

Analisa Penggunaan Recloser Untuk Memproteksi Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi di PT.PLN (Persero) ULP Mariana Gardu Induk Prajin

Ahmad Pauzan¹, Abdul Azis², Irine Kartika Febrianti³

^{1,2,3}Program Studi Universitas PGRI Palembang

ahmadfauzan1996.af@gmail.com¹, azis@univpgri-palembang.ac.id², irenekf@univpgri-palembang.ac.id³

Received 30 Januari 2021 | Revised 11 April 2022 | Accepted 11 April 2022

ABSTRAK

Recloser (Penutup Balik Otomatis/PBO) pada dasarnya adalah pemutus tenaga yang dilengkapi dengan peralatan kontrol. Peralatan ini dapat merasakan arus gangguan dan memerintahkan operasi buka tutup kepada pemutus tenaga. Gangguan hubung singkat sering terjadi pada jaringan distribusi maka diperlukan suatu sistem proteksi untuk memperkecil dampak terjadinya gangguan. Peralatan proteksi yang digunakan pada jaringan menengah adalah OCR (*Over Current Relay*) dan *Recloser*, OCR (*Over Current Relay*) mempunyai peran dalam pengamanan yaitu dengan mendeteksi adanya arus gangguan dan mengintruksikan PMT (Pemutus) untuk membuka.

Kata kunci: Recloser, OCR, Sistem Proteksi, Hubung Singkat

The Recloser (PBO) is basically a power breaker equipped with control equipment. This equipment can sense the fault current and order open-close operation to the power breaker. The distribution network is a means to flow electricity from consumers. Protection equipment used in intermediate networks is OCR (Over Current Relay) and Recloser, OCR (Over Current Relay) has a role in security, namely by detecting the interference current and instructing the PMT (Breaker) to open.

Keywords: Recloser, OCR, Protection System, Short Circuit

I. PENDAHULUAN

Dalam hal ini dikarenakan di daerah Mariana sering terjadi gangguan di SUTM, oleh karena itu PT.PLN Area Jaringan Palembang menggunakan pengamanan arus lebih pada sistem distribusi di sisi tegangan menengah yaitu dengan menggunakan recloser yang diletakkan di wilayah yang rawan terjadi gangguan. Penggunaan recloser ini akan sangat membantu dalam meningkatkan keandalan dalam sistem distribusi.

Tingkat keandalan dalam sistem distribusi dinyatakan dalam bentuk jumlah rata-rata pemutusan akibat gangguan yang sering terjadi, juga ditentukan oleh lamanya waktu pemutusan akibat gangguan tersebut pengembalian pelayanan pada bagian yang tidak terganggu maupun bagian yang terganggu setelah terjadi clearing ataupun setelah gangguan diisolir. Berdasarkan uraian diatas maka dari itu dilakukan penelitian mengenai analisa penggunaan recloser untuk memproteksi arus lebih pada jaringan distribusi di penyulang brokoli.

II. METODE PENELITIAN

A. Menentukan Impedansi Reaktansi Sumber

Untuk menentukan reaktansi sumber di bus sisi sekunder, maka harus ditentukan terlebih dahulu reaktansi sumber di bus sisi primer. Reaktansi sumber di bus sisi primer dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Anderson, 1999):

$$X_S (sisi\ primer) = \frac{kV_p^2(sisi\ primer)}{kV_s^2(sisi\ sekunder)} \tag{1}$$

$$X_S (sisi\ sekunder) = \frac{kV_s^2(sisi\ sekunder)}{kV_p^2(sisi\ primer)} \times X (sisi\ primer) \tag{2}$$

B. Menentukan Reaktansi Transformator

Menentukan nilai ohm pada 100 % atau X_T (100 %) untuk transformator pada sisi sekunder, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X_T (100\%) = \frac{kV_s^2(sisi\ sekunder)}{MVA_T} \tag{3}$$

$$X_{T1} = X_{T2} = Z_T (\%) \times X_T (100\%) \tag{4}$$

C. Menentukan Impedansi Penyulang

Impedansi penyulang urutan positif (Z_{P1}) sama dengan impedansi penyulang urutan negatif (Z_{P2})

$$Z_{P1} = Z_{P2} = Z_{P1} \times l_P = (R_{P1} + jX_{P1}) \times l_P \quad (5)$$

