

# ANALISIS PENEMPATAN, SETTING DAN KINERJA *RECLOSER* DAN *FUSE CUT OUT* PADA PENYULANG PEDAN 6 PT PLN (PERSERO) AREA KLATEN

Wahyu Nugroho, Ramadoni Syahputera, Slamet Suropto

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasian Bantul, Yogyakarta 55183, Telp: 0274-387656 Fax. 0274387646  
Email: [Wahyu\\_nugraha29@yahoo.co.id](mailto:Wahyu_nugraha29@yahoo.co.id)

---

*The reliability of protection devices in an electrical distribution network is needed, especially placement, setting and coordination purposes for recloser in FCO. These three points will affect the level of reliability of a network. Recloser and FCO placement can be determined by calculating the SAIDI, SAIFI and Fitness values in the Distribution Transformer and FCO. The biggest Fitness value is the right location for placement of recloser and FCO in a network. The setting and selection of rrating on the recloser and the FCO can be calculated using a formula in accordance with the SPLN provisions. The setting in the recloser focus on the OCR and GFR relay setting where the setting include ( $I_{o>}$ ,  $I_{o>>}$  Instant moment, TMS and  $t$  Working time), while the selection of the FCO rrating is determined based on the nominal current of the transformer that overload the FCO. After doing the calculations, it is necessary to do a simulation and see the recloser and FCO working chart using the Etap 12.6.0 application. By paying attention to the placement, setting, rrating and simulation with software, the coordination between the protective devices can work well if there is interference in the form of short-circuit current and the reliability of the network is also ensured good.*

**Keywords:** Placement, SAIDI, SAIFI, FITNESS, Setting, Rrating, Recloser, FCO and Simulation.

## I. PENDAHULUAN

Tersebar nya Pelanggan atau pengguna listrik milik PLN terus mengalami peningkatan. Karena hal tersebut pihak PLN didorong untuk terus meningkatkan pelayanan yang lebih baik terutama dalam hal kehandalan. Dalam mendukung terciptanya kehandalan sistem Kelistrikan yang baik di perlukan peralatan yang baik pula mulai dari rating kapasitas yang diperlukan, Seting waktu yang diperlukan, Jumlah peralatan yang digunakan, Serta Penempatan Peralatan

Pemadaman yang terlalu sering dan waktu yang lama akan menyebabkan

tersebut. Gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 kV adalah gangguan hubung singkat yang biasanya disebabkan karena tertimpa pohon, gangguan hewan, gangguan dari alam, bahkan dari manusia. Gangguan pada jaringan memang tidak dapat di hilangkan namun dapat diminimalisir dengan peralatan proteksi jaringan, Oleh sebab itu Penempatan, kapasitas alat, Koordinasi alat proteksi perlu dilakukan analisis serta pengujian secara berkala. Pada jaringan distribusi 20 kV memiliki alat proteksi FCO, *Recloser* dan PMT. kerugian yang besar mulai dari perumahan yang menggunakan fasilitas listrik,

kegiatan sekolah, bahkan yang lebih buruk kerugian di sektor Industri yang tidak mampu melakukan produksi dll. Dengan hal tersebut, dalam laporan Tugas Akhir ini penulis akan melakukan Analisis kehandalan Koordinasi *Recloser* dan *fuse cut out* pada jaringan listrik menengah di penyulang Pedan 6 Klaten (PDN 6).

## II. TEORI PENDUKUNG

### 1. Kontinuitas dan Keandalan

Kontinuitas pelayanan merupakan salah satu unsur dari mutu pelayanan yang nilainya akan tergantung kepada jenis sarana penyalurannya dan sarana peralatan pengaman yang dipilihnya. Tingkat kontinuitas pelayanan dari peralatan penyalur tenaga listrik disusun berdasarkan lamanya upaya untuk pemulihan suplai tenaga listrik ke konsumen setelah mengalami pemutusan.

Indeks keandalan yang dimaksud adalah indeks yang berorientasi pelanggan seperti *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *Fitness*. SAIFI adalah rata-rata kali padam per pelanggan per satuan waktu ( bulan atau tahun ).

$$SAIFI = \frac{\sum \lambda_i N_i}{\sum N_i}$$

Adalah :  $\lambda_i$  = frekuensi padam,  $N_i$  = jumlah pelanggan yang disuplai pada titik beban  $i$ .

SAIDI yaitu lama padam listrik yang dialami oleh pelanggan per satuan waktu ( per bulan atau per tahun)

$$SAIDI = \frac{\sum U_i N_i}{\sum N_i}$$

Adalah :  $U_i$  = waktu padam pelanggan dalam satuan waktu (perbulan atau pertahun).

