

ANALISA KOORDINASI PROTEKSI *RECLOSER* DENGAN RELAY ARUS LEBIH
(OCR) MENGGUNAKAN ETAP 7.0.0 DI JARINGAN SUTM 20 KV PT PLN
(PERSERO) APJ YOGYAKARTA

Hamdan Nurona¹, Prastyono Eko P.², Syafriyudin³

¹Mahasiswa, ²Pembimbing 1, dan ³Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222

Telp. (0274)563029 E-mail : Lucky_javaboys@yahoo.co.id

INTISARI

Tiap – tiap gangguan yang terjadi memiliki sifat – sifat gangguan yang berbeda dimana gangguan tersebut ada yang sifatnya sementara (kontemporer) dan ada yang sifatnya lama (permanent), dan apabila gangguan ini tidak segera diatasi maka akan merusak sistem pada jaringan distribusi tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pengamanan yang tepat sesuai dengan jenis gangguan yang terjadi dan sesuai dengan fungsi dari pengamanan tersebut agar dapat mengatasi tiap gangguan yang terjadi dengan baik, efisien dan handal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode matematis dan simulasi.

Hasil penelitian ini menggambarkan tentang bagaimana koordinasi penyulang bantul 12 terhadap gangguan yang terjadi. Berdasarkan hasil setting dan simulasi didapatkan waktu kerja PMT adalah 0,453 dengan besar arus gangguan 11.851 A, waktu kerja Recloser 1 adalah 0,213 dengan arus gangguan 2462 A sedangkan untuk waktu kerja Recloser 2 adalah 0,196 dengan arus gangguan 1760 A.

kata kunci : Sistem proteksi , OCR , Recloser , Koordinasi , Gangguan , Feeder Bantul 12.

ABSTRACT

Each - each disturbance has properties - properties of different fault in which there is disorder that is temporary (contemporary) and there is the old nature (permanent), and if the fault is not addressed it will damage the system on the distribution network. Therefore, it needs a proper security system in accordance with the type of disturbance and in accordance with the function of the seat in order to overcome any interference happened to the good, efficient and handal. Metode used in this study is the use of mathematical methods and simulation.

The results of this study illustrate how your feeders coordination bantul 12 to disorders terjadi. berdasarkan setting dan simulation results obtained when the PMT is working with a large 0,453 11 851 A fault current, work time Recloser 1 is 0.213 with a fault current to 2462 A, while the working time Recloser 2 is 0.196 with a fault current 1760 A.

Keyword : keywords: Protection System, OCR, Recloser, Coordination, Fault

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sistem distribusi adalah salah satu bagian dari sistem pembangkitan tenaga listrik yang memberikan suplai tenaga listrik untuk kebutuhan bagi konsumen yang terus menerus, oleh karena itu jaringan sistem distribusi dalam pengoperasiannya tidak mungkin berjalan dengan normal selamanya pasti akan mengalami gangguan. Sementara sistem harus tetap dalam kondisi aman agar tidak terjadi pemadaman atau pemutusan beban dan konsumen.

Tiap – tiap gangguan yang terjadi memiliki sifat – sifat gangguan yang berbeda dimana gangguan tersebut ada yang sifatnya sementara (kontemporer) dan ada yang sifatnya lama (*permanent*), dan apabila gangguan ini tidak segera diatasi maka akan merusak sistem pada jaringan distribusi tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem pengaman yang tepat sesuai dengan jenis gangguan yang terjadi dan sesuai dengan fungsi dari pengaman tersebut agar dapat mengatasi tiap gangguan yang terjadi dengan baik, efisien dan handal.

Pada sistem tenaga listrik, rele memegang peran yang sangat penting. Pengaman berkualitas yang baik memerlukan rele pengaman yang baik pula. Untuk itu ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh rele pengaman seperti tersebut dibawah ini :

1. Selektif
2. *Reliable* (Dapat Diandalkan)
3. Cepat
4. Sensitif
5. Ekonomis.

Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut masalah dibatasi pada :

