

# Analisa Penggunaan Recloser Untuk Pengaman Arus Lebih Pada Jaringan Distribusi 20 kv Gardu Induk Garuda Sakti

Ario Putra\*, Firdaus\*\*

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Email: [ariop86@yahoo.com](mailto:ariop86@yahoo.com)

## ABSTRACT

*PT.PLN: 20 kV network substations Garuda Sakti, frequently interference, one of interferences is the short-circuit current. To install equipment to include Recloser. This paper discuss the analysis of the use Recloser on distribution network 20 kV, this paper also be simulated using the software ETAP 12.6 which will feature some of the parameters for comparison of calculations and data that already exists in PLN, with two parameters, short circuit and coordination Recloser with overcurrent relay (OCR). Recloser is supposed to work first on feeder interferences and OCR on the incoming side works for incoming 20 kV interferences.*

**Keywords:** Recloser, relay overcurrent, short circuit and simulation ETAP 12.6

## 1.PENDAHULUAN

Pengaman sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu unsur dari pemenuhan pelayanan. Pemutus Balik Otomatis / Recloser merupakan salah satu peralatan pengaman SUTM 20 kv yang berfungsi untuk mengantisipasi gangguan sesaat sehingga pemadaman listrik dapat diantisipasi, sehingga daerah pemadaman tidak meluas sehingga kontinuitas penyaluran tenaga listrik dapat berjalan dengan baik. [1]

Dalam proses bekerjanya alat recloser ini , harus didukung dengan peralatan proteksi lainnya salah satunya yaitu rele arus lebih. Rele arus lebih ini berguna untuk merasakan adanya gangguan yang terjadi sehingga dapat memerintah recloser untuk trip. Koordinasi antara recloser dan rele arus lebih sangat dibutuhkan supaya mendapatkan hasil kerja yang semestinya dan proteksi jaringan distribusi menjadi aman.

Begitu juga halnya dengan penyulang yang ada di gardu induk garuda sakti khususnya penyulang di trafo daya satu. Koordinasi antara recloser dan rele arus lebih harus di analisa supaya mendapatkan hasil kerja yang maksimal dengan

menggunakan sebuah program simulator. Adapun simulator tersebut adalah software ETAP versi 12.6.

Maka berdasarkan hal tersebut, penulis mencoba menganalisa penggunaan recloser untuk pengaman arus lebih pada jaringan distribusi 20 kv pada gardu induk garuda sakti.

## 2.LANDASAN TEORI

### 2.1 Sistem Proteksi Jaringan Distribusi

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

Penyulang tegangan menengah ialah penyulang tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (6 Kv – 20 kV), yang terdiri dari :

1. Saluran udara tegangan menengah (SUTM).
2. Saluran kabel tegangan menengah (SKTM).

### 2.3 Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi dalam jaringan (sistem kelistrikan), yaitu [3]:

1. Gangguan hubung singkat tiga fasa
2. Gangguan hubung singkat dua fasa
3. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah

Semua gangguan yang ada diatas, arus gangguannya dihitung dengan menggunakan rumus dasar, yaitu :

$$I = \frac{V}{Z} \quad (2.1)$$

Sebelum melakukan perhitungan arus hubung singkat, maka terlebih dahulu harus memulainya dari perhitungan pada rel daya tegangan primer di gardu induk untuk berbagai jenis gangguan, kemudian menghitung pada titik-titik lainnya yang letaknya semakin jauh dari gardu induk tersebut. Untuk itu diperlukan perhitungan dari impedansi sumber, impedansi transformator, dan impedansi penyulang.

- a. Impedansi Sumber

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA} \quad (2.2)$$

Untuk mengkonversi  $X_s$  dari 150 kV menjadi 20 Kv menggunakan rumus :  $X_s$  (Sisi 20kV)

$$= \frac{20^2}{150^2} \times X_s \text{ (Sisi 150kV)} \quad (2.3)$$

- b. Impedansi Transformator

$$X_t \text{ (Pada 100\%)} = \frac{kV^2}{MVA} \quad (2.4)$$

Untuk menghitung reaktansi urutan positif dan negative ( $X_{t1} = X_{t2}$ ) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$X_t = \text{\% yang diketahui} \times X_t \text{ pada 100\%} \quad (2.5)$$

- c. Impedansi Penyulang

Urutan positif dan urutan negative menggunakan rumus:

$$Z_1 = Z_2 = \text{\% panjang} \times \text{panjang penyulang (km)} \times Z_1 / Z_2 \text{ (ohm)} \quad (2.6)$$

