

IMPLEMENTASI PROGRAM DALAM KOORDINASI PENGAMANAN OVER CURRENT PADA TEGANGAN MENENGAH 20 KV

M. Toni Prasetyo
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kasipah No. 10 – 12, Semarang - Indonesia
E-mail: toniprast@gmail.com

ABSTRAK

Telah disadari bahwa saluran udara sering mengalami gangguan terutama disebabkan oleh petir, ayunan penghantar, maupun karena tersentuh pohon. Ini terbukti bahwa pada Penyulang Bringin 1 yang menggunakan saluran udara dipasang 3 buah Recloser dan PMT (Pemutus Tenaga) sebagai pengaman arus lebih. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi setting peralatan antara lain: impedansi jaringan, dan arus hubung singkat yang terjadi pada jaringan. Faktor-faktor tersebut diperlukan untuk menghasilkan setting peralatan pengaman yang baik. Koordinasi pengaman arus lebih ini berpedoman pada data-data hasil perhitungan impedansi, arus hubung singkat, dan setting pengaman arus lebih serta disesuaikan dengan teori koordinasi. Koordinasi ini meliputi: koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur (Fuse), koordinasi Recloser dengan PMT (Pemutus Tenaga), dan koordinasi Recloser dengan Recloser. Untuk mempercepat dan mempermudah proses koordinasi pengaman arus lebih dan untuk mengetahui kelayakan koordinasinya, maka digunakan suatu bentuk simulasi koordinasi pengaman arus lebih tegangan menengah 20 KV khususnya untuk Penyulang Bringin 1 dengan bantuan salah satu program komputer yakni program Delphi.

Kata kunci: Setting, koordinasi, dan pemrograman

1. PENDAHULUAN

Penggunaan rele pengaman untuk mengantisipasi gangguan-gangguan pada sistem jaringan tenaga listrik telah lama digunakan. Pada awalnya rele pengaman yang digunakan ditala secara manual untuk menentukan kondisi kerja yang selektif rele. Dengan makin luasnya sistem jaringan, sering terjadi kesalahan penalaan sehingga rele pengaman bekerja pada daerah kerja yang tak diinginkan. Hal demikian dapat berakibat fatal bagi kelangsungan dan stabilitas pelayanan beban karena kesalahan penalaan pada suatu daerah pengaman tertentu dari rele pengaman, akan berpengaruh pada daerah pengaman yang lain.

Keterbatasan yang ada pada diri manusia tak akan mampu memasukkan semua parameter sistem didalam rangka memperoleh perhitungan penalaan yang teliti. Disini penggunaan komputer sebagai alat bantu sangat diperlukan. Tentu saja walaupun demikian peran tenaga manusia masih dibutuhkan karena komputer hanya bisa menentukan keputusan terhadap permasalahan yang bersifat umum dan telah dapat diformulasikan.

Analisa jaringan yang digunakan sebagai dasar perhitungan penalaan adalah hasil studi aliran daya kemudian bersama-sama diolah dengan hasil studi hubung singkat. Studi analisa aliran daya dan kontingensi sistem tidak dilakukan dalam proyek ini, tetapi hasil darinya akan merupakan masukan untuk pengolahan data berikutnya dalam rangka memperoleh hasil dalam penalaan dan pengkoordinasian rele pengaman arus lebih Tegangan Menengah 20 KV.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kriteria Penyetelan Rele

a. Rele Arus Lebih Untuk Gangguan Phase

Rele arus lebih pengaman seksi yang bersangkutan dan memberikan pengaman cadangan minimal satu seksi di depannya. Dengan kata lain rele arus dapat merasakan arus gangguan minimum yang terjadi di ujung seksi berikutnya. Rumus yang dipergunakan dalam penyetelan rele arus lebih adalah :

$$I_s = 0,5 \times I_{f \text{ min}} \dots\dots\dots (1)$$

dimana: I_s = Arus setting/penyetelan

$I_{f \text{ min}}$ = Arus gangguan minimum yang terjadi di ujung seksi yg dilindungi.

b. Rele Arus Lebih Untuk Gangguan Tanah

Setelan arus lebih gangguan tanah dipilih antara 10 - 50% dari arus beban maksimum. Dalam hal demikian maka penyetelan arus gangguan I_{ϕ} ke tanah adalah

$$I_s < 0,5 \times I_{b \text{ maks}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana: I_s = arus setelan gangguan tanah

$I_{b \text{ maks}}$ = arus beban maksimum yang mengalir pada seksi yang dilindungi.