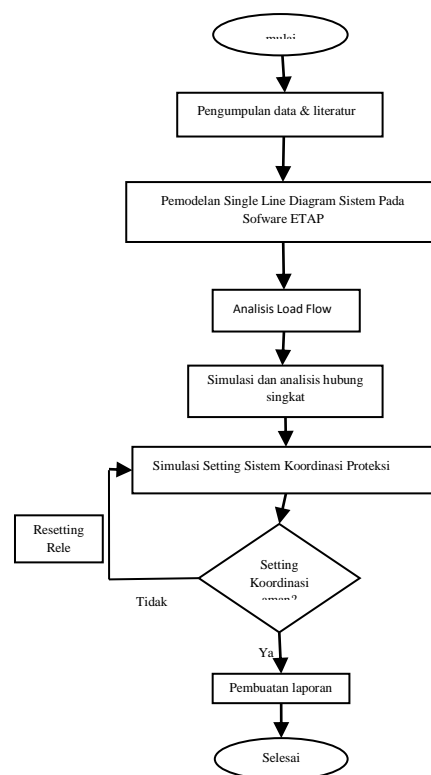
Berdasarkan hal tersebut masalah dibatasi pada :

1. Bagaimana mensimulasikan koordinasi antara Relai Arus lebih dengan Recloser menggunakan bantuan software ETAP 7.0.0.
2. Apakah settingan Relai Arus Lebih dengan recloser yang terpasang di Penyulang Bantul 12 dapat mengatasi gangguan yang terjadi.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisa koordinasi antara recloser dengan over current relay berdasarkan studi kasus di penyulang Bantul 12 dengan mensimulasikannya menggunakan ETAP 7.0.0 pada saat terjadi gangguan.

Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melakukan 2 metode yaitu secara matematis dan secara simulasi



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dasar Teori

Relai pengaman adalah susunan piranti, baik elektronik maupun magnetik yang direncanakan untuk mendeteksi suatu kondisi ketidaknormalan pada peralatan listrik yang bisa membahayakan peralatan maupun sistem. Jika bahaya tersebut muncul maka relai pengaman secara otomatis akan memberikan sinyal atau perintah untuk membuka pemutus tenaga (*circuit breaker*), agar bagian yang terganggu dapat terisolir dari sistem yang normal untuk dapat segera dilakukan perbaikan.

Relai pengaman dapat mengetahui adanya gangguan pada peralatan yang perlu diamankan dengan mengukur atau membandingkan besaran-besaran yang diterimanya misalnya : arus, tegangan, daya, sudut fasa, frekuensi, impedansi dan sebagainya sebagai sesuai dengan besaran yang telah ditentukan. Alat tersebut kemudian akan mengambil keputusan seketika dengan perlambatan waktu membuka pemutus tenaga atau hanya memberi tanda tanpa membuka pemutus tenaga. Pemutus tenaga dalam hal ini hanya mempunyai kemampuan memutus arus hubung singkat maksimum yang melewatinya dan harus mampu menutup rangkaian dalam keadaan hubung singkat yang kemudian membuka kembali. Disamping itu relai juga berfungsi untuk menunjukkan lokasi dan macam gangguannya. Berdasarkan dari relai maka akan memudahkan kita dalam menganalisa gangguan untuk dapat memutuskan langkah yang akan diambil selanjutnya.

1. Macam – macam gangguan :

Macam – macam gangguan yang terjadi pada jaringan tegangan menengah :

a) Tegangan Lebih

Tegangan lebih merupakan suatu gangguan akibat tegangan pada sistem tenaga listrik melebihi dari yang seharusnya. Gangguan tegangan lebih dapat terjadi karena kondisi eksternal dan internal pada sistem sebagai berikut ini :

1. Kondisi Internal

Hal ini terutama karena isolasi akibat perubahan yang mendadak dari kondisi rangkaian. Misalnya operasi hubung pada saluran tanpa beban, perubahan beban yang mendadak, operasi pelepasan pemutus tenaga mendadak akibat hubung singkat pada jaringan, kegagalan isolasi dan sebagainya.

2. Kondisi Eksternal

Kondisi eksternal terutama akibat adanya sambaran petir.

b) Beban Lebih

Beban lebih merupakan gangguan yang disebabkan oleh konsumsi energi listrik melebihi energi listrik yang dihasilkan pada pembangkit. Gangguan beban lebih sering terjadi terutama pada generator dan transformator daya. Ciri dari beban lebih adalah terjadinya arus lebih pada komponen. Arus lebih ini dapat menimbulkan pemanasan yang berlebihan sehingga menimbulkan kerusakan pada isolasi. Pada transformator distribusi sekunder yang menyalurkan energi listrik pada konsumen akan memutuskan aliran melalui relai beban lebih jika konsumsi tenaga listrik oleh konsumen melebihi kemampuan transformator tersebut.

c) 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. Usaha mengatasi gangguan

Usaha mengurangi gangguan sistem pengaman, cara yang paling ampuh antara lain :

- Menggunakan peralatan pengaman yang dapat diandalkan dan sesuai dengan keadaan serta berpedoman pada SPLN.
- Koordinasi yang tepat sehingga tercipta pengaman yang selektif.
- Penggunaan pengaman cadangan (lokal dan jauh).
- Pengujian periodik dan perawatan secara rutin.
- Membuat prosedur tata cara operasional (*standing operational procedur*).

