

# STUDI PENGGUNAAN RECLOSER PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN (PERSERO) AREA YOGYAKARTA

Ignasius Wato<sup>1</sup>, Mujiman, ST., MT.<sup>2</sup>, Sigit Priyambodo, ST., MT.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa, <sup>2</sup>Dosen Pembimbing 1, <sup>3</sup>Dosen Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi Akprind, Yogyakarta.

Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol, Pos 45 Yogyakarta 55222

Telp. (0274) 563029 E-mail: [ignasius\\_maing@yahoo.com](mailto:ignasius_maing@yahoo.com)

## ABSTRACT

*Operating a distribution network for a certain area, coordinated by the central regulator of distribution. Central regulator coordinate distribution operations mainly medium voltage networks. The distribution network of primary and secondary distribution networks generally operate radially. Operation of the network with a ring network system can actually reduce losses in the network but requires more sophisticated security equipment and also relatively more expensive. In the distribution system are very frequent disorder that inhibits continuity of electrical power supply to customers. Seeing these conditions it is necessary protection equipment as safety systems and all electrical equipment from interference so that the reliability of the system for the better and continuity of service is maintained. Recloser is one of the safety equipment that can detect overcurrent disorder that occurs due to short circuit between phases with phase or phase to ground, where the Recloser can break the current work disruption and closing automatically behind. Operation open and close back of Recloser can occur several times according to the settings and the respective interval back closure have different times.*

*Keywords : Distribution Network, Protection, Recloser*

## INTISARI

Operasi jaringan distribusi untuk suatu kawasan tertentu dikoordinir oleh pusat pengatur distribusi. Pusat pengatur distribusi terutama mengkoordinir operasi jaringan tegangan menengah. Jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder pada umumnya beroperasi secara radial. Pengoperasian jaringan dengan sistem jaringan ring sebenarnya dapat mengurangi rugi-rugi dalam jaringan tetapi memerlukan peralatan pengamanan yang lebih canggih dan juga relatif lebih mahal. Dalam sistem distribusi sering sekali terjadi gangguan yang menghambat kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke pelanggan. Melihat kondisi tersebut maka diperlukan peralatan proteksi sebagai pengaman sistem dan semua peralatan listrik dari gangguan sehingga keandalan sistem menjadi lebih baik dan kontinuitas pelayanan tetap terjaga. Recloser merupakan salah satu peralatan pengamanan yang dapat mendeteksi gangguan arus lebih yang terjadi karena hubung singkat antara fasa dengan fasa atau fasa dengan tanah, dimana *recloser* dapat bekerja memutus arus gangguan dan menutup balik secara otomatis. Operasi membuka dan menutup kembali dari *recloser* dapat terjadi beberapa kali sesuai setting dan masing-masing *interval* penutupan kembali memiliki waktu yang berbeda.

Kata kunci : Jaringan Distribusi, Proteksi, *Recloser*

## I. PENDAHULUAN

Operasi jaringan distribusi untuk suatu kawasan tertentu dikoordinir oleh pusat pengatur distribusi. Pusat pengatur distribusi terutama mengkoordinir operasi jaringan tegangan menengah.

Sedangkan untuk jaringan tegangan rendah termasuk sambungan rumah dan instalasi pelanggan, operasinya sebagian besar meliputi pekerjaan mengatasi gangguan, pelaksanaan dilakukan oleh dinas gangguan yang tempatnya tersebar di berbagai wilayah. Karena jangkauan jaringan distribusi yang luas serta melibatkan lebih banyak peralatan listrik jika dibandingkan dengan jaringan transmisi, sedangkan persoalan operasional terutama ialah mengatasi gangguan.

Jaringan distribusi primer (Jaringan Tegangan Menengah) dan juga jaringan distribusi sekunder (Jaringan Tegangan Rendah) pada umumnya beroperasi secara radial. Pengoperasian jaringan dengan sistem jaringan ring (*loop*) sebenarnya dapat mengurangi rugi-rugi dalam jaringan tetapi memerlukan peralatan pengamanan yang lebih canggih dan juga relatif lebih mahal untuk jaringan distribusi.

