

Analisa Perhitungan dan Pengaturan Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Kubikel Cakra 20 KV Di PT XYZ

Muhalan, Budi Yanto Husodo
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Mercu Buana Jakarta
Email: husodo2008@gmail.com

Abstrak -- Gangguan hubung singkat fasa ke tanah dan fasa-fasa merupakan salah satu permasalahan yang mungkin timbul dalam pengoperasian transformator daya dalam sebuah Gardu Induk. Gangguan yang disebabkan oleh adanya hubung singkat menimbulkan banyak kerugian, kerugian pada sistem transmisi kelistrikan maupun kerugian di pihak konsumen energi listrik. Salah satu cara untuk mengatasi gangguan ini adalah dengan memasang peralatan pengamanan pada transformator. Relai arus lebih merupakan relai proteksi yang bekerja dengan Pemutus Tenaga (Circuit Breaker). Pada tulisan ini diberikan perhitungan setting relay arus lebih dan relay tanah pada pada penyulang keluar dari kubikel Cakra 20 kV di sebuah perusahaan, yang karena alasan privacy disebutkan sebagai PT XYZ. Analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa setting relay arus lebih dan relay tanah eksisting telah sesuai dengan standar yang berlaku.

Kata kunci: arus hubung singkat, relai arus lebih, setting relai

Abstract -- Short circuit phase to grounding and phase to phase were problems that may emerged in the power transformer operation at substation. Short circuit caused a lot of detriments, in the electrical transmission system and consumers. This fault could be eliminated by using electrical safety equipments that put in transformer. Over current relay was one of the electrical safety equipments that operated with Circuit Breaker (CB). The fault caused by short circuit would produced electrical current that exceed of current relay setting and time setting has been reach by the protection relay, then protection relay will send trip signal to the Circuit Breaker changed from Normally Close (NC) Condition to Normally Open (NO) condition. This new condition would eliminated risks in the electrical systems.

Key words: current short circuit, over current relay, relay setting

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu komoditi strategis dalam perekonomian Indonesia, karena selain digunakan secara luas oleh masyarakat terutama untuk keperluan penerangan, listrik juga merupakan salah satu sumber energi utama bagi sektor industri.

Di dalam penyediaan tenaga listrik, dapat dibedakan secara jelas tiga proses penyampaian tenaga listrik, yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi yang dapat dianggap sebagai produksi atau pembuatan, pengangkutan, dan penjualan eceran tenaga listrik (Arismunandar, 1995).

Pada pelaksanaannya, penyaluran atau pendistribusian tenaga listrik ini terdapat resiko gangguan hubung singkat fasa-fasa atau fasa-tanah atau biasa juga terjadi pada sambungan dan akan menjadi gangguan permanen. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan pengaturan/penyetelan relai yang baik agar relai dapat memproteksi peralatan-peralatan listrik lain dari gangguan arus hubung singkat maupun beban lebih.

2. TEORI DASAR

Relai proteksi

Relai Proteksi merupakan bagian penting dalam sebuah sistem tenaga listrik. Peralatan ini sangat dibutuhkan bilamana sistem mengalami gangguan atau kondisi tidak normal. Relai Proteksi dibutuhkan untuk menginisiasi pemutusan dan mengisolasi daerah yang mengalami gangguan dan menjaga agar daerah yang tidak mengalami gangguan tetap dapat menjalankan fungsinya.

Secara umum pengertian sistem proteksi ialah cara untuk mencegah atau membatasi kerusakan peralatan akibat gangguan, sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan.

Gangguan pada sistem distribusi tenaga listrik hampir seluruhnya merupakan gangguan hubung singkat, yang akan menimbulkan arus yang besar. Semakin besar sistemnya semakin besar arus gangguannya. Arus yang besar bila tidak segera dihilangkan akan merusak peralatan yang dilaluinya. Untuk memisahkan daerah yang terganggu itu dari sistem

diperlukan suatu sistem proteksi, yang pada dasarnya adalah alat pengaman yang bertujuan untuk melepaskan atau membuka sistem yang terganggu, sehingga arus gangguan ini akan padam.