Koordinasi Pengaman Arus lebih Tegangan Menengah 20 KV

Yang dimaksud koordinasi disini adalah proses pemilihan perlengkapan pengaman arus lebih dengan setting arus waktu tertentu dan pemasangan yang cocok secara seri sepanjang saluran distribusi agar terbebas gangguan dari saluran dan peralatan sesuai dengan setting urutan kerjanya.

Berhubung ada bermacam-macam peralatan pengaman yang dapat digunakan dalam sistem distribusi, maka dibedakan macam-macam koordinasi sesuai dengan sistem distribusi dan

peralatan pengaman yang dipakai yakni sebagai berikut :

1. Koordinasi Recloser-Pengaman Lebur
2. Koordinasi Recloser-Recloser
3. Koordinasi Recloser-Circuit Breaker

3. SETTING DAN KOORDINASI PENGAMAN ARUS LEBIH

Setting Rele Pengaman Arus Lebih Untuk Gangguan Phase-phase (OCR)

Dengan mengetahui arus gangguan minimum yang didapat dari hasil perhitungan pada setiap seksi yang dilindungi, serta menggunakan rumus (1), maka dapat dihitung setting peralatan pengaman yang terpasang pada Penyulang Bringin 1 dengan mengambil data dari tabel hasil perhitungan arus hubung singkat maksimum dan minimum saluran percabangan 1 fase

Setting Recloser 3 adalah :

$$I_s = 0,5 \times I_{f \text{ min}} \\ = 0,5 \times 280 = 140 \text{ A.}$$

Untuk setting peralatan pengaman yang lainnya dapat dilihat pada tabel (1.)

TABEL 1. Hasil perhitungan setting peralatan pengaman pada penyulang utama untuk gangguan phase-phase

Komponen	Setting Arus (A)
Recloser 3	140
Recloser 2	200
Recloser 1	252
PMT	465

Untuk koodinasi pengaman gangguan phase-phase, sebagai masukan kita tentukan :

- Urutan operasi fasa : 1A 2D
- Interval Rele : 5"
- Waktu Reset Rele : 30"
- Interval Reclose : 10" 15"

Penentuan ini menyangkut masalah kesesuaian dari penggunaan alat pengaman yang akan dikoordinasikan serta kesesuaian dengan koordinasi settingnya.

Koordinasi Pengaman Arus Lebih pada Penyulang Bringin 1

Ketiga buah Recloser masing-masing ditempatkan pada setiap batas perlindungan. Recloser 1 melindungi daerah perlindungan dari titik A sampai titik C yang dinamakan daerah perlindungan 2. Recloser 2 melindungi daerah perlindungan dari titik D sampai titik P yang dinamakan daerah perlindungan 3 dan Recloser 3 melindungi daerah perlindungan dari titik Q sampai titik O, dinamakan daerah perlindungan 4.

Setting Rele Pengaman Arus Lebih Untuk Gangguan Phase-Ground (GFR)

Syarat praktis setelan arus rele gangguan tanah dipilih 10 - 50% dari arus beban. Dalam perhitungan ini diambil batas minimum 10%, fungsinya untuk membatasi beban, sehingga arus beban dapat terkontrol.

Dengan menggunakan perbandingan trafo arus (CT) dari rele arus lebih 600/5 A, serta beban maksimum di masing-masing perlindungan, maka dapat dihitung setting peralatan pengaman GFR yang terpasang pada Penyulang Bringin 1 dengan mengambil data dari tabel hasil perhitungan arus hubung singkat maksimum dan minimum saluran percabangan 1 fase

Setting recloser 3

$$I_s = 10\% \times 6,8 = 0,68$$

$$\text{Setting Trafo arus} = 600/5 \text{ A} = 120 \text{ A}$$

$$\text{Setting Trafo arus di sisi P} = 0,68 \times 120 \\ = 81,6 \text{ A}$$

Hasil perhitungan setting pengaman arus lebih untuk gangguan phase-tanah:

TABEL 2. Hasil perhitungan setting peralatan pengaman phase-tanah pada Penyulang utama phase (*feeder*)

Untuk koordinasi pengaman phase-tanah, ditentukan :

- Urutan operasi ground : 1 (1) . 2 (5)
- Interval Reclose : 10" . 15"

Setelah ditentukan setting rele pengaman arus lebih, maka dapat ditentukan kurva karakteristik koordinasi dari masing-masing pengamanan

Peralatan pengaman	Setting Arus (A)
Recloser 3	81,6
Recloser 2	136,3
Recloser 1	163,2

Untuk setting koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur, PMT, dan Recloser menggunakan data pada tabel 1 dan tabel 2 beserta data-data arus beban maksimum dan arus hubung singkat serta data-data lain yang mendukungnya.