Peralatan pengaman jaringan distribusi seperti Circuit Breaker (CB), umumnya bekerja memisahkan daerah yang mengalami gangguan dari sumber dan untuk menutup kembali diperlukan seorang operator. Sementara di lain pihak gangguan yang terjadi tidak selamanya bersifat permanen, ada juga gangguan yang sifatnya sementara/temporer sehingga penggunaan cicuit breaker kurang efisien. Untuk lebih efisien digunakanlah pengaman yang dapat menutup kembali secara otomatis atau dikenal dengan Recloser bila gangguan yang menyebabkannya terbuka bersifat temporer.

## II. METODOLOGI

Beberapa metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

### A. Pengolahan Data

Untuk mengetahui cara kerja dari recloser, fungsi, klasifikasi serta prinsip penyetingan dari recloser sebagai salah satu peralatan pengaman pada sistem distribusi maka, perlu dilakukan penelitian dengan mengumpulkan berbagai data yang berkaitan dengan judul pembahasan. Dalam proses pengambilan data ini dilakukan dengan

metode survei yang bertujuan agar dapat memperoleh data yang sesuai dengan kondisi sebenarnya, dan juga menggunakan metode studi literatur yaitu mengumpulkan data dari berbagai buku referensi atau laporan ilmiah yang mendukung untuk memberikan gambaran yang sesuai.

### B. Rumus-rumus yang digunakan

Dalam sistem distribusi tenaga listrik sendiri sering terjadi gangguan diantaranya termasuk gangguan hubung singkat. Adapun gangguan hubung singkat yang sering terjadi dalam sistem distribusi ialah :

- Gangguan hubung singkat antar fasa
- Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah.

Dari macam-macam gangguan hubung singkat yang disebutkan di atas, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan hukum ohm :

$$I = \frac{V}{Z} \quad (1)$$

Dimana :

I = Arus hubung singkat ( Ampere )

V = Tegangan sumber ( Volt )

Z = Nilai ekuivalen dari seluruh impedansi dari sumber sampai titik gangguan (Ohm)

1. Menghitung arus hubung singkat 3 fasa

$$I_{3\phi} = \frac{V_f}{Z_{1eq}} \quad (2)$$

Dimana :

$I_{3\phi}$  = Arus hubung singkat 3 fasa ( Ampere )

$V_f$  = Tegangan fasa – netral ( 20 kV/ $\sqrt{3}$  ) (Volt )

$Z_{1eq}$  = Impedansi ekuivalen jaringan urutan positif ( Ohm )

2. Menghitung arus hubung singkat 1 fasa-tanah.

$$I_{1\phi} = \frac{3V_f}{2(Z_{1eq}) + (Z_{0eq})} \quad (3)$$

Dimana :

$I_{1\phi}$  = Arus hubung singkat 1 fasa-tanah (Ampere)

$3V_f$  = Tegangan fasa-fasa ( 3 x 20kV/ $\sqrt{3}$  ) (Volt)

$Z_{1eq}$  = Impedansi ekivalen jaringan urutan positif (Ohm)  
 $Z_{0eq}$  = Impedansi ekivalen jaringan urutan nol (Ohm)

3. Menghitung impedansi sumber

$$X_s = \frac{KV^2}{MVA} \quad (4)$$

Dimana :

$X_s$  = Impedansi sumber (ohm)

$KV^2$  = Tegangan di Bus (KV)

MVA = Kapasitas hubung singkat di busbar (MVA)

4. Menghitung impedansi trafo tenaga

$$X_{t1} = X_{t2} = \{Z(\%)\} \times \frac{KV^2}{MVA} \quad (5)$$

$$X_{t0} = (Y_y X_{t0}) = 10 \times X_t \quad (6)$$

Dimana :

$X_{t1}$  dan  $X_{t2}$  = Reaktansi urutan positif (ohm)

$X_{t0}$  = Reaktansi urutan negatif (ohm)

$Y_y$  = Hubungan bintang pada trafo

MVA = Kapasitas pada trafo tenaga (MVA)

