

## **ANALISIS KOORDINASI OVER CURRENT RELAY DAN RECLOSER DI SISTEM PROTEKSI FEEDER GARDU INDUK SEMEN NUSANTARA (SNT 2) CILACAP**

Dwi Puji Hariyanto, Tiyono, Sutarno

### **ABSTRACT**

The main aim of protection system is used to protect safety of human cause by electric current and to protect equipment from the fault. The fault can cause over current which has big value and endangerous the equipment. Besides the fault can also cause supply of energy to consumer is disturbed. The fault can be permanently or temporary. Coordination of protection system between OCR and recloser is needed to anticipate the fault.

To create good coordination in protection system, the threshold setting is the main key. In determining OCR and Recloser setting, there are many effect that need attention for example the use of curve characteristic, current setting (In) and time setting (Tms)

Based on reaserch data and calculation, the biggest of 3 phase short circuit over curent in feeder SNT 2 is 12 kA in the near of substation. While the smallest of 3 phase short circuit over curent in feeder SNT 2 is 1,9 kA in the tail of network. The smallest of 3 phase short circuit over curent can be detected by recloser 2. The three relays, OCR, Recloser 1 and Recloser 2 have each different graph of characteristic that is not proportioned. Its shows that the setting of three relays is correct because there isn't any relay that precede the other relays.

**Key word :** *Protection system, OCR, Recloser, Coordination, Fault, Feeder SNT 2.*

### **I. PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Dalam penyaluran energi listrik, terdapat 3 komponen utama. Ketiga komponen tersebut adalah pembangkitan, transmisi dan distribusi. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit disalurkan melalui transmisi. Dari saluran transmisi kemudian diteruskan oleh sistem distribusi kepada para konsumen. Penyaluran energi yang stabil dan kontinuitas menjadi dambaan bagi setiap konsumen. Oleh sebab itu dari ketiga komponen penyaluran energi listrik, distribusi adalah komponen paling penting. Hal tersebut dikarenakan distribusi berhubungan langsung dengan konsumen. PT. PLN APJ Cilacap adalah pihak yang berwenang untuk menyalurkan energi listrik kepada konsumen di wilayah Cilacap dan sekitarnya.

Kebutuhan energi listrik wilayah kota Cilacap disuplay oleh 2 gardu induk (GI) yakni GI Lomanis dan GI Semen Nusantara. GI Semen Nusantara mempunyai 3 feeder yang salah satunya melayani kebutuhan listrik di daerah pinggiran kota Cilacap. Karakteristik daerah perkotaan dan daerah pinggiran sedikit berbeda. Di perkotaan jumlah pepohonan jauh lebih sedikit di banding daerah pinggiran, sehingga gangguan

yang diakibatkan oleh pohon lebih kecil intensitasnya. Gangguan tersebut antara lain berupa hubung singkat akibat jaringan terkena pohon. Gangguan hubung singkat bisa menyebabkan terjadinya arus lebih (over current) yang besar dan dapat menyebabkan hentakan pada peralatan seperti trafo distribusi. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan sistem proteksi di sistem distribusi. Dengan sistem proteksi diharapkan gangguan yang terjadi dapat diminimalisir. Selain pertimbangan faktor keselamatan manusia, faktor ekonomi juga mendasari mengapa diperlukannya sebuah sistem yang berfungsi melindungi peralatan-peralatan dari gangguan yang terjadi.

Keandalan sebuah sistem proteksi sangat dituntut demi terjaganya kontinuitas penyaluran energi listrik. Untuk itu diperlukan koordinasi antar komponen penunjang sistem proteksi. Komponen proteksi yang penting diantaranya over current relay (OCR) dan recloser

#### **1.2. Batasan Masalah**

Dalam skripsi ini masalah dibatasi pada bagaimana koordinasi antara over current rele (OCR) dan recloser di feeder 2 gardu induk Semen Nusantara agar tercipta keandalan sistem penyaluran energi listrik.

#### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari skripsi ini adalah melakukan analisis koordinasi antara over current relay (OCR) dan recloser berdasarkan studi kasus di feeder 2 gardu induk Semen Nusantara

#### 1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat analisis OCR dan Recloser bagi PLN adalah sebagai masukan dalam proses penyetingan OCR.
2. Manfaat analisis koordinasi OCR dan Recloser bagi ilmu pengetahuan adalah sebagai landasan dalam bidang koordinasi peralatan proteksi.