3. Teori Hubung Singkat

- a) Arus hubung singkat 3 fasa

$$I_{3F} = \frac{E}{Z_1}$$

- b) Arus hubung singkat 2 fasa

$$I_{2F} = \frac{\sqrt{3}E}{Z_1 + Z_2}$$

- c) Arus hubung singkat 1 fasa

$$I_{1F} = \frac{3E}{Z_1 + Z_2 + Z_3}$$

4. Peralatan Pengaman JTM 20 KV

a) Pemutus Tenaga (PMT)

Pemutus Tenaga (PMT) adalah alat pemutus otomatis yang mampu memutus/menutup rangkaian pada semua kondisi, yaitu pada kondisi normal ataupun gangguan. Secara singkat tugas pokok pemutus tenaga adalah :

1. Keadaan normal, membuka / menutup rangkaian listrik.
2. Keadaan tidak normal, dengan bantuan relay, PMT dapat membuka sehingga gangguan dapat dihilangkan.

b) Relay Arus Lebih (OCR)

Pada dasarnya relay arus lebih adalah suatu alat yang mendeteksi besaran arus yang melalui suatu jaringan dengan bantuan trafo arus. Harga atau besaran yang boleh melewatinya disebut dengan setting.

Macam-macam karakteristik relay arus lebih :

1. Relay Waktu Seketika (Instantaneous relay)

Relay yang bekerja seketika (tanpa waktu tunda) ketika arus yang mengalir melebihi nilai settingnya, relay akan bekerja dalam waktu beberapa mili detik (10–20 ms).

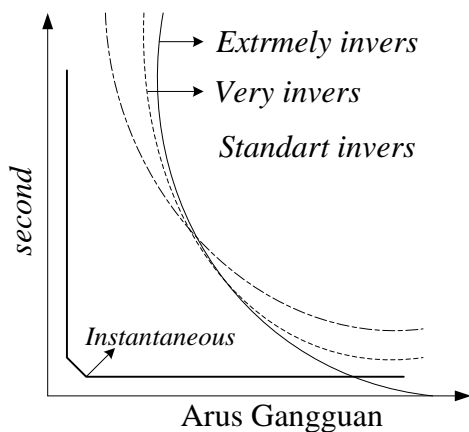
2. Relay arus lebih waktu tertentu (deafinite time relay)

Relay ini akan memberikan perintah pada PMT pada saat terjadi gangguan hubung singkat dan besarnya arus gangguan melampaui settingnya (I_s), dan jangka waktu kerja relay mulai pick up sampai kerja relay diperpanjang dengan waktu tertentu tidak tergantung besarnya arus yang mengerjakan relay.

3. Relay arus lebih waktu terbalik.

Relay ini akan bekerja dengan waktu tunda yang tergantung dari besarnya arus secara terbalik (*inverse time*), makin besar arus makin kecil waktu tundanya. Karakteristik ini bermacam-macam. Setiap pabrik dapat membuat karakteristik yang berbeda-beda, karakteristik waktunya dibedakan dalam tiga kelompok :

- a) Standar inverse
- b) Very inverse
- c) extreemly inverse



Gambar 2 Karakteristik OCR tipe *inverse*

Pada relay arus lebih memiliki 2 jenis pengamanan yang berbeda antara lain:

a) Pengamanan hubung singkat fasa

Relay mendeteksi arus fasa. Oleh karena itu, disebut pula “Relay fasa”. Karena pada relay tersebut dialiri oleh arus fasa, maka settingnya (I_s) harus lebih besar dari arus beban maksimum.

b) Pengamanan hubung tanah

Rele arus lebih yang mendeteksi arus gangguan satu fasa tanah.

c) Pemutus Balik Otomatis (Recloser)