KV = Tegangan di bus (KVA)

5. Menghitung impedansi ekivalen jaringan urutan positif.

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_s + Z_{t1} + Z_1 \text{ penyulang} \quad (7)$$

6. Menghitung impedansi ekivalen jaringan urutan nol.

$$Z_{0eq} = Z_{t0} + 3R_N + Z_0 \text{ penyulang} \quad (8)$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil

PT. PLN (persero) Area Yogyakarta adalah salah satu unit PLN yang mengelola distribusi tenaga listrik pada tegangan 20 kV sampai sepanjang jaringan distribusi primer. Sistem jaringan distribusi primer yang diterapkan di wilayah Jawa Tengah dan D.I.Y adalah sistem 20 kV 3 fasa 4 kawat. Dimana pada wilayah Yogyakarta mempunyai 8 unit pelayanan jaringan yaitu Yogyakarta Utara, Yogyakarta Selatan, Sleman, Bantul, Wates, Sedayu, Wonosari dan Kalasan. Dan juga juga

pada Area Yogyakarta mempunyai 8 unit Gardu Induk (GI) yaitu GI Kentungan, GI Bantul, GI Godean, GI Gejayan, GI Wirobrajan, GI Medari, GI Wates dan GI Semanu.

Sistem jaringan yang diterapkan pada PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan Nominal: 20 kV
- b. Konstruksi Jaringan: Saluran Udara yang terdiri dari saluran utama (*Main Line*) dengan penghantar jenis AAAC 240 mm<sup>2</sup>.
- c. Sistem Pelayanan: Sistem Radial dengan kemungkinan saluran utama antara jaringan yang berdekatan dapat saling berhubungan dalam keadaan darurat.

Adapun dari hasil penelitian diperoleh data-data dari peralatan yang mana penelitian ini dilakukan pada Gardu Induk Bantul dan pada penyulang Bantul 11 (BNL 11). Data-data dari peralatan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Trafo Tenaga GI Bantul.

Merk Pabrik	Pauwels
Daya	60 MVA
Ratio Tenaga	150 / 20 KVA
Arus Nominal	692 / 1732 A
Impedansi	12 %
Vektor Group	Yn Yn

#### Data Rele Proteksi GI Bantul

- Rele untuk Gangguan Fasa-fasa

- Karakteristik : Invers

- Setting :  $I_n = 1 \text{ A}$

$$I_s = 1,2 \times I_n$$

$$t = 0,5 \text{ s}$$

- Trafo Arus : 400 / 1 A

- Rele untuk Gangguan Fasa-tanah

- Karakteristik : Invers

- Setting :  $I_n = 1 \text{ A}$

$$I_s = 0,6 \times I_n$$

$$t = 0,5 \text{ s}$$

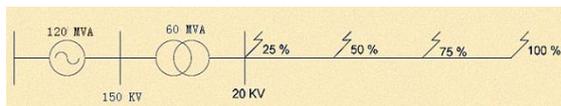
## Data Recloser Penyulang Bantul 11

Tabel 2. Data Recloser Penyulang Bantul 11.

Merk Pabrik	NULEC
Tipe	ADVC
Arus Kontinyu	200 A
Arus Trip min Fasa-fasa	400 A
Arus Trip min Fasa-tanah	200 A
Arus Pemutus Maksimum	12000 A
Waktu Membuka	0,13 detik
Waktu Menutup Kembali	2 detik

### B. Pembahasan

#### 1. Menghitung Arus Gangguan



Gambar 1. Lokasi gangguan pada Jaringan Distribusi.

Untuk menghitung arus gangguan hubung singkat, yang pertama yang dilakukan ialah menghitung impedansi sumber terlebih dahulu, kemudian impedansi trafo tenaga dan impedansi penyulang.

- Menghitung Impedansi Sumber :

Untuk menghitung impedansi sumber digunakan persamaan (4), maka diperoleh impedansi sumber sebagai berikut :

$$X_s = \frac{KV^2}{MVA} = \frac{150^2}{120} = 187.5 \Omega$$

Dimana :

$KV^2$  = Tegangan di Bus 150 KV dan MVA = Kapasitas hubung singkat di busbar 120 MVA.