#### 1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode observasi, dilakukan secara langsung untuk memperoleh data langsung dari lapangan.
2. Metode dokumentasi, digunakan untuk memperoleh data besarnya arus beban puncak, dan data gangguan yang terjadi, di area PT. PLN APJ Cilacap
3. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Memaparkan tentang koordinasi peralatan sistem proteksi dalam tugasnya melindungi jaringan distribusi dari gangguan yang terjadi serta bagaimana pemilihan setting waktu yang di rasa paling cocok diterapkan pada OCR.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1. Teori tentang Gardu Induk Semen Nusantara

Kebutuhan energi listrik di kabupaten Cilacap dan sekitarnya di layani oleh beberapa gardu induk (GI), antara lain:

1. GI Lomanis
2. GI Semen Nusantara
3. GI Majenang
4. GI Wadas Lintang
5. GI Kebumen
6. GI Gombang.

Dari ke enam GI diatas, GI Lomanis merupakan gardu induk yang menyuplai wilayah kota Cilacap. Selain GI Lomanis, suplai listrik di kota Cilacap juga berasal dari GI Semen Nusantara. GI ini mempunyai tiga *feeder*. Dua *feeder* menyuplai

ke arah kota dan *feeder* ketiga menyuplai daerah pinggiran kota Cilacap.

Berdasarkan konstruksinya, GI Semen Nusantara termasuk GI jenis pasang luar. Peralatan tegangan tinggi yang digunakan dipasang di luar sedangkan peralatan kontrolnya berada di dalam. Sedangkan berdasarkan tujuannya, GI Semen Nusantara dikategorikan sebagai gardu induk distribusi. Di gardu induk ini tegangan dari sistem transmisi diturunkan dari 150 kV menjadi 20kV, kemudian disalurkan ke sistem distribusi. Selain disebut sebagai gardu induk distribusi, GI semen juga disebut sebagai gardu induk industri karena selain melayani kebutuhan listrik konsumen rumah tangga, GI ini juga melayani konsumen komersil yakni PT. Semen Holcim.

#### 2.1.1. Komponen Utama dalam Gardu Induk Semen Nusantara

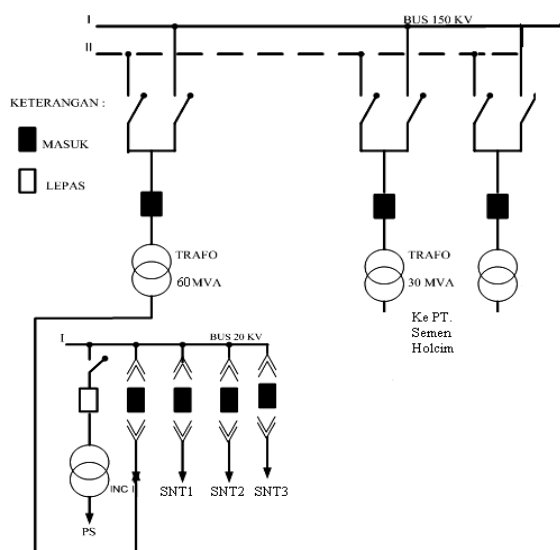
Komponen di dalam gardu induk Semen Nusantara meliputi :

1. Transformator utama  
Transformator utama berfungsi menaikkan atau menurunkan tegangan. Di gardu induk transformator berfungsi menurunkan tegangan dari 150 kV menjadi 20 kV.
2. Arester, berfungsi mengamankan peralatan dari gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir atau surja petir. Arester umumnya dipasang di trafo utama pada GI skala besar, dan pada ril untuk GI skala kecil.
3. PMT, adalah suatu saklar yang digunakan untuk memutus atau menyambung arus / daya listrik sesuai ratingnya. Ketika memutuskan / menghubungkan daya listrik akan terjadi busur api listrik
4. Pemisah, berfungsi untuk mengisolasi peralatan dari yang bertegangan. Pada umumnya pemisah tidak dapat memutuskan arus, meskipun ia dapat memutuskan arus yang kecil, misalnya arus pembangkitan trafo, tetapi pembukaan atau penutupannya dilakukan setelah pemutus tenaga lebih dulu dibuka.

