

Unjuk Kerja Over Current Relay Pada Incoming dan Outgoing Transformer Daya #1 60 MVA Gardu Induk Kenten menggunakan ETAP 19.0.1

Anton Firmansyah¹, Andri Suyadi², M. Bintang Satriaoktarian³

¹²³Electrical Engineering Department, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

¹anton_firmansyah@polsri.ac.id, ²andri_suyadi@polsri.ac.id, ³deby1258@gmail.com

Abstract

The Kenten substation is part of the unitary distribution of electricity transmission where there are equipment such as switchgear, transformers, protection equipment, and control equipment. The Kenten substation functions as a receiver for supply from high voltage to the distribution medium voltage system to be distributed to consumers. An electric power system can experience disturbances from inside or outside the substation, including damage to the generator, broken conductors, short circuit disturbances due to lightning strikes. Therefore, the electric power system has safety equipment to secure the equipment from interference and avoid damage. With the protection system does not hinder the distribution of electric power to the load. Based on the data received, there have been several disturbances to the feeder, including in March 2021 there has been a short-circuit fault in the volvo feeder in the electrical system of PT. PLN (Persero) substation Kenten UPT Palembang Short-circuit faults of these phases can result in a transformer that results in blackouts throughout the feeder connected to the transformer. Disturbances that occur in the electrical system of the Kenten Substation, especially in this feeder, make the OCR protection system on the feeder work to protect the equipment at the substation from damage.

Keywords: Kenten Substation, OCR, Protection, Volvo Feeder

1. PENDAHULUAN

Saluran transmisi listrik merupakan suatu sistem yang kompleks yang mempunyai karakteristik yang berubah – ubah secara dinamis sesuai keadaan sistem itu sendiri^[1]. Adanya perubahan karakteristik ini dapat menimbulkan masalah jika tidak segera diantisipasi. Dalam hubungannya dengan sistem proteksi/pengaman suatu sistem transmisi, perubahan tersebut harus mendapat perhatian yang besar mengingat saluran transmisi memiliki arti yang sangat penting dalam proses penyaluran daya. Gangguan pada saluran transmisi merupakan gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga listrik. Diantara gangguan tersebut yang umum terjadi adalah gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah^[2].

Gardu induk Kenten telah beberapa kali dapat mengalami gangguan yang berasal dari luar gardu induk, yaitu gangguan hubung singkat^[3]. Berdasarkan data telah terjadi beberapa kali gangguan pada penyulang yang ada di gardu induk Kenten, diantaranya pada bulan maret 2021 telah terjadi gangguan hubung singkat fasa-fasa pada penyulang volvo di sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) gardu induk Kenten UPT Palembang.

Gangguan hubung singkat fasa-fasa tersebut bisa berakibat ke trafo yang mengakibatkan padam diseluruh penyulang yang terhubung pada trafo tersebut. Gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan Gardu Induk Kenten khususnya di penyulang ini membuat sistem proteksi OCR pada penyulang bekerja untuk melindungi peralatan pada gardu induk dari kerusakan.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan melakukan simulasi kinerja OCR pada gardu induk kenten dengan menggunakan Software ETAP 19.0.1 untuk melihat kinerja OCR dalam melokalisir gangguan yang terjadi pada penyulang Volvo dan penyulang lainnya yang terhubung pada transformator daya 60 MVA #1 untuk mengamankan sistem kelistrikan pada gardu induk tersebut, agar tidak terjadi padam total.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan teknik pengumpulan data lansung dari gardu induk dengan mengamati secara langsung objek yang teliti sehingga didapat data. Data yang diperlukan untuk penelitian ini merupakan data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama (perusahaan) yang dijadikan objek penelitian.

2.1 Gardu Induk Kenten

Gardu Induk kenten memiliki dua buah transformator daya yang bertegangan 150/20 kV dengan kapasitas daya sebesar 60 MVA. Pada penyulang Volvo beroperasi di transformator daya 60 MVA #1. Pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan observasi data pada penyulang di transformator daya 1 di gardu induk Kenten yang sering mengalami gangguan hubung singkat pada jaringan 20 kV.