Karena gangguan yang terjadi adalah pada sisi 20 KV, maka impedansinya dikonversikan di 20 KV, sebagai berikut :

$$X_s = \frac{20^2}{150^2} \times 187.5 = 3.3 \Omega$$

4, Wato, Studi Penggunaan Recloser Pada Jaringan Distribusi 20 Kv Di PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta

- Menghitung Impedansi Trafo :

Persentase pada trafo tenaga ialah 12% berdasar pada name plate dengan kapasitas trafo tenaga 60 MVA, maka untuk menghitung impedansi trafo tenaga digunakan persamaan (5), sehingga didapatkan reaktansi urutan positif pada sisi 20 KV adalah sebagai berikut :

$$X_{t1} = X_{t2} = \{Z(\%)\} \times \frac{KV^2}{MVA} \\ = 12 \% \times \frac{20^2}{60} = j 0,8 \Omega$$

Sedangkan untuk menghitung reaktansi urutan negatif, digunakan persamaan (6), yaitu sebagai berikut :

$$X_{t0} = (Y_y X_{t0}) = 10 \times X_t \\ = 10 \times 0,8 \\ = 8 \Omega$$

- Menghitung Impedansi Jaringan :

Sebelum menghitung impedansi hantaran, harus diketahui dahulu harga impedansi jaringan yang telah ditentukan yang nilainya tergantung dari panjang penyulang dan konfigurasi tiang.

Tabel 3. Impedansi Urutan Positif dan Nol Penghantar AAAC.

Penampang nominal (mm <sup>2</sup> )	jari-jari (mm)	Jumlah urat	GMR (mm)	impedansi urutan positif (Ω / km)	Impedansi urutan nol (Ω / km)
16	2,2563	7	1,638	2,0161 + j0,4036	1,1641 + j1,6911
25	2,8203	7	2,0475	1,2903 + j0,3895	1,4384 + j1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,9217 + j0,3790	1,0697 + j1,6665
50	3,9886	7	2,8957	0,6452 + j0,3678	0,7932 + j1,6553
70	4,7193	7	3,4262	0,4608 + j0,3572	0,6088 + j1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3396 + j0,3449	0,4876 + j1,6324
120	6,1791	19	4,6837	0,2688 + j0,3376	0,4618 + j1,6251
150	6,9084	19	5,2365	0,2162 + j0,3305	0,3441 + j1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1744 + j0,3239	0,3224 + j1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1344 + j0,3158	0,2824 + j1,6003

Pada penyulang Bantul 11 (BNL 11), kawat penghantar yang digunakan adalah kawat AAAC pada sistem distribusi 3 fasa.

Untuk kawat penghantar AAAC 150 mm<sup>2</sup> (Jalur utama).

$$Z1 = Z2 = (0,2162 + j0,3305)$$

$$Z0 = (0,3441 + j1,6180)$$

Untuk kawat penghantar AAAC 70 mm<sup>2</sup> (Percabangan)

$$Z1 = Z2 = (0,4608 + j0,3572)$$

$$Z0 = (0,6088 + j1,6447)$$

Dengan demikian maka dapat dihitung impedansi hantaran dengan jarak lokasi yang telah ditentukan pada gambar sebelumnya di atas, dan panjang dari feeder BNL 11 adalah 25,4 km.

