

**KOORDINASI KERJA ANTARA PMT PENYULANG DI
GARDU INDUK DENGAN PEMUTUS BALIK
OTOMATIS DAN FUSE PELEBUR DI SUTM 20 KV**

SKRIPSI



**SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN
JAKARTA**

Disusun Oleh :
EFRAN UTAMA
NIM : 2007-11-168

**TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM S1 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN
JAKARTA 2011**

LEMBAR PENGESAHAN SIDANG SKRIPSI

Skripsi ini berjudul

KOORDINASI KERJA ANTARA PMT PENYULANG DI GARDU INDUK DENGAN PEMUTUS BALIK OTOMATIS DAN FUSE PELEBUR DI SUTM 20 KV

Disusun Oleh:

EFRAN UTAMA

2007 – 11 - 168

Diajukan untuk memenuhi persyaratan pada kurikulum
Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN**

Jakarta, 4 Oktober 2011

Mengetahui,

Disetujui,

Ir. Sampurno SP. MT.
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Sambodho Sumani
Dosen Pembimbing

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikat dari Skripsi yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar Kesarjanaan, baik dilingkungan STT-PLN maupun di Perguruan Tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan.

Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia menerima segala resiko jika ternyata pernyataan diatas tidak benar.

Jakarta, 04 Oktober 2011

EFRAN UTAMA

NIM : 2007 - 11 - 168

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih kepada :

Bapak Ir. Sambodho Sumani

Selaku Dosen Pembimbing yang dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran-saran serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Jakarta, 04 Oktober 2011

EFRAN UTAMA

NIM : 2007 - 11 - 168

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Keaslian Skripsi.....	iii
Ucapan Terima kasih.....	iv
Daftar isi.....	v
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xi
Abstrak.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penulisan	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Metode Pengumpulan Data	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Umum	5
2.2. Operasi Jaringan Tegangan Menengah	5
2.3. Gangguan Pada Saluran Distribusi Tenaga Listrik	8
2.3.1. Jenis-Jenis dan Sifat Gangguan	10
2.4. Komponen Proteksi Pada Saluran Distribusi	11
2.4.1. Rele Arus Lebih (OCR)	13

2.4.2. Pemutus (PMT)	14
2.4.3. Pemutus Balik Otomatis (PBO)	15
2.4.4. Pelebur	18
BAB III KOORDINASI PERALATAN DALAM MENGATASI GANGGUAN	21
3.1. Koordinasi Kerja Alat Proteksi.....	21
3.1.1. Koordinasi Peralatan	22
3.1.2. Koordinasi Rele	27
3.2. Analisa Gangguan Pada Sistem Distribusi 20 kV	28
3.3. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	30
3.3.1. Arus Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	31
3.3.2. Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa.....	32
3.3.3. Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa	33
3.4. Perhitungan Impedansi Ekvivalen (Z_{eq})	34
3.4.1. Perhitungan Impedansi Sumber	35
3.4.2. Perhitungan Reaktansi Trafo	36
3.4.2.1. Reaktansi urutan positif dan negatif (X_{T1}).....	36
3.4.2.2. Reaktansi urutan nol (X_{T0})	37
3.4.3. Perhitungan Impedansi Penyulang	37
3.4.4. Perhitungan Tahanan Pentanahan urutan nol.....	39
3.5. Karakteristik Rele Arus Lebih	37
3.6. Prinsip Dasar Penyetelan Relai Arus Lebih	44

BAB IV STUDI KASUS PADA PENYULANG NIKMAT 20 KV DI GI DURI KOSAMBI	47
4.1. Umum	47
4.2. Perhitungan Impedansi	50
4.2.1. Data Transformator 150/20 Kv	50
4.2.2. Impedansi Sumber	50
4.2.3. Impedansi Transformator	51
4.2.4. Impedansi Saluran	51
4.2.5. Impedansi Ekuivalen	55
4.3. Perhitungan Arus Gangguan Pada Jaringan 20 Kv	58
4.3.1. Perhitungan Arus Hubung Singkat Untuk Penyulang Nikmat	58
4.4. Perhitungan Waktu Kerja Rele Arus Lebih Pada PMT Penyulang 20 Kv	62
4.4.1. Data Rele Arus Lebih Fasa – Fasa dan Fasa – Tanah	62
4.4.2. Penyetelan Rele Untuk Gangguan Fasa – Fasa	62
4.4.3. Penyetelan Rele Gangguan Satu Fasa – Tanah	64
4.5. Perhitungan Waktu Kerja Penutup Balik Otomatis Pada Penyulang 20 Kv	66
4.5.1. Data Penutup Balik Otomatis	66
4.5.2. Penyetelan PBO Untuk Gangguan Fasa – Fasa	66
4.5.3. Penyetelan PBO Untuk Gangguan Satu Fasa – Tanah	68
4.6. Koordinasi Kerja Antara Rele Arus Lebih PMT Dengan Rele Arus Lebih Penutup Balik Otomatis	70
4.6.1. Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Arus Lebih dan Penutup Balik Otomatis	71