### 2. Penutup Balik Otomatis (PBO) / *Recloser*

*Recloser* adalah rangkaian listrik yang terdiri pemutus tenaga yang dilengkapi kotak kontrol elektronik (*Electronic Control Box*) *recloser*, yaitu suatu peralatan elektronik sebagai kelengkapan *recloser* dimana peralatan ini tidak berhubungan dengan tegangan menengah dan pada peralatan ini *recloser* dapat dikendalikan cara pelepasannya.

Alat pengaman ini bekerja secara otomatis guna mengamankan suatu sistem dari arus lebih yang diakibatkan adanya gangguan hubung singkat. Cara bekerjanya adalah untuk menutup balik dan membuka secara otomatis yang dapat diatur selang waktunya, dimana pada sebuah gangguan temporer, *recloser* tidak membuka tetap (lock out), kemudian *recloser* akan menutup kembali setelah gangguan itu hilang. Apabila gangguan bersifat permanen, maka setelah membuka atau menutup balik sebanyak *setting* yang telah ditentukan kemudian *recloser* akan membuka tetap (lock out).

### 3. Pengaman Lebur (PL) / *Fuse Cut Out* (FCO)

Pengaman Lebur atau FCO merupakan sebuah alat pemutus rangkaian listrik yang berbeban pada jaringan distribusi yang bekerja dengan cara meleburkan bagian dari komponennya (*fuse link*) yang telah dirancang khusus dan disesuaikan ukurannya. FCO berfungsi untuk melindungi jaringan terhadap arus beban lebih (*over load current*) yang mengalir melebihi dari batas maksimum, yang disebabkan karena hubung singkat (*short circuit*) atau beban lebih (*over load*).

$$I_{\text{nominal trafo}} = \frac{\text{kVA}}{\text{kV} / \sqrt{3}}$$

$I_{\text{rating fuse}} =$

$I_{\text{nominal trafo}} \times \text{Inrush current}$

Keterangan:

$I_{\text{nominal trafo}}$  = Arus nominal trafo (A)

kVA = Kapasitas trafo (kVA).

kV = Tegangan sistem (kV).

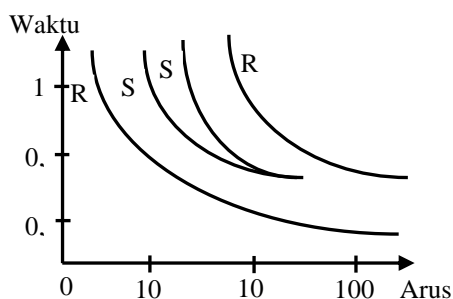
$I_{\text{rating fuse}}$  = Arus nominal fuse (A)

$\text{Inrush current} = \text{Inrush current trafo}$

(ampere).

#### 4. Koordinasi Recloser dan Fuse Cut Out

Dalam jaringan distribusi, khususnya saluran udara sering digunakan *recloser* dan *fuse cut out* bersama-sama untuk keperluan pengamanan. *Recloser* digerakan oleh relai dengan karakteristik tertentu, sedangkan *fuse* mempunyai karakteristik sendiri. Oleh karenanya perlu koordinasi antara kedua alat ini.



Gambar 1. Koordinasi *Recloser* dan FCO

Keterangan:

R1= Kurva relai arus lebih sewaktu *recloser* trip pertama kali.

R2= Kurva relai arus lebih sewaktu *recloser* trip kedua kali.

S1= Kurva waktu minimum dari *fuse*.

S2= Kurva waktu maksimum dari *fuse*.

#### 5. Simulasi Dengan Aplikasi Etap

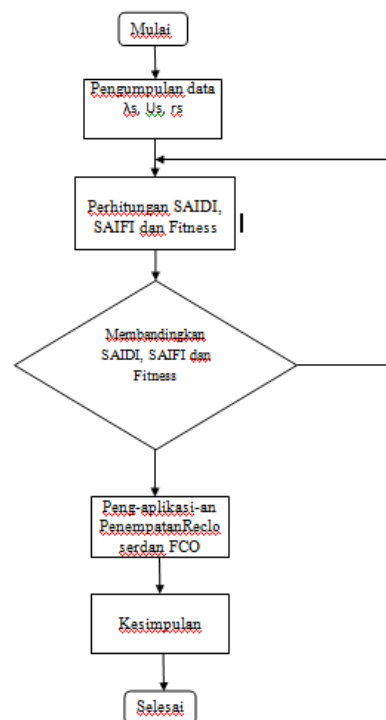
Etap (*Electric Transient Analysis Program*) Merupakan software (Perangkat

Lunak) yang digunakan suatu sistem tenaga listrik. Aplikasi Etap digunakan untuk keperluan simulasi tenaga listrik antara lain: Analisa aliran daya (*Load Flow Analysis*), Analisa Hubung singkat (*Short Circuit Analysis*), *Motor Starting*, *Arc Flash Analysis*, *Harmonics Power System*, Analisa Kestabilan Transien (*Transient Stability Analysis*) dan Analisa Koordinasi Alat Proteksi.