Untuk urutan nol dapat dihitung :

$$Z_0 = \text{\% panjang} \times \text{panjang penyulang (km)} \times Z_0 \text{ (ohm)} \quad (2.7)$$

Sementara itu, untuk menghitung ekivalen jaringan menggunakan rumus :

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_{s1} + Z_{t1} + Z_1 \text{ penyulang} \quad (2.8)$$

$$Z_{0eq} = Z_{t0} + 3R_N + Z_0 \text{ penyulang} \quad (2.9)$$

Untuk menghitung arus gangguan hubung singkat terbagi atas tiga, yaitu :

1. Tiga Fasa

$$I_{3 \text{ fasa}} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} \quad (2.10)$$

2. Dua Fasa

$$I_{2 \text{ fasa}} = \frac{V_{ph-ph}}{2 \times Z_{1eq}} \quad (2.11)$$

3. Satu Fasa ke Tanah

$$I_{1 \text{ fasa}} = \frac{3 \times V_{ph}}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}} \quad (2.12)$$

### 2.4 Pemutus Balik Otomatis ( Recloser)

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

Recloser hamper sama dengan CB, dan digunakan juga untuk pengalokasi gangguan karena diletakkan di saluran distribusi. Adapun recloser dan kontrolnya terdapat pada tiang yang sama. Kemampuan sebagai peralatan proteksi arus lebih, yang dilengkapi beberapa fungsi tambahan misalnya hotline tag, sensitive ground fault, dan lain-lain.



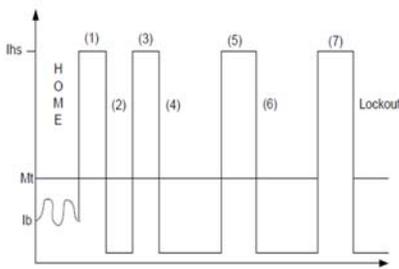
Gambar 1. Recloser

### 2.4.1 Fungsi Recloser

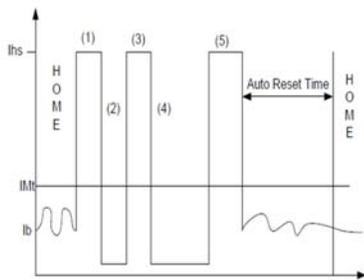
Recloser berfungsi memisahkan daerah atau jaringan yang terganggu sistemnya secara cepat sehingga dapat memperkecil daerah gangguan secara sesaat sampai gangguan tersebut akan dianggap hilang, dengan demikian recloser akan masuk kembali sesuai settingannya sehingga jaringan akan aktif kembali secara otomatis.

### 2.4.2 Urutan Kerja Recloser

Waktu membuka dan menutup recloser dapat diatur melalui kurva karakteristiknya. Secara garis besar urutan kerja recloser diperlihatkan pada gambar dibawah [2],



Gambar 2. Urutan Operasi Recloser Gangguan Permanen



Gambar 3. Urutan Operasi Recloser Gangguan sementara

Keterangan untuk gambar 2.2 dan 2.3 :

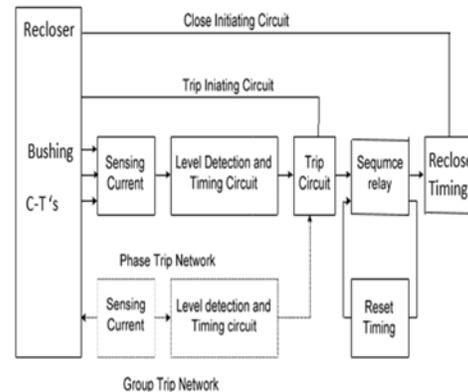
- Ib : arus beban normal
- IMt : arus trip minimum
- Ihs : arus hubungan singkat
- 1 : waktu trip pertama (TCC)
- 2 : interval waktu reclose pertama
- 3 : waktu trip cepat kedua
- 4 : interval waktu reclose waktu kedua
- 5 : waktu trip lambat pertama

- 6 : interval waktu reclose waktu ketiga
- 7 : waktu trip lambat kedua

### 2.5 Prinsip Kerja Recloser

Perlengkapan elektronik ditempatkan pada sebuah kotak yang terpisah dari tangka recloser. dalam melakukan perubahan karakteristik, tingkat arus penjatuh minimum dan urutan operasi recloser dapat dilakukan dengan mudah tanpa mengeluarkan recloser. Arus pada saluran dideteksi oleh trafo arus yang dipasang pada bushing recloser, kemudian arus sekundernya dialirkan ke elektronik control box. Setelah mencapai waktu tunda yang ditentukan oleh program karakteristik arus – waktu , maka rangkaian trip (penjatuh) mengirimkan sinyal untuk melepaskan kontak utama recloser.