Impedansi penyulang urutan nol (Z_{P0})

$$Z_{P0} = Z_{P0} \times l_P = (R_{P0} + jX_{P0}) \times l_P \quad (6)$$

D. Menentukan Ekuivalen Jaringan

Impedansi penyulang urutan positif (Z_{P1}) sama dengan impedansi penyulang urutan negatif (Z_{P2})

$$Z_{P1} = Z_{P2} = Z_{P1} \times l_P = (R_{P1} + jX_{P1}) \times l_P \quad (7)$$

Impedansi penyulang urutan nol (Z_{P0})

$$Z_{P0} = Z_{P0} \times l_P = (R_{P0} + jX_{P0}) \times l_P \quad (8)$$

E. Menentukan Arus Hubung Singkat 3 Fasa

$$I = \frac{V}{Z} \quad (9)$$

F. Menentukan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa

$$I_{2 \text{ fase}} = \frac{V_{L-L}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} \quad (12)$$

Atau

$$I_{2 \text{ fase}} = \frac{V_{L-L}}{2 \times Z_{1eq}} \quad (13)$$

G. Menentukan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa Ke Tanah

$$I_{1 \text{ fasa ke tanah}} = \frac{3 \times V_{L-N}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}} \quad (14)$$

Atau

$$I_{1 \text{ fasa ke tanah}} = \frac{3 \times \frac{V_{L-L}}{\sqrt{3}}}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}} \quad (15)$$

H. Menentukan Setting Relai Arus Lebih

1) Setting Arus

$$I_{set} (\text{primer}) = 1,1 \times I_{beban} \quad (16)$$

$$I_{set} (\text{sekunder}) = I_{set} (\text{primer}) \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \quad (17)$$

2) Setting Waktu

$$t = \frac{0,14 \times TMS}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1} \quad (18)$$

Atau

$$TMS = \frac{t \times \left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}{0,14} \quad (19)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Impedansi

1) Perhitungan Reaktansi Sumber

Untuk menghitung reaktansi sumber di bus sisi sekunder, maka harus dihitung terlebih dahulu reaktansi sumber di bus sisi primer. Reaktansi sumber di bus sisi primer dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1), yaitu:

$$X_S (150 \text{ kV}) = \frac{kV_P^2 (150 \text{ kV})}{kVA_{SC}}$$

Untuk menghitung reaktansi sumber di bus sisi primer, maka harus dihitung terlebih dahulu arus hubung singkat sisi sekunder ($I_{SC} (20 \text{ kV})$), yaitu:

$$I_{SC} (20 \text{ kV}) = \frac{\sqrt{3} \times kV_S (20 \text{ kV}) \times Z_T}{30.000}$$

$$I_{SC} (20 \text{ kV}) = \frac{\sqrt{3} \times 20 \times \frac{12,5}{100}}{30.000} = 6,9282 \text{ kA}$$

Kemudian menghitung daya hubung singkat di bus sisi primer (kVA_{sc}), yaitu:

$$kVA_{sc} = \sqrt{3} \times kV_P(150 \text{ kV}) \times I_{sc}(20 \text{ kV})$$

$$kVA_{sc} = \sqrt{3} \times 150 \times 6,9282 = 1,799 \text{ kVA}$$

Maka reaktansi sumber di bus sisi primer dapat ditentukan, yaitu:

$$X_S(150 \text{ kV}) = \frac{kV_P^2(150 \text{ kV})}{1,799}$$

$$X_S(150 \text{ kV}) = \frac{150^2}{1,799} = 12,5 \Omega$$

Kemudian impedansi tersebut harus dikonversikan dulu ke sisi sekunder (20 kV), dengan menggunakan persamaan (2), yaitu:

$$X_S(20 \text{ kV}) = \frac{kV_S^2(20 \text{ kV})}{kV_P^2(150 \text{ kV})} \times X_S(150 \text{ kV})$$

$$X_S(20 \text{ kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times 12,5 = 0,22 \Omega$$