### III. METODE PENELITIAN

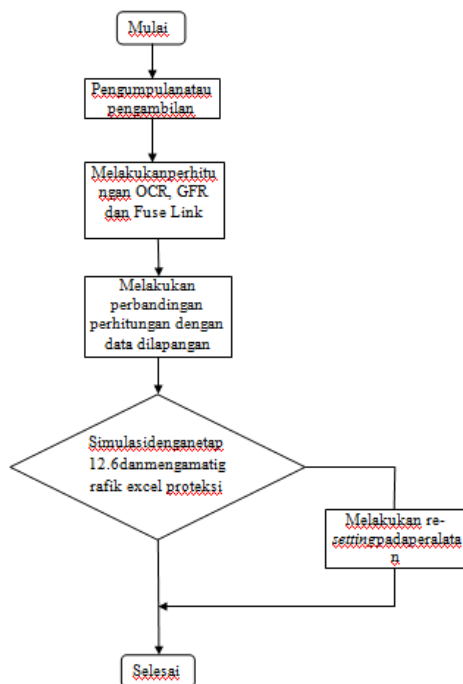
Adapun proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk diagram alir pada Gambar berikut:

Flowchart Penelitian Penempatan *Recloser* dan FCO disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Flow Chart Penempatan *Recloser* dan FCO

Flowchart Penelitian *Setting* OCR, GFR *Recloser* dan Rating FCO disajikan pada Gambar sebagai berikut:



Gambar 3. Flowchart Setting Recloser dan FCO

#### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### 1. Analisis Perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness

No	No. Pole	Jumlah Pelanggan	Jumlah Daya (KVA)	Jumlah Padam	Waktu Padam
1	K1-24/16	25	23.48	2	5,47
14	PDN6-60	27	24.70	2	3.41
17	K1-6/3	7	7.31	2	3.41

Tabel 1. Data Penelitian Trafo

a. Trafo 1 (50 KVA) 1 Fasa

$$SAIFI = \frac{2 \times 25}{2873} = 0,0174$$

$$SAIDI = \frac{5,47 \times 25}{2873} = 0,0476$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,0174 \times 0,0476} = 1207,185$$

b. Trafo 14 (50 KVA) 1 Fasa

$$SAIFI = \frac{2 \times 27}{2873} = 0,01879$$

$$SAIDI = \frac{3,41 \times 27}{2873} = 0,0320$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,01879 \times 0,0320} = 1660.195$$

c. Trafo 17 (50 KVA) 1 Fasa

$$SAIFI = \frac{2 \times 7}{2873} = 0,0048$$

$$SAIDI = \frac{5,6 \times 7}{2873} = 0,0083$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,0048 \times 0,0083} = 24699.649$$

NO.	No. Pole	SAIFI	SAIDI	FITNESS
1	K1-24/16	0.0174034	0.0476	1207.185229
14	PDN6-60	0.0187957	0.0320	1660.195946
17	K1-6/3	0.0048730	0.0083	24699.64989

Tabel 2. Hasil Perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness Trafo

Pada pengamatan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai Fitness tertinggi berada pada sekitar trafo 16, sebelumnya *recloser* berada pada titik sekitar trafo 15, dengan dasar data dibawah maka *recloser* sudah berada diposisi yang tepat atau dapat digeser kebelakang sedikit.

Perhitungan SAIFI, SAIDI dan Fitness pada *fuse cut out* diperlukan beberapa data yaitu jumlah pelanggan yang ditampung pada *fuse cut out* tersebut total jumlah keseluruhan pelanggan seluruh jaringan, jumlah kegagalan per tahun serta durasi lama waktunya padam

No	No. Pole	Jumlah Pelanggan	Jumlah Daya (KVA)	Jumlah Padam	Waktu Padam
1	K1-13/1	67	65.28	1	0.5
3	K1-18/5	102	96.31	1	0.83
7	K1-71/1	100	196.71	1	0.83