Rele urutan kerja akan direset timing pada posisi semula untuk mengatur penutupan kembali berikutnya. Apabila ternyata gangguan yang terjadi belum hilang, maka pada pembukaan yang terakhir sesuai urutan kerja recloser akan berada pada posisi lock out ( terkunci).



Gambar 4. Diagram Blok Recloser

### 2.6 Operasi Kontrol

Pengindraan trafo arus berfungsi untuk melengkapi level informasi arus AC dasar dari masing-masing fasa yang sinyalnya disampaikan ke rangkaian kontrol. Sinyal-sinyal itu masing-masing sesuai dengan suatu perbandingan tertentu terhadap arus line pada masing-masing fasa.

Waktu dan arus mendeteksi dan pewaktu berhubungan dengan kesalahan fasa sesuai dengan karakteristik arus/waktu yang ditentukan. Setelah pewaktu, sinyal akan kuat dan akan mengaktifkan SCR yang dihubungkan ke batter control sebesar 24 volt. SCR ini kemudian akan mengenergi

selenoida tripping recloser. gerakan seloida tripping yang melepaskan pegas trip akan membuka kontak recloser.

### 2.5 Rele Arus Lebih (OCR)

Rele arus lebih atau yang lebih dikenal dengan OCR (Over Current Relay) merupakan peralatan yang mensinyalir adanya arus lebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau overload yang dapat merusak peralatan sistem tenaga yang berada dalam wilayah proteksinya.

#### 2.5.1 Jenis Rele Berdasarkan Pengamannya Beserta Settingannya

1. rele arus lebih seketika ( moment instantaneous)

A. Setelan Arus Pada Bagian Sekunder

$$I_{\text{instantsekunder}} = \frac{I_{\text{instant}}}{I_{\text{set primer}}} \quad (2.13)$$

- a. Untuk setelan disisi penyulang, dengan arus maksimum adalah :

Trafo kapasitas 50 MVA

maksimum

$$2,4 \times I_n \text{ trafo} \quad (2.14)$$

- b. Untuk Setelan disisi Masukan 20 kv, disetelkan sebesar :

$$I_{\text{instan}} = 4 \times I_n \text{ trafo} \quad (2.15)$$

$$I_n \text{ trafo} = \frac{KVA}{\sqrt{3} \times kV_{L-L}} \quad (2.16)$$

B. Setelan Arus Pada Bagian Primer

$$I_{\text{instanprimer}} = I_{\text{instan sekunder}} \times I_{\text{set primer}} \quad (2.17)$$

2. Rele Arus Lebih Tertentu ( definite time)

Rele ini akan memberikan perintah trip pada CB pada saat terjadi gangguan hubung singkat dan besar arus hubung singkat mencapai arus settingannya dan jangka waktu kerja rele mulai pick up sampai kerja rele diperpanjang dengan waktu tertentu tidak

tergantug besarnya arus untuk mengerjakan rele ini bekerja.

3. Rele Arus Lebih Berbanding Terbalik

( Invers)

a. Arus Setelan (Setting) Primer

$$I_p = 1,05 \times I_n \text{ A} \quad (2.18)$$

b. Arus Setelan (Setting) Sekunder

$$I_s = I_p \times \frac{1}{\text{Rasio}_{CT}} \text{ A} \quad (2.19)$$

Penyetelan time multiple setting (TMS)

rele arus lebih (OCR) jenis Invers sebagai berikut :

$$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_s}\right)^{0,02} - 1} \times TMS \quad (2.20)$$

$$TMS = \frac{0,14}{\left(\frac{I_{\text{fault}}}{I_s}\right)^{0,02} - 1} \times t \quad (2.21)$$

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN UPT Pekanbaru. Terkhususnya meneliti recloser yang ada di trafo daya satu yang terdiri dari enam penyulang. Dari ke enam penyulang terdiri dari tiga penyulang yang memiliki recloser dan tiga penyulang tidak memiliki recloser. Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan mei 2016 sampai desember 2016.