4. Implementasi Program dalam Koordinasi Pengaman Arus Lebih Pada Penyulang Bringin 1

Simulasi Program Koordinasi Pengaman Arus Lebih

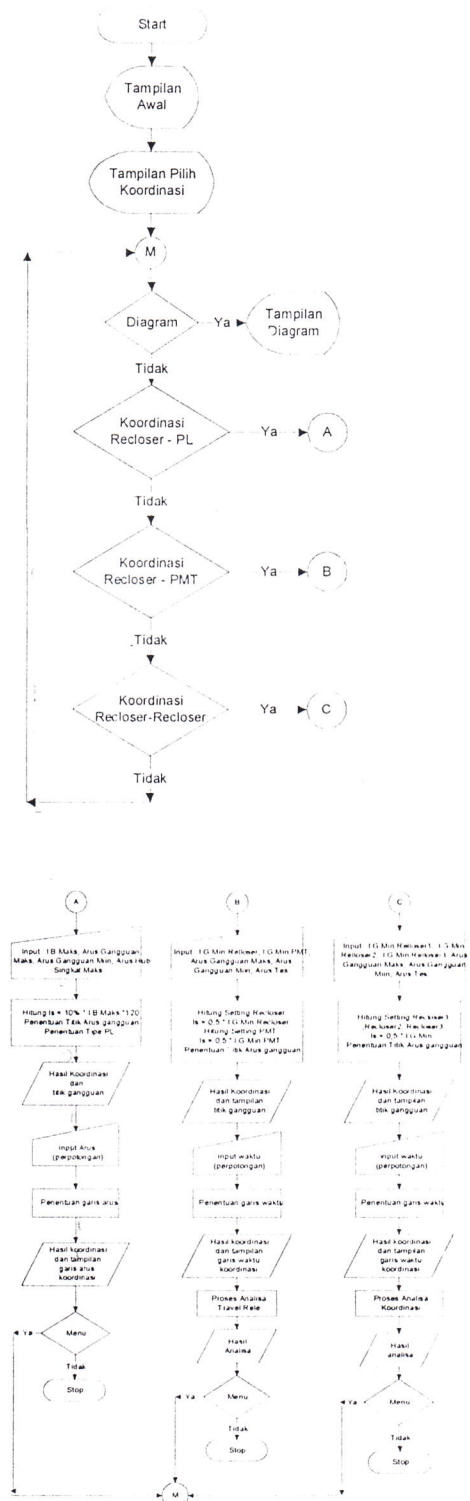
Koordinasi disini meliputi proses pemilihan perlengkapan pengaman arus lebih

dengan *setting* arus waktu tertentu dan pemasangan yang cocok secara seri sepanjang saluran distribusi agar saluran dan peralatan

terbebaskan dari gangguan sesuai dengan *setting* dan urutan kerjanya.

Sistem koordinasi pengaman arus lebih harus disesuaikan dengan kontrstruksi Penyulang Bringin 1, dengan memperhatikan penyesuaian sistem distribusi serta peralatan pengaman yang dipakai.

Flow Chart Pemrograman



Unit Pemrograman

Untuk penyajian dan perhitungan, secara keseluruhan Simulasi ini dibagi menjadi 4 unit program utama, yakni :

- Unit Listing Program Awal yang meliputi Tampilan Judul Program simulasi dan menu utama.
- Unit Letak Koordinasi yakni variasi posisi dan pemilihan jalur.
- Unit Program perhitungan.
- Unit Prosedur tampilan tambahan.

Hasil tampilannya disajikan dalam bentuk poin-poin utama yang berguna untuk mempermudah dalam mengadakan simulasi koordinasi, sehingga diorientasikan dapat memperjelas dan mempermudah dalam pengkoordinasian pengaman arus lebih Tegangan Menengah 20 KV serta dapat menganalisa hasil koordinasi tersebut sehingga dapat disimpulkan kelayakan koordinasinya.