Tabel 3. Data Penelitian FCO

a. FCO 1 (Memproteksi Trafo 2,3 dan 4)

$$SAIFI = \frac{1 \times 67}{2873} = 0,0233$$

$$SAIDI = \frac{0,5 \times 67}{2873} = 0,01221$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,02442 \times 0,01221} = 3353,666$$

b. FCO 3 (Memproteksi Trafo 10, 11, 12 dan 13)

$$SAIFI = \frac{1 \times 102}{2873} = 0,0355$$

$$SAIDI = \frac{0,83 \times 102}{2873} = 0,0294$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,0355 \times 0,0294} = 955,857$$

c. FCO 7 (Memproteksi Trafo 30, 31, 32, 33, 34 dan 35)

$$SAIFI = \frac{1 \times 100}{2873} = 0,0348$$

$$SAIDI = \frac{0,83 \times 100}{2873} = 0,0288$$

$$FITNESS = \frac{1}{0,0348 \times 0,0288} = 994,473$$

Dari Perhitungan nilai SAIFI, SAIDI dan Fitness diatas dapat disimpulkan bahwa dimana nilai Fitness tertinggi perlu dilakukan penanganan proteksi yang lebih baik. Dengan kapasitas beban trafo yang kecil masih terdapat gangguan yang gagal ditangani, oleh sebab itu keandalan jaringan perlu dilakukan peningkatan.

## 2. ANALISIS SETTING RECLOSER

### 2.3 Spesifikasi Trafo

Daya Pengenal : 60 MVA  
Tegangan Pengenal : 150/20 kV  
Tegangan Impedansi % : 12,32  
MVAsc : 8371

### 2.2 Spesifikasi Penyulang Pedan 6

Penghantar yang digunakan berjenis AAAC, panjang jaringan utama (240 mm<sup>2</sup>) 29,1 km dan panjang saluran

cabang (70 mm<sup>2</sup>) 12,71 km dengan jenis kawat.

Berdasarkan SPLN 1985:64 penghantar tersebut memiliki imedansi 240 mm<sup>2</sup> Dan 70 mm<sup>2</sup> sebagai berikut:

Urutan	R (ohm)	jX (ohm)
Z <sub>P1</sub> =Z <sub>P2</sub>	9,767808	13,67685
Z <sub>P0</sub>	22,291911	42,448566

Tabel 4. Perhitungan Impedansi saluran

### 2.3 Menghitung Impedansi Sumber

$$X_{sc1} = \frac{kV_1^2}{MVA_{sc}}$$

$$X_{sc1} = \frac{150^2}{8371}$$

$$X_{sc1} = j 2,68 \Omega$$

$$X_{sc2} = \frac{kV_2^2}{kV_1^2} \times X_{sc1}$$

$$X_{sc2} = \frac{20^2}{150^2} \times j 2,68$$

$$X_{sc2} = j 0,047 \Omega$$

### 2.4 Menghitung Impedansi Trafo

$$X_{T1} = X_{T2} = \frac{kV^2}{MVA} \times \%$$

$$X_{T1} = X_{T2} = \frac{20^2}{60} \times 12,32\%$$

$$X_{T1} = X_{T2} = j 0,82 \Omega$$

$$X_{T0} = 3 \times X_{T1}$$

$$X_{T0} = 3 \times j 0,82$$

$$X_{T0} = j 2,46 \Omega$$

### 2.5 Menghitung Impedansi

#### Equivalen

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = X_{sc2} + X_{T1} + Z_{P1}$$

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = j 0,047 + j 0,8$$

$$+ 9,767808 + j 13,67685$$

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = (9,767808 + j 14,5455) \Omega$$

$$= \sqrt{9,767808^2 + 14,5455^2} = 17,52089 \Omega$$

$$Z_{0eq} = X_{T0} + 3R_n + Z_{P0}$$

$$Z_{0eq} = j 2,46 + 0 + 22,291911$$

$$+ j 42,448566$$

$$Z_{0eq} = (22,291911 + j 44,908566)\Omega$$

$$Z_{0eq} = \sqrt{(22,291911)^2 + (44,908566)^2}$$

$$Z_{0eq} = 50,13689 \Omega$$

## 2.6 Menghitung Arus Hubung

### Singkat

$$I_{f3\phi} = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}}$$

$$I_{f3\phi} = \frac{20000/\sqrt{3}}{17,52089}$$

$$I_{f3\phi} = 659,8234 A$$

$$I_{f2\phi} = \frac{V_{L-L}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}}$$

$$I_{f2\phi} = \frac{20000}{17,52089 + 17,52089}$$

$$I_{f2\phi} = 570,776 A$$

$$I_{f1\phi-G} = \frac{3V_{L-N}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}}$$

$$I_{f1\phi-G} = \frac{3 \times 20000}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{3 \times 20000}{17,52089 + 17,52089 + 50,13689}$$

$$I_{f1\phi-G} = 407,1813 A$$

## 2.7 Menghitung Setting OCR

### Recloser PDN6-85

a. OCR ( $I_{o>>}$ ) Recloser PDN6-85

I Nominal 330 ampere

CT = 400 : 1

$I_{Set Primer} = 1,2 \times I$  beban

$I_{Set Primer} = 1,2 \times 330 A$

$I_{Set Primer} = 396$  Ampere (Maka diambil nilai 400 A)