Pemutus balik otomatis (Automatic circuit recloser = Recloser) ini secara fisik mempunyai kemampuan seperti pemutus beban, yang dapat bekerja secara otomatis untuk mengamankan sistem dari arus lebih yang diakibatkan adanya gangguan hubung singkat.

d) Pelebur (*fuse cut out*)

Adalah suatu alat pemutus, dimana dengan meleburnya bagian dari komponen yang telah dirancang khusus dan disesuaikan ukurannya untuk membuka rangkaian dimana pelebur tersebut dipasang dan memutuskan arus bila arus

tersebut melebihi suatu nilai dalam waktu tertentu. Oleh karena pelebur ditujukan untuk menghilangkan gangguan permanen, maka pelebur dirancang meleleh pada waktu tertentu pada nilai arusgangguan tertentu.

Analisa dan Pembahasan

1. Data Perusahaan PT PLN :

Panjang jaringan : 28,09 km

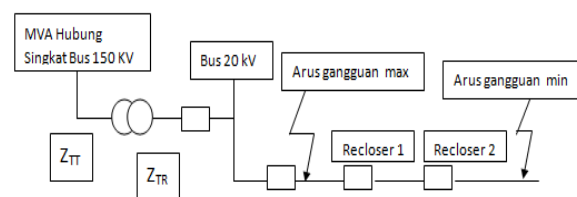
I hubung singkat 3 fasa Tegangan Tinggi : 18.101,86 Ampere

Kapasitas trafo : 60 MVA

Impedansi Trafo : 12,5 %

Impedansi JTM 3 Φ : $Z_1 = Z_2 = 0,134 + j0,308$

$Z_0 = 0,2824 + j1,6033$



Gambar 3 diagram komponen arus gangguan

Keterangan

Z_{TT} = Impedansi sisi Tegangan Tinggi

Z_{TR} = Impedansi sisi Tegangan Tinggi

2. Impedansi Trafo :

$$Z_{tr} = \frac{kV^2}{MVA \text{ Trafo}} \times \text{Impedansi Trafo}$$

$$= \frac{20^2}{60} \times 12,5 \%$$

$$= 0,833 \text{ Ohm}$$

Menghitung MVA Hubung singkat tegangan tinggi, bila diketahui arus hubung singkat 3 fasa pada tegangan tinggi :

MVA hubung singkat tegangan tinggi

$$= I \text{ hubung singkat 3 fasa teg. tinggi. Ztr} \\ \cdot \sqrt{3} \text{ kV} / 10^3 \\ = \frac{18.101,86 \times 0,833 \times \sqrt{3} \times 150}{10^3}$$

$$= 3.917,6 \text{ MVA}$$

$$\text{Impedansi sisi Tegangan Tinggi (Z}_{TT}) = \frac{kV^2}{\text{MVA hubung singkat tegangan tinggi}}$$

$$= \frac{20^2}{3.917,6} = 0,102 \text{ Ohm}$$

3. Perhitungan Arus hubung singkat

a) Arus hubung Singkat maksimal adalah yang terjadi di dekat rel 20 kV GI

$$I_{3F} = \frac{E}{Z_1} = 12.349,74 \text{ A}$$

$$I_{2F} = \frac{\sqrt{3}E}{Z_1+Z_2} = 10.695,19 \text{ A}$$

$$I_{1F} = \frac{3E}{Z_1+Z_2+Z_3} = 12.349,74 \text{ A}$$

b) Arus Hubung Singkat yang terjadi di Recloser 1 Penyulang Bantul 12

$$I_{3F} = \frac{E}{Z_1} = 2.300,20 \text{ A}$$

$$I_{2F} = \frac{\sqrt{3}E}{Z_1+Z_2} = 1.992,03 \text{ A}$$

$$I_{1F} = \frac{3E}{Z_1+Z_2+Z_3} = 1.126,17 \text{ A}$$

c) Arus Hubung Singkat yang terjadi di Recloser 2 Penyulang Bantul 12

$$I_{3F} = \frac{E}{Z_1} = 1.450,63 \text{ A}$$

$$I_{2F} = \frac{\sqrt{3}E}{Z_1+Z_2} = 1.256,28 \text{ A}$$

$$I_{1F} = \frac{3E}{Z_1+Z_2+Z_3} = 420,96 \text{ A}$$

d) Arus Hubung Singkat yang terjadi di Recloser 2 sampai ujung Penyulang Bantul 12