2) Perhitungan Reaktansi Transformator

Besarnya impedansi Transformator 1, 30 MVA 150/20 kV PT PLN (Persero) Gardu Induk Prajin adalah 12,5 %, agar dapat mengetahui besarnya nilai impedansi transformator urutan positif, urutan negatif dan urutan nol, maka harus dihitung terlebih dahulu nilai X_T (100 %) dengan menggunakan persamaan (3), yaitu:

$$X_T(100 \%) = \frac{kV_S^2(20 \text{ kV})}{20^2} \times \frac{30}{100}$$

$$X_T(100 \%) = \frac{20^2}{30} = 13,33 \Omega$$

Maka nilai reaktansi transformator urutan positif dan urutan negatif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4), yaitu:

$$X_{T1} = X_{T2} = Z_T(\%) \times X_T(100 \%)$$

$$X_{T1} = X_{T2} = \frac{12,5}{100} \times 13,33 = 1,6 \Omega$$

Transformator 1, 30 MVA 150/20 kV mempunyai hubungan YNyn0 yang artinya, dalam transformator tersebut tidak terdapat belitan delta didalamnya sehingga diambil nilai reaktansi urutan nol sebesar:

$$X_{T0} = 30 \times X_{T1} = 30 \times 1,6 = 48 \Omega$$

3) Perhitungan Impedansi Penyulang

Penyulang Brokoli menggunakan jenis penghantar, yaitu SUTM dengan diameter 240 mm² dan panjang jaringan 189,388 km. Impedansi penyulang urutan positif (Z_{P1}) dan urutan negatif (Z_{P2}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5), yaitu:

$$Z_{P1} = Z_{P2} = Z_P \times l_P = (R_{P1} + jX_{P1}) \times l_P$$

$$Z_{P1}(100\%) = Z_{P2}(100\%) = 100 \% \times Z_{P1} = 100 \% \times 5,507 \times (0,1250 + j 0,0970) = 23,673 + j 18,370 \Omega$$

Kemudian impedansi penyulang urutan nol (Z_{P0}) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (6), yaitu:

$$Z_{P0} = Z_{P0} \times l_P = (R_{P0} + jX_{P0}) \times l_P$$

$$Z_{P0}(100\%) = 100 \% \times Z_{P0} = 100 \% \times 189,388 \times (0,2750 + j 0,0290) = 52,0817 + j 5,4922 \Omega$$

B. Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

1) Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa

Setelah mendapatkan nilai dari impedansi ekivalen sesuai lokasi gangguan. Selanjutnya perhitungan arus gangguan hubung singkat dapat di hitung.

Arus gangguan hubung singkat 3 fase sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (11), yaitu:

$$I_{3 \text{ fase}} = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}}$$

$$I_{3 \text{ fase}}(0\%) = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}(0\%)} = \frac{20,000}{1,82 \angle 0,0000^\circ} = 6.344,5084 \angle 0,0000^\circ \text{ A}$$

2) Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fase

Arus gangguan hubung singkat 2 fase sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (13), yaitu:

$$I_{2 \text{ fase}} = \frac{V_{L-L}}{2 \times Z_{1eq}}$$

$$I_{2 \text{ fase}} (0\%) = \frac{V_{L-L}}{2 \times Z_{1eq}(0\%)} = \frac{20.000}{2 \times 1.82 \angle 0,0000^\circ} = 5.494,5054 \angle 0,0000^\circ A$$

3) Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fase Ke Tanah

Arus gangguan hubung singkat 1 fase ke tanah sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (15), yaitu:

$$I_{1 \text{ fasa ke tanah}} = \frac{3 \times \frac{V_{L-L}}{\sqrt{3}}}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}}$$

$$I_{1 \text{ fasa ke tanah}} (0\%) = \frac{3 \times \frac{20.000}{\sqrt{3}}}{2 \times Z_{1eq}(0\%) + Z_{0eq}(0\%)} = \frac{34.641,0162}{2 \times (j 1.82) + 40 + j 48}$$

$$= \frac{34.641,0162}{65.3199 \angle 0,0000^\circ} = 530.3286 \angle 0,0000^\circ A$$

C. Menghitung Setting Recloser dan OCR (Over Current Relay)

1) Perhitungan Setting Arus dan Recloser.

Setting Arus

$$I_{beban} = 200 A$$

$$Rasio CT = 300/1 A$$

Maka setting arus untuk relai arus lebih, pada sisi primer adalah:

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times I_{beban}$$

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times 200 = 240 A$$

Maka setting arus untuk relai arus lebih, Pada sisi sekunder adalah:

$$I_{set} (sekunder) = I_{set} (primer) \times \frac{1}{Ratio CT}$$

$$I_{set} (sekunder) = 240 \times \frac{1}{\frac{300}{1}} = 240 \times \frac{1}{300} = 0.8 A$$

Setelan Waktu Kerja atau *Time Multiplier Setting* (TMS)

Setelah diketahui nilai ketetapan t = 0,3 detik, maka nilai TMS dapat diketahui yaitu:

$$TMS = \frac{t \times ((\frac{I_{fault}}{I_{set}})^{0,02} - 1)}{0,14} = \frac{t \times ((\frac{I_{3 \text{ fase}}(0\%)}{I_{set} (primer)})^{0,02} - 1)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,3 \times ((\frac{6.344,5084}{240})^{0,02} - 1)}{0,14} = \frac{0,3 \times ((26.4354)^{0,02} - 1)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,3 \times (0,0676)^{0,14}}{0,14} = 0,1448 \text{ detik}$$

Pemeriksaan waktu kerja recloser

$$t = \frac{0,14 \times TMS}{(\frac{I_{fault}}{I_{set}})^{0,02} - 1}$$

$$= \frac{0,14 \times 0,1448}{(\frac{6.344,5084}{240})^{0,02} - 1} = 0,2988 \text{ detik}$$

D. Menghitung Setting OCR (Over Current Relay)

1) Menentukan waktu kerja Relai Arus Lebih OCR Di Sisi Outgoing

Berbeda dengan sisi penyulang, pada sisi *outgoing* 20 kV diperlukan nilai arus nominal dalam menentukan setting relainya. Dari data yang diperoleh dapat diketahui bahwa:

Kapasitas transformator	: 30 MVA
Tegangan transformator	: 150/20 kV
Impedansi	: 12,5%
CT/Rasio	: 400/1 A

Setelan Arus, maka arus nominal transformator pada sisi 20 kV adalah:

$$I_{nominal} (20 \text{ kV}) = \frac{kVA_T}{\sqrt{3} V_{I-L}}$$

$$I_{nominal} (20 \text{ kV}) = \frac{30.000}{\sqrt{3} \times 20} = 866,0258 \text{ A}$$

Maka *setting* arus untuk relai arus lebih, pada sisi primer adalah:

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times I_{nominal} (20 \text{ kV})$$

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times 866,0258 = 1039.2309 \text{ A}$$

Maka *setting* arus untuk relai arus lebih, pada sisi sekunder adalah:

$$I_{set} (sekunder) = I_{set} (primer) \times \frac{1}{Ratio \text{ CT}}$$

$$I_{set} (sekunder) = 1039.2309 \times \frac{1}{400} = 1039,2309 \times \frac{1}{400} = 2.5980 \text{ A}$$