2.2 Transformator #1 Gardu Induk Kenten

Transformator daya 60 MVA #1 Gardu Induk Kenten menggunakan trafo dengan merk PAUWELS. Data spesifikasinya dapat kita lihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data Transformator daya #1 60 MVA

No	Spesifikasi	Transformator ID #1	
		Kapasitas	Unit
1	Kapasitas	60	MVA
2	Tegangan Primer	150	kV
3	Tegangan Sekunder	20	kV
4	Vector	YNyn0	-
5	Impedansi	12,06	%
6	Arus Nominal Primer	230.9	Ampere
7	Arus Nominal Sekunder	1574.6	Ampere
8	Frekuensi	50	Hz
9	Tahun	2017	-
10	Sistem Pendingin	ONAN/ONAF	-
11	Standar	60076	IEC
12	Emergency Rating @120°C Hot Spot	90	MVA

Sumber : PT. PLN (Persero)

2.3 Data Relay Arus Lebih

Pada Kubikel 20 kV sisi incoming feeder dan masing-masing outgoing terpasang Relay Arus lebih. Pada incoming feeder TD#1 60 MVA terpasang Relay arus lebih merk Siemens dengan tipe Argus 7SR21 dan outgoing penyulang 20 kV terpasang Relay merk Siemens dengan tipe Argus 7SR22 keduanya adalah *Relay over current* dan *earth fault protection relay*.

Relay ini digunakan untuk mendeteksi kemunculan dari suatu kondisi abnormal dari arus dan kemudian akan mengirimkan sinyal ke *circuit breaker* (PMT) untuk memutuskan gangguan. Relay ini multi fungsi. Untuk Relay Argus 7SR21 dapat juga digunakan untuk trip Over voltage, trip circuit super vision, REF, OLS, re-close otomatis dan lainnya. Sebagai tambahan disediakan fitur record yang akan mencatat arus ketika gangguan. Untuk Relay 7SR22 pada outgoing mempunyai fitur *over current*, proteksi *earth fault* dan auto reclose^[4].

Tabel 2. Data Relay Proteksi Incoming dan Outgoing

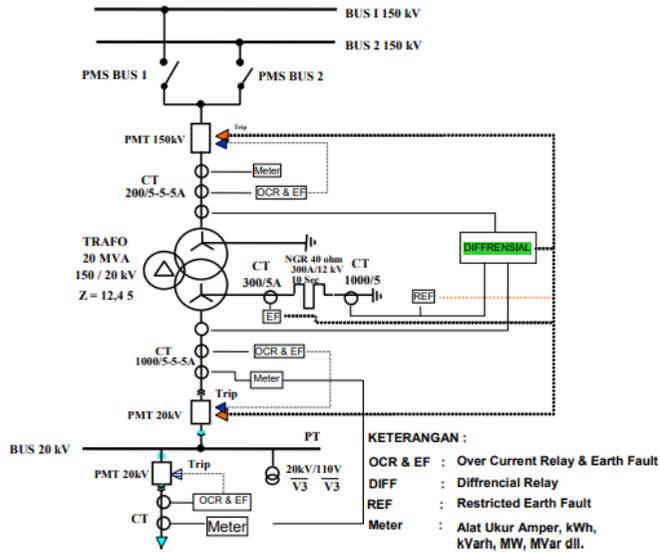
No	Spesifikasi	Feeder	
		Incoming	Outgoing
1	Merk Relay	Siemens	Siemens
2	Type Relay	Argus 7SR21	Argus 7SR22
3	CT Ratio	2000/1	600/5
4	t > detik	0.69	0.29

Sumber : PT. PLN (Persero)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Gangguan Hubung Singkat pada Incoming dan Outgoing

Simulasi arus hubung singkat dilakukan dengan ETAP 19.0.1 untuk mengetahui besarnya nilai arus gangguan. Analisis gangguan hubung singkat dilakukan dengan memberikan gangguan pada bus di single line diagram jaringan. Nilai arus gangguan hubung singkat yang digunakan dalam perhitungan setting relay arus lebih adalah arus hubung singkat 3-fasa.



Gambar 1. Diagram satu garis pengaman Transformator

Simulasi arus gangguan hubung singkat pada incoming dan outgoing dapat diketahui dengan memberikan gangguan pada bus 2, dimana bus 2 merupakan bus yang paling mendekati trafo incoming. Hasil dari simulasi gangguan 3-fasa didapatkan hasil arus hubung singkat tertinggi sebesar 5054 A. Hasil tersebut dibutuhkan untuk setting relay OCR.

