

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Pada bab ini penulis membahas secara umum metode penelitian, yaitu penelitian yang dilaksanakan melalui tahap-tahap yang bertujuan mencari dan membuat pemecahan masalah. Metodologi yang digunakan dalam penelitian Skripsi ini antara lain adalah :

1. Studi literatur.

Mengkaji teori yang diperlukan dari buku-buku acuan yang menunjang dan berhubungan dengan tema yang diambil, studi literatur pun dilakukan untuk mendapatkan data - data yang diinginkan.

2. Studi lapangan

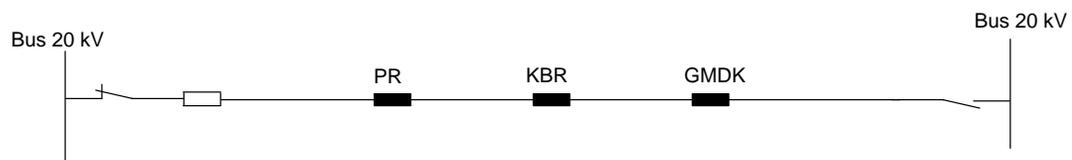
Mengumpulkan data - data yang diperlukan secara langsung dari tempat objek penelitian tersebut dengan cara menanyakan langsung kepada pegawai yang berkopeten dibidangnya.

3. Diskusi

Melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen, karyawan PT PLN (Persero) APP Bandung Barat. yang berkompeten dalam setting koordinasi relay.

B. Penyulang CBU (Cigereleng Braga Unggu)

Penyulang CBU (GI Cigereleng) memiliki 3 trafo distribusi yaitu PR (pungkur), KBR (kembar) dan GMDK (gedung merdeka), Dengan menggunakan jaringan saluran kabel (SKTM).penyulang CBU memiliki total panjang penghantar sebesar 6,32 km. Dalam pembahasan kasus ini akan dihitung arus hubung singkat yang terjadi pada penyulang CBU.



Gambar.3.1. single line diagram penyulang CBU.

Data-data pada penyulang CBU adalah sebagai berikut :

1. Data penghantar
 - a. Jenis penghantar : PILC
 - b. Ukuran penghantar : 240 mm²

Tabel 3.1 Impedansi pada penyulang

No	Gardu	Panjang penghantar(m)	Impedansi positif (ohm)	Impedansi negatif (ohm)
1	GI- KBR	2846	0,356 + j0,276	0,782 + j0,083
2	KBR - PR	2389	0,298 + j232	0,657 + j0,69
3	PR - GMDK	1401	0,175 + j0,136	0,388 + j0,041

2. Kapasitas trafo

Tabel 3.2 kapasitas trafo pada penyulang CBU

No	gardu	Letak	Kapsitas trafo (MVA)	Merk trafo	Beban puncak (%)	Spesifikasi beban
1	KBR	Jln Mohh toha (pasar Kembar)	630	Unindo	62	Rumah Tangga
2	PR	Jln Pungkur	630	Paulwels	79,5	Rumah Tangga
3	GMDK	Jln Braga	630	Unindo	-	Gedung Merdeka

C. Data Gardu Induk Cigereleng

Di Gardu Induk Cigereleng terdapat 4 buah Trafo tenaga dengan Tegangan kerja 150/20 kV. Beban Dimana masing-masing trafo berkapasitas 60 MVA. Karena pada trafo IX terdapat 14 penyulang, maka diperlukan penyetelan relay yang baik agar relay dapat memproteksi peralatan-peralatan listrik yang lain dari arus gangguan hubung singkat maupun beban lebih. Oleh karena itu dalam penulisan skripsi ini penulis akan membahas Analisa koordinasi over current relay pada penyulang CBU di Gardu Induk Cigereleng. Adapun data-data yang diperlukan untuk analisis ini sebagai berikut :

1. Data Trafo tenaga

Merk	= Unindo
Type	= TTH-VB 150/60000
Daya	= 60 MVA
Tegangan	= 150/20 KV
Imp (Z%)	= 16,11
Teg Primer	= 150 kV
Teg Sekunder	= 20 kV
Arus nominal	= 1732,1
Hub. Belitan Trafo	= YNyn0
NGR	= 12 Ohm

