

TUGAS AKHIR
PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELE KARENA
GANGGUAN SIMPATETIK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan
Strata Satu (S-1), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Mercu Buana



Disusun Oleh :

ADHI RAFIANTO

4140401-002

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA

2010

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELE KARENA
GANGGUAN SIMPATETIK

Nama : Adhi Rafianto

NIM : 4140401-002

Disetujui dan disahkan oleh:

Koordinator Tugas Akhir

Dosen Pembimbing

Yudhi Gunardi, ST, MT

DR. Hamzah Hillal

Mengetahui,
Kaprosdi Teknik Elektro

Yudhi Gunardi, ST, MT

LEMBAR PERNYATAAN

Bahwa saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : ADHI RAFIANTO
Tempat / Tanggal lahir : Jakarta / 19 Juli 1986
NIM : 4140401-002
Fakultas / Jurusan : Teknologi Industri / Teknik Elektro
Universitas Mercu Buana Jakarta

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini yang berjudul:

**“PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELE KARENA GANGGUAN
SIMPATETIK”**

Memang benar hasil karya saya dengan bantuan dosen pembimbing tugas akhir.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Mei 2010

Materai 6000

(Adhi Rafianto)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji syukur kepada Allah SWT, atas rahmat dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.

Penulis bersyukur, bahwa setelah berupaya keras, berdo'a dan bertawakal kepada Allah SWT serta atas bantuan dan dukungan dari semua pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul, **"PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELE KARENA GANGGUAN SIMPATETIK"**. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak DR. Hamzah Hillal selaku pembimbing atas kebesaran hatinya untuk meluangkan waktu dan memberikan banyak bantuan selama penulisan ini.
2. Bapak Ir.Yudhi Gunardi, MT selaku ketua program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir.Yudhi Gunardi, MT selaku koordinator tugas akhir yang bijaksana.
4. Seluruh dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua atas doa dan dukungan baik moral maupun materiil.
6. Bapak Suwarno dan Bapak Rully selaku pembimbing Tugas Akhir di lapangan yang telah memberikan ilmu yang sangat berguna bagi penulis.
7. Bapak Heri Wibowo selaku Asman Gardu Induk dan seluruh staff PT. PLN (Persero) Distribusi Raya Dan Tangerang, APD Gambir.
8. Seluruh teman-teman satu perjuangan Teknik Elektro 2004.
9. Serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro atas dukungan moril, memberikan motivasi dan inspirasi bagi penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih dapat kekurangan, baik dalam penyusunan atau materi. Karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan laporan ini. Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya atas kakurangan dan kelemahan yang terdapat dalam laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat berguna bagi semua pihak. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.wb

Jakarta, Mei 2010

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 : LATAR BELAKANG	1
1.2 : TUJUAN PENULISAN	2
1.3 : PEMBATASAN MASALAH	2
1.4 : METODOLOGI PENULISAN	2
1.5 : SISTEMATIKA PENULISAN	3

BAB II GARDU INDUK

2.1 : PENGERTIAN DAN FUNGSI DARI GARDU INDUK	4
2.2 : PENGAMANAN SISTEM JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 Kv ..	9
2.3 : RELAI ARUS LEBIH	10
2.4 : KRITERIA PENYETELAN RELAI ARUS LEBIH	11

BAB III GANGGUAN PADA JARINGAN LISTRIK TEGANGAN MENENGAH

3.1 : KOMPONEN – KOMPONEN SIMETRIS	12
3.2 : JENIS – JENIS GANGGUAN JARINGAN TEGANGAN MENENGAH	14
3.2.1 : Gangguan Fasa Tiga (<i>Three Phase Faults</i>).....	14
3.2.2 : Gangguan Fasa ke Fasa (<i>Line To Line Fault</i>)	15
3.2.3 : Gangguan Simpatetik (<i>Symphatetic Fault</i>)	15

3.2.4	: Hubungan Antara Gangguan Fasa Tunggal – Tanah Dan Simpatetik Trip	18
3.2.5	: Arus Kapasitif Dari Fasa Yang Sehat Secara Vektoris Yang Masuk Ke Relai Gangguan Tanah Penyulang Terganggu	19
3.3	: SISTEM PROTEKSI	21
3.4	: RELAI PROTEKSI	22
3.5	: NILAI IMPEDANSI SUMBER DAN REAKTANSI TRANSFORMATOR ...	23
3.6	: IMPEDANSI PENYULANG DAN IMPEDANSI EQUIVALEN JARINGAN	24
3.7	: ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT DAN ARUS KAPASITANSI ...	25
3.8	: INVERSE TIME MULTIPLE SETTING (TMS)	26