Adapun tujuan dari sistem proteksi antara lain :

- Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan akibat gangguan pada peralatan yang terganggu atau peralatan yang dilalui oleh arus gangguan.
- Untuk melokalisir (mengisolir) daerah gangguan menjadi sekecil mungkin.
- Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen serta memperkecil bahaya bagi manusia.

Standar Relai Arus Lebih I.D.M.T

Karakteristik pemutusan arus/waktu relai IDMT bervariasi sesuai dengan kebutuhan waktu pemutusan yang diperlukan dan karakteristik dari peralatan proteksi lain yang dipergunakan dalam jaringan. Untuk keperluan ini, IEC 60255 mendefinisikan sejumlah karakteristik standar sebagai berikut: Standard Inverse (SI), Very Inverse (VI), Extremely Inverse (EI), dan Definite Time (DT).

Untuk tipe Relai lainnya, langkah penyetelan mungkin sangat terbatas untuk mendapatkan pengaturan yang kontinyu. Sebagai tambahan, pada umumnya hampir semua Relai arus lebih dilengkapi dengan elemen penyetelan instantaneuous. Dalam banyak kasus, penggunaan kurva standar SI telah memberikan hasil yang memuaskan, namun bila diskriminasi yang diinginkan tidak dapat dicapai, maka dapat digunakan kurva VI atau EI.

Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Rumus dasar yang digunakan untuk menghitung besarnya arus gangguan hubung singkat 3 fasa adalah:

$$I = \frac{V}{Z} \tag{1}$$

Sehingga arus gangguan hubung singkat 3 fasa dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_{3\ fasa} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} = \frac{\frac{20000}{\sqrt{3}}}{Z_{1eq}}$$

$$I_{3\ fasa} = \frac{11547}{Z_{1eq}} \tag{2}$$

Gangguan hubung singkat 2 fasa

Rumus dasar yang digunakan untuk menghitung besarnya arus gangguan hubung

singkat 2 fasa adalah sebagaimana persamaan (1):

$$I = \frac{V}{Z} \tag{1}$$

Sehingga arus gangguan hubung singkat 2 fasa dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_{2\ fasa} = \frac{V_{ph-ph}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} = \frac{20000}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} \tag{3}$$

Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

Pada gangguan satu fasa ke tanah misal fasa A mengalami gangguan akan menyebabkan kenaikan arus pada fasa A dan drop tegangan di phasa A (menjadi nol) sedangkan arus pada phasa yang lain menjadi nol yang diikuti dengan kenaikan tegangan fasa yang lain (phasa B dan Phasa C tidak sama dengan nol sedangkan arus phasa B sama besarnya dengan phasa C yaitu nol Ampere) (Tjahjono, 2000).

Gangguan tidak simetris menyebabkan arus tidak seimbang dalam sistem, sehingga dibutuhkan komponen simetris untuk perhitungannya sebagaimana uraian di atas. Sehingga arus gangguan hubung singkat 1 Fasa ke tanah dapat dihitung sebagai berikut :

$$I_{1\ fasa} = \frac{3 * V_{ph}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}}$$

$$= \frac{3 * \frac{20000}{\sqrt{3}}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}}$$

$$= \frac{34641,016}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}}$$

$$I_{1\ fasa} = \frac{34641,016}{2 * Z_{1eq} + Z_{0eq}} \tag{4}$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data spesifikasi transformator daya dan setting relai arus kemudian melakukan pengamatan dan pengambilan data Gardu Induk.