$$I_{3F} = \frac{E}{Z_1} = 941,08 \text{ A}$$

$$I_{2F} = \frac{\sqrt{3}E}{Z_1+Z_2} = 470,54 \text{ A}$$

$$I_{1F} = \frac{3E}{Z_1+Z_2+Z_3} = 272,26 \text{ A}$$

Tabel 1 Arus Hubung Singkat yang terjadi pada Penyulang Bantul 12

Lokasi	Jarak	Ihs 3 ϕ (A)	Ihs 2 ϕ (A)	Ihs 1 ϕ (A)
Rel 20 kV	0	12.349,74	10.695,19	12.349,74
Recloser 1	12,09	2.300,20	1.992,03	1.126,17
Recloser 2	6	1.450,63	1.256,28	420,96
Ujung JTM	10	941,08	470,54	272,26

4. Setting Pengaman Penyulang bantul 12

Tabel 2. Setting Pengaman Penyulang bantul 12

Setting	PMT	Recloser 1	Recloser 2
I set phase	480 A	350 A	200 A
TMS	0,2	0,18	0,15
I Instant Phase	8 x I set phase	5 x I set Phase	5 x I set Phase
Kurva	Standar Inverse (SI)	Standar Inverse (SI)	Standar Inverse (SI)
I set Ground	200 A	120 A	80 A

I Instant Ground	10 x Iset Ground	10 x Iset Ground	7,5 x Iset Ground
------------------	------------------	------------------	-------------------

recloser. Waktu kerja tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T = \frac{tms \times \left(\left(\frac{Isc}{Iset} \right)^\alpha - 1 \right)}{0.14}$$

a) Settingan PMT dan Recloser pada penyulang Bantul 12 :

1. Perhitungan settingan PMT, yaitu :

a) Arus setting moment OCR ($I_{>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$I_{>>} = 8 \times I_{>} \\ = 8 \times 480 = 3840 \text{ A}$$

b) Arus setting moment GFR ($I_{0>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$I_{0>>} = 10 \times I_{0>} \\ = 10 \times 200 = 2000 \text{ A}$$

2. Perhitungan Settingan Recloser 1, yaitu :

a) Arus setting moment OCR ($I_{>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$I_{>>} = 5 \times I_{>} \\ = 5 \times 350 = 1750 \text{ A}$$

b) Arus setting moment GFR ($I_{0>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$I_{0>>} = 10 \times I_{0>} \\ = 10 \times 120 = 1200 \text{ A}$$

3. Perhitungan Settingan Recloser 2, yaitu :

a) Arus setting moment OCR ($I_{>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut :

$$I_{>>} = 5 \times I_{>} \\ = 5 \times 200 = 1000 \text{ A}$$

b) Arus setting moment GFR ($I_{0>>}$) didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$I_{0>>} = 10 \times I_{0>} \\ = 7,5 \times 80 = 600 \text{ A}$$

b) Perbedaan waktu kerja antara recloser dan PMT outgoing

Pada kurva koordinasi OCR PMT *outgoing* dengan *recloser* dapat dilihat waktu kerja PMT maupun waktu kerja

Waktu kerja tersebut diperoleh dari proses perhitungan sebagai berikut :

• Waktu kerja PMT

$$T = \frac{tms \times \left(\left(\frac{Isc}{Iset} \right)^\alpha - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.2 \times \left(\left(\frac{10.695,19}{480} \right)^{0.02} - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.2 \times (1.362 - 1)}{0.14} \\ = \frac{0.0128}{0.14} \\ = 0.091s$$

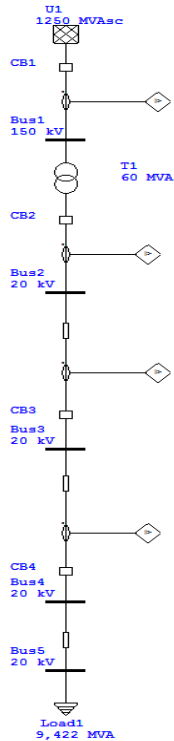
• Waktu kerja recloser 1

$$T = \frac{tms \times \left(\left(\frac{Isc}{Iset} \right)^\alpha - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.18 \times \left(\left(\frac{1992,03}{350} \right)^{0.02} - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.18 \times (1.035 - 1)}{0.14} \\ = \frac{0.0064}{0.14} \\ = 0.046 s$$