3.2 Setting Relay Outgoing Trafo Daya #1

a. Setting Arus OCR

$$\text{Ratio } CT_{\text{incoming}} = 2000 / 1 \text{ A}$$

$$I_{\text{bebanincoming}} = 940 \text{ A}$$

$$\text{Ratio } CT_{\text{outgoing}} = 600 / 5 \text{ A}$$

$$I_{\text{bebanpenyulang}} = 289 \text{ A}$$

$$I_{F3\text{fasa (terbesar)}} = 5054 \text{ A}$$

dengan karakteristik standar inverse, didapatkan arus set pada sisi primer sebagai berikut :

$$I_{\text{set (primer)}} = 1,05 \times I_{\text{beban}} \\ = 1,05 \times 289 \text{ A} = 303,4 \text{ Ampere}$$

Untuk nilai setelan ke relay arus lebih (OCR) didapatkan, maka :

$$\begin{aligned}
 I_{\text{set (sek)}} &= I_{\text{set (primer)}} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\
 &= 303,4 \text{ A} \times \frac{5 \text{ A}}{600 \text{ A}} = 2,52 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

b. Setting Waktu

$I_{F3} = 5054 \text{ A}$

$t = 0,3 \text{ detik}$

$I_{\text{set (primer)}} = 303,4 \text{ A}$

maka untuk menghitung nilai tmsnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 t_{ms} &= \frac{t_{\text{set}} \times \left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set primer}}} \right)^{\alpha} - 1}{\beta} \\
 &= \frac{0,3 \text{ s} \times \left(\frac{5054 \text{ A}}{303,4 \text{ A}} \right)^{0,02} - 1}{0,14} \\
 &= 0,12 \text{ SI}
 \end{aligned}$$

Setelan waktu kerja menggunakan dengan karakteristik standard inverse :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{t_{ms} \times \beta}{\left(\frac{I_{f3 \text{ fasa}}}{I_{\text{set primer}}} \right)^{\alpha} - 1} \\
 t &= \frac{0,12 \text{ s} \times 0,14}{\left(\frac{5054 \text{ A}}{303,4 \text{ A}} \right)^{0,02} - 1} \\
 &= 0,29 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

4.2.2 Setting Relay Sisi Incoming 20 KV

a. Setting Arus OCR

Diketahui : $I_n = 940 \text{ A}$, Dengan karakteristik standar inverse, dengan menggunakan persamaan 2.2, maka :

$$\begin{aligned}
 I_{\text{set (primer)}} &= 1,05 \times 940 \text{ A} \\
 &= 987 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai setelan ke relay arus lebih :

$$\begin{aligned}
 I_{\text{set (sek)}} &= 987 \text{ A} \times \frac{1 \text{ A}}{2000 \text{ A}} \\
 &= 0,49 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

b. Setting Waktu OCR

Diketahui I_F atau arus gangguan sebagai titik koordinasi diambil arus gangguan 3 fasa di titik 1% dari outgoing 20 kV sebesar 5054 A sedangkan di TD 60 MVA #1 ada 9 penyulang yang beroperasi, untuk arus gangguang hubung singkat di penyulang lain diasumsikan nilainya sama, maka untuk arus gangguan di bus 20 kV $= 9 \times 5054 \text{ A} = 45486 \text{ A} = 45 \text{ kA}$, untuk waktu kerja incoming yaitu $t_{\text{set penyulang}} < t_{\text{set inc}}$, maka $t_{\text{set inc}} = 0,4 + t_{\text{set penyulang}} = 0,4 + 0,3 = 0,7 \text{ detik}$, hal ini dimaksudkan jangan sampai incoming dan outgoing trip serempak, Iset (primer) = 987 A, maka didapat nilai sebagai berikut :

$$tms = \frac{\Delta_t + t_{outg} \times \left(\frac{I_{fault}}{I_{set primer}} \right)^\alpha - 1}{\beta}$$

$$tms = \frac{0,4 + 0,3 \text{ s} \times \left(\frac{45486 \text{ A}}{987 \text{ A}} \right)^{0,02} - 1}{0,14}$$

$$= 0,39 \text{ SI}$$

Setelan waktu kerja:

$$t = \frac{tms \times \beta}{\left(\frac{I_{f3 \text{ fasa}}}{I_{set primer}} \right)^\alpha - 1}$$

$$t = \frac{0,39 \times 0,14}{\left(\frac{45486 \text{ A}}{987 \text{ A}} \right)^{0,02} - 1}$$