Berdasarkan data-data yang ada, dilakukan analisa dan perhitungan besar arus gangguan terhadap relai proteksi agar relai arus lebih bekerja dan dapat mentriapkan pemutus tenaga / CB (*Circuit Breaker*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Gardu Induk Jambi terdapat 3 jenis trafo tenaga dengan tegangan kerja 150/20 kV, dimana masing-masing trafo berkapasitas 60 MVA. Karena pada trafo 2 memasok 5

penyulang, maka diperlukan penyetelan relai yang baik agar relai dapat memproteksi peralatan-peralatan listrik yang lain dari arus gangguan hubung singkat maupun beban lebih. Adapun data-data yang diperlukan untuk analisis ini adalah sebagai berikut:

- Merk = TRAFINDO
- Daya = 50 MVA
- Tegangan = 150 / 20 KV
- Impedansi (Z %) = 12,15%
- Teg Primer = 150 KV
- Teg sekunder = 20 KV
- Ratio CT Trafo = 2000/5
- Arus Nominal Trafo = 1443,4
- Hub. belitan trafo = YNyn0(d11)
- Ground Resistor = 14 ohm

Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Data Hubung Singkat di bus sisi primer (150kV) di Gardu Induk adalah sebesar 2.586 MVA. Maka impedansi sumber (X_s) adalah :

$$X_{s(sisi\ 150kV)} = \frac{150^2}{2586} = 8,7\ \text{Ohm}$$

Untuk mengetahui Impedansi di sisi sekunder, yaitu di bus sisi 20 kV maka:

$$X_{s(sisi\ 20kV)} = \frac{20^2}{150^2} \times 8,7 = 0,155\ \text{Ohm}$$

Besarnya reaktansi trafo tenaga satu di Gardu Induk adalah 12,13%, agar dapat mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negatif dan reaktansi urutan nol dalam ohm, maka perlu dihitung dulu besar nilai ohm pada 100 % nya.

Besarnya nilai ohm pada 100 % yaitu :

$$X_{t(pada\ 100\%)} = \frac{kV(sisi\ bus\ 2)^2}{MVA\ trafo}$$

$$X_{t(pada\ 100\%)} = \frac{20^2}{50} = 8\ \text{Ohm}$$

Nilai reaktansi trafo tenaga:

- Reaktansi urutan positif, negatif ($X_{t1} = X_{t2}$)
 $X_t = 12,15\% \cdot 8 = 0,972\ \text{Ohm}$
- Reaktansi urutan nol (X_{t0})

Karena trafo daya yang mensuplai penyulang mempunyai hubungan Ynyn0 yang tidak mempunyai belitan delta di dalamnya, maka besarnya X_{t0} berkisar antara 9 s.d. 14 . X_{t1} , dalam perhitungan ini diambil nilai X_{t0} lebih kurang 10 . X_{t1} . Jadi $X_{t0} = 10 \cdot 0,972 = 9,72\ \text{ohm}$.

Dari data yang diperoleh bahwa jenis penghantar yang digunakan pada penyulang hanya menggunakan satu tipe kabel yaitu XLPE 210 mm².

Panjang penyulang = 5,309 km, dengan panjang penghantar XLPE 210 mm² = 5,309. $Z_1 = Z_2$ (XLPE 210) = (0,118 + j0,095) Ω / km x

5,309 = 0,624 + j0, 504 Ohm. Z_0 (XLPE 210) = (0,255 + j0,024) Ω / km x 5,309 = 1,354 + j0,127 Ohm.

Dengan demikian nilai impedansi penyulang untuk lokasi gangguan dengan jarak 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% panjang penyulang, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Impedansi Penyulang Urutan Positif & Negatif

(% Panjang)	Impedansi Penyulang (Z_1 & Z_2)
0	0% . (0,624 + j0,504) = 0 Ohm
25	25% . (0,624 + j0,504) = 0,156 + j0,126 Ohm
50	50% . (0,624 + j0,504) = 0,312 + j0,252 Ohm
75	75% . (0,624 + j0,504) = 0,468 + j0,378 Ohm
100	100% . (0,624 + j0,504) = 0,624 + j0,504 Ohm