5. Transformator arus, berfungsi menurunkan arus untuk keperluan pengukuran dan proteksi.
6. Transformator tegangan, berfungsi menurunkan tegangan untuk keperluan pengukuran dan proteksi.
7. Reaktor, berfungsi untuk mengurangi arus hubung singkat dan arus pensaklaran (switching) pada jaringan listrik.
8. Bus bar, berfungsi sebagai penghubung antara transformator, SUTT dan peralatan listrik lainnya untuk menerima dan menyalurkan tenaga listrik

**2.1.2. Feeder GI Semen Nusantara**

Gardu induk Semen Nusantara mempunyai 3 keluaran (*feeder*) yakni SNT 1, SNT 2 dan SNT 3. SNT 1 dan SNT 3 menyuplai energi listrik untuk wilayah kota Cilacap, sedangkan SNT 2 menyuplai listrik daerah pinggiran kota Cilacap.



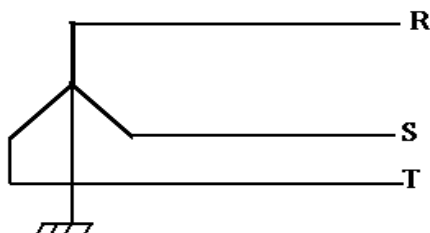
**Gambar 1. Diagram feeder gardu induk Semen Nusantara**

**2.2. Sistem Distribusi Feeder 2 GI Semen Nusantara (SNT 2)**

**2.2.1. Pengertian**

Sistem distribusi SNT 2 termasuk dalam sistem distribusi pola 2. Sistem dengan pola 2 mempunyai ciri-ciri antara lain :

1. Menggunakan penghantar yang terdiri dari 4 kawat penghantar yakni 3 kawat fasa dan sebuah kawat netral.
2. Sistem pentanahan menggunakan sistem pentanahan langsung, artinya kawat netral di tanahkan tanpa melalui suatu hambatan.



**Gambar 2. Diagram sistem pentanahan pola 2**

**2.3. Gangguan dalam Sistem Distribusi**

Daerah yang dilewati jaringan distribusi *feeder* SNT 2 adalah daerah pinggiran kota Cilacap. Di daerah tersebut masih banyak terdapat pepohonan yang tinggi dan berdekatan dengan jaringan. Selain pohon masih ada faktor lain penyebab gangguan. Gangguan diartikan sebagai sebuah keadaan sistem yang menyimpang dari normal.

**2.3.1. Macam-macam gangguan :**

**2.3.1.1. Gangguan beban lebih**

Beban lebih terjadi pada trafo atau saluran karena konsumen yang dipasok terus meningkat atau karena adanya manuver atau perubahan aliran beban di jaringan setelah adanya gangguan.

Beban lebih dapat mengakibatkan panas yang berlebihan, panas tersebut dapat mempercepat proses penuaan atau memperpendek umur.

**2.3.1.2. Gangguan tegangan lebih**

Tegangan lebih dapat dibedakan sebagai berikut ;

1. Tegangan lebih dengan power frekuensi (di Indonesia 50 Hz)
2. Tegangan lebih transien

Tegangan lebih transien dapat dibedakan lagi menjadi :

1. Surja petir
2. Surja hubung

Penyebab tegangan lebih dengan power frekuensi antara lain:

1. Kehilangan beban atau penurunan beban akibat switching karena gangguan atau karena manuver.
2. Gangguan pada AVR atau *automatic voltage regulator* pada generator atau pada sadapan berbeban (on load tap changer) dari trafo tenaga.
3. Kecepatan lebih (over speed) pada generator karena kehilangan beban.

### 2.3.1.3. Gangguan hubung singkat

Gangguan ini dapat terjadi antara fasa dengan fasa atau antara fasa dengan ke tanah. Gangguan hubung singkat mengakibatkan timbulnya arus hubung singkat yang besar yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan. Berdasarkan lama atau tidaknya gangguan, gangguan hubung singkat di bedakan menjadi 2 :

1. Gangguan permanen
2. Gangguan temporer

### 2.3.2. Usaha untuk mengatasi gangguan dibagi menjadi 2 bagian :

1. Mengurangi terjadinya gangguan
2. Mengurangi akibatnya

#### Mengurangi terjadinya gangguan

Gangguan tidak dapat dicegah sepenuhnya, tetapi dapat dikurangi kemungkinan terjadinya dengan cara sebagai berikut:

1. Dengan hanya menggunakan peralatan yang dapat diandalkan.
2. Penentuan spesifikasi yang tepat dan desain yang baik.
3. Pemasangan yang benar sesuai dengan desain spesifikasi dan petunjuk dari pabrik.
4. Penggunaan kawat tanah pada SUTT/SUTET (saluran udara ekstra tinggi) dengan tahanan pembumian kaki tiang yang rendah.
5. Penebangan atau pemangkasan pohon-pohon yang berdekatan dengan kawat fasa pada jaringan distribusi.
6. Penggunaan kawat atau kabel berisolasi.
7. Operasi dan pemeliharaan yang baik.
8. Menghilangkan penyebab gangguan/kerusakan melalui penyelidikan.