Impedansi urutan positif :

$$25\% \Rightarrow 25\% \times 25,4 (0,2162 + j0,3305)$$

$$= 1,38 + j2,09 \Omega$$

$$50\% \Rightarrow 50\% \times 25,4 (0,2162 + j0,3305)$$

$$= 2,74 + j4,19 \Omega$$

$$75\% \Rightarrow 75\% \times 25,4 (0,2162 + j0,3305)$$

$$= 4,12 + j6,29 \Omega$$

$$100 \Rightarrow 100\% \times 25,4 (0,2162 + j0,3305)$$

$$= 5,49 + j8,39 \Omega$$

Impedansi urutan nol :

$$25\% \Rightarrow 25\% \times 25,4 (0,3441 + j1,6180)$$

$$= 2,18 + j10,27 \Omega$$

$$50\% \Rightarrow 50\% \times 25,4 (0,3441 + j1,6180)$$

$$= 4,37 + j20,55 \Omega$$

$$75\% \Rightarrow 75\% \times 25,4 (0,3441 + j1,6180)$$

$$= 6,55 + j30,82 \Omega$$

$$100\% \Rightarrow 100\% \times 25,4 (0,3441 + j1,6180)$$

$$= 8,74 + j41,09 \Omega$$

- Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan Urutan Positif :

Untuk menghitungnya menggunakan persamaan (7), dimana dengan cara menjumlahkan impedansi sumber, impedansi trafo dan impedansi jaringan urutan positif.

$$Z1eq = Z2eq = Zs + Zt + Z1 \text{ penyulang}$$

$$= j3,3 + j0,8 + Z1 \text{ penyulang}$$

$$= j4,1 + Z1 \text{ penyulang}$$

Karena tempat titik-titik panjang feeder telah ditentukan maka :

$$25\% \Rightarrow j4,1 + (1,38 + j2,09) = 1,38 + j6,19 \Omega$$

$$50\% \Rightarrow j4,1 + (2,74 + j4,19) = 2,74 + j8,29 \Omega$$

$$75\% \Rightarrow j4,1 + (4,12 + j6,29) = 4,12 + j10,39 \Omega$$

$$100\% \Rightarrow j4,1 + (5,49 + j8,39) = 5,49 + j12,49 \Omega$$

- Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan Urutan Nol :

Untuk menghitung ini menggunakan persamaan (8), yaitu dengan cara menjumlahkan impedansi trafo tenaga, tahanan dalam (RN) 38,5 ohm dan impedansi jaringan urutan nol.

$$Z0eq = Zt0 + 3 RN + Z0 \text{ penyulang}$$

$$= j8 + 3(38,5) + Z0 \text{ penyulang}$$

Dan berdasarkan titik panjang feeder yang sudah ditentukan maka :

$$25\% \Rightarrow j8 + 115,5 + (2,18 + j10,27)$$

$$= 117,68 + j18,27 \Omega$$

$$50\% \Rightarrow j8 + 115,5 + (4,37 + j20,55)$$

$$= 119,87 + j28,55 \Omega$$

$$75\% \Rightarrow j8 + 115,5 + (6,55 + j30,82)$$

$$= 122,05 + j38,82 \Omega$$

$$100 \Rightarrow j8 + 115,5 + (8,74 + j41,09)$$

$$= 124,24 + j49,09 \Omega$$

- Menghitung Arus Hubung Singkat 3 Fasa :

Untuk menghitung arus hubung singkat 3 fasa menggunakan persamaan (2) seperti berikut ini :

$$\text{Arus } 3\emptyset = \frac{V_f}{Z1eq} = \frac{20.000/\sqrt{3}}{Z1eq}$$

$$= \frac{11547}{Z_{1eq}} \quad \text{Amper}$$

Dan berdasarkan titik yang sudah ditentukan maka :

$$25\% \Rightarrow I = \frac{11547}{(1,38 + j6,19)} = \frac{11547}{\sqrt{1,38^2 + 6,19^2}} = 1820,7 \text{ A}$$

$$50\% \Rightarrow I = \frac{11547}{(2,74 + j8,29)} = \frac{11547}{\sqrt{2,74^2 + 8,29^2}} = 1322,5 \text{ A}$$

$$75\% \Rightarrow I = \frac{11547}{(4,12 + j10,39)} = \frac{11547}{\sqrt{4,12^2 + 10,39^2}} = 1033,10 \text{ A}$$

$$100\% \Rightarrow I = \frac{11547}{(5,49 + j12,49)} = \frac{11547}{\sqrt{5,49^2 + 12,49^2}} = 846,3 \text{ A}$$

- Menghitung Arus Hubung Singkat 1 Fasa – tanah :

