

**STUDI PERENCANAAN KOORDINASI RELE  
PROTEKSI PADA SALURAN UDARA TEGANGAN  
TINGGI GARDU INDUK GAMBIR LAMA -  
PULOMAS**

**SKRIPSI**

Oleh

**ADRIAL MARDENSYAH**

**04 03 03 004 7**



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GANJIL 2007/2008**

**STUDI PERENCANAAN KOORDINASI RELE  
PROTEKSI PADA SALURAN UDARA TEGANGAN  
TINGGI GARDU INDUK GAMBIR LAMA -  
PULOMAS**

**SKRIPSI**

Oleh

**ADRIAL MARDENSYAH**

**04 03 03 004 7**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GANJIL 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**STUDI PERENCANAAN KOORDINASI RELE PROTEKSI PADA  
SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI GARDU INDUK GAMBIR  
LAMA - PULOMAS**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Januari 2008

Adrial Mardensyah

NPM 04 03 03 004 7

# PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**STUDI PERENCANAAN KOORDINASI RELE PROTEKSI PADA  
SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI GARDU INDUK GAMBIR  
LAMA - PULOMAS**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat sebagai skripsi pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 3 Januari 2008  
Dosen Pembimbing,

Ir. I Made Ardita MT

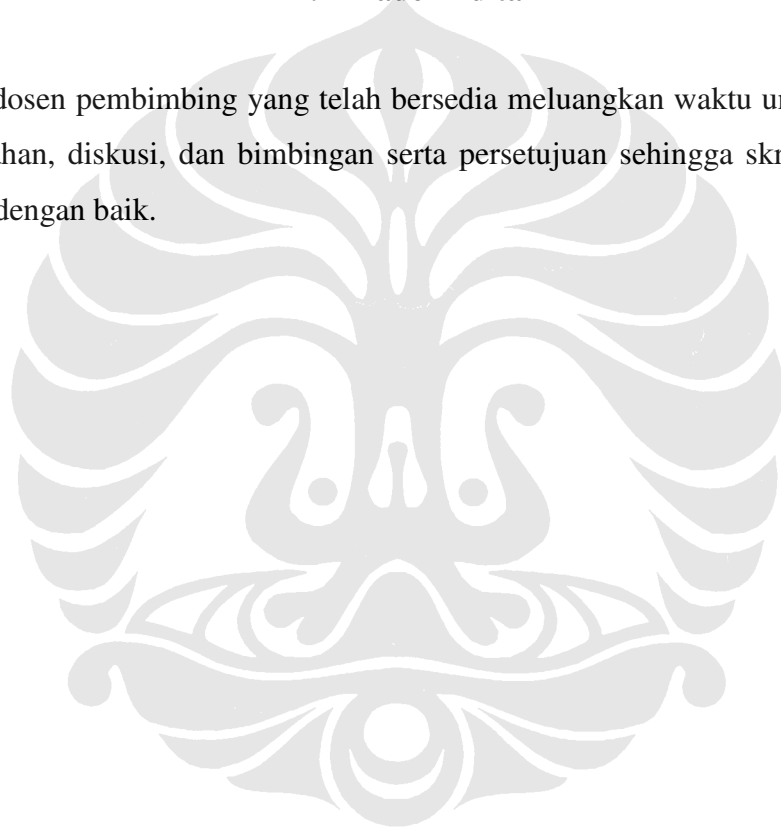
NIP 131 591 847

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

**Ir. I Made Ardita MT**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



# DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENULISAN	2
1.3. BATASAN MASALAH	2
1.4. SISTEMATIKA PENULISAN	2
BAB 2 GANGGUAN HUBUNG SINGKAT DAN PROTEKSI SISTEM TENAGA LISTRIK	3
2.1 PENGERTIAN GANGGUAN DAN KLASIFIKASI GANGGUAN	3
2.2 METODE KOMPONEN SIMETRIS UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT	4
2.3 GANGGUAN HUBUNG SINGKAT (SHORT CIRCUIT FAULT)	9
2.3.1 Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	9
2.3.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	10
2.3.3 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa ke Tanah	11
2.3.4 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa	11
2.4 DASAR PROTEKSI SISTEM TENAGA LISTRIK	12
2.5 KOMPONEN PROTEKSI SISTEM TENAGA LISTRIK	13
2.5.1 Potential Transformer	14
2.5.2 Current Transformer	15
2.5.3 Rele Proteksi ( <i>Protection Relay</i> )	16
2.5.4 Pemutus Tenaga ( <i>Circuit Breaker</i> )	17
BAB 3	18
RELE PROTEKSI PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI	18
3.1 RELE JARAK	18
3.2 KARAKTERISTIK KERJA RELE JARAK	19