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

Tabel 3. Hasil Perhitungan Relay OCR

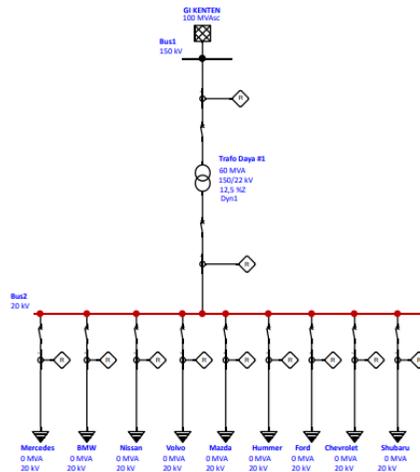
No	Setting	OCR (I>)		Unit
		Incoming	Outgoing	
1	Iset primer	987	303,4	Ampere
2	Iset sekunder	0,49	2,52	Ampere
3	Tms	0,39	0,12	detik
4	t	0,69	0,29	detik

Sumber : data diolah

Dari hasil perhitungan diatas, untuk perhitungan waktu kerja relay OCR Outgoing Trafo Daya #1 menggunakan nilai arus Iset = 303,4 A, untuk relay OCR incoming 20 kv menggunakan nilai arus Iset = 987 A.

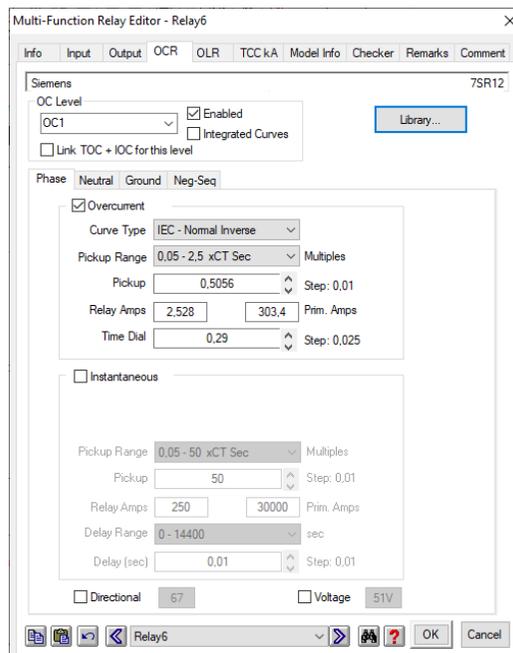
3.3 Simulasi Relay OCR menggunakan ETAP 19.0.1

Simulasi setting OCR menggunakan aplikasi ini dilakukan untuk membuat simulasi cara kerja OCR sesuai dengan pembagian daerah proteksi relay tersebut.



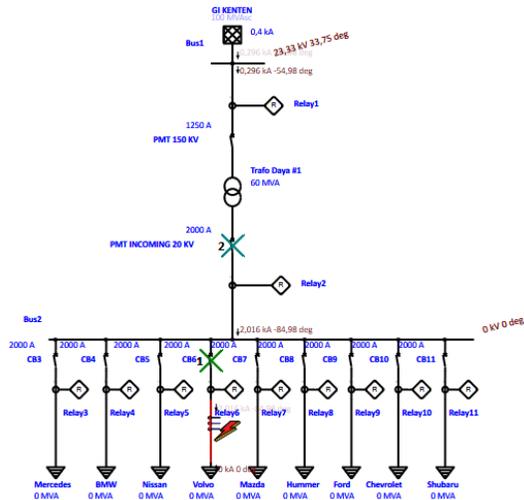
Gambar 2. Single Line Diagram Transformator Daya #1 GI Kenten

Setelah membuat rangkaian *single line diagram*, dilanjutkan mengisi data hasil perhitungan yang diinput ke dalam setting OCR pada komponen OCR. Berikut ini pengisian data pada relay arus lebih outgoing 20 kV.



