga nilai waktu kerja rele incoming yaitu :

$$t_{\text{incoming}} = 0,3 + 0,4 = 0,7 \text{ detik}$$

$$= (0,7 \times [((12818,6/1905,2))]^{0,02-1}) / 0,14$$

$$= 0,194 \text{ detik}$$

Nilai t (s) bagian relay incoming adalah :

$$t = (0,14 \times TMS) / ((I_{\text{faul}} / I_{\text{set}})^{0,02-1})$$

$$t = (0,14 \times 0,194) / ((12818,6/1905,2)^{0,02-1})$$

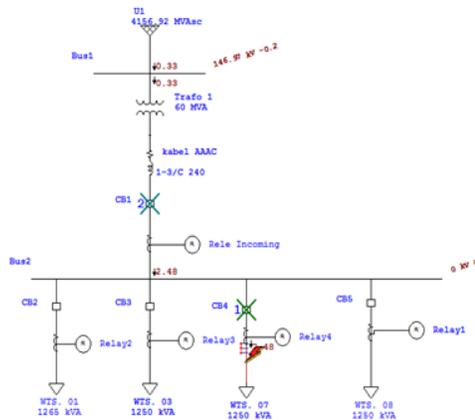
$$t = 0,69 \text{ detik}$$

3.4 Perbandingan Setting Rele Terpasang dan Terhitung

Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan nilai setting rele terpasang dengan yang terhitung

Rele	Rele Terpasang		Rele Terhitung	
	Sisi Inco	Sisi Peny	Sisi	Sisi Peny

	<i>min g</i>	<i>ulan g</i>	<i>Inco min g</i>	<i>ulan g</i>
T M S	0,23	0,26 7	0,19 4	0,14 1
Ra si o C T	200 0/1	800/ 5	200 0/1	800/ 5
t	0,7 (s)	0,3 (s)	0,69 (s)	0,29 (s)



Dari gambar simulasi di atas dimana dengan memberikan gangguan pada bagian sisi penyulang jaringan WTS. 07. Ketika terjadi gangguan pada penyulang WTS. 07 maka pada relay 4 yang pertama kali akan merasakan dan membaca besar gangguan yang terjadi, ketika nilai gangguan melebihi nilai setting waktu 0,29 detik, maka relay 4 akan memberikan sinyal ke CB 4 untuk bekerja. Jika CB 4 tidak bisa bekerja untuk trip selanjutnya rele incoming

yang merasakan terjadinya gangguan dan memprosesnya untuk selanjutnya mengirimkan ke CB 1 untuk bekerja mengamankan dimana nilai setting waktu rele incoming sebesar 0,69 detik untuk mengamankan, dimana kondisi CB 1 awalnya close (tertutup) setelah bekerja menjadi open (terbuka) atau trip (pemutus).

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian nilai perhitungan dan nilai yang terpasang pada Gardu Induk Wates 150 kV maka dapat diambil kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan dan selisih yang besar, sehingga koordinasi proteksi OCR di Gardu Induk wates 150 kV masih dalam kondisi yang baik.

Setelah melakukan perhitungan sehingga didapat kesimpulan yaitu nilai arus hubung singkat paling besar terjadi pada bagian 3 fasa yaitu pada titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 12818,6 Ampere, selanjutnya nilai arus gangguan hubung singkat 2 fasa dengan jarak titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 11101,24 Ampere dan yang terakhir nilai arus hubung singkat paling kecil terjadi pada 1 fasa ke tanah dengan titik lokasi yang sama 0% adalah sebesar 3309,98 Ampere.

Daftar Pustaka

[1]. Azanto. 2016. Analisis Koordinasi Overcurrent Relay Dan Recloser Pada Sistem Distribusi 20KV Penyulang Paluri 12 Menggunakan ETAP 12.6. Tugas Akhir Pada Jurusan

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[2]. Hendriyadi. 2017. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat pada Jaringan Distribusi di Kota Pontianak. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.

[3]. Harlow, James H. 2007. Electric Power Transformer Engineering Second Edition. New York: CRC Press.

[4]. Juan, dkk. 2004. Protection Of Electricity Distribution Networks 2nd Edition. The Institution Of Engineering And Technology: London.

[5]. Margunadi, A.R. 1991. Dasar-dasar Teori Rangkaian. Jakarta: Erlangga.

[6]. Nugroho, dkk. 2006. Analisis Koordinasi OCR – Recloser Penyulang Kaliwungu 03. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Diponegoro. Semarang.

[7]. Nugroho. Wahyu Arif, dkk. 2014. Koordinasi Penempatan Peralatan Proteksi Jenis Arus Lebih (OCR) Dan Pelebur (FCO) Di Penyulang 20kV Dari GI 150/20Kv Mrica Banjarnegara. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Diponegoro. Semarang

[8]. Supanggih, Y. 2017. Analisis Koordinasi Proteksi Rele OCR Pada Sistem Kelistrikan Plant 8 PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

[9]. Syahputra, R., (2012), “Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.

[10]. Syahputra, R., (2016), “Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.