Untuk menghitung arus hubung singkat antara satu fasa dengan tanah menggunakan persamaan (3) seperti berikut ini :

$$\text{Arus } 1\emptyset = \frac{3V_f}{2(Z_{1eq}) + (Z_{0eq})}$$

$$= \frac{3 \times 20.000 / \sqrt{3}}{2(Z_{1eq}) + (Z_{0eq})}$$

$$= \frac{34640}{2(Z_{1eq}) + (Z_{0eq})} \quad \text{Amper}$$

Dan berdasarkan titik panjang feeder yang sudah ditentukan maka :

$$25\% \Rightarrow I = \frac{34640}{2(1,38 + j6,19) + (117,68 + j18,27)} = \frac{34640}{(120,44 + j30,65)} = \frac{34640}{\sqrt{120,44^2 + 30,65^2}} = 278,72 \text{ A}$$

$$50\% \Rightarrow I = \frac{34640}{2(2,74 + j8,29) + (119,87 + j28,55)} = \frac{34640}{(125,35 + j45,13)} = \frac{34640}{\sqrt{125,35^2 + 45,13^2}} = 260,01 \text{ A}$$

$$75\% \Rightarrow I = \frac{34640}{2(4,12 + j10,39) + (122,05 + j38,82)} = \frac{34640}{(130,29 + j59,6)} = \frac{34640}{\sqrt{130,29^2 + 59,6^2}} = 241,77 \text{ A}$$

$$100\% \Rightarrow I = \frac{34640}{2(5,49 + j12,49) + (124,24 + j49,09)}$$

$$= \frac{34640}{(135,22 + j74,07)} = \frac{34640}{\sqrt{135,22^2 + 74,07^2}}$$

$$= 224,67 \text{ A}$$

Berdasarkan perhitungan arus hubung singkat 3 fasa dan arus hubung singkat 1 fasa – tanah di atas, maka apabila terjadi gangguan hubung singkat dapat diperkirakan atau diketahui besarnya arus gangguan tersebut berdasarkan lokasi terjadinya gangguan.

## 2. Prinsip Penyetingan Recloser

Recloser dapat diatur untuk beberapa kali operasi, penyetingan untuk jumlah operasi dilakukan dengan memutar seting *lock-out* yang terdapat pada panel kontrol elektronik. Recloser dapat diatur satu, dua atau tiga interval penutupan kembali dan masing-masing interval memiliki waktu yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan plug pada soket *Recloser Interval Delay* yang diinginkan. Untuk recloser pengaturan hidrolis tiga fasa, selang waktu penutupannya standar 2 detik. Sedangkan pada recloser pengaturan elektronik selang waktu penutupan lebih besar dapat diprogram dalam rangkaian pengaturannya. Beberapa pilihan waktu penutupan kembali recloser dapat diatur, hal ini sangat dipengaruhi oleh koordinasinya dengan peralatan pengaman yang lain. Adapun pilihan waktunya sebagai berikut :

- Menutup balik seketika, artinya setelah kontak recloser terbuka karena gangguan maka dengan waktu yang singkat kontak tersebut akan segera menutup kembali.
- Menutup balik setelah 2 detik, artinya setelah kontak recloser terbuka karena gangguan maka selang dua detik kemudian kontak recloser akan menutup kembali. Dalam selang waktu dua detik ini diharapkan cukup untuk menghilangkan gangguan yang terjadi.
- Menutup balik setelah 5 detik, ini bertujuan agar dapat memberikan waktu pada sekering untuk dingin kembali sehingga tidak sampai titik leleh minimumnya.

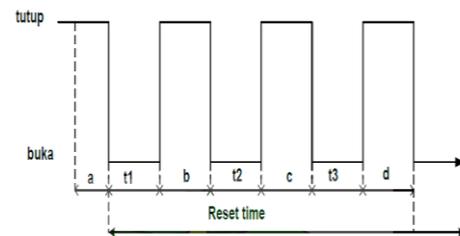
- Menutup balik setelah 10 detik atau 15 detik dan seterusnya atau yang dikenal dengan istilah *longer reclosing interval*, pada umumnya digunakan apabila pengaman cadangannya adalah pemutus tenaga yang dikontrol dengan relay. Ini memungkinkan *timing disc* pada rele lebih mempunyai cukup waktu untuk *reset*.