#### 3.2 Alat dan Bahan

1. Laptop hp
2. Software ETAP 12.6
- 3 Referensi pendukung lainnya

#### 3.3 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini diperlukan data-data yang dapat menunjang dalam menganalisa penggunaan recloser ini. Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung terhadap objek penelitian, hal ini dilakukan dengan observasi atau survei langsung ke lokasi penelitian.

2. Data sekunder

Data sekunder ini diperoleh melalui *literature* dan jurnal-jurnal tentang kajian penggunaan recloser untuk pengamanan gangguan arus lebih.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Pada gardu induk garuda sakti tepatnya pada trafo daya satu, memiliki enam penyulang diantaranya ada tiga penyulang yang memiliki recloser dan tiga penyulang yang tidak memiliki recloser, tiga penyulang yang tidak memiliki recloser, yaitu

1. Penyulang Arengka
2. Penyulang Pantai Cermin
3. Penyulang Soekarno Hatta

Sementara itu tiga penyulang yang memiliki recloser, yaitu :

1. Penyulang Lobak
2. Penyulang Adisucipto
3. Penyulang Cipta Karya

Perhitungan yang akan dilakukan yaitu pada penyulang yang memiliki recloser. penyulang yang akan dihitung salah satunya yaitu penyulang lobak. Pada penyulang lobak perhitungan untuk mendapatkan besar impedansi ekivalen terbagi atas dua daerah, yaitu mulai dari GI hingga recloser terlihat pada tabel 1, sedangkan tabel 2 perhitungan impedansi ekivalen mulai dari recloser hingga ujung penyulang Lobak.

Tabel 1. Hasil perhitungan impedansi ekivalen( dari GI hingga recloser dengan panjang 7,65 km).

No	Lokasi Gangguan Dengan Jarak ( m )	Urutan Positif dan Negatif Ekivalen ( $Z_1 = Z_2$ ) ( $\Omega$ )	Urutan Nol Ekivalen ( $Z_0$ ) ( $\Omega$ )
1	1%	0,0095 + J 1,139	36,0095 + J 10,04742
2	25%	0,2375 + J 1,317	36,2375 + J 11,357
3	50%	0,475 + J 1,5	36,475 + J 11,54
4	75%	0,7125 + J 1,68	36,7125 + J 11,72
5	100%	0,95 + J 1,87	36,95 + J 11,91

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 2. Hasil perhitungan impedansi ekivalen ( mulai dari recloser hingga ujung penyulang lobak dengan panjang 15,55 km)

No	Lokasi Gangguan Dengan Jarak ( m )	Urutan Positif dan Negatif Ekivalen ( $Z_1 = Z_2$ ) ( $\Omega$ )	Urutan Nol Ekivalen ( $Z_0$ ) ( $\Omega$ )
1	1%	0,0914 + J 1,147	36,0427 + J 10,0445
2	25%	0,485 + J 1,5	37,06 + J 10,152
3	50%	0,97 + J 1,88	37,15 + J 10,265
4	75%	1,455 + J 2,25	39,2 + J 10,37
5	100%	1,94 + J 2,63	40,27 + J 10,49

Sumber : hasil perhitungan

##### 4.2 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

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

###### 1. Arus Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.

- a. Perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa sepanjang Gardu Induk hingga Recloser.

$$I_{3 \text{ fasa}} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} = \frac{11547}{\sqrt{0,129^2 + 1,1545^2}} = 9999,134 A$$

- b. Perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa sepanjang recloser hingga ujung penyulang Lobak.

$$\frac{V}{Z_{1eq}} = \frac{20000 / \sqrt{3}}{0,0194 + j1,147} = 10065,7 A$$

###### 2. Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa.

$$I_{2 \text{ fasa}} = \frac{V_{ph-ph}}{2 \times z_{1eq}} = \frac{20000 / \sqrt{3}}{2 \times Z_{1eq}}$$

- a. Perhitungan arus gangguan Hubung Singkat Dua Fasa Sepanjang Gardu Induk hingga Recloser.