### Mengurangi akibat gangguan

Untuk memperkecil akibat yang ditimbulkan akibat gangguan dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ;

1. Mengurangi besarnya arus gangguan, dengan cara:
  - a. Menghindari konsentrasi pembangkitan (mengurangi short circuit level)
  - b. Menggunakan reactor
2. Penggunaan lightning arrester
3. Melepaskan bagian sistem yang terganggu dengan menggunakan circuit breaker dan rele proteksi
4. Menghindari atau mengurangi luas/lamanya pemadaman atau kerusakan akibat pelepasan bagian sistem yang terganggu dengan cara :
  - a. Penggunaan jenis rele yang tepat dan penyetelan rele yang selektif agar bagian yang terlepas sekecil mungkin.
  - b. Penggunaan saluran double dengan proteksi yang selektif sehingga jika terjadi gangguan pada salah satu saluran tidak terjadi pemadaman
  - c. Penggunaan penutup balik otomatis (recloser) sehingga gangguan yang bersifat temporer dapat diatasi dan pemadaman dalam jangka waktu yang lama dapat dihindari.
  - d. Penggunaan *spindle* pada jaringan tegangan menengah (JTM) atau setidaknya-tidaknya ada titik pertemuan antar saluran sehingga saat terjadi gangguan ataupun pemeliharaan jaringan tersedia alternatif suplai dari arah lain.
5. Penggunaan rele dan *circuit breaker* yang cepat dan AVR dengan respon yang cepat pula untuk menghindari atau mengurangi gangguan *instability* (lepas sinkron) akibat gangguan hubung singkat atau jatuhnya unit pembangkit.

## 2.4. Sistem Proteksi Jaringan SNT 2

### 2.4.1. Pengertian

Sistem proteksi adalah cara untuk mengurangi akibat gangguan dengan cara memisahkan bagian sistem yang terganggu dengan bagian sistem yang lain agar bagian sistem yang lain itu dapat terus bekerja.

Sistem proteksi berfungsi untuk :

1. Mendeteksi gangguan
2. Melindungi dan mengamankan manusia (operator) dari bahaya yang timbul karena adanya arus listrik
3. Melindungi semua peralatan sistem dan mengamankan secepat mungkin dari dari gangguan yang terjadi
4. Dengan koordinasi pemutus beban (*circuit breaker*) mencegah meluasnya gangguan, mengisolir, memadamkan dan memulihkan kembali sistem setelah gangguan berakhir atau berhenti
5. Menjaga kontinyuitas dan stabilitas daya

### 2.4.2. Rele proteksi

#### 2.4.2.1. Pengertian

Rele proteksi adalah susunan piranti, baik elektronik maupun magnetik yang direncanakan untuk mendeteksi suatu kondisi ketidak-normalan pada peralatan listrik yang bisa membahayakan atau tidak diinginkan

Jenis rele proteksi sangat banyak dan beragam. Rele proteksi yang digunakan dalam saluran distribusi SNT 2 adalah:

1. Over current relay (OCR)
2. Ground fault relay (GFR)

#### Over Current Relay (OCR)

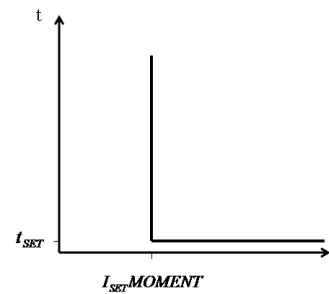
OCR merupakan sebuah rele perlindungan yang bekerja apabila arus yang mengalir di dalam sistem yang dilindungi lebih besar dari nilai setelan arus OCR.