2. Data OCR pada Trafo 150/20 kV sisi *High Voltage*

Merk	= GEC
Type	= MCGG 52
No Serie	= 200278 Y
Karakteristik	= Standar Invers
In	= 5 Amp
Ratio CT	= 300/5

3. Data GFR pada Trafo 150/20 kV sisi *High Voltage*

Merk	= GEC
Type	= MCGG 52
No Serie	= 200278 Y
Karakteristik	= Standar Invers
In	= 5 Amp
Ratio CT	= 300/5

4. Data OCR sisi incoming 20 kV

Merk	= ISEG
Type	= MRI3-15E5D
No Serie	= 0248055-002
Karakteristik	= Standar Invers
In	= 5 Amp
Ratio CT	= 2000/5

5. Data GFR sisi incoming 20 kV

Merk	= ISEG
Type	= MRI3-15E5D
No Serie	= 80248055-002
Karakteristik	= Standar Invers
In	= 5 Amp
Ratio CT	= 2000/5

6. Data OCR sisi Penyulang 20 kV

Merk	= AREVA
Type	= MICOM P122

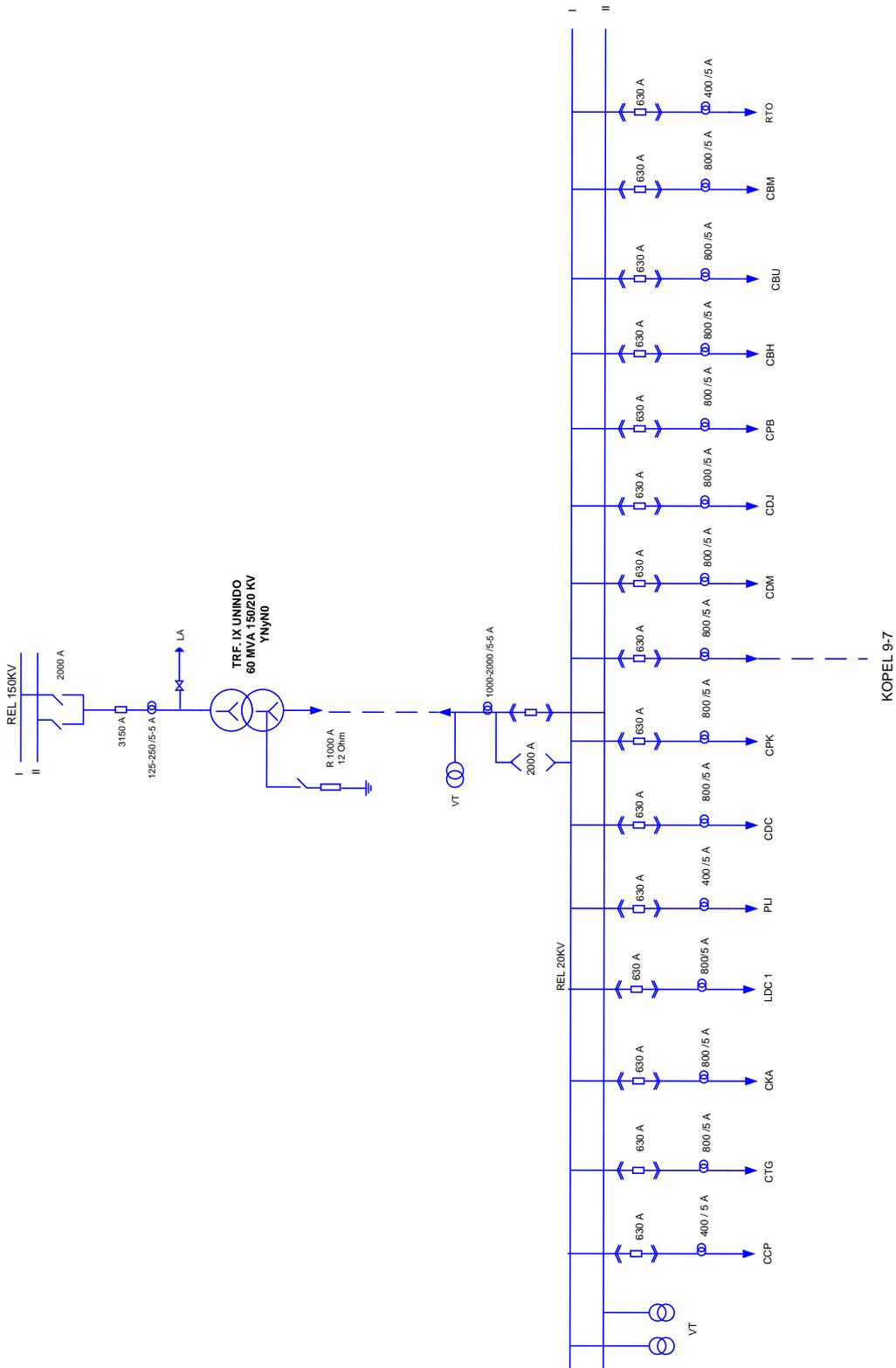
No Serie = 3206655
 Karakteristik = standar Invers
 In = 5 Amp
 Ratio CT = 800/5