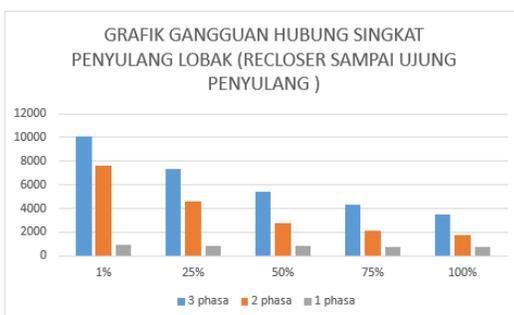
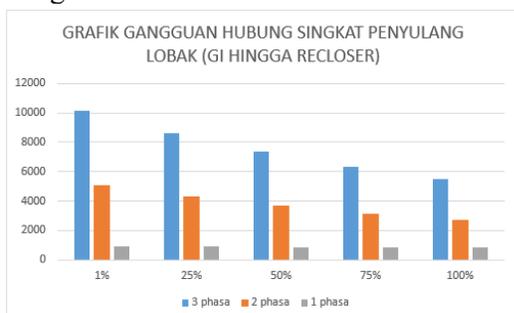
$$= \frac{20000 / \sqrt{3}}{2 \times (0,095 + j1,139)} = 5053,39 A$$

- b. Perhitungan arus gangguan hubung singkat dua fasa mulai dari recloser hingga ujung penyulang.

$$\frac{20000/\sqrt{3}}{2 \times (0,0194 + j1,147)} = 7621,3 \text{ A}$$

Dengan cara yang sama maka untuk perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa dan 2 fasa pada titik lokasi gangguan penyulang Lobak transformator Daya 1 Gardu Induk Garuda Sakti yang lain ditunjukkan pada grafik Tabel 3 berikut ini:

Dari hasil perhitungan dapat dibuat grafik kurva arus gangguan hubung singkat yang ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5 dan 6 Kurva arus gangguan hubung singkat

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan hubung singkatnya dan sebaliknya. Selain itu dapat dilihat bahwa arus gangguan hubung singkat terbesar pada arus gangguan hubung singkat 3 fasa. Apabila ditinjau dari gangguan terhadap fasa [2].

#### 4.3 Perhitungan Setelan Recloser dan Rele Arus Lebih ( Over current Relay)

Pada perhitungan rele arus lebih OCR dimulai dari recloser yang ada proteksinya selanjutnya ke rele arus lebih sisi penyulang kemudian sisi masukan 20 kv sebagai [2].

##### 1. Penyetelan Arus dan TMS di Recloser

a. Nilai setelan arus di recloser

Setelan arus pada Recloser

- Arus Settingan Primer

$$I_s = 1,05 \times I_n$$

$$= 1,05 \times 150 \text{ A}$$

$$= 157,5 \text{ A}$$

- Arus setting sekunder

$$I_p = \frac{I_s \times \frac{1}{\text{rasioCT}}}{1000/1}$$

$$= \frac{157,5 \times \frac{1}{1000/1}}{1}$$

$$= 0,1575 \text{ A}$$

b. Nilai setelan TMS di Recloser

$$TMS = t \times \frac{\left\{ \left[ \frac{I_f}{I_s} \right]^\alpha - 1 \right\}}{\beta}$$

Dengan : t = 0,3 detik

$I_f$  = arus gangguan = 10065,7 A

$\alpha$  = 0,02

$\beta$  = 0,14

$$TMS = 0,3 \times \frac{\left\{ \left[ \frac{10065,7}{157,5} \right]^{0,02} - 1 \right\}}{0,14}$$

$$= 0,1857 \text{ (tanpa satuan)}$$

##### 2. Penyetelan Arus dan TMS di Sisi Penyulang

Perhitungan penyetelan arus lebih disisi penyulang dilakukan menggunakan karakteristik rele campuran, yaitu antara rele standart invers dan rele instant.

a. Nilai setelan arus di sisi penyulang

Menggunakan karakteristik standart invers

- Arus Setting Primer  

$$I_s = 1,05 \times I_n$$

$$= 1,05 \times 240 \text{ A}$$

$$= 252 \text{ A}$$
- Arus Setting Sekunder  

$$I_p = I_{sx} \frac{1}{\text{rasioCT}}$$

$$= 252 \times \frac{1}{400/5}$$

$$= 3,15 \text{ A}$$

Menggunakan karakteristik instant,

$$I_{\text{trafo}} = \frac{kVA}{\sqrt{3} \times KV_{L-L}} = \frac{50000kVA}{\sqrt{3} \times 20} = 1443,37 \text{ A}$$

$$I_{\text{instant}} = 2,4 \times I_{\text{trafo}}$$

$$= 2,4 \times 1443,37 \text{ A} = 3464,08 \text{ A}$$

$$I_{\text{instan Sekunder}} = \frac{I_{\text{instan}}}{I_{\text{set primer}}} = \frac{3464,08}{252} = 13,74 \text{ A}$$

$$I_{\text{instan primer}} = I_{\text{instan sekunder}} \times I_{\text{set primer}}$$

$$= 13,74 \times 252 = 3462,48 \text{ A}$$

Nilai setelan waktu disisi penyulang,

$$TMS = t \times \frac{\left\{ \left[ \frac{I_f}{I_s} \right]^\alpha - 1 \right\}}{\beta}$$