Tahapan Simulasi

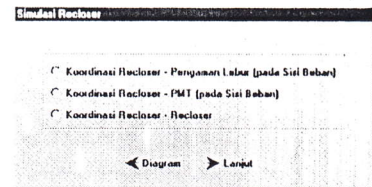
Pada program Simulasi ini, untuk melakukan simulasi secara keseluruhan, ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam melakukan simulasi yakni :

Tampilan Awal

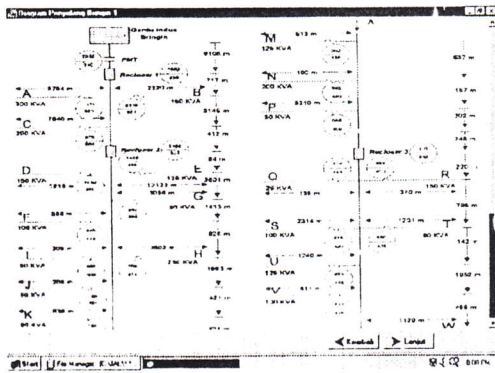
Tampilan awal merupakan tampilan judul dan pendukungnya. Untuk memasuki tahapan program selanjutnya diberikan menu pilihan lanjutan, dan untuk keluar dari simulasi diberi menu pilihan 'keluar'. Tampilan Menu Utama Pemilihan Koordinasi

Tampilan Menu Utama Pemilihan Koordinasi

Tampilan lanjutan berisikan tampilan pilihan menu utama untuk koordinasi, juga diberi pilihan untuk menampilkan diagram jaringan Penyulang secara terpisah untuk mempermudah memahami jaringan Penyulang Bringin 1, sehingga dapat diketahui dan dipahami pengelompokan jaringan setiap daerah perlindungan dan penempatan masing-masing Recloser.



Gambar 1 Tampilan Pilihan Koordinasi Pengaman



Gambar 2. Tampilan Diagram Jaringan Penyulang Bringin 1

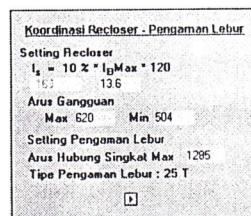
Simulasi Koordinasi Recloser – Pengaman Lebur (sisi beban)

Dengan mengetahui masing-masing daerah perlindungan dan letak masing-masing recloser dari tampilan diagram sebelumnya, maka dapat dicari koordinasi Recloser-Pengaman Lebur untuk masing-masing daerah perlindungan.

Untuk setting Recloser (GFR) diperlukan masukan (*input data*) pengisian arus beban maksimum (*I_b maks*). Input data arus gangguan maksimum dan minimum yakni berupa arus hubung singkat minimum percabangan 1 phase, dicari nilai arus terbesar dan terkecil per daerah perlindungan.

Untuk mengetahui type Pengaman lebur (*setting*) diperlukan input nilai arus hubung singkat maksimum percabangan 1 phase di dalam daerah perlindungannya.

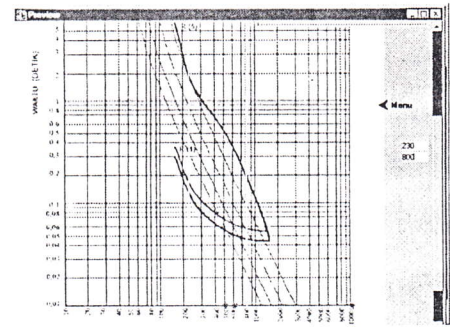
Setelah semua input data dimasukkan, tombol proses ditekan kemudian lihat kurva arus waktunya maka akan terlihat 2 titik (merah) posisi arus gangguan pada besaran arus di kurva, juga terlihat posisi akhir dari Recloser dan secara otomatis akan terlihat pula tipe Pengaman Lebur yang digunakan, lihat gambar 4 Setelah mengetahui type Pengaman Lebur yang digunakan maka dengan melihat gambar, kita dapat mengetahui posisi *Melting* dan *Clearing Time Fuse* untuk type tersebut.



Gambar 3. Tampilan Nilai Setting Recloser-Pengaman Lebur

Untuk koordinasinya, kita tentukan titik perpotongan antara *Clearing Time Fuse* dengan Recloser lambat (5) disebut sebagai titik koordinasi minimum dan titik perpotongan antara *Melting*

Time Fuse dengan Recloser cepat (1) sebagai titik koordinasi maksimum. Kemudian besar masing-masing arus tersebut diisikan di tempat yang disediakan (kotak), maka akan terlihat garis vertikal yang disebut garis perbatasan koordinasi seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Koordinasi Recloser-Pengaman Lebur

Dari sini dapat dilihat dan dianalisa, apakah arus gangguan berada didalam batas koordinasinya. Kalau masih dalam daerah setting koordinasinya maka setting koordinasinya dikatakan cukup baik sehingga layak untuk pengamanan arus lebih.