7. Data GFR sisi Penyulang 20 kV

Merk = AREVA
 Type = MICOM P122
 No Serie = 3206655
 Karakteristik = satandar Invers
 In = 5 Amp
 Ratio CT = 800/5

Tabel 3.3. Data impedansi kabel penyulang

Jenis kabel	KHA	Panjang kabel	Ukuran	Impedansi urutan positif (Z1)	Impedansi urutan nol (Z0)
PILC 240 AL	292 A	6,32 kM	240 mm ²	0,1 25+j0,097 Ω	0,275 + j0,029 Ω



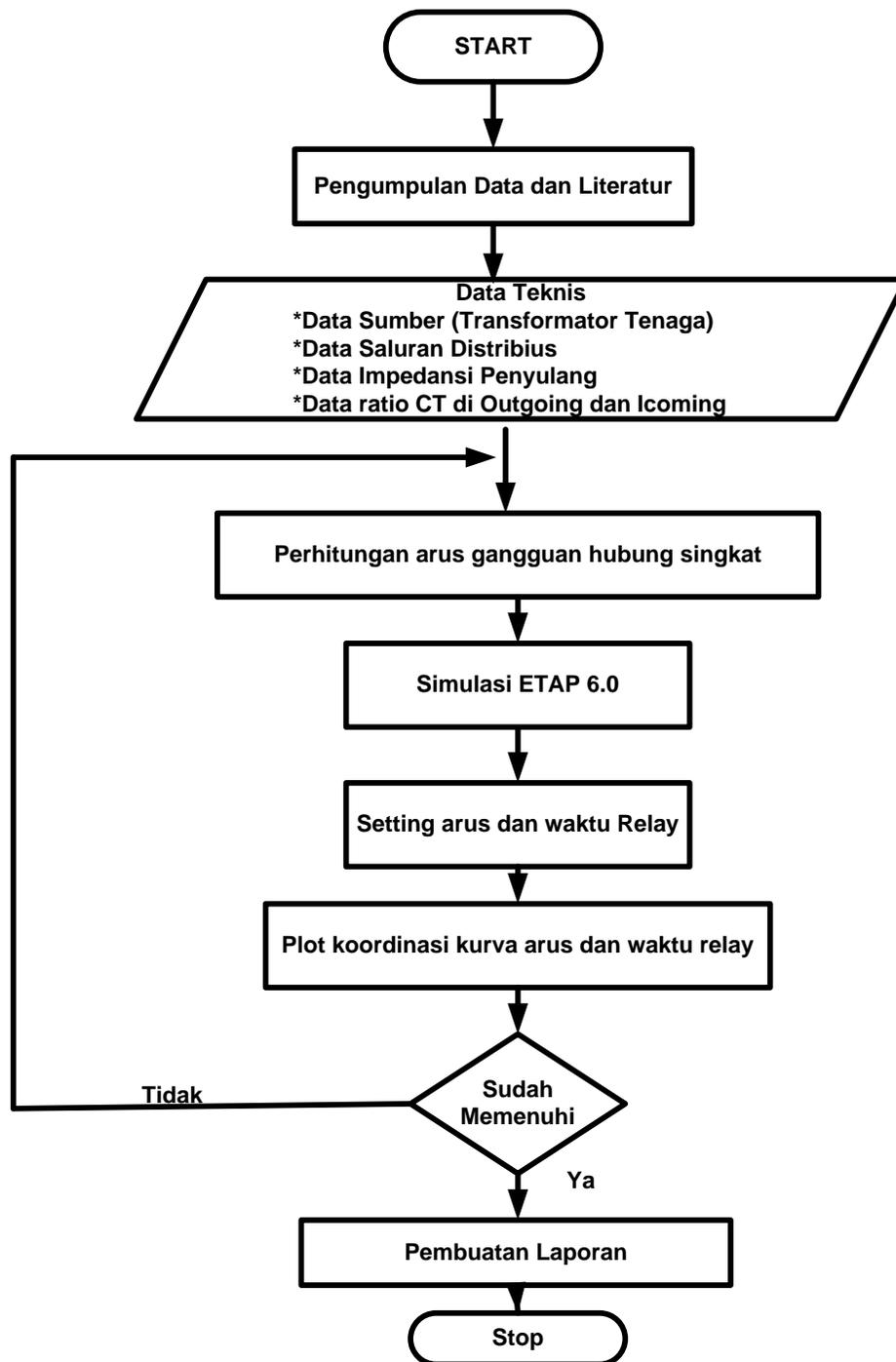
Gambar.3.2. single line diagram

D. Langkah - Langkah Penelitian

Langkah - langkah yang sistematis dalam penelitian harus diperhatikan. Hal tersebut berguna untuk memberikan arahan yang untuk mempermudah pemahaman tujuan yang ingin dicapai dalam proses penelitian. Langkah - langkah penelitian tersebut diperlihatkan pada gambar bagan alir penelitian dibawah ini :

1. Perhitungan Arus hubung singkat yang masuk dari suatu bus penyulang (*feeder bus*) untuk mengetahui arus beban maksimum
2. Perhitungan setting arus dan waktu kerja relay dan juga penentuan jenis karakteristik relay yang digunakan.
3. Gambar kurva karakteristik relay arus lebih dan relay arus gangguan tanah untuk perancangan koordinasinya.

Algoritma yang mempersentasikan perhitungan seperti diatas dan diagram satu garis yang digunakan untuk simulasi dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3. Flow chart penelitian

1. Langkah-langkah perhitungan arus hubung singkat :
 - a. Penentuan spesifikasi peralatan yang ada
 - b. Penentuan impedansi masing-masing peralatan dalam satuan per unit