Dimana :

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

$$I_f = \text{ arus gangguan} = 10065,7 \text{ A}$$

$$I_s = 252 \text{ A}$$

$$\alpha = 0,02$$

$$\beta = 0,14$$

maka :

$$TMS = 0,7 \times \frac{\left\{ \left[ \frac{10065,7}{252} \right]^{0,02} - 1 \right\}}{0,14}$$

$$= 0,382 \text{ detik}$$

$$t = \frac{0,14 \times TMS}{\left\{ \left[ \frac{I_f}{I_s} \right]^\alpha - 1 \right\}} = \frac{0,14 \times 0,382}{\left\{ \left[ \frac{10065,7}{151,05} \right]^{0,02} - 1 \right\}}$$

$$= 0,987 \text{ detik}$$

### 3. Penyetelan Arus dan TMS di Sisi Masukan 20 kv

Perhitungan penyetelan rele arus lebih dilakukan menggunakan karakter standart invers.

a. Nilai setelan arus di sisi masukan 20 kv

- Arus Setting Primer  

$$I_s = 1,05 \times I_n$$

$$= 1,05 \times 1443 \text{ A}$$

$$= 1515,15 \text{ A}$$

- Arus Setting Sekunder

$$I_p = I_{sx} \frac{1}{\text{rasioCT}}$$

$$= 1515,15 \times \frac{1}{2000/5}$$

$$= 3,78 \text{ A}$$

- b. Nilai Setelan TMS di Sisi Masukan 20 kv

$$TMS = t \times \frac{\left\{ \left[ \frac{I_f}{I_s} \right]^\alpha - 1 \right\}}{\beta}$$

Dimana :

$$t = (t_{dioutgoing} + \Delta t) = (0,7 + 0,4)$$

$I_f$  = arus gangguan di depan GI

$$I_s = 1515,15 \text{ A}$$

$$\alpha = 0,02$$

$$\beta = 0,14$$

$$TMS = 1,1 \times \frac{\left\{ \left[ \frac{10137}{1515,15} \right]^{0,02} - 1 \right\}}{0,14}$$

$$= 0,304 \text{ detik}$$

$$t = \frac{0,14 \times TMS}{\left\{ \left[ \frac{I_f}{I_s} \right]^\alpha - 1 \right\}} = \frac{0,14 \times 0,3}{\left\{ \left[ \frac{10137}{1515,15} \right]^{0,02} - 1 \right\}}$$

$$= 1,0986 \text{ detik}$$

Dari perhitungan diatas maka didapat nilai-nilai setelan recloser dan rele arus lebih ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel perhitungan penyetelan recloser dan rele arus lebih (OCR).

No	Setelan Arus Lebih OCR	I bus	I set primer	I set sekunder	t (setelan waktu)	TMS
1	Sisi Recloser	150 A	157,5 A	0,1575 A	0,3 s	0,1857
2	Sisi Penyulang 20 Kv	240 A	252 A	2,8 A	0,382 s	0,6987

No	Setelan Arus Lebih OCR	I bus	I bus	I bus	I bus	I set primer	I set sekunder	t (setelan waktu)	TMS
1	Sisi Penyulang 20 kv	1443,3	3464,0	240 A	2,8	252 A	13,74	0,6987	0,382
2	Sisi Incoming 20 kv			1433 A	1515,1	3,78 A	1,0989	0,3044	2

Sementara itu, dilihat dari setelan arus lebih yang di dapat dari data PLN, memiliki setelan sebagai berikut:

- Untuk settingan rele incoming setelan TMS 0,23
- Untuk settingan rele di sisi penyulang TMS 0,1