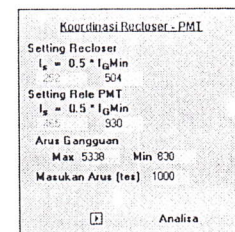
Simulasi Koordinasi Recloser – PMT (sisi beban)

Dengan mengetahui masing-masing daerah perlindungan dan letak masing-masing recloser, maka dapat dicari koordinasi Recloser - PMT.

Untuk setting Recloser (OCR) diperlukan masukan (*input data*) pengisian arus gangguan minimum (*I_g min*) yakni arus hubung singkat minimum percabangan 1 phase yang nilainya terkecil pada daerah perlindungan 1 (dekat PMT)

Untuk setting PMT diperlukan input nilai arus gangguan minimum (*I_g min*) yakni arus hubung singkat minimum PMT pada jaringan utama. Input data arus gangguan maksimum dan minimum yakni berupa arus hubung singkat jaringan utama PMT dan Recloser 1, dicari nilai arus terbesar dan terkecil

Masukan arus digunakan untuk tes kelayakan koordinasi, besarnya ambil variabel besar arus diantara arus gangguan yang sesuai.

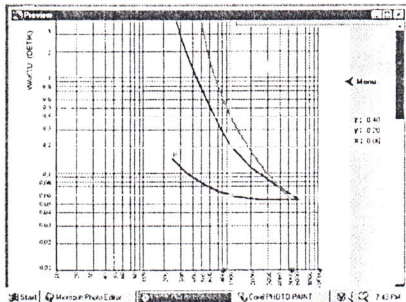


Gambar 5. Tampilan Nilai Setting Recloser-PMT

Setelah semua input data dimasukkan, tombol ditekan kemudian lihat kurva arus waktunya

maka akan terlihat 2 titik (merah) posisi arus gangguan pada besaran arus di kurva, juga terlihat posisi akhir dari kurva Recloser (OCR) dan secara otomatis akan terlihat pula kurva PMT sesuai settingnya. Pada gambar 6 juga akan terlihat garis arus masukan secara vertikal (cyan) yang memotong kedua kurva.

Untuk koordinasinya, kita tentukan titik perpotongan antara masukan arus dengan Kurva Recloser dan PMT. Setelah itu ditentukan masing-masing waktu perpotongannya. Kemudian besar masing-masing waktu perpotongan tersebut diisikan di tempat yang disediakan (kotak) sesuai dari atas ke bawah kemudian di-enter maka akan terlihat garis horisontal masing-masing.



Gambar 6. Gambar hasil Koordinasi Recloser-PMT

ANALISA PERHITUNGAN TRAVEL RELE	
1. Selama Operasi A (I)	
Travel Rele	$0.06 / 0.40 \cdot 100 \% = 0.15 \%$
Reset Rele	$5/30 \cdot 100 \% = 16.67 \%$
Posisi Travel Rele	$0.15 \% - 16.67 \% = - 0$
2. Selama Recloser Operasi D (I)	
Travel Rele	$0.22 / 0.40 \cdot 100 \% = 0.55 \%$
Reset Rele	$10/30 \cdot 100 \% = 33.3 \%$
Posisi Travel Rele	$0.55 \% - 33.3 \% = - 0$
3. Selama Recloser Operasi D (II)	
Travel Rele	$0.22 / 0.40 \cdot 100 \% = 0.55 \%$
Saat Recloser LockOut, Travel Rele Total	
	$0 \% + 0 \% + 0.55 \% = 0.55 \%$

Gambar 7. Tampilan Analisa Travel Rele

Untuk menganalisa koordinasinya, kita tekan tombol analisa maka akan muncul box. Analisa perhitungan Travel Rele pada gambar 7 yang berisikan tentang perhitungan dan posisi akhir Travel Rele dari setting koordinasi Recloser-PMT tersebut. Dari sini dapat dilihat dan dianalisa Posisi Travel Rele saat Recloser lock-out apakah kurang dari 100%. Kalau masih dibawah 100% maka, setting koordinasinya dikatakan cukup baik sehingga layak untuk pengamanan arus lebih

Simulasi Koordinasi Recloser – Recloser

Dengan mengetahui masing-masing daerah perlindungan dan letak masing-masing recloser dari tampilan diagram sebelumnya, maka dapat dicari koordinasi Recloser-Recloser.