- 1) Impedansi Sumber :

$$X_S = \frac{kV^2}{MVA}$$

Dimana :

X_S = Impedansi Sumber (ohm)

kV^2 = Tegangan sisi Primer Trafo tenaga (kV)

MVA = Data hubung singkat di bus 150 kV (MVA)

- 2) Impedansi Trafo :

$$X_T(\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

X_T = Impedansi Trafo Tenaga (ohm)

kV^2 = Tegangan sisi sekunder Trafo tenaga (kV)

MVA = kapasitas daya trafo tenaga (MVA)

- 3) Impedansi Penyulang :

- Impedansi urutan positif dan Negatif

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

Dimana :

Z_1 = Impedansi urutan positif (ohm)

Z_2 = Impedansi urutan negatif (ohm)

- Impedansi urutan nol

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

Z_0 = Impedansi urutan nol (ohm)

- c. Penentuan impedansi hubung singkat dari sumber-sumber yang menyebabkan arus hubung singkat

- 1) Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah

$$I_{sc} = \frac{3 V_f}{2xZ_{1eq} + Z_{0eq}}$$

Dimana :

$I_a = I_{sc}$ = arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah (A)

$$V_f = \text{tegangan fasa netral } 20 \text{ kV} = \frac{20.000}{\sqrt{3}} \text{ (V)}$$

Z_{1eq} = Impedansi urutan positif (ohm)

Z_{0eq} = Impedansi urutan nol (ohm)

2) Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Fasa

$$I_a = I_{sc} = \frac{V_{f-f}}{2xZ_{1eq}}$$

Dimana :

$I_{2\text{fasa}}$ = arus gangguan hubung singkat 2 fasa (A)

V_{f-f} = tegangan fasa-fasa 20 kV (V)

Z_{1eq} = Impedansi urutan positif (ohm)

3) Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa

$$I_a = I_{sc} = \frac{V_f}{Z_{1eq}}$$

Dimana :

I_{fasa} = arus gangguan hubung singkat 3 fasa (A)

$$V_f = \text{tegangan fasa-fasa } 20 \text{ kV} = \frac{20.000}{\sqrt{3}} \text{ (V)}$$

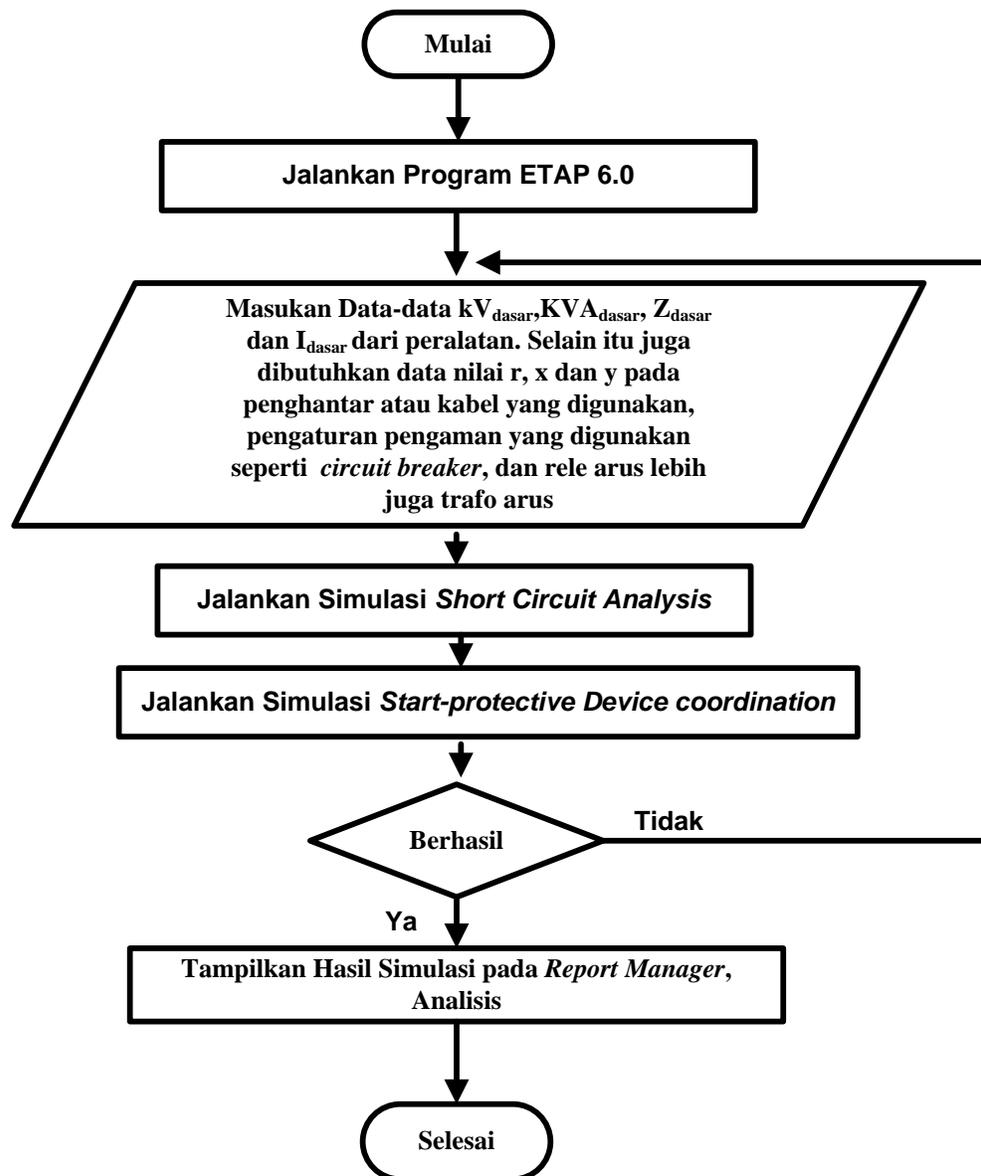
Z_{1eq} = Impedansi urutan positif (ohm)

d. Penentuan titik gangguan hubung singkat dengan tempat yang spesifik terhadap kemungkinan terjadinya gangguan hubung singkat.