Tabel 2 Impedansi Penyulang Urutan Nol

(% Panjang)	Impedansi Penyulang (Z_0)
0	0% . (1,354 + j0,127) = 0 Ohm
25	25% . (1,354 + j0,127) = 0,339 + j0,032 Ohm
50	50% . (1,354 + j0,127) = 0,677 + j0,064 Ohm
75	75% . (1,354 + j0,127) = 1,016 + j0,095 Ohm
100	100% . (1,354 + j0,127) = 1,354 + j0,127 Ohm

Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan

Perhitungan Z_{1eq} dan Z_{2eq} :

$$\begin{aligned} Z_{1eq} = Z_{2eq} &= Z_{IS(sisi\ 20\ kV)} + Z_{IT} + Z_{1penyulang} \\ &= j0,155 + j0,972 + Z_1\ \text{penyulang} \\ &= j1,127 + Z_1\ \text{penyulang} \end{aligned}$$

Karena lokasi gangguan diasumsikan terjadi pada 0%,25%, 50%, 75% dan 100% panjang penyulang , maka Z_{1eq} (Z_{2eq}) yang didapat adalah:

Tabel 3 Impedansi Ekuivalen Z_{1eq} (Z_{2eq})

(% Panjang)	Impedansi Z_{1eq} (Z_{2eq})
0	0 + j1,127 Ohm
25	0,156 + j1,253 Ohm
50	0,312 + j1,379 Ohm
75	0,468 + j1,505 Ohm
100	0,624 + j1,631 Ohm

Perhitungan Z_0 eq :

$$\begin{aligned} Z_0\ eq &= Z_{ot} + 3R_N + Z_0\ \text{penyulang} \\ &= j9,72 + 3 \times 14 + Z_0\ \text{penyulang} \\ &= j9,72 + 42 + Z_0\ \text{penyulang} \end{aligned}$$

Untuk lokasi gangguan di 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% panjang penyulang, maka perhitungan Z_{0eq} menghasilkan:

Tabel 4 Impedansi Ekuivalen Z_{0eq}

(% Panjang)	Impedansi Z_{0eq}
0	$42 + j9,72 \text{ Ohm}$
25	$42,339 + j9,752 \text{ Ohm}$
50	$42,677 + j9,784 \text{ Ohm}$
75	$43,016 + j9,815 \text{ Ohm}$
100	$43,354 + j9,847 \text{ Ohm}$

Impedansi ekuivalen yang telah didapatkan selanjutnya digunakan untuk menghitung arus hubung singkat menggunakan persamaan-persamaan (2), (3), (4). Hasil perhitungan disajikan pada table 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

(%)	Jarak	Arus Hubung Singkat (A)		
		3 fasa	2 fasa	1 fasa
0	0	10245,79	8873,11	793,18
25	1,327	9215,51	7980,94	780,6
50	2,655	8373,56	7758,34	768,42
75	3,982	7672,64	6645,39	756,6
100	5,309	7080,1	6132,77	745,15

Setelan Relai Arus Lebih Penyulang

Untuk setelan relai yang terpasang di penyulang dihitung berdasarkan arus beban maksimum. Untuk relai inverse biasa diset sebesar 1,05 sampai dengan 1,1 x I_{maks} , sedangkan untuk relai definite diset sebesar 1,2 sampai dengan 1,3 x I_{maks} .

Persyaratan lain yang harus dipenuhi yaitu untuk penyetelan waktu minimum dari relai arus lebih (terutama di penyulang tidak lebih kecil dari 0,3 detik). Keputusan ini diambil agar relai tidak sampai trip lagi akibat adanya arus inrush dari trafo-trafo distribusi yang sudah tersambung di jaringan distribusi, pada saat PMT penyulang tersebut di masukan.