Setting Waktu Kerja atau *Time Multiplier Setting (TMS)*

Setelah diketahui nilai ketetapan $t = 0,7$ detik, maka nilai TMS dapat diketahui yaitu:

$$TMS = \frac{t \times \left(\left(\frac{I_{fault}^{0,02}}{I_{set}} \right)^{-1} - 1 \right)}{0,14} = \frac{t \times \left(\left(\frac{I_3 \text{ fase (0\%)}}{I_{set} (primer)} \right)^{-1} - 1 \right)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,7 \times \left(\left(\frac{6.344,5084}{1039.2309} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = \frac{0,7 \times \left((6,1050)^{0,02} - 1 \right)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,7 \times (0,0368)}{0,14} = 0,184 \text{ detik}$$

Pemeriksaan waktu kerja OCR *outgoing*

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

$$= \frac{0,14 \times 0,184}{\left(\frac{6.344,5084}{1039.2309} \right)^{0,02} - 1} = 0,6983 \text{ detik}$$

2) Menentukan waktu kerja Relai Arus Lebih OCR Di Sisi *incoming*

Setting Arus

$$I_{beban} = 600$$

$$CT/rasio = 2000 : 1$$

Maka *setting* arus untuk relai gangguan sisi *incoming*, pada sisi primer adalah

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times I_{beban}$$

$$I_{set} (primer) = 1,2 \times 600 = 720 \text{ A}$$

Maka *setting* arus untuk relai gangguan sisi *incoming*, pada sisi sekunder adalah:

$$I_{set} (sekunder) = I_{set} (primer) \times \frac{1}{Ratio \text{ CT}}$$

$$I_{set} (sekunder) = 720 \times \frac{1}{2000} = 720 \times \frac{1}{2000} = 0,36 \text{ A}$$

Setelan Waktu Kerja atau *Time Multiplier Setting (TMS)*

Setelah diketahui nilai ketetapan $t = 0,9$ detik, maka nilai TMS dapat diketahui yaitu:

$$TMS = \frac{t \times \left(\left(\frac{I_{fault}^{0,02}}{I_{set}} \right)^{-1} - 1 \right)}{0,14} = \frac{t \times \left(\left(\frac{I_3 \text{ fase (0\%)}}{I_{set} (primer)} \right)^{-1} - 1 \right)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,9 \times \left(\left(\frac{6.344,5084}{720} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = \frac{0,9 \times \left((8.8118)^{0,02} - 1 \right)}{0,14}$$

$$TMS = \frac{0,7 \times (0,0444)}{0,14} = 0,222 \text{ detik}$$

Menentukan waktu kerja OCR *incoming*

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

$$= \frac{0,14 \times 0,222}{\left(\frac{6.344,5084}{720}\right)^{0,02} - 1} = 0,6981 \text{ detik}$$

E. Analisa Hasil Perhitungan

1) Arus Gangguan Hubung Singkat

Arus gangguan hubung singkat dalam sistem distribusi tenaga listrik dikelompokkan menjadi tiga yaitu antara lain: arus gangguan hubung singkat 3 fase, arus gangguan hubung singkat 2 fase dan arus gangguan hubung singkat 1 fase ke tanah. Untuk perhitungan arus gangguan hubung singkat dilakukan disepanjang panjang jaringan dan diasumsikan titik-titik atau lokasi gangguan hubung singkat yang terjadi adalah pada lokasi 0 %, 25 %, 50 %, 75 % dan 100 % dari panjang jaringan. Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat pada Penyulang Brokoli Gardu Induk Prajin.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang Brokoli Gardu Induk Prajin

Lokasi Gangguan (%)	Panjang Jaringan (Km)	I _{3 fase} (A)	I _{2 fase} (A)	I _{1 fase} (A)
0	0,0000	6.344,5084	5.494,5054	530,3286
25	47,347	1.323,2570	1.145,9741	385,4946
50	94,694	0.714.4628	0.618,7429	299,9035
75	142,041	0.488,6028	0.423,1425	244,5359
100	189,388	0.271,1264	0.321,4049	206,0940

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fase, 2 fase dan 1 fase tanah pada Penyulang Brokoli Gardu Induk Prajin, dan dapat diketahui bahwa apabila ditinjau dari gangguan terhadap fasa, arus gangguan hubung singkat 3 fase lebih besar daripada arus gangguan hubung singkat 2 fasa dan arus gangguan hubung singkat 1 fase tanah. Begitu pula arus gangguan hubung singkat 2 fasa lebih besar daripada arus gangguan hubung singkat 1 fase tanah. Selain itu besarnya arus gangguan hubung singkat berbanding terbalik dengan jarak titik gangguan atau panjang jaringan, dimana semakin jauh jarak titik gangguan maka akan semakin kecil pula nilai arus gangguan hubung singkatnya.

1. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat 3 fase pada lokasi gangguan 0 % atau jarak 0 km, maka arus gangguan hubung singkatnya adalah sebesar 6.344,5084 A. Kemudian pada lokasi gangguan 50 % atau jarak 94,694 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil menjadi 0,714.4628 A. Pada lokasi gangguan 100 % atau jarak 189,388 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil akan terus mengecil menjadi 0.371,1264 A
2. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat 2 fase pada lokasi gangguan 0 % atau jarak 0 km, maka arus gangguan hubung singkatnya adalah sebesar 5.494,5054 A. Kemudian pada lokasi gangguan 50 % atau jarak 94,694 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil menjadi 0,618.7429 A. Pada lokasi gangguan 100 % atau jarak 189,388 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil akan terus mengecil menjadi 0.321,4049 A
3. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat 1 fase ke tanah pada lokasi gangguan 0 % atau jarak 0 km, maka arus gangguan hubung singkatnya adalah sebesar 530,3286 A. Kemudian pada lokasi gangguan 50 % atau jarak 94,694 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil menjadi 299,9035 A. Pada lokasi gangguan 100 % atau jarak 189,388 km, maka arus gangguan hubung singkat mengecil akan terus mengecil menjadi 206,0940 A.

2) Setting Relai Arus Lebih OCR Dan Recloser

Besarnya nilai *setting* rele di sisi penyulang ditentukan oleh arus beban maksimum serta rasio pada penyulang. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan *setting* relai arus lebih (OCR) dan recloser di sisi Penyulang Brokoli Gardu Induk Prajin.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Setting OCR dan Recloser Di Penyulang Brokoli Gardu Induk Prajin Relay Incoming

Relay Incoming	Setting OCR dan Recloser	
Recloser	TMS	0,1448 detik
	Rasio CT	300/1
	T	0,7000 detik
	I _{set} (primer)	240 A
	I _{set} (sekunder)	0,8 A
OCR Outgoing	TMS	0,184 detik
	Rasio CT	400/1
	T	0,7000 detik
	I _{set} (primer)	1039.2309 A
	I _{set} (sekunder)	2.5980 A
OCR Incoming	TMS	0,222 detik
	Rasio CT	2000/1
	T	0,9000 detik
	I _{set} (primer)	720 A
	I _{set} (sekunder)	0,36 A

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan waktu kerja pada tabel 2 menunjukkan bahwasanya waktu (t) kerja recloser dalam pengaturannya paling dibandingkan dengan waktu kerja OCR (Over Current Relay) incoming maupun outgoing, karena mempertimbangkan zona recloser yang berada hilir saluran. Kinerja recloser membantu dalam membatasi luasan wilayah terjadinya gangguan diwilayahnya agar wilayah yang tidak terjadi gangguan tetap dengan kondisi normal. Analisa dari hasil perhitungan waktu kerja OCR dan Recloser dengan perbandingan titik gangguan yaitu pada hulu dan hilir dari pemasangan kedua rele. Hasil nilai waktu kerja yang berbeda dipengaruhi oleh adanya impedansi saluran, semakin jauh dari titik hulu maka nilai waktu kerja rele akan semakin lama, begitu juga sebaliknya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1) Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul Analisa Penggunaan Recloser untuk Memproteksi Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kv di PT.PLN (Persero) ULP Mariana Gardu Induk Prajin dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Arus gangguan hubung singkat semakin jauh Panjang penyulang semakin kecil arus gangguan hubung singkat, begitu juga sebaliknya.
2. Ada enam penyulang yang terdapat di trafo daya satu, 3 diantaranya memiliki recloser dan 3 tidak memiliki recloser.
3. Fungsi recloser terhadap gangguan adalah memisahkan lokasi dari gangguan secara cepat dan akurat serta memperkecil pemadaman.

2) Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan lebih lanjut penelitian ini adalah :

1. Perlu adanya pengecekan secara berkala pada peralatan proteksi yang terpasang di saluran untuk menghindari kegagalan operasi pada sistem proteksi bila terjadi gangguan, mengingat pasokan tenaga listrik ke konsumen sangat penting sehingga daerah pemadaman tidak menjadi lebih luas.
2. Untuk mendapatkan pengaman yang lebih bagus, perlu dilakukan analisis untuk semua jenis pengaman yang terdapat di jaringan 20 kv, diantaranya Sectionalizer (SSO), Load Break Switch (LBS), dan pengaman lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, P.M. 1999. *Power System Protection*. USA: IEEE Press Power Engineering Series, John Wiley & Sons, Inc.
- Firdausi, M., Purnomo, H., Utomo, T. 2013. *Analisa Koordinasi Rele Arus Lebih Dan Penutup Balik Otomatis (Recloser) Pada Penyulang Junjero 20 kv Gardu Induk Sengkaling Akibat Gangguan Arus Hubung Singkat*. Jurnal Sains dan Teknologi.
- Gers, Juan M. and Edward J. Holmes. 2004. *Protection of Electricity Distribution Networks*. 2nd Edition. London: The Institution of Electrical Engineers.

- Gonen, Turan. 2008. *Electric Power Distribution System Engineering*. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group
- Herwin Bono, K. 2005. *Analisa Penggunaan Recloser 3 Fasa 20 kv Untuk Pengaman Arus Lebih Pada SUTM 20 kv Sistem 3 Fasa 4 Kawat Di PT. PLN (Persero) APJ Semarang*. Jurnal Sains dan Teknologi.
- Hewitson Leslie, Mark Brown, Ramesh Balakrishnan. 2004. *Practical Power System Protection*. 1st Edition. Netherlands: Newnes Publications.
- Hidayat, Ade Wahyu., Herri Gusmedi, Lukmanul Hakim, Dikpride Despa. 2013. *Analisa Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung*. Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Volume 7, No. 3, September 2013, hlm. 108-115, ISSN: 2549-3442. Diterbitkan oleh: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, URL: <http://electrician.unila.ac.id>
- Maidien, W. 2008. *Penggunaan Recloser Dalam Mengamankan Gangguan Hubung Singkat Di Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)*. Jurnal Sains dan Teknologi.
- Pahiyanti, Novi Gusti., dan Sigit Sukmajati. 2015. *Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Lenguh (SKTM) Dan Penyulang Aum (SUTM)*. Jurnal Energi dan Kelistrikan, Volume 7 No. 2, Juni - Desember 2015, hlm. 108-115, P-ISSN: 1978-9262, e-ISSN: 2655-5018. Diterbitkan oleh: Sekolah Tinggi Teknik PLN, URL: <https://stt-pln.e-journal.id>
- PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali. 2005. *Modul Pelatihan Pengaman Transformator*. Jakarta: Badan Penerbit PLN.
- PT PLN (Persero) P3B Jawa Bali. 2005. *Modul Pelatihan Relai OCR*. Jakarta: Badan Penerbit PLN.
- PT PLN (Persero). 2005. *Perhitungan Setting Relai Proteksi Trafo Tenaga*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Pelatihan PLN.
- PT PLN (Persero). SPLN 64: 1985. *Petunjuk Pemilihan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*. Jakarta: PT PLN.
- Silaban, A. 2009. *Studi Tentang Penggunaan Recloser Pada Jaringan Distribusi 20 kv*. Jurnal Sains dan Teknologi.