Untuk setting Recloser (OCR) diperlukan masukan (input data) pengisian arus gangguan minimum ($I_g \text{ min}$) yakni arus hubung singkat minimum percabangan 1 phase yang nilainya

Implementasi Program ...(M. Toni Prasetyo)

terkecil pada masing-masing daerah perlindungannya.

Koordinasi Recloser - Recloser	
Setting Recloser I	
$I_g = 0.5 \cdot I_{g \text{ Min}}$	504
Setting Recloser II	
$I_g = 0.5 \cdot I_{g \text{ Min}}$	400
Setting Recloser III	
$I_g = 0.5 \cdot I_{g \text{ Min}}$	280
Arus Gangguan :	
Max	1883
Min	543
Masukan Arus (tes) 700	
<input type="button" value="Analisa"/>	

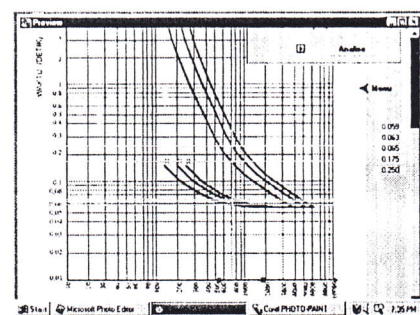
Gambar 8. Tampilan Nilai Setting Koordinasi Recloser-Recloser

Input data arus gangguan maksimum dan minimum yakni berupa arus hubung singkat jaringan utama diantara ketiga Recloser, dicari nilai arus terbesar dan terkecil.

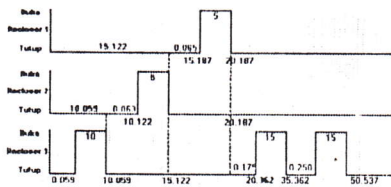
Masukan arus digunakan untuk tes kelayakan koordinasi, besarnya ambil variable besar arus diantara arus gangguan yang sesuai.

Setelah semua input data dimasukkan, tombol ditekan kemudian lihat kurva arus waktunya maka akan terlihat 2 titik (merah) posisi arus gangguan pada besaran arus di kurva, juga terlihat posisi akhir dari tiga kurva Recloser (OCR) dan secara otomatis juga akan terlihat garis arus masukan secara vertikal (cyan) yang memotong ketiga kurva, lihat gambar 9

Untuk koordinasinya, kita tentukan titik perpotongan antara masukan arus dengan kurva-kurva Recloser. Setelah itu ditentukan masing-masing waktu perpotongannya. Kemudian besar masing-masing waktu perpotongan tersebut diisikan di tempat yang disediakan (kotak) mulai dari waktu terkecil dari atas ke bawah sesuai nilai waktunya kemudian di-enter maka akan terlihat garis horisontal yang melewati masing-masing perpotongannya.



Gambar 9. Tampilan hasil Koordinasi Recloser-Recloser



Gambar 10. Hasil Analisa Koordinasi Recloser-

Untuk menganalisa koordinasinya, kita tekan tombol analisa maka akan muncul *box* Analisa yang berupa grafik urutan kerja masing-masing recloser yang memberikan gambaran tentang urutan serta waktu kerja yang dibutuhkan masing-masing Reloser dan total waktu kerja dalam satu. Dari sini dapat dilihat dan dianalisa pada saat arus gangguan ini, apabila gangguannya permanen, maka Recloser 3 beroperasi 3 kali dan *lock-out*, sedang Recloser 2 dan Recloser 1 beroperasi 1 kali dengan lengkung cepat (A), maka setting koordinasinya cukup baik sehingga layak untuk pengamanan arus lebih.