Setelan Arus

$I_{beban} = 381,26 \text{ Ampere}$, CT = 400/5A
 $I_{set} \text{ (primer)} = 1,05 \times I_{beban}$
 $= 1,05 \times 381,26 \text{ Ampere}$
 $= 400,32 \text{ Ampere}$

Nilai arus tersebut merupakan nilai setelan pada sisi primer, sedangkan nilai yang akan disetkan pada relai adalah nilai sekundernya. Oleh karena itu dihitung menggunakan nilai rasio trafo arus yang terpasang pada penyulang. Besarnya arus pada sisi sekundernya adalah :

$$I_{set} \text{ (sekunder)} = I_{set} \text{ (primer)} \times \frac{1}{RatioCT} \text{ A}$$

$$= 400,32 \times \frac{5}{400} \text{ A}$$

$$= 5,004 \text{ A}$$

$$\approx 5 \text{ A}$$

Setelan TMS (Time Multiplier Setting)

Arus gangguan yang dipilih untuk menentukan besarnya setting TMS relay OCR sisi penyulang 20 kV transformator tenaga yaitu arus gangguan hubung singkat tiga fasa di 0% panjang penyulang. Waktu kerja paling hilir yang ditetapkan $t = 0,3 \text{ detik}$.

Keputusan ini diambil agar relai tidak sampai trip lagi akibat adanya arus inrush dari trafo-trafo distribusi yang sudah tersambung di jaringan distribusi, pada saat PMT penyulang tersebut di masukan.

Jadi didapat :

$$t = \frac{0,14 \text{ Tms}}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

$$0,3 = \frac{0,14 \text{ Tms}}{\left(\frac{10245,79}{400,32}\right)^{0,02} - 1}$$

$$Tms = 0,144$$

Setelan Relai Arus Lebih Incoming Setelan Arus

Arus nominal trafo pada sisi 20 kV :

$$I_n \text{ (sisi 20 kV)} = \frac{kVA}{kV \cdot \sqrt{3}}$$

$$= \frac{50000}{20 \cdot \sqrt{3}}$$

$$= 1443,38 \text{ Ampere}$$

$$I_{set} \text{ primer} = 1,05 \cdot I_{beban}$$

$$= 1,05 \cdot 1443,38 \text{ Ampere}$$

$$= 1515,55 \text{ Ampere}$$

Nilai setelan pada sisi sekunder :

$$I_{set} \text{ (sekunder)} = I_{set} \text{ (primer)} \times \frac{1}{RatioCT} \text{ A}$$

$$= 1515,55 \times \frac{5}{2000} \text{ A}$$

$$= 3,789 \text{ A}$$

$$\approx 4 \text{ A}$$

Setelan TMS (Time Multiplier Setting) Incoming

$t \text{ incoming} = (0,3+0,4) = 0,7 \text{ detik}$

Jadi didapat :

$$t = \frac{0,14 \text{ Tms}}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

$$0,7 = \frac{0,14 \text{ Tms}}{\left(\frac{10245,79}{1515,55}\right)^{0,02} - 1}$$

$$Tms = 0,195$$

Setelan Relai Gangguan Tanah Penyulang Setelan Arus

Setelan arus gangguan tanah di penyulang diset 10% x arus gangguan tanah terkecil di penyulang tersebut. Hal ini dilakukan untuk menampung tahanan busur.

$$I_{set \text{ primer}} = 0,1 \times 745$$

$$= 74,5 \text{ Ampere}$$

$$I_{set \text{ (sekunder)}} = I_{set \text{ (primer)}} \times \frac{1}{RatioCT} \text{ A}$$

$$= 74,5 \times \frac{5}{400} \text{ A}$$

$$= 0,93 \text{ A}$$

Setelan TMS (Time Multiplier Setting)

$$t = \frac{0,14 Tms}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

$$0,3 = \frac{0,14 Tms}{\left(\frac{793,18}{74,5}\right)^{0,02} - 1}$$

$$Tms = 0,104$$

Setelan Relai Gangguan Tanah Incoming Setelan Arus

Setelan arus relai gangguan tanah di incoming 20 kV harus lebih sensitif, hal ini berfungsi sebagai cadangan bagi relai di penyulang 20 kV dibuat 8% x arus gangguan tanah terkecil.