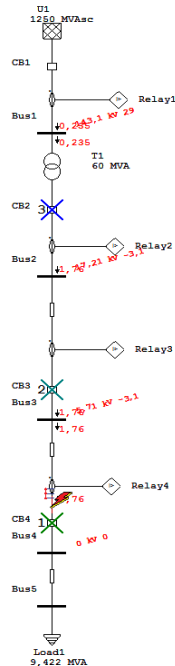
• Waktu kerja recloser 2

$$T = \frac{tms \times \left(\left(\frac{Isc}{Iset} \right)^\alpha - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.15 \times \left(\left(\frac{1256,28}{200} \right)^{0.02} - 1 \right)}{0.14} \\ = \frac{0.15 \times (1.037 - 1)}{0.14} \\ = \frac{0.0056}{0.14} \\ = 0.04 s$$

5. Simulasi Koordinasi Proteksi Menggunakan ETAP 7.0.0



Gambar 4. Simulasi Saat kondisi normal



Gambar 5. Simulasi Saat gangguan

6. Hasil Simulasi Koordinasi Proteksi

Pada penyulang Bantul 12, kasus gangguan hubung singkat yang disimulasikan yaitu gangguan yang terjadi pada Jaringan 20 KV.

1. Gangguan terjadi pada Recloser 2

Pada kasus ini, titik gangguan terjadi pada bus Recloser 2, maka rele yang harus pertama kali bekerja adalah rele Recloser 2. Recloser 2 bekerja setelah 0,196 detik dengan besar arus gangguan 1760 Ampere. Apabila Recloser 2 gagal bekerja, maka rele yang berada pada jaringan di atasnya yaitu pada Recloser 1 harus bekerja. Rele pada Recloser 1 bekerja setelah 0,258 detik dengan besar arus gangguan 1760 Ampere. Begitu pula apabila Recloser 1 gagal bekerja, maka rele pada PMT 20 kV yang harus bekerja yaitu setelah 0,1063 detik dengan besar arus gangguan 1670 Ampere.

Untuk gangguan tanah pada Recloser 2, besar arus satu fasa ke tanah adalah 857 Ampere. Urutan kerjanya sama dengan saat gangguan 3 fasa. Recloser 2 yang bekerja pertama kali yaitu bekerja setelah 0,145 detik. Apabila Recloser 2 gagal bekerja, maka rele Recloser 1 yang bekerja setelah 0,234 detik. Begitu pula saat Recloser 1 gagal bekerja, maka PMT 20 kV yang bekerja setelah 1,422 detik.

2. Gangguan terjadi pada Recloser 1

Pada kasus ini, titik gangguan terjadi pada Recloser 1, maka rele yang harus pertama kali bekerja adalah rele Recloser 1. Recloser 1 bekerja setelah 0,213 detik dengan besar arus gangguan 2462 Ampere. Apabila Recloser 1 gagal bekerja, maka rele yang berada pada jaringan di atasnya yaitu rele pada PMT 20 kV yang harus bekerja yaitu setelah 0,842 detik dengan besar arus gangguan 2462 Ampere. Dan apabila rele pada PMT 20 KV gagal bekerja maka rele di 150 kV yang harus bekerja untuk mencegah aliran

arus gangguan sampai ke sumber. Rele di 150 KV bekerja setelah 0,10737 detik dengan besar arus gangguan 328 Ampere.

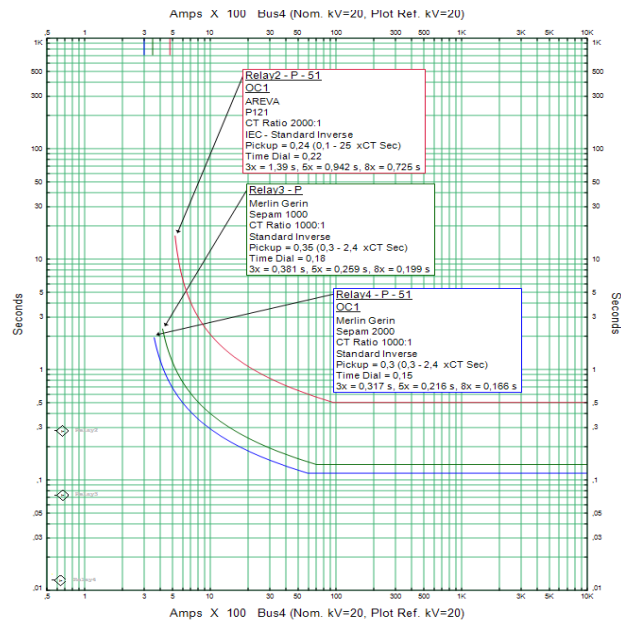
Untuk gangguan tanah pada Recloser 1, besar arus satu fasa ke tanah adalah 1244 Ampere. Urutan kerjanya sama dengan saat gangguan 3 fasa. Recloser 1 yang bekerja pertama kali yaitu bekerja setelah 0,196 detik. Begitu pula saat Recloser 1 gagal bekerja, maka PMT 20 kV yang bekerja setelah 1,128 detik.