#### 2.4.2.2.1. Karakteristik rele arus lebih

Karakteristik OCR berdasarkan arus ( $I$ ) dan waktu ( $t$ ) antara lain:

1. Instantenous ( $t=0$ )

Yaitu karakter tanpa time delay, apabila terjadi gangguan maka rele langsung trip



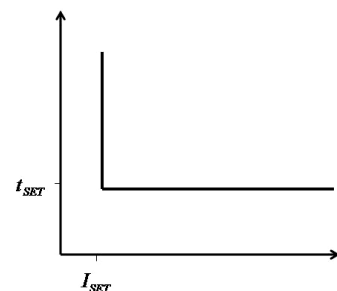
**Gambar 3. Karakteristik Rele Waktu Seketika (Instantenous)**

#### 2. Time Delay

Setelan waktu ini dibagi dua, yakni:

- a. Definite (waktu tetap)

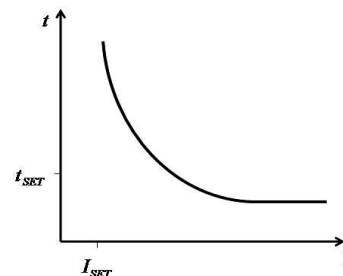
Pada saat terjadi gangguan maka secara otomatis akan mengaktifkan rele yang kemudian rele tersebut akan mengaktifkan timer dan selanjutnya tugas dari Tripping Coil (TC) untuk melepaskan PMT.



**Gambar 4. Karakteristik Rele Waktu Tetap (Definite)**

- b. Inverse (waktu terbalik)

Yaitu pada waktu terjadi gangguan, apabila arus gangguannya semakin besar, waktu tunda akan semakin sedikit (cepat).



**Gambar 5. karakteristik rele waktu terbalik (invers)**

karakteristik waktunya dibedakan dalam empat kelompok:

1. Standart invers (SI)

$$t = \frac{0,14}{I^{0,02} - 1} tms$$

2. Very invers (VI)

$$t = \frac{13,5}{I - 1} tms$$

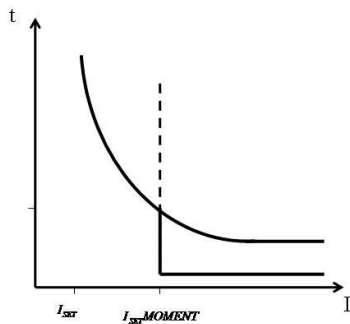
3. Extremely invers

$$t = \frac{80}{I^2 - 1} tms$$

4. Long time invers

3. Kombinasi (gabungan) instantaneous & time delay

Karakteristik ini merupakan gabungan antara *instantaneous* dan *time delay*.



**Gambar 6. karakteristik rele waktu kombinasi**

**2.4.3. Recloser**

Recloser merupakan salah satu alat dalam pengamanan sistem distribusi jaringan tegangan menengah (20 KV) untuk menganalisa adanya gangguan yang bersifat temporer atau gangguan permanen.

**2.4.3.1. Prinsip kerja recloser**

Saat jaringan 20 kV terjadi gangguan recloser akan bekerja yakni dengan memutus aliran daya listrik kemudian menganalisa apakah gangguan tersebut temporer atau permanen. Reaksi yang dilakukan recloser terhadap gangguan yang ada :

1. Jika gangguan yang terjadi bersifat sementara, maka recloser akan memutus aliran daya beberapa saat kemudian

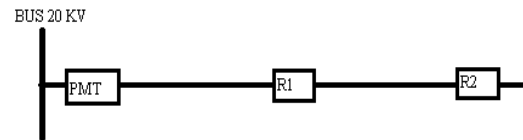
menyambungkan lagi aliran daya yang terputus.

2. Bila gangguan yang terjadi bersifat permanen maka recloser akan *lock out* setelah recloser tersebut mengalami atau melakukan siklus operasi kerjanya dalam mendeteksi gangguan yang ada.

**2.4.4. Koordinasi Komponen Sistem Proteksi.**

**2.4.4.1. Setelan koordinasi OCR**

OCR yang digunakan dalam jaringan distribusi SNT 2 adalah OCR dengan karkteristik waktu invers. OCR dengan karakteristik waktu invers bekerja berdasarkan arus gangguan yang mengalir pada rele.



**Gambar 7. koordinasi OCR**

1. Setelan di PMT  
Is=(1-1.2) X arus beban  
Tms=(0,3-0,4) detik untuk gangguan di dekat bus
2. Setelan di R1  
Is=(1-1.2) X arus beban di recloser 1  
Tms=(0,25) detik untuk gangguan di dekat recloser 1
3. Setelan di R2  
Is=(1-1.2) X arus beban di recloser 2  
Tms=(0,05) detik (setelan minimal)

**2.4.5. Analisis hubung singkat**

Gangguan yang mungkin terjadi didalam sistem 3 fasa adalah :