$I_{Set Sekunder} = I_{Set Primer} \times \text{Rasio CT}$

$$I_{Set Sekunder} = 400 \times \frac{1}{400} = 1 A$$

b. OCR ( $I_{o>>}$ ) instant moment Recloser PDN6-85

Di pilih pada titik 15%-25%

$I_{Set Primer} = 2412 A$

Diambil  $I_{Set Primer} = 2400 A$

$$I_{Set Sekunder} = 2400 \times \frac{1}{400}$$

$I_{Set Sekunder} = 6 A$

c. TMS OCR Recloser PDN6-85

$$Tms = \frac{\left(\frac{I_{hs} 3F}{I_{set primer}}\right)^{0,02} - 1}{0,14} \times t$$

$$Tms = \frac{\left(\frac{2412}{400}\right)^{0,02} - 1}{0,14} \times 0,2$$

$$Tms = \frac{0,036}{0,14} \times 0,2$$

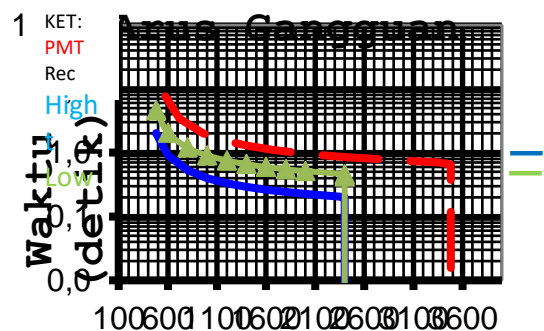
$Tms = 0,0522$  (Tanpa Satuan)

d. Waktu Kerja Recloser relay OCR

$$t = \left[ \frac{K}{\left[\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^L\right]} \right] tms$$

$$t = \left[ \frac{0,14}{\left[\left(\frac{2412}{400}\right)^{0,02} - 1\right]} \right] \times 0,0522$$

$t = 0,245$  detik



Gambar 5. Grafik Setting OCR

## 2.8 Setting GFR Recloser PDN6-85

a. GFR ( $I_{o>}$ ) Recloser PDN6-85

$$I_{set\ GFR_{Primer}} = 30\% \times 393$$

$I_{set\ GFR_{Primer}} = 118\ A$  (dibulatkan menjadi 120 A)

$$I_{Set\ Sekunder} = I_{Set\ Primer} \times \text{Rasio CT}$$

$$I_{Set\ Sekunder} = 118 \times \frac{1}{400} = 0,295\ A$$

b. GFR ( $I_o \gg I$ ) *instant/moment Recloser* PDN6-85

diambil sekitar 15%-25%

$$I_{Set\ Primer} = 1483\ A$$

$$\text{Diambil } I_{Set\ Primer} = 1400\ A$$

$$I_{Set\ Sekunder} = 1400 \times \frac{1}{400}$$

$$I_{Set\ Sekunder} = 3,5\ A$$

c. TMS GFR *Recloser* PDN6-85

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

$$Tms = \frac{\left(\frac{1792,82}{120}\right)^{0,02} - 1}{0,14} \times 0,2$$

$$Tms = \frac{0,055}{0,14} \times 0,2$$

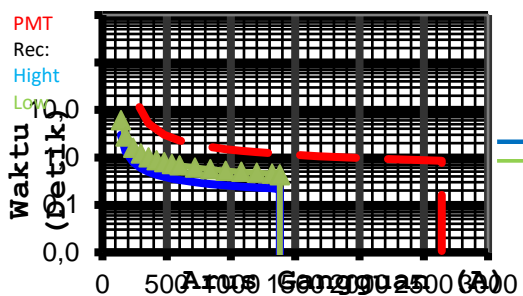
$$Tms = 0,079\ (\text{Tanpa Satuan})$$

d. Waktu kerja *recloser relay* GFR

$$t = \left[ \frac{K}{\left[\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^L\right]} \right] tms$$

$$t = \left[ \frac{0,14}{\left[\left(\frac{1792,82}{120}\right)^{0,02} - 1\right]} \right] \times 0,079$$

$$t = 0,2\ \text{detik}$$



Gambar 5. Grafik Setting GFR

### 3. Analisis Perhitungan Fuse Cut Out pada Jaringan Pedan 6

No.	FCO	Jumlah Trafo	Kva Trafo	Rating FCO
1	FCO 1	3	150	16
2	FCO 2	5	225	25
	FCO 6	2	100	20