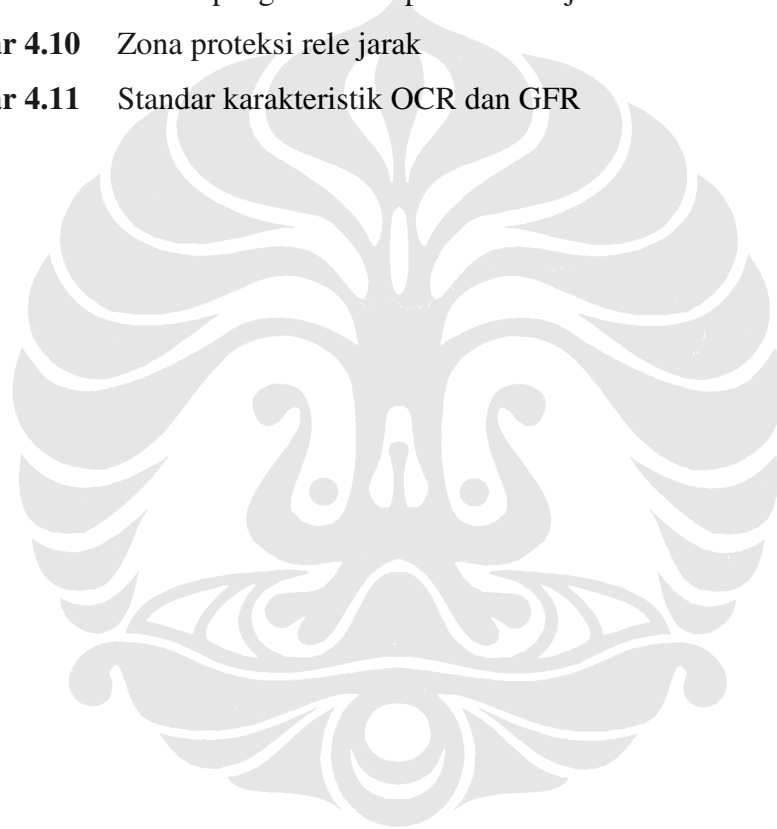
3.2.1 Karakteristik Mho	20
3.2.2 Karakteristik Quadrilateral	20
3.3 ZONA PROTEKSI RELE JARAK	21
3.4 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JANGKAUAN RELE JARAK	24
3.4.1 Resistansi Gangguan	24
3.4.2 Arus Infeed [5]	25
3.5 POLA PENGAMAN TELEPROTEKSI RELE JARAK	27
3.5.1 Pola DUTT (Direct Underreach Transfer Trip)	28
3.5.2 Pola PUTT (Permissive Underreach Transfer Trip)	29
3.5.3 Pola POTT (Permissive Overreach Transfer Trip)	29
3.5.4 Pola Blocking (Blocking Scheme)	30
3.6 RELE ARUS LEBIH	31
3.7 RELE GANGGUAN TANAH	32
BAB 4 KOORDINASI SETELAN RELE PROTEKSI PADA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI GARDU INDUK GAMBIR LAMA – PULOMAS	34
4.1. DIAGRAM GARIS TUNGGAL GI 150 KV GAMBIR LAMA - PULOMAS	34
4.2 DATA IMPEDANSI SUTT 150 KV	35
4.3 PERHITUNGAN SETELAN RELE PROTEKSI SUTT 150 KV GAMBIR LAMA – PULOMAS	36
4.3.1 Rele Jarak Gambir Lama Arah Pulomas	36
4.3.2 Rele Jarak Pulomas Arah Gambir Lama	42
4.3.3 Perhitungan Setelan Rele Arus Lebih	46
4.3.4 Perhitungan Setelan Rele Gangguan Tanah	47
4.4 ANALISIS KOORDINASI SETELAN RELE PROTEKSI	48
4.4.1 Koordinasi Rele Jarak	48
4.4.2 Koordinasi Rele Arus Lebih Dan Rele Gangguan Tanah	55
4.5 KOORDINASI RELE JARAK DENGAN RELE PENUTUP BALIK OTOMATIS (AUTO RECLOSE RELAY)	56
BAB 5 KESIMPULAN	60
DAFTAR ACUAN	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Komponen – komponen simetris	6
<b>Gambar 2.2.</b> Rangkaian komponen urutan positif, negatif dan nol	6
<b>Gambar 2.3.</b> Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah	9
<b>Gambar 2.4.</b> Gangguan hubung singkat dua fasa	10
<b>Gambar 2.5.</b> Gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah	11
<b>Gambar 2.6.</b> Gangguan hubung singkat tiga fasa	11
<b>Gambar 2.7.</b> Elemen proteksi sistem tenaga listrik	14
<b>Gambar 2.8.</b> Rangkaian trafo tegangan ke sistem tenaga listrik	15
<b>Gambar 2.9.</b> Rangkaian rele dan pemutus tenaga	17
<b>Gambar 3.1.</b> Prinsip kerja rele jarak	18
<b>Gambar 3.2.</b> Balance beam distance relay	19
<b>Gambar 3.3.</b> Karakteristik kerja mho	20
<b>Gambar 3.4.</b> Karakteristik kerja Quadrilateral	20
<b>Gambar 3.5.</b> Setelan zona proteksi rele jarak	22
<b>Gambar 3.6</b> Pengaruh resistansi gangguan pada rele jarak	24
<b>Gambar 3.7</b> Arus infeed pada saluran transmisi	25
<b>Gambar 3.8</b> Saluran transmisi ganda ke tunggal	26
<b>Gambar 3.9</b> Saluran transmisi ganda ke ganda	26
<b>Gambar 3.10</b> Saluran transmisi tunggal ke ganda	27
<b>Gambar 3.11</b> Rangkaian logika direct underreach transfer trip	28
<b>Gambar 3.12</b> Rangkaian logika permissive underreach transfer trip	29
<b>Gambar 3.13</b> Rangkaian logika permissive overreach transfer trip	30
<b>Gambar 3.14</b> Pola sinyal blocking	30
<b>Gambar 3.15</b> Rangkaian logika pola blocking	30
<b>Gambar 3.16</b> Kurva karakteristik rele arus lebih	32
<b>Gambar 3.17</b> Rangkaian pengukuran arus residu	33