1. Gangguan 3 fasa.  
Dalam pembahasan gangguan 3 fasa, arus gangguannya dihitung dengan rumus sebagai berikut :
2. Gangguan 2 fasa ( ketanah )  
arus gangguan dua fasa dapat dihitung dengan menggunakan rumus tersebut yaitu ;

$$I_{2FASA} = \frac{E_{AB}}{Z_1 + Z_2}$$

atau,

$$I_{2FASA} = \frac{\sqrt{3} * E_A}{Z_1 + Z_2}$$

3. Gangguan satu fasa ketanah  
 arus hubung singkat 1 fasa dirumuskan:  
 dimana,

$$I_0 = I_1 = I_2 = \frac{E_A}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

$$I_{fasa} = I_1 + I_2 + I_0$$

maka

$$I_{fasa} = \frac{3E_A}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Hubung Singkat

#### Setelan OCR

untuk melakukan setelan OCR diperlukan data antar lain:

1. ratio CT = 400/1, Is=1,05 X In CT = 1.05 X 400 = 420 A
2. setelan instan= 10 X Is = 10 X 420 = 4200 A
3. Tms = 0,1
4. kurva = IEC VI (very invers)

dengan data yang ada maka nilai waktu tunda rele dapat diketahui dengan rumus:

$$t = \frac{13,5}{\left(\frac{I_{hs}}{I_s}\right) - 1} x Tms$$

Hasil perhitungan setelan waktu rele dibuat dalam tabel berikut ini:

**Tabel 1. Tabel hasil perhitungan setelan waktu**

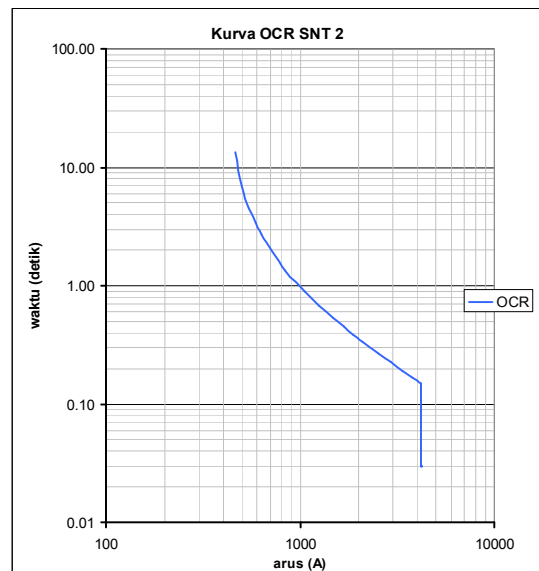
#### OCR

No.	I <sub>hs</sub> ( x Is)	I <sub>hs</sub> (A)	Waktu tunda (t)
1	1,1	462	13,5
2	1,2	504	6,75
3	1,3	546	4,5
4	1,4	588	3,375
5	1,5	630	2,7
6	2	840	1,35
7	2,5	1050	0,9
8	3	1260	0,675
9	3,5	1470	0,540
10	4	1680	0,45

11	4,5	1890	0,385
12	5	2100	0,338
13	6	2520	0,27
14	7	2940	0,225
15	8	3360	0,193
16	9	3780	0,169
17	10	4200	0,15
18	11	4200	0,000
19	12	4200	0,000
20	13	4200	0,000
21	14	4200	0,000
22	15	4200	0,000

Data dari tabel diatas terlihat bahwa semakin besar nilai arus gangguan maka waktu tunda menjadi semakin kecil. Saat arus gangguan sebesar 462 A (1,1x Is) terjadi maka waktu tunda OCR adalah sebesar 13,5 detik. Untuk nilai arus hubung singkat lebih besar dari 10 x Is (I<sub>hs</sub> > 10 Is) maka tidak akan diberi waktu tunda (t=0).

Data dari tabel dapat diubah ke dalam bentuk grafik hubungan antara besar arus gangguan dengan waktu tunda OCR sebagai berikut :



**Gambar 8. Grafik karakteristik OCR Setelan Recloser 1**

data pada recloser antara lain:

1. ratio CT = 400/1, Is= 350 A
2. setelan instan= 10 X Is = 10 X 350 = 3500 A
3. Tms = 0,1