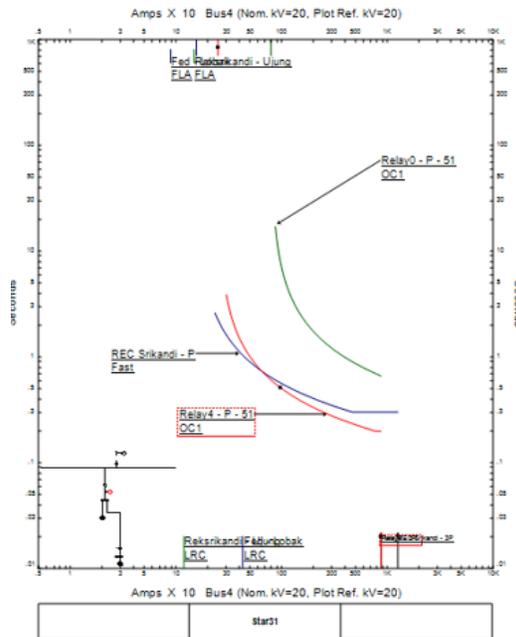
Sehingga kedua data ini memiliki perbedaan kurva yang dihasilkan. Untuk itu, perlu dilakukan perbandingan antara settingan yang di dapat dari data PLN dan settingan yang di dapat dari perhitungan, melalui simulasi software ETAP 12.6 .

#### 4.4 Perbandingan Settingan dari Data PLN dan Settingan Dari Hasil Perhitungan

Data yang didapat dari PLN dan data yang didapat dari hasil perhitungan memiliki perbedaan yang dapat dari setelan arus di sisi penyulang dan di sisi incoming 20 kv. Untuk itu, perlu dilakukan simulasi supaya terlihat perbedaannya dan dapat juga di ambil sebagai settingan yang seharusnya.

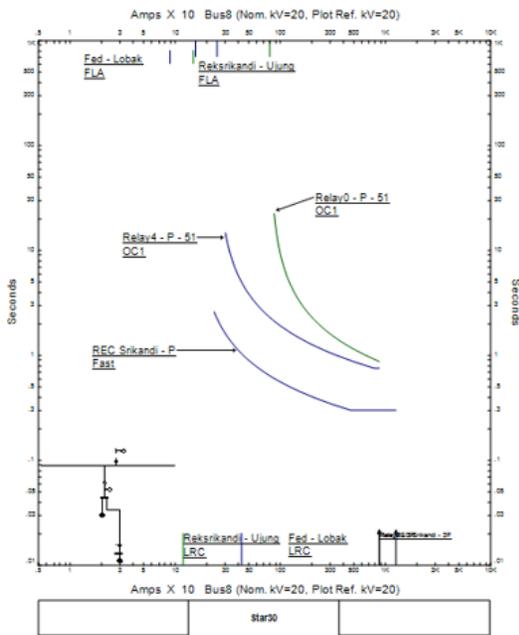
Dari hasil simulasi yang dilakukan menggunakan software ETAP 12.6 didapat kurva koordinasi antara recloser dan rele arus lebih. Adapun gangguan yang dilakukan pada simulasi terdapat dalam dua tempat, yaitu :

- Gangguan yang terdapat di sisi penyulang
  - Untuk setelan data PLN



Gambar 7. Setelan data PLN gangguan dari sisi penyulang

- Setelan data perhitungan

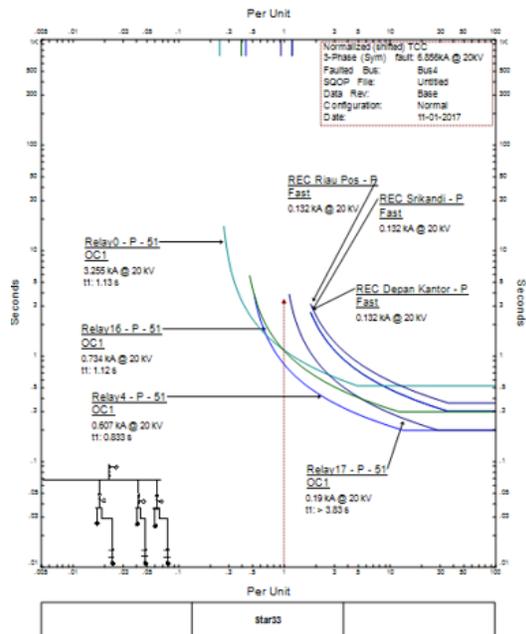


Gambar 8. Setelan data perhitungan gangguan dari sisi penyulang

Terlihat dari kedua gambar kurva yang dihasilkan dari simulasi menggunakan software ETAP 12.6, setingan pada gambar 7 yaitu setelan yang diambil dari data PLN memiliki koordinasi yang kurang tepat saat terjadi gangguan hubung singkat di sisi penyulang yang seharusnya bekerja terlebih dahulu yaitu recloser seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. pada gambar 8 yang di dapat dari hasil perhitungan, memiliki koordinasi antara recloser dan rele arus lebih yang berjalan semestinya.