Berikut dapat dilihat bagaimana penampilan recloser untuk beberapa kali penyetingan dalam mengatasi gangguan yang terjadi :

### a. Recloser Diseting 4 kali Operasi

#### *Mendapat gangguan permanent*

Pada gambar 2 di bawah ini menunjukkan recloser yang diseting 4 kali operasi yang mana pada *feeder* yang diamankan mendapat gangguan permanent, contohnya gangguan akibat ranting pohon yang patah menimpa penghantar saluran udara.



Gambar 2.  
Recloser Setingan 4 kali Operasi  
dengan Gangguan Permanent.

Keterangan gambar :

a = Waktu membuka pertama (0,13 detik).

t1 = *Interval reclose* pertama (2 detik).

b = Waktu membuka kedua (0,13 detik)

t2 = *Interval reclose* kedua (5 detik)

c = Waktu membuka ketiga (0,13 detik)

t3 = *Interval reclose* ketiga (10 detik)

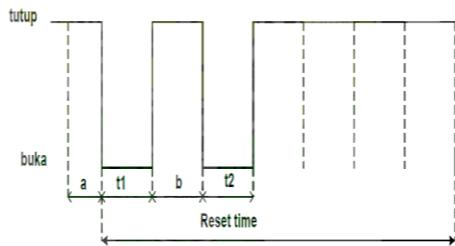
d = Waktu membuka keempat (0,13 detik)

Setelah waktu 0,13 detik gangguan terjadi maka recloser akan membuka, 2 detik kemudian recloser menutup kembali tetapi setelah itu membuka untuk kedua kali selama 5 detik lalu menutup kembali dan proses ini berulang terus sampai proses membuka yang

keempat kali dan kemudian recloser membuka terus / lock-out.

*Mendapat gangguan sementara/temporer.*

Pada gambar 3 di bawah ini menunjukkan recloser yang diseting 4 kali operasi yang mana pada feeder yang diamankan mendapat gangguan sementara, contohnya gangguan akibat angin yang menyebabkan kawat penghantar saling bersentuhan.



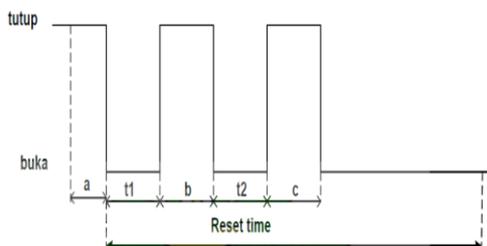
Gambar 3. Recloser Setingan 4 kali Operasi dengan Gangguan Sementara.

Setelah 0,13 detik terjadi gangguan recloser akan membuka, 2 detik kemudian recloser menutup kembali setelah itu recloser membuka lagi sampai 5 detik kemudian recloser menutup kembali dan ternyata gangguan telah hilang maka recloser akan menutup seterusnya dan jaringan kembali normal sampai ada terjadi gangguan berikutnya.

b. Recloser Diseting 3 kali Operasi

*Mendapat gangguan permanent*

Pada gambar 4 berikut ini menunjukkan recloser dengan tiga kali operasi dimana feeder yang diamankannya mendapat gangguan permanent, contohnya gangguan akibat isolator pecah.

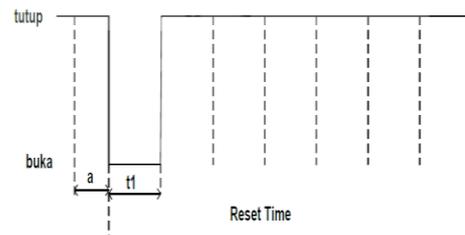


Gambar 4. Recloser Setingan 3 Kali Operasi dengan Gangguan Permanent.