Tabel 5. Penelitian FCO Jaringan PDN

Berikut merupakan analisa perhitungan *fuse cut out* pengan menggunakan Persamaan berikut:

$$I_{nominaltrafo} = \frac{kVA}{kV / \sqrt{3}}$$

$$I_{ratingfuse} = I_{nominaltrafo} \times \text{inrush Current}$$

$$\text{FCO 1 : } I_{nominaltrafo} = \frac{150000}{20000 / \sqrt{3}}$$

$$I_{ratingfuse} = 12,97 \times 1,2$$

$$I_{ratingfuse} = 15,57\ A \quad (\text{dipilih rating fuse diatasnya yaitu } 16\ A)$$

$$\text{FCO 2 : } I_{nominaltrafo} = \frac{225000}{20000 / \sqrt{3}}$$

$$I_{ratingfuse} = 19,462 \times 1,2$$

$$I_{ratingfuse} = 23,25\ A \quad (\text{dipilih rating fuse diatasnya yaitu } 25\ A)$$

$$\text{FCO 6 : } I_{nominaltrafo} = \frac{100000}{20000 / \sqrt{3}}$$

$$I_{ratingfuse} = 8,650 \times 1,2$$

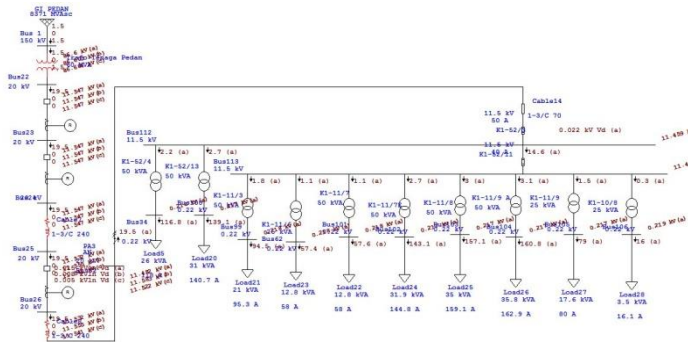
$$I_{ratingfuse} = 10,38\ A \quad (\text{dipilih rating fuse diatasnya yaitu } 12\ A)$$

No.	FCO	No Tiang	Rating FCO Terpasang	Hasil Perhitungan
1	FCO 1	K1-13/1	16	16
2	FCO 2	K1-24/1	25	25
3	FCO 6	K1-9/73A	20	12

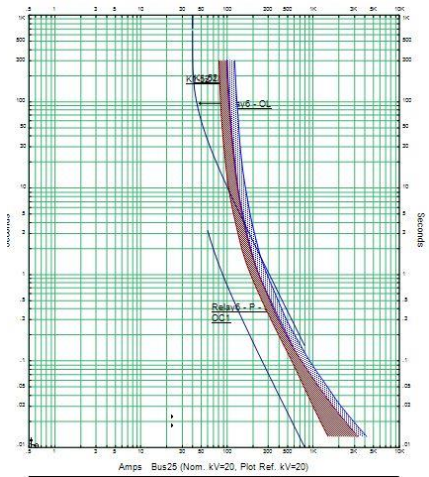
Tabel 5. Perbandingan Perhitungan Dengan Terpasang