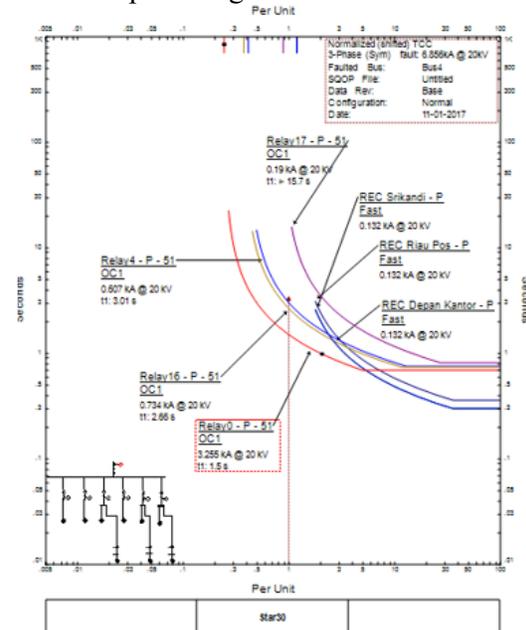
- Gangguan yang terdapat di sisi incoming 20 kv

Data dari PLN



Gambar 9. Data dari PLN gangguan sisi incoming

Data dari perhitungan



Gambar 10. Data dari perhitungan gangguan incoming 20 kv

Dari kurva koordinasi recloser dan rele arus lebih yang dibuat gangguan pada sisi incoming 20 kv, seharusnya yang terlebih dahulu bekerja

yaitu rele 0 seperti yang ditunjukkan pada gambar 10, dikarenakan apabila terjadi gangguan di area sisi incoming maka dampak yang akan di hasilkan langsung ke sumber trafo daya satu.

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul Analisa Penggunaan Recloser untuk Gangguan Hubung Singkat Jaringan Distribusi 20 kv Gardu Induk Garuda Sakti dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Ada enam penyulang yang terdapat di trafo daya satu , 3 diantaranya memiliki recloser dan 3 tidak memiliki recloser.
2. Fungsi recloser terhadap gangguan adalah memisahkan lokasi dari gangguan secara cepat dan akurat serta memperkecil pepadaman.
3. Besarnya arus gangguan hubung singkat bergantung pada jarak titik gangguan dari sumber hingga ujung jaringan. Semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil juga arus gangguan hubung singkat yang dihasilkan begitupula sebaliknya.
4. Arus gangguan hubung singkat dua fasa nilainya lebih kecil dari arus gangguan hubung singkat tiga fasa ( $I_{hs\ 2\ fasa} < I_{hs\ 3\ fasa}$ ).
5. Koordinasi pengaman antara recloser, rele arus lebih sisi penyulang dan sisi masukan 20 kv yang disimulasikan dengan menggunakan data dari PLN dan perhitungan menghasilkan koordinasi yang berbeda.
6. Koordinasi recloser dan rele arus lebih lebih sesuai kerjanya terhadap data yang diambil dari perhitungan dibanding setelan yang ada dari PLN.

### 5.2 Saran

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

1. Pada tiga penyulang yang belum memiliki recloser sebaiknya dipasang recloser dan pada penyulang yang sudah memiliki recloser sebaiknya

ditambah reclosernya sesuai keperluan tiap-tiap penyulang.

2. Perlu dilakukan perubahan pengaturan untuk recloser dan rele arus lebih. Sehingga, koordinasi antara recloser dan rele bekerja dengan semestinya.
3. Untuk mendapatkan pengaman yang lebih bagus, perlu dilakukan analisis untuk semua jenis pengaman yang terdapat di jaringan 20 kv, diantaranya Fuse Cut Out (FCO), Sectionalizer (SSO), Load Break Switch (LBS), dan pengaman lainnya.

## Daftar Pustaka

- Affandi, I. 2009. Analisa Setting Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah ada Penyulang Sadewa Di GI Cawang. *skripsi*. Universitas Indonesia. Depok
- 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*.
- Maidien, W. 2008. Penggunaan Recloser Dalam Mengamankan Gangguan Hubung Singkat Di Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM). *Jurnal Sains dan Teknologi*.
- 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*.
- Silaban, A. 2009. Studi Tentang Penggunaan Recloser Pada Jaringan Distribusi 20 kv. *Jurnal Sains dan Teknologi*.