Setelah 0,13 detik gangguan terjadi recloser akan membuka, 2 detik kemudian recloser akan menutup kembali dan membuka untuk kedua kalinya selama 5 detik kemudian menutup kembali dan akhirnya pada proses membuka yang ketiga recloser akan membuka terus / lock-out.

*Mendapat gangguan sementara/temporer*

Pada gambar 5 di bawah ini menunjukkan recloser dengan tiga kali operasi ketika feeder yang diamankan mendapatkan gangguan sementara.



Gambar 5. Recloser Setingan 3 Kali Operasi dengan Gangguan Sementara.

Setelah membuka selama 2 detik kemudian recloser akan menutup kembali dan ternyata gangguan sudah hilang maka recloser akan menutup terus dan saluran udara kembali normal.

#### IV. KESIMPULAN

Dalam pembahasan ini kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan, apabila terjadi gangguan hubung singkat 3 fasa dengan jarak lokasi gangguan 6,35 km (25% dari panjang feeder 25,4 km) atau lebih dekat dengan GI arus gangguannya adalah = 1820,7 Amper, sedangkan pada jarak 12,7 km atau di tengah penyulang adalah = 1322,5 Amper, lalu pada jarak 19,05 km (75% dari panjang feeder) adalah = 1033,10 Amper dan jika lokasi gangguan di ujung penyulang maka arus gangguan adalah = 846,3 Amper.
2. Untuk gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, jika lokasi gangguan berada pada jarak 6,35 km (25% dari panjang feeder 25,4 km) maka besar arus gangguannya adalah = 278,72 Amper, apabila gangguan pada jarak 12,7 km atau di tengah penyulang

adalah = 260,01 Amper, kemudian pada jarak 19,05 km dari GI adalah = 241,77 Amper dan jika lokasi gangguan pada ujung penyulang adalah = 224,67 Amper.

3. Recloser dengan pengaturan elektronik dalam aplikasinya sebagai pengaman jaringan distribusi dapat diatur untuk beberapa kali operasi membuka dan menutup kembali. Dimana waktu membukanya adalah 0,13 detik dan selang waktu menutup balik (*interval reclose*) untuk penutupan pertama adalah 2 detik, penutupan kedua 5 detik dan 10 detik untuk penutupan ketiga. Tujuan memperlambat waktu penutupan di setiap *interval* adalah agar memberi waktu pada sekring untuk dingin kembali.

## V. UCAPAN TERIMAKASIH

Yang pertama-tama puji syukur kepada Tuhan atas segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih pula untuk kedua orang tua yang telah mendukung penulis dengan berbagai cara sehingga dapat menyelesaikan studi. Penulis juga mengucapkan limpah terimakasih untuk semua dosen Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta, terkhusus untuk bapak Mujiman, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I, Bapak Sigit Priyambodo, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II untuk segala ilmu dan motivasinya selama ini. Terimakasih juga untuk PT. PLN (Persero) Area Yogyakarta khususnya Bapak Bambang Eko Haryono selaku Asisten Manager yang sudah menerima penulis untuk melakukan penelitian, juga Mas Tegar Adi Pratama yang telah membantu dan mempermudah penulis selama proses pengambilan data di PLN.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

[1] Kadir, Abdul. “ Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik ”, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 2000.

[2] Supriyadi E. 1999 : *Sistem Pengaman Tenaga Listrik*, Adicita Karya Nusa, Jakarta.

[3] Wahyudi SN, 2008 : *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*, Revaldo Zoro, ITB, Bandung.

[4] Recloser. COOPER Power System.

[5] SPLN 52: 1983, “ Pola Pengaman Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV ”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1983.

[6] SPLN 59: 1985, “ Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV dan 6 kV ”, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, 1985.

<http://elektro-unimal.blogspot.co.id/2013/06/gangguan-pada-sistem-distribusi.html?m=1>

<http://www.dtrindonesia.com/wp-content/uploads/2016/04/PETUNJUK-SETTING-RECLOSER-JW.pdf>

<http://titlistrik.blogspot.co.id/2015/12/recloser-dan-cara-kerja-adalah.html>