# Pengujian Recloser dan Fuse Cut Out dengan Etap 12.6.0 Sempel Pertama

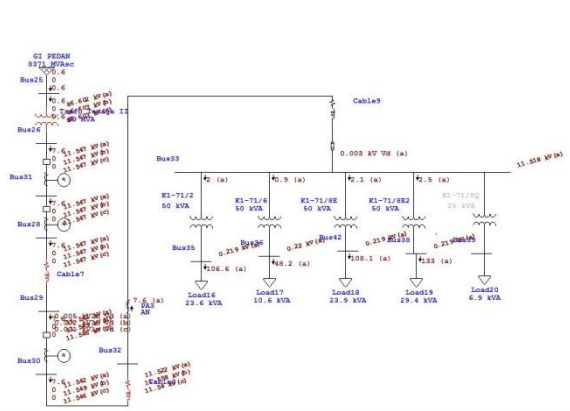


Gambar 6. Simulasi Koordinasi Pertama

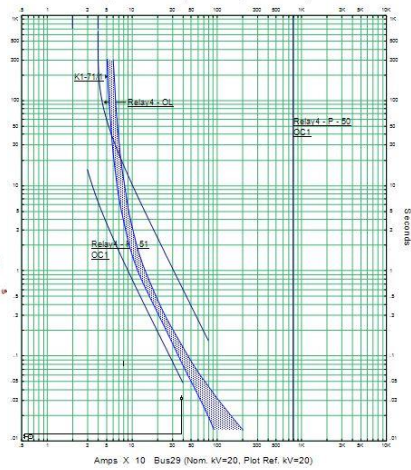


Gambar 7. Hasil Grafik Koordinasi Sempel Pertama

## Sempel Kedua

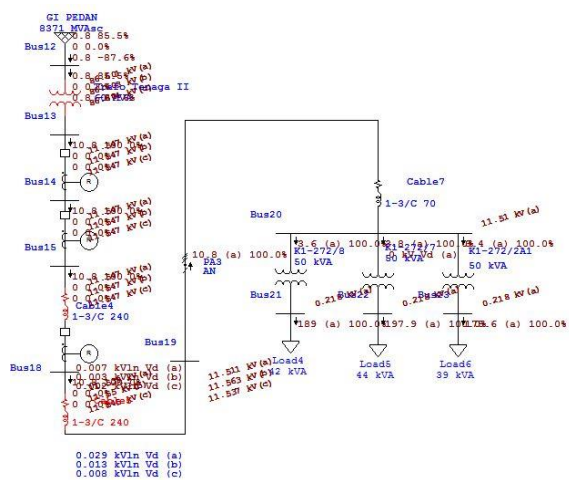


Gambar 8. Simulasi Koordinasi Kedua

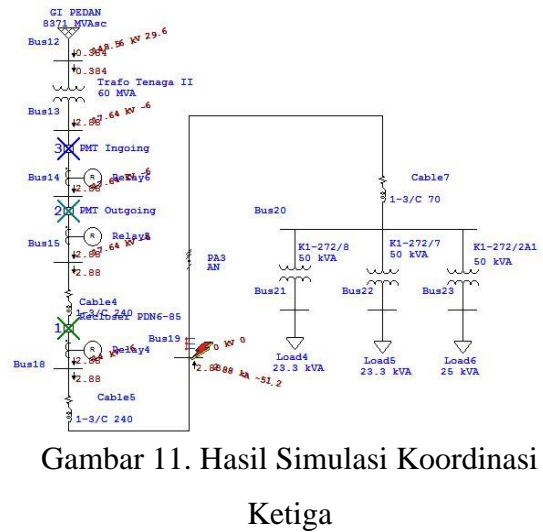


Gambar 9. Hasil Grafik Koordinasi Sempel Kedua

## Sempel Ketiga



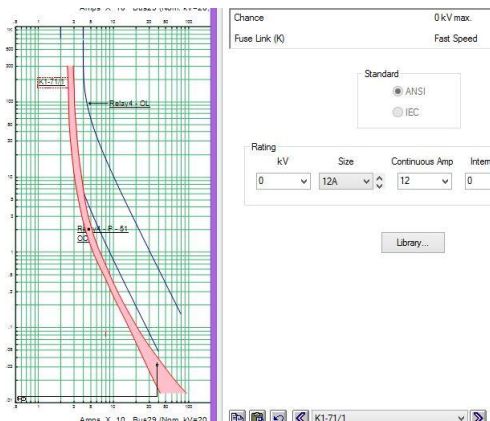
Gambar 10. Simulasi Koordinasi Ketiga



Gambar 11. Hasil Simulasi Koordinasi Ketiga



## Sempel Ke-Empat



Gambar 12. Penggunaan FCO dibawah 12 A

## Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pembahasan laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Penempatan Setting dan Kinerja Recloser dan Fuse Cut Out Pada Penyulang Pedan 6 PT. PLN (Persero) Area Klaten” adalah sebagai berikut:

1. Penempatan *Recloser* dan *Fuse Cut Out* dapat ditentukan berdasarkan nilai Fitness terbesar. Pada penelitian ini, nilai fitness terbesar yaitu 24699.64989 dipole no K1-6/3 hal ini diakibatkan karena jumlah padam dan lama waktu padam yang paling tinggi. Nilai fitness tertinggi pada trafo ini adalah lokasi yang tepat untuk penempatan *recloser* atau dapat juga diletakan disekitar trafo tersebut.
2. Pen-setting-an *recloser* relai OCR dan GFR harus diperhitungkan secara tepat sesuai dengan rumus yang telah ditentukan SPLN, hal ini akan berdampak pada koordinasi antara *recloser* dengan FCO dan *recloser* dengan PMT *Outgoing*, sehingga urutan kerja pada saat terjadi gangguan adalah FCO terlebih dahulu disisi hilir, kemudian *recloser* dan yang terakhir PMT.