<b>Gambar 4.1</b>	Diagram satu garis gardu induk Gambir lama-Pulomas	35
<b>Gambar 4.2</b>	Karakteristik kerja rele jarak Gambir Lama – Pulomas	41
<b>Gambar 4.3</b>	Karakteristik kerja rele jarak Pulomas – Gambir Lama	46
<b>Gambar 4.4</b>	Jangkauan zona satu rele jarak	48
<b>Gambar 4.5</b>	Jangkauan minimum zona dua rele jarak	49
<b>Gambar 4.6</b>	Jangkauan maksimum zona dua rele jarak	50
<b>Gambar 4.7</b>	Jangkauan minimum zona tiga rele jarak	50
<b>Gambar 4.8</b>	Jangkauan maksimum zona tiga rele jarak	51
<b>Gambar 4.9</b>	Skema pengukuran impedansi rele jarak	51
<b>Gambar 4.10</b>	Zona proteksi rele jarak	54
<b>Gambar 4.11</b>	Standar karakteristik OCR dan GFR	56



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 4.1.</b> Data Impedansi SUTT 150 KV	36
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil Setelan Rele Jarak Pulomas – Gambir Lama	45
<b>Tabel 4.3.</b> Pengukuran Impedansi Pada Rele Jarak	53



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data impedansi SUTT Gambir Lama - Pulomas	64
<b>Lampiran 2</b> Data impedansi SUTT 150 kV	65
<b>Lampiran 3</b> Diagram satu garis GI Gambir Lama-Pulomas	68
3.1 Gardu Induk Gambir Lama 150 kV	69
3.2 Gardu Induk Pulomas 150 kV	70
<b>Lampiran 4</b> Diagram blok rele GEC Alsthom Quadramho	71
<b>Lampiran 5</b> Diagram blok rele Siemens 7SA522	72
<b>Lampiran 6</b> Posisi switch rele GEC Alsthom Quadramho	73

## DAFTAR SINGKATAN

CB	Circuit breaker
CCC	Current Carrying Capacity
CT	Current Transformer
DigSILENT	Digital and Simulation Electrical Network
DUTT	Direct Underreach Transfer Trip
GFR	Ground Fault Relay
GI	Gardu Induk
OCR	Overcurrent Relay
PMT	Pemutus Tenaga
POTT	Permissive Overreach Transfer Trip
PUTT	Permissive Underreach Transfer Trip
PSB	Power Swing Blocking
PT	Potential Transformer
SKTT	Saluran Kabel Tegangan Tinggi
SUTT	Saluran Udara Tegangan Tinggi
TMS	Time Multiplier Setting

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
a	Operator fasor	
$I_{A1}$	Arus urutan positif	Ampere
$I_{A2}$	Arus urutan negatif	Ampere
$I_{A0}$	Arus urutan nol	Ampere
$V_{A1}$	Tegangan urutan positif	Volt
$V_{A2}$	Tegangan urutan negatif	Volt
$V_{A0}$	Tegangan urutan nol	Volt
$V_f$	Tegangan sesaat sebelum gangguan	Volt
32Q	Elemen arah (directional)	
TMS	Faktor pengali rele arus lebih	
$I_r$	Arus residu	Ampere
k	faktor infeed	
K	Bagian trafo yang diproteksi	
t	Waktu	second
$k_0$	Faktor gangguan kompensasi ke tanah	
$Z_{L1}$	Impedansi urutan positif saluran transmisi	Ohm
$Z_{L2}$	Impedansi urutan negatif saluran transmisi	Ohm
$Z_{L0}$	Impedansi urutan nol saluran transmisi	Ohm
$R_{arc}$	Resistansi arc	Ohm
$I_{arc}$	Arus arc	Ampere
$L_{arc}$	Panjang arc	meter
$V_{AG}$	Tegangan fasa ke netral	Volt