BAB IV PERHITUNGAN GANGGUAN SIMPATETIK PADA PENYULANG 20 kV GARDU INDUK DUKUH ATAS

4.1	: GARDU INDUK DUKUH ATAS	27
4.2	: DATA TEKNIK	28
4.3	: PERHITUNGAN HUBUNG SINGKAT BUSBAR 150 kV DALAM MVA, IMPEDANSI SUMBER, DAN REAKTANSI TRANSFORMATOR	30
4.3.1	: Impedansi Sumber	30
4.3.2	: Reaktansi Transformator	30
4.4	: PERHITUNGAN IMPEDANSI PENYULANG	31
4.4.1	: Penyulang Damri Impedansi (Z_1, Z_2, Z_0)	31
4.4.2	: Impedansi Equivalen	33
4.4.3	: Penyulang Damri Impedansi Equivalen	33
4.5	: PERHITUNGAN ARUS HUBUNG SINGKAT	35
4.6	: PERHITUNGAN ARUS KAPASITANSI	35
4.7	: PERHITUNGAN WAKTU KERJA RELAI INVERS	37

BAB V PENUTUP

5.1 : KESIMPULAN 45

5.2 : SARAN 46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	
Gardu Induk	4
Gambar 2.2.	
Transformator daya	5
Gambar 2.3.	
Trafo pemakaian sendiri	6
Gambar 2.4.	
Trafo arus	6
Gambar 2.5.	
Trafo tegangan	7
Gambar 2.6.	
Konfigurasi busbar sistem cincin/ring	8
Gambar 2.7.	
Konfigurasi busbar tunggal (<i>single busbar</i>)	8
Gambar 2.8.	
Konfigurasi busbar ganda (<i>double busbar</i>)	9
Gambar 3.1.	
Tiga himpunan fasor seimbang yang merupakan komponen simetris dari tiga fasor tak-seimbang	13
Gambar 3.2.	
Penjumlahan secara grafis komponen-komponen pada Gambar 3.1 untuk mendapatkan tiga fasor tak seimbang	13
Gambar 3.3.	
Penyulang 20 kV	16
Gambar 3.4.	
Penyulang 20 kV pada kondisi gangguan fasa tunggal ke tanah	17

Gambar 3.5.	
Vektor arus gangguan fasa tunggal ke tanah untuk penyulang yang terganggu	19
Gambar 3.6.	
Vektor arus I_R dan I_{CE} pada penyulang 1 yang terganggu fasa tunggal ke tanah ...	20
Gambar 3.7.	
Vektor Ice pada penyulang 2 pada gangguan fasa tunggal ke tanah di penyulang 1 .	21
Gambar 3.8.	
Relai inverse	23
Gambar 3.9.	
Karakteristik inverse	23
Gambar 3.10.	
Panjang saluran penyulang	25
Gambar 4.1.	
Posisi penyulang	27
Gambar 4.2.	
Perbedaan tms antara gangguan fasa tunggal ke tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Damri	40
Gambar 4.3.	
Perbedaan tms antara gangguan fasa tunggal ke tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Koasi	40
Gambar 4.4.	
Perbedaan tms antara gangguan fasa tunggal ke tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Kopaja	41
Gambar 4.5.	
Perbedaan tms antara gangguan fasa tunggal ke tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Mikrolet	42
Gambar 4.6.	
Perbedaan tms antara gangguan fasa tunggal ke tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Taxi	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data teknis trafo	28
Tabel 4.2. Hubung singkat fasa tiga	28
Tabel 4.3. Kabel SKTM XLPE 20 kV	29
Tabel 4.4. Panjang kabel dan jenis kabel penyulang (Damri, Koasi, Kopaja, Mikrolet, Taxi)	29
Tabel 4.5. Impedansi urutan positif dan negatif Damri	31
Tabel 4.6. Impedansi urutan nol Damri	31
Tabel 4.7. Impedansi urutan positif dan negatif masing – masing penyulang	32
Tabel 4.8. Impedansi urutan nol masing – masing penyulang	32
Tabel 4.9. Z1 equivalen Damri	33
Tabel 4.10. Zo equivalen Damri	33
Tabel 4.11. Impedansi equivalen (Z1) dari masing – masing penyulang	34
Tabel 4.12. Impedansi equivalen (Zo) dari masing – masing penyulang	34
Tabel 4.13. Arus hubung singkat fasa tunggal ke tanah tiap – tiap penyulang	35
Tabel 4.14. Besar kapasitansi kabel XLPE untuk tegangan 20 kV	35
Tabel 4.15. Hasil perhitungan arus kapasitansi tiap – tiap penyulang	36
Tabel 4.16 a. Seting relai OC/GF di <i>Incoming</i> Trafo 1	38
Tabel 4.16 b. Seting relai OC/GF di GI – GH	38
Tabel 4.16 c. Seting relai OC/GF di tiap – tiap penyulang	38
Tabel 4.17. Tms masing – masing penyulang pada saat terjadi gangguan hubung singkat fasa tunggal ke tanah	39
Tabel 4.18 a. tms simpatetik penyulang Damri	39
Tabel 4.18 b. tms simpatetik penyulang Koasi	40
Tabel 4.18 c. tms simpatetik penyulang Kopaja	41
Tabel 4.18 d. tms simpatetik penyulang Mikrolet	41

Tabel 4.18 e. tms simpatetik penyulang Taxi	42
Tabel 4.19. Waktu kerja relai dari masing – masing penyulang	43