Gambar 3. Input data setting OCR outgoing 20 kV

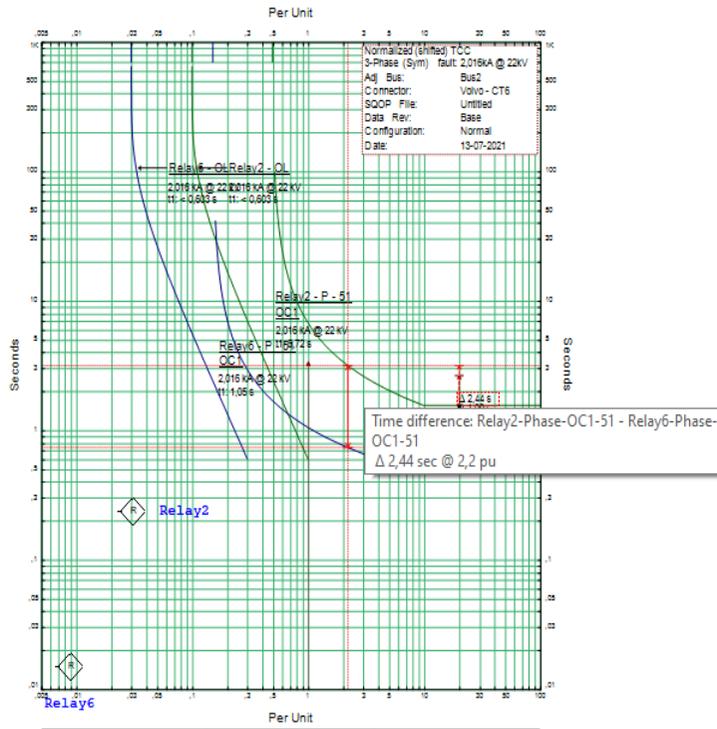
Untuk mensimulasikan gangguan hubung singkat pilih opsi *Star-Protection Device Coordination*, kemudian *Fault Insertion* di sebelah kanan aplikasi untuk memberikan gangguan hubung singkat pada beban outgoing 20 kV.



Gambar 4. Simulasi Gangguan pada penyulang Volvo

Setelah diberi gangguan pada beban outgoing 20 kV maka OCR yang terpasang pada outgoing 20 kV akan bekerja untuk memerintahkan pemutus membuka. Jika OCR pada outgoing 20 kV bekerja, maka OCR pada incoming 20 kV tidak bekerja lagi karena gangguan tersebut sudah hilang dan keadaan beban sudah seimbang. Gambar 4. Menunjukkan OCR Pada Outgoing 20 kV Bekerja dan PMT Membuka. Jika OCR pada outgoing gagal beroperasi, maka OCR yang terpasang pada Incoming 20 kV yang akan bekerja untuk mengatasi gangguan.

Dari hasil simulasi di atas, didapatkan hasil grafik prinsip kerja relay arus lebih pada Incoming dan Outgoing 20 kV. Di bawah ini hasil grafik yang didapatkan dari simulasi single line diagram prinsip kerja OCR pada Incoming dan Outgoing 20 kV pada Transformator Daya #1 60 MVA Gardu Induk Kenten.



Gambar 5. Grafik OCR Karakteristik Standar Inverse

Pada gambar kurva di atas, garis yang terbentuk sesuai dengan karakteristik standar inverse. dapat dilihat selisih waktu kerja relay outgoing 20kV dengan Incoming 20 kV adalah 2,44 second.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan hasil simulasi diatas dapat dilihat bahwa waktu kerja relay disisi penyulang lebih cepat dibandingkan waktu kerja disisi incoming, dengan selisih waktu tunda kerja relay OCR 0,40 detik. Hal ini bertujuan memberi kesempatan pada relay disisi outgoing untuk bekerja terlebih dahulu sebagai pengaman utama, sehingga tidak membuat relay incoming berkerja dan pemadaman tota dapat dihindari. Koordinasi relay OCR pada Outgoing 20 kV dan Incoming 20 kV bisa dilihat pada hasil simulasi gambar 4, Saat arus hubung singkat sebesar 5054 Ampere maka relay OCR yang bekerja untuk mentriapkan PMT disisi incoming dengan waktu kerja relay 0,69 detik dan untuk disisi outgoing 0,29 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rusdi Masri at all, (2018) “Studi Penyetelan Relai Jarak Pada Saluran Transmisi 150 kV Menggunakan Software Digsilent”. UNRI, Pekanbaru
- [2] Dika,”Peralatan Proteksi Pada Transmisi” tersedia : dikaelektro1.blogspot.com [diakses : Jan. 07.2022]
- [3] Fitrianyisah, “Analisis Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ketenah Pada Saluran Transmisi 150 kV di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Kenten Kearah Tanjung Api–api”, Tersedia <http://repository.univ-tridianti.ac.id/1818/1/BAB%201.pdf> [diakses : Jan. 21.2022]
- [4] Rusdjaja, T. (2014). “Buku Pedoman Pemeliharaan Proteksi dan Kontrol Penghantar”. Jakarta: PT. PLN (Persero).