3. Gangguan terjadi PMT 20 KV

Pada kasus ini, titik gangguan terjadi pada PMT 20 kV, maka rele yang harus pertama kali bekerja adalah rele pada PMT 20 kV. Rele pada PMT 20 kV bekerja setelah 0,453 detik dengan besar arus gangguan 11.851 Ampere. Apabila rele pada PMT 20 kV gagal bekerja, maka rele yang berada pada jaringan di atasnya yaitu rele di 150 KV yang harus bekerja untuk mencegah aliran arus gangguan sampai ke sumber. Rele di 150 KV bekerja setelah 0,1167 detik dengan besar arus gangguan 1.581 Ampere.

Untuk gangguan tanah pada PMT, besar arus satu fasa ke tanah adalah 13.320 Ampere. Urutan kerjanya sama dengan saat gangguan 3 fasa. Recloser 1 yang bekerja pertama kali yaitu bekerja setelah 0,453 detik. Begitu pula saat PMT 20 kV gagal bekerja, maka OCR 150 kV yang bekerja setelah 1,025 detik.

a) Kurva koordinasi setting penyulang bantu 12 menggunakan ETAP 7.0.0



Gambar 6 Kurva Koordinasi PMT, Recloser 1 dan Recloser 2

Berdasarkan hasil simulasi gangguan pada penyulang bantu, dapat terlihat :

bahwa saat gangguan, urutan kerjanya sesuai dan margin/selisih waktu kerja menunjukkan angka di bawah 0,4 detik. Selain itu, waktu kerja pada sebagian besar rele bernilai konstan yaitu rele bekerja dengan nilai waktu yang sama untuk setiap titik gangguan.

Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh penetapan nilai time dial yang sama pada setiap rele untuk setiap gangguan dan dapat pula dipengaruhi karena selisih nilai arus gangguan yang melewati setiap rele pada setiap kasus gangguan bernilai kecil. Selain itu, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh nilai pickup (setting) arus yang jauh lebih kecil dibandingkan nilai arus gangguan hubung singkat yang mengalir pada setiap rele sehingga untuk nilai arus gangguan yang berbeda rele akan tetap bekerja dengan nilai waktu kerja yang sama. Berikut ini adalah tabel hasil simulasi koordinasi proteksi pada kasus gangguan di penyulang bantu :

Tabel 4.4 Data hasil simulasi waktu kerja relai OCR dan GFR pada penyulang bantul 12

Gangguan	Waktu Kerja Relai OCR (detik)			Selisih Waktu kerja Relai (detik)		
	REC 2	REC 1	PMT	REC 2	REC 1	PMT
Penyulang Bantul 12	0,196	0,213	0,453	-	0,017	0,24

Gangguan	Waktu Kerja Relai GFR (detik)			Selisih Waktu kerja Relai (detik)		
	REC 2	REC 1	PMT	REC 2	REC 1	PMT
Penyulang Bantul 12	0,145	0,196	0,453	-	0,051	0,257

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan melalui simulasi gangguan pada jaringan tegangan menengah 20 kV pada penyulang bantul 12 Gardu Induk Bantul dapat diambil kesimpulan antara lain, yaitu

1. *Recloser* pada jaringan tegangan menengah digunakan untuk melokalisir / mempersempit area gangguan agar pemadaman listrik tidak meluas. *Recloser* juga berguna melindungi peralatan yang ada dalam jaringan tegangan menengah seperti trafo distribusi dll.
2. Standar PT PLN untuk *Setting* selisih waktu kerja relai yang dipakai adalah antara 0,2 – 0,4 detik .
- 3...Dari hasil simulasi gangguan didapatkan bahwa waktu koordinasi pada *feeder* Bantul 12. Waktu kerja OCR PMT adalah 0,453 detik, *Recloser* 1 adalah 0,213 detik dan *Recloser* 2 adalah 0,196 detik.Sedangkan waktu kerja Pada