e. Perhitungan Menggunakan ETAP 6.0

Perhitungan analisis gangguan hubung singkat dengan menggunakan ETAP 6.0 memiliki langkah-langkah pada gambar 3.4 dibawah ini. Data-data yang diperlukan seperti kV_{dasar} , KVA_{dasar} , Z_{dasar} ,

dan I_{dasar} . Selain itu juga dibutuhkan data-data lainnya yang lebih spesifik dari peralatan-peralatan yang digunakan pada penyulang CBU seperti nilai r , x , dan y pada penghantar atau kabel yang digunakan, pengaturan pengaman yang digunakan seperti *circuit breaker*, dan relay arus lebih juga trafo arus yang digunakan. Maka bagan alir simulasi analisis gangguan hubung singkat pada penyulang CBU dengan menggunakan program ETAP 6.0 dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4. Bagan Alir Simulasi Menggunakan ETAP 6.0

2. Perhitungan setting arus dan waktu kerja relay arus lebih dan relay gangguan tanah :

Dalam perhitungan setting Arus dan waktu kerja relay ini harus mendapatkan sistem koordinasi pengaman

- a. Penentuan karakteristik relay dimulai dari bagian yang paling dekat dengan beban (bagian hilir). Relay yang terletak pada bagian ini harus mempunyai penyetelan waktu paling singkat
- b. Pemilihan karakteristik relay berdasarkan letak relay tersebut, untuk relay yang berada paling hilir harus memiliki karakteristik paling cepat dalam merespon saat terjadi gangguan hubung singkat.
- c. Pemilihan faktor pengali waktu pada kurva relay (time multiplier setting/TMS) dengan memilih TMS yang kecil untuk bagian paling hilir, sedangkan pada daerah selanjutnya tergantung dari perhitungan koordinasi relay.
- d. Persamaan kurva karakteristik arus lebih untuk mendapatkan waktu kerja menurut standar IEC 60255-3 adalah :

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

Untuk menentukan nilai Tms yang akan disetelkan pada *Over Current Relay* (OCR) diambil pada angka arus gangguan (I_{fault}) sebesar arus gangguan tiga fasa pada lokasi gangguan berapa persen dari panjang penyulang dan waktu kerja *Over Current Relay* (OCR) di penyulang itu (sesuai keterangan waktu tercepat di atas) misal diambil selama 0.3 detik, maka nilai Tms yang akan disetkan pada *Over Current Relay* (OCR) adalah :

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

Dimana :

- t = waktu kerja (s)
 I_{fault} = Arus gangguan (A)
 I_{set} = Arus setting (A)
 TMS = settingan waktu (s)

3. Gambar kurva karakteristik relay arus lebih dan relay gangguan tanah.

Untuk mendapatkan kurva karakteristik relay arus lebih dan relay arus gangguan tanah dalam perancangan koordinasi relay arus lebih seperti diatas maka digunakan *MC excel 2007*.

Kurva karakteristik arus hubung singkat, tahanan gangguan dan lokasi gangguan (*High Voltage, Incoming* dan Penyulang) Koordinasi antara Relay Arus Lebih dan Relay Gangguan Tanah terlihat dari besarnya gangguan. semakin besar gangguan semakin cepat pula waktu yang diperlukan untuk mentripkan PMT. jenis gangguan hubung singkat yang terjadi. Pada gangguan hubung singkat tiga fasa dan hubung singkat fasa-fasa yang bekerja sebagai pengaman cadangan adalah relay Rlay Arus Lebih, sedangkan Relay Gangguan Tanah tidak bekerja karena pada gangguan tersebut pada kawat netral tidak dialiri arus gangguan. Sedangkan pada gangguan hubung singkat satu fasa ketanah dimana arus gangguan mengalir pada kawat fasa maupun kawat netral sehingga kedua relay (OCR dan GFR) bisa mendeteksi adanya gangguan namun yang bekerja lebih dahulu adalah Relay Gangguan Tanah karena mempunyai nilai arus setting yang lebih kecil daripada arus setting relay Arus Lebih.