$$I_{set \text{ primer}} = 0,08 \times 745$$

$$= 59,6 \text{ Ampere}$$

$$I_{set \text{ (sekunder)}} = I_{set \text{ (primer)}} \times \frac{1}{RatioCT} \text{ A}$$

$$= 59,6 \times \frac{5}{2000} \text{ A}$$

$$= 0,149 \text{ A}$$

Setelan TMS (Time Multiplier Setting)

t incoming = (0,3+0,4) = 0,7 detik
Jadi didapat :

$$t = \frac{0,14 Tms}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

$$0,7 = \frac{0,14 Tms}{\left(\frac{793,18}{59,6}\right)^{0,02} - 1}$$

$$Tms = 0,27$$

Tabel 6 Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan 3 Fasa

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (detik)	Selisih Waktu (detik)
0%	0,701	0,301	0,4
25%	0,743	0,311	0,432
50%	0,785	0,322	0,463
75%	0,828	0,331	0,497
100%	0,872	0,341	0,531

Tabel 7 Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan 2 Fasa

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (detik)	Selisih Waktu (detik)
0%	0,759	0,315	0,444
25%	0,808	0,327	0,481
50%	0,822	0,33	0,492
75%	0,91	0,348	0,562
100%	0,963	0,359	0,604

Tabel 8 Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan 1 Fasa ke Tanah

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (detik)	Selisih Waktu (detik)
0%	0,711	0,301	0,410
25%	0,716	0,303	0,413
50%	0,721	0,305	0,416
75%	0,725	0,307	0,418
100%	0,729	0,309	0,420

PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN DENGAN KONDISI EKSTING

Tabel 8 menunjukkan setting relai arus lebih hasil perhitungan dengan kondisi eksisting.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Kondisi eksisting

No	Nama Relay	Data hasil Perhitungan	Data yang terpasang di lapangan
1	OCR (sisi incoming)	TMS = 0,194 Rasio CT = 2000/5 A t = 0,697 detik	TMS = 0,16 Rasio CT = 2000/5 A t = 0,7 detik
2	GFR (sisi incoming)	TMS = 0,27 Rasio CT = 2000/5 A t = 0,709 detik	TMS = 0,26 Rasio CT = 2000/5 A t = 0,69 detik
3	OCR (sisi penyulang)	TMS = 0,164 Rasio CT = 300/5 A t = 0,298 detik	TMS = 0,16 Rasio CT = 300/5 A t = 0,30 detik
4	GFR (sisi penyulang)	TMS = 0,104 Rasio CT = 300/5 A t = 0,299 detik	TMS = 0,19 Rasio CT = 2000/5 A t = 0,29 detik

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa:

1. Besarnya arus gangguan hubung singkat di pengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya, begitu pula sebaliknya.
2. Waktu kerja relai di penyulang lebih cepat di bandingkan dengan waktu terjadi incoming dengan selisih waktu (grading time) rata-rata sebesar 0,4 detik.
3. Dari hasil perhitungan di atas, nampak bahwa data yang ada di lapangan masih dalam kondisi yang sesuai (perbedaannya tidak terlalu jauh), sehingga dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan

setting OCR-GFR yang ada di lapangan masih dalam kondisi baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, 1995
- Hendra Marta Yudha. 2008. *Rele Proteksi – Prinsip dan Aplikasi*. Palembang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Gonen, Turan. 1986. *Electrical Power Distribution System Engineering*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Grigsby, Lenoanrd L. 2006. *Electrical Power Engineering Handbook – Power System Stability and Control*. Boca Raton : Taylor & Francis Group, LLC.
- Tajhono, 2000