5. PENUTUP

Dari pembahasan yang didukung teori dasar dan simulasi program di atas, penerapan sistem pengamanan arus lebih saluran udara tegangan menengah 20 KV di Jawa Tengah, khususnya pada Penyulang Bringin 1 dapat diambil beberapa kesimpulan :

Kesimpulan

Koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur (Fuse)

Berdasar hasil perhitungan setting dan koordinasi pengaman yang bisa dilihat pada setiap gambar hasil koordinasinya melalui aplikasi didapat:

a. Recloser 1 disetting pada :

- Arus penjatuh Ground = 163,2 A, 1(1) . 2(5)
 - Koordinasi Recloser dengan fuse 25 T.
- Sesuai dengan hasil gambar aplikasi didapat :
- Koordinasi Min dan Maks = 230 A dan 740 A
 - Besar arus gangguan fasa-ground = 504 A s/d 621 A.

Karena arus gangguan yang terjadi berada dalam daerah koordinasi, sehingga bila ada arus gangguan sebesar 504 A s/d 621 A, pengaman dapat melindungi daerah perlindungan 2, sehingga koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur 25 T cukup baik.

b. Recloser 2 disetting pada :

- Arus penjatuh Ground = 136,3 A, 1(1) . 2(5)
 - Koordinasi Recloser dengan fuse 20 T.
- Sesuai dengan hasil gambar aplikasi didapat :
- Koordinasi Min dan Maks = 136,6 A, 590 A
 - Besar arus gangguan fasa -ground = 400 A s/d 565 A.

Batas arus gangguan yang terjadi berada dalam daerah koordinasi, maka koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur 20 T cukup baik.

c. Recloser 3 disetting pada :

- Arus penjatuh Ground = 81,6 A, 1(1) . 2(5)

Media Elektrika, Vol. 1, No. 1, 2008 : 25 - 31

- Koordinasi Recloser dengan fuse 15 T. Sesuai dengan gambar aplikasi didapat :
- Koordinasi Min dan Maks = 135 A, 500 A
- Besar arus gangguan fasa -ground = 280 A s/d 444 A.

Batas arus gangguan yang terjadi masih berada dalam daerah koordinasi, maka koordinasi Recloser dengan Pengaman lebur 15 T cukup baik.

Koordinasi Recloser dengan PMT (Pemutus tenaga)

Berdasar hasil perhitungan setting dan koordinasi pengaman, dan sesuai dengan gambar aplikasi koordinasinya, maka didapat:

a. Recloser 1 disetting pada :

- Arus penjatuh fasa = 252 A, 1A. 2D

b. PMT disetting pada :

- Arus penjatuh fasa = 455 A

Besar arus gangguan fasa-fasa = 830 A s/d 5338 A

Pada arus gangguan ini posisi travel rele pada saat Recloser *lock out* kurang dari 100%. Jadi koordinasi pengaman cukup baik.

Koordinasi Recloser-Recloser

Berdasar hasil perhitungan setting dan koordinasi pengaman, dan sesuai dengan gambar koordinasinya yakni gambar (3.23), maka didapat:

Recloser 1 : Arus penjatuh fasa = 252 A, 1A. 2D

Recloser 2 : Arus penjatuh fasa = 200 A, 1A. 2D

Recloser 3 : Arus penjatuh fasa = 140 A, 1A. 2D

Besar arus gangguan fasa-fasa 680 A s/d 2090 A.

Dari analisa urutan operasi dari ketiga recloser didapat :

Pada arus gangguan ini bila bersifat *permanen*, recloser 3 beroperasi 3 kali dan *lock-out*, sedangkan recloser 2 dan recloser 1 beroperasi 1 kali dengan lengkung seperti lengkung (A). Dengan demikian menunjukkan bahwa koordinasi Recloser-Recloser pada Penyulang Bringin 1 cukup baik.

Saran

Setiap terjadi penambahan beban atau perluasan jaringan hendaknya ditinjau kembali setting peralatan yang ada, serta disesuaikan dengan kondisi jaringan yang baru, sehingga kemungkinan terjadinya *miss tripping* sangat kecil begitu juga dengan program simulasinya harus selalu disesuaikan setiap terjadi adanya perubahan alat pengaman maupun jaringan.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Rao, *System Protection Static Relay*, McGraw-Hill, 1983
2. IEEE Press, *Protective Relaying for Power System*, 1980
3. Davis T., *Protection of Industrial Power System*, Pergamon Press England, 1984

4. Zuhail,"Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya", Gramedia 1992
5. Perusahaan Umum Listrik Negara, "Petunjuk Pemilihan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah". SPLN 64, PLN, Jl. Trunojoyo Blok MI/135 Kebayoran Baru Jakarta, 1985
6. Sunil, S, Rao, "Switchgear And Protection", Khana Publishers, Naisarak, Delhi, 1975.