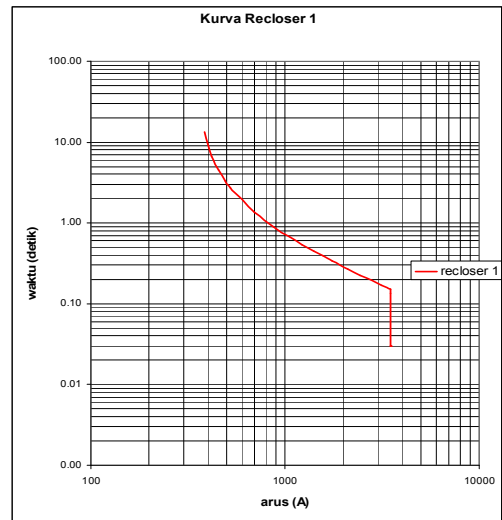
4. kurva = IEC VI (very invers)

dengan cara yang sama seperti pada perhitungan waktu tunda untuk OCR, didapatkan hasil sebagai berikut :

**Tabel 2. Tabel hasil perhitungan setelan waktu Recloser 1**

No.	Ihs ( x Is)	Ihs (A)	Waktu tunda (t)
1	1,1	385	13,5
2	1,2	420	6,75
3	1,3	455	4,5
4	1,4	490	3,375
5	1,5	525	2,7
6	2	700	1,35
7	2,5	875	0,9
8	3	1050	0,675
9	3,5	1225	0,54
10	4	1400	0,45
11	4,5	1575	0,385
12	5	1750	0,338
13	6	2100	0,27
14	7	2450	0,225
15	8	2800	0,193
16	9	3150	0,169
17	10	3500	0,150
18	11	3500	0,000
19	12	3500	0,000
20	13	3500	0,000
21	14	3500	0,000
22	15	3500	0,000

Recloser 1 mempunyai nilai setelan Tms yang sama dengan nilai Tms pada OCR dan jenis kurva yang digunakan. Namun, berbeda pada nilai arus setelan dan arus setelan instan. Arus kerja recloser 1 berkisar 385 – 3500 A. Untuk arus gangguan sebesar 385 A (1,1 x Is) recloser akan memberikan waktu tunda sebesar 13.5 detik. Setelah waktu tunda terlampaui dan gangguan dalam jaringan belum hilang maka recloser akan trip atau memutus jaringan. Apabila arus gangguan lebih dari 3500 A, maka recloser tidak akan memberikan waktu tunda dan akan langsung trip karena arus setelan instannya adalah 3500 A. Jika data tabel di sajikan dalam bentuk grafik maka akan menjadi :



Gambar 9. Grafik Karakteristik Recloser 1

**Setelan Recloser 2**

data pada recloser antara lain:

1. ratio CT = 1000/1, Is= 300 A
2. setelan instan = 8 X Is = 8 X 300 = 2400 A
3. Tms = 0,05
4. Kurva = IEC VI (very invers)

Dengan cara yang sama maka didapatkan hasil berikut ini:

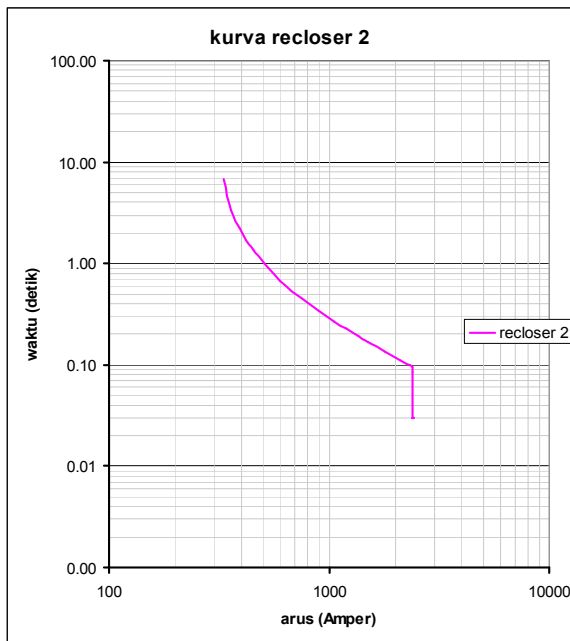
**Tabel 3. Tabel hasil perhitungan setelan waktu Recloser 2**

No.	Ihs (x Is)	Ihs (A)	Waktu tunda (t)
1	1,1	330	6,75
2	1,2	360	3,375
3	1,3	390	2,25
4	1,4	420	1,6875
5	1,5	450	1,35
6	2	600	0,675
7	2,5	750	0,45
8	3	900	0,338
9	3,5	1050	0,27
10	4	1200	0,225
11	4,5	1350	0,193
12	5	1500	0,169
13	6	1800	0,135
14	7	2100	0,113
15	8	2400	0,096
16	9	2400	0,084
17	10	2400	0,000