4.6.1.1	Perhitungan Waktu Kerja Rele Arus Lebih	71
4.6.1.2	Perhitungan Waktu Kerja Penutup Balik Otomatis	72
4.7.	Koordinasi Waktu Kerja Antara Penutup Balik Otomatis Dengan Fuse Pelebur	77
4.7.1.	Koordinasi Kerja PBO dengan Fuse Pelebur	78
4.7.2.	Pemilihan Fuse Pelebur	82
BAB V	KESIMPULAN	86
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Jaringan Tegangan Menengah Tipe Radial	6
Gambar 2.2.	Jaringan Distribusi Ring/Loop.....	6
Gambar 2.3.	Jaringan Tegangan Menengah Tipe Grid.....	7
Gambar 2.4.	Jaringan Tegangan Menengah Tipe Spindle.....	8
Gambar 2.5.	Komponen Pengaman untuk Tegangan Menengah.....	13
Gambar 2.6.	Penutup Balik Otomatis (PBO) Fasa Tunggal (3 unit).....	16
Gambar 2.7.	Penutup Balik Otomatis (PBO) Fasa Tiga	16
Gambar 2.8.	Kurva Kerja Pelebur Tipe Pembatas Arus	19
Gambar 2.9.	Pelebur Jenis Pembatas Arus	19
Gambar 2.10.	Pelebur Jenis Letupan.....	20
Gambar 3.1.	Gangguan Terjadi di Sebelah Hilir Pelebur	22
Gambar 3.2.	Macam Karakteristik Kerja PBO	23
Gambar 3.3.	Gangguan Terjadi diantara PBO dan Pelebur	23
Gambar 3.4.	Grafik Koordinasi PBO dan Pelebur	24
Gambar 3.5.	Gangguan Terjadi diantara Pemutus dan PBO	26
Gambar 3.6.	Rangkaian Relai Arus Lebih.....	27
Gambar 3.7.	Gangguan Tiga Fasa.....	30
Gambar 3.8.	Gangguan Dua Fasa.....	31
Gambar 3.9.	Gangguan Satu Fasa ke Tanah	32
Gambar 3.10.	Perhitungan Impedansi Sumber	36

Gambar 3.11. Pulsa Arus Kejutan Fungsi Waktu	40
Gambar 3.12 Instantaneous Time Relay dan Karakteristiknya	41
Gambar 3.13. Definite Time Relay dan Karakteristiknya.....	42
Gambar 3.14. Kurva Karakteristik Invers	43
Gambar 4.1. Penyulang Nikmat Dengan Panjang Penyulang	43
Gambar 4.2. Impedansi Sumber Sisi 150 kV dan 20 kV	51
Gambar 4.3. Grafik Arus Hubung Singkat Terhadap Jarak Penyulang Nikmat 20 Kv .	61
Gambar 4.4. Grafik Waktu Kerja PMT Terhadap Panjang Penyulang	74
Gambar 4.5. Grafik Waktu Kerja PBO Terhadap Panjang Penyulang	75
Gambar 4.6. Koordinasi waktu kerja PMT dan PBO saat terjadi arus hubung singkat 3 fasa	76
Gambar 4.7. Koordinasi waktu kerja PMT dan PBO saat terjadi arus hubung singkat 2 fasa	76
Gambar 4.8. Koordinasi waktu kerja PMT dan PBO saat terjadi arus hubung singkat 1 fasa	77
Gambar 4.9. Kurva Koordinasi Kerja PBO dengan Fuse Pelebur terhadap Gangguan 3 Fasa pada 100% Panjang Penyulang	79
Gambar 4.10. Kurva Koordinasi Kerja PBO dengan Fuse Pelebur terhadap Gangguan 2 Fasa pada 100% Panjang Penyulang	80
Gambar 4.11. Kurva Koordinasi Kerja PBO dengan Fuse Pelebur terhadap Gangguan 3 Fasa pada 100% Panjang Penyulang	81
Gambar 4.12. Batas – batas Kurva Leleh Fuse Pelebur	83
Gambar 4.13 Koordinasi PBO dengan Fuse Pelebur	85

ABSTRAK

Gangguan pada sistem tenaga listrik menurut sifatnya dibedakan menjadi dua macam yaitu gangguan permanent dan gangguan temporer. Pada umumnya kedua gangguan tersebut disebabkan oleh arus hubung singkat. Untuk itu perlu adanya alat perlindungan agar kestabilan sistem dapat terjaga dan proses penyaluran energi listrik berlanjut hingga ke konsumen.

Oleh sebab itulah, sangat diperlukan koordinasi kerja antara PMT di gardu induk dengan PBO dan Fuse Pelebur di SUTM 20 kV. Salah satu pengaman terhadap gangguan temporer adalah penutup balik otomatis. Dengan menggunakan prinsip arus lebih, pemutus balik otomatis (PBO) dapat mendeteksi adanya gangguan hubung singkat tiga fasa, dua fasa dan satu fasa ketanah serta mengalokasikan gangguan tersebut.

Pada suatu sistem tenaga listrik bila terdapat gangguan pada penyulang 20 kv maka pemutus balik otomatis (PBO) menjadi pengaman utama pada titik tersebut dan bekerja terlebih dahulu. Namun bila pengaman utama gagal bekerja maka terdapat pengaman cadangan dengan disertai waktu tunda (time delay) yaitu Fuse Pelebur.

Sehingga dengan adanya koordinasi kerja yang baik antara PMT, PBO, dan Fuse Pelebur di SUTM 20 kV kestabilan sistem, proses penyaluran dapat terpenuhi dengan baik, serta daerah terjadinya pemadaman dapat dapat diminimalisir. Pada skripsi ini saya akan membahas mengenai koordinasi kerja antara PMT penyulang di gardu induk dengan pemutus balik otomatis dan fuse pelebur di SUTM 20 kV.