GFR PMT adalah 0,453 detik, *Recloser* 1 adalah 0,213 detik dan *Recloser* 2 adalah 0,196 detik

4. selisih waktu kerja antara relai OCR *feeder* Bantul 12 antara *Recloser* 2 dan *Recloser* 1 adalah 0.017 detik. Selisih waktu *Recloser* 1 dengan PMT adalah 0,24 detik. Sedangkan selisih waktu kerja *GFR Recloser* 2 dan *Recloser* 1 adalah 0,051 detik. Selisih waktu *Recloser* 1 dengan PMT adalah 0,257 detik.Pada penyulang bantul 12 sudah sesuai dengan standart yang ditetapkan.
5. Dari hasil simulasi gangguan didapatkan bahwa arus gangguan maksimal yang terjadi pada *Recloser* 2 adalah 1760 Ampere. Arus gangguan yang terjadi pada *Recloser* 1 adalah 2462 A. Sedangkan Arus gangguan yang terjadi pada PMT adalah 11.851 Ampere.

Saran

Dalam pelaksanaan pengambilan data, proses simulasi dan penulisan laporan ini, penulis memiliki beberapa saran yang diharapkan dapat digunakan untuk mencapai kesempurnaan pada bahasan-bahasan berikutnya. Beberapa saran yang dapat penulis berikan selama pelaksanaan ini adalah :

- 1.Koordinasi *feeder* Bantul 12 pada dasarnya sudah terkoordinasi dengan baik, tetapi ada satu hal yang menyebabkan koordinasi tersebut sering gagal bekerja, yaitu setting arus moment / *instant* pada OCR dan GFR.
2. Penelitian ini hanya menggunakan satu *feeder* saja sebagai simulasi, mungkin untuk kelanjutan dari penelitian ini nantinya dapat menggunakan dua *feeder* untuk membandingkan bagaimana hasil dari *feeder* satu

dengan *feeder* yang lain tentang koordinasi proteksinya.

- 3..Penelitian ini perlu dilakukan kelanjutan studi evaluasinya karena penulis hanya menggunakan *setting* yang telah ada pada pengaman *feeder* Bantul 12. Kelanjutan penelitian ini diharapkan *setting* pengaman *feeder* Bantul 12 akan lebih akurat dengan mengacu parameter - parameter lain.

Daftar Pustaka

- Agus, Nugroho, “ *Analisa Koordinasi OCR – Recloser Penyulang Kaliwungu 03*” Universitas Diponegoro Semarang.
- Badarudin, 2013, “ *Recloser sebagai Pengaman Jaringan Tegangan 20 kV* ”, Laporan Praktek Kerja Lapangan Politeknik Negeri Medan.
- Hariyanto, Puji D, 2009, “ *Analisis Koordinasi Over Current Relay dan Recloser Di sistem Proteksi Feeder Gardu Induk Semen Nusantara (SNT2) Cilacap*” Jurnal UNES.
- Ma’sum, Qomarudin M, 2007, “ *Analisa Kerja Recloser Tipe VWVE Merk COOPER di Wilayah PT (Persero) PLN APJ Surakarta*” Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Murdianto, Dhanang W, 2006, “ *Sistem Koordinasi Peralatan Proteksi Arus Lebih Jaringan 20 KV di PT. PLN (persero) Cabang Yogyakarta* “Skripsi ,IST Akprind Yogyakarta.
- Nugroho, Adi , 2009 “ *Analisis Koordinasi Recloser dan Relay Arus Lebih Pada Penyulang BY 1-GI Mojosongo*” Skripsi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Sanana, Femy , 2013, “ *Koordinasi Proteksi Rele Arus lebih Pada Perencanaan Jaringan Distribusi Spindel Di GI Ciawi Trafo 1 Bogor*” Skripsi Universitas Indonesia.
- Sitorus, Jumri, 2006, “ *Analisis Pemutus Balik Otomatis Sebagai Pengaman Arus Listrik Pada Jaringan Distribusi APJ Yogyakarta* “, Skripsi. IST Akprind yogyakarta.
- Widya B., Krisunday , 2013, “ *Analisis terjadinya mulfunction antara recloser dengan PMT Outgoing 20 KV PT PLN APJ Surakarta* “Skripsi ,IST Akprind Yogyakarta.