18	11	2400	0,000
19	12	2400	0,000
20	13	2400	0,000
21	14	2400	0,000
22	15	2400	0,000

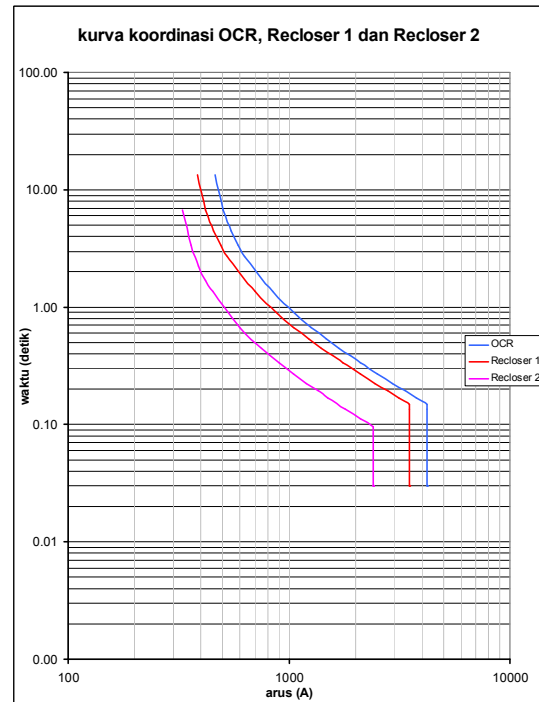
Recloser 2 hanya mempunyai satu persamaan dengan OCR dan recloser 1 yakni kurva yang digunakan. Arus kerja recloser 2 berkisar 330 - 2400. Untuk gangguan sebesar 330 A ( $1,1 \times I_s$ ), waktu tunda yang diberikan adalah 6,75 detik. arus setelan instan recloser 2 sebesar 2400 A ( $8 \times I_s$ ), sehingga untuk arus gangguan yang lebih dari itu recloser akan langsung trip tanpa waktu tunda. Grafik hubungan antara arus gangguan dan waktu tunda adalah sebagai berikut :



**Gambar 10. Grafik Karakteristik Recloser 2**

**Koordinasi OCR, Recloser 1 dan Recloser 2**

Koordinasi dari OCR, recloser 1 dan Recloser 2 dapat dilihat melalui grafik berikut ini :



**Gambar 11. Grafik Koordinasi OCR, Recloser 1 dan Recloser 2**

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan data yang diperoleh dan hasil analisis diperoleh kesimpulan antara lain:

1. Besarnya arus hubung singkat bergantung pada jarak titik gangguan dari sumber. Semakin jauh letak gangguan hubung singkat 3 fasa dari sumber, maka semakin kecil pula arus yang ditimbulkan. Gangguan hubung singkat 3 fasa maksimum terjadi di dekat GI dan minimum di ujung saluran.
2. Setelan OCR dan recloser bergantung pada nilai arus setelan,  $T_{ms}$  dan karakteristik kurva yang digunakan. Setelan tiap peralatan tidak sama, disesuaikan dengan letak peralatan tersebut di jaringan.
3. Koordinasi peralatan proteksi jaringan SNT 2 sesuai dengan standar. Tidak terjadi kesalahan kerja komponen dalam mendeteksi gangguan.
4. Recloser yang digunakan dalam jaringan SNT 2 masih dapat mendeteksi gangguan

hubung singkat 3 fasa terkecil di ujung jaringan

#### **4.2. Saran**

1. Perlu adanya pengecekan rutin terhadap jaringan, agar kerusakan yang kecil dapat di deteksi sekecil mungkin.
2. Pemangkasan rutin terhadap pohon-pohon disekitar jaringan SNT 2 untuk mengurangi frekuensi gangguan yang diakibatkan oleh pohon seperti gangguan hubung singkat.
3. Koordinasi yang tepat akan memperkecil frekuensi gangguan, sehingga perlunya peningkatan kuantitas karyawan di PT. PLN APJ Cilacap yang ahli dalam hal rele.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

ABB. 2007. "ANSI / IEC three-phase recloser OVR"  
<http://www.abb.com> Download 16<sup>th</sup>  
November 2007

Arismunandar, A dan Kuwahara, S. 1972. *Teknik Tenaga Listrik, jilid III gardu induk*.  
Jakarta: PT. Pradnya Paramita

#### **Biografi**

Dwi Puji Hariyanto, mahasiswa Teknik Elektro  
UNNES

Tiyono, dosen Teknik Elektro UGM

Sutarno, dosen Teknik Elektro UNNES