3. Pemilihan dan Besarnya rating *Fuse Cut Out* dipengaruhi oleh besarnya arus nominal trafo maksimal pada percabangan tersebut dan besarnya nilai *inrush current*, serta nilai yang digunakan harus diatas dari nilai perhitungan, misalnya nilai perhitunga 23,35 A maka dipilih FCO dengan rating 25 A.
4. Pengujian koordinasi *recloser* dan FCO dengan aplikasi etap 12.6.0 menunjukkan bahwa pada saat rating FCO diatas 12 A maka *recloser* akan bekerja terlebih dahulu dengan tahap *reclose* pertama kali, kemudian FCO akan putus sebelum *reclose* ke-dua kalinya atau trip. Misalnya arus gangguan 500 A maka *reclose* pertama akan bekerja pada titik waktu 0.028 detik, FCO 40 A bekerja pada titik waktu 0.15 detik, FCO 50 A 0.25 detik dan yang terakhir *reclose* ke 2 sampai trip pada *recloser* 0.38 detik, sehingga koordinasi antara *recloser* dan FCO baik.
5. Pengujian dengan Etap 12.6.0 pada saat terjadi gangguan pada titik saluran utama diwilayah kerja *recloser* maka alat proteksi yang akan bekerja pertama kali adalah *recloser* kemudian PMT *outgoing* dan yang terakhir PMT *incoming*, misal terdapat gangguan sebesar 600 A *recloser* akan bekerja pada titik waktu 0,91 detik dengan durasi waktu sampai trip 0,71 detik sedangkan PMT pada titik waktu 3.44 detik dengan durasi waktu sampai trip 2,82 detik.

## Saran

1. Perlu dilakukan perhitungan SAIDI, SAIFI dan Fitness setiap tahunnya guna untuk mengetahui penempatan letak *recloser* dan *fco* secara tepat seiring dengan penambahan beban.

2. Perlu dilakukan pengecekan secara berkala pada *recloser* terutama pada relai OCR, GFR dan switch, hal ini dikarenakan sering terjadi kerusakan pada komponen tersebut.
3. Perlu diperhatikan pada saat terdapat penambahan beban maka perlu diperhitungkan pula besarnya rating *fco* yang terpasang pada percabangan tersebut.
4. Diseluruh jaringan distribusi perlu dilakukan simulasi dengan aplikasi semacam etap 12.6.0, sehingga dapat memonitoring besarnya arus yang mengalir pada setiap titik, ketepatan rating komponen yang terpasang, koordinasi alat proteksi dll.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN (Persero). *Rele Proteksi 1*. Jasa Pendidikan dan Pelatihan: PT PLN (Persero).
- [2] PT PLN (Persero). 1987. *SPLN - Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [3] PT PLN (Persero). 2008. *Pedoman Standar Konstruksi Jaringan Distribusi*: PT PLN (Persero).
- [4] PT PLN (Persero). 1985. *SPLN - Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 Kv dan 6 Kv*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [5] PT PLN (Persero). 2017. *SPLN – Spesifikasi Fuse Cut Out*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- [6] Hakim, M. 2009. *Optimalisasi Penggunaan Recloser Dalam Peningkatan Keandalan Jaringan Distribusi 20 KV*: PT. PLN (Persero).
- [7] Sarimun, W. 2012. *Buku Saku Pelayanan Teknik (Yantek)*. edisi 2. Depok: Garamond.
- [8] Pratama, A. 2008. *Pengoperasian dan Pemeliharaan Jaringan Tegangan Menengah Tiga Fase di PT. PLN (Persero) UPJ Boyolali*. Laporan Kerja Praktek. Diploma Teknik Elektro. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [9] Handoko, Susatyo. 2006. *Evaluasi Setting Relay OCR, GFR pada Recloser dengan Etap 12.6 pada Gardu Induk Srandol Semarang*.
- [10] Bimo, Ario. 2018. *Koordinasi Proteksi Antar Fuse Cut Out (FCO) Jaringan Distribusi Fase Tunggal Penyulang Wonosari 2 PT.PLN (Persero) Rayon Delanggu*: Universitas Gadjah Mada.
- [11] Ja'far, S. 2018. *Pengaruh Gangguan Jaringan Tegangan Menengah Terhadap Indeks Keandalan di PT PLN (Persero) Rayon Delanggu*: Universitas Gadjah Mada.
- [12] Hubbell. 2001. <http://www.hubbellpowersystems.com/switching/dist/cutouts/polymer/>. diakses tanggal 9 September 2019.