

**PROTEKSI PADA FEEDER DISTRIBUSI TERHADAP KEMUNGKINAN  
GANGGUAN SYMPHATHETIC SATU SALURAN KE TANAH**



**Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat**

**Menyelesaikan pendidikan diploma III**

**Pada jurusan teknik elektro program studi teknik listrik**

**Oleh:**

**HENDRA ALAM ARIWIBOWO**

**0611 3031 1444**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PROTEKSI PADA FEEDER DISTRIBUSI TERHADAP KEMUNGKINAN  
GANGGUAN SYMPHATHETIC SATU SALURAN KE TANAH**



**LAPORAN AKHIR**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Disusun oleh:  
Hendra Alam Ariwibowo  
0611 3031 1444**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Carlos R. Sitompul, S.T.,M.T.  
NIP . 19640301 198903 1 003**

**Muhammad Noer,S.S.T.,M.T.  
NIP. 19650512 1995021 001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Ir. Ali Nurdin, M.T.  
NIP. 19621207 199103 1 001**

**Herman Yani, S.T., M.Eng  
NIP. 19651001 199003 1 006**

## Motto :

☒ Carilah sebuah kehidupan bukan gaya hidup, karena sedikit apapun uang yang kita miliki akan cukup bila digunakan untuk hidup, tapi sebanyak apapun uang yang kita punya tak akan cukup bila digunakan untuk memenuhi gaya hidup. Jadi berbijaksanalah !

(Bapak Julia Pramitha)

☒ Kamu mungkin belum sehebat harapanmu, namun kamu tidaklah selemah yang kamu pikirkan. Manusia adalah apa yang ia pikirkan.

(Penulis)

☒ Bersabarlah karena semuanya selalu sulit sebelum menjadi mudah.

(Penulis)

Kupersembahkan kepada :

- ♥ Kedua Orangtuaku  
tercinta
- ♥ Adikku tercinta,  
Nofian Adhi Purnomo
- ♥ Terkasih, Julia  
Pramitha dan
- ♥ Sahabat yang selalu  
mendukungku, serta
- ♥ Almamaterku.

## ABSTRAK

### PROTEKSI PADA FEEDER DISTRIBUSI TERHADAP KEMUNGKINAN GANGGUAN *SYMPHATHETIC* SATU SALURAN KE TANAH

(2014 : xiii + 80 + Daftar Pustaka + Lampiran)

---

---

**Hendra Alam Ariwibowo**

**0611 3031 1444**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Program Studi Teknik Listrik**

*Symphathetic Tripping* atau pada umumnya disebut tripping ikutan/palsu adalah peristiwa yang menggambarkan kejadian ketika suatu peralatan proteksi pengaman (rele) merespon/menanggapi secara salah pada suatu kondisi sistem tenaga listrik yang sedang mengalami gangguan. Laporan akhir ini melakukan penyelidikan gangguan simpatetik yang terjadi pada beberapa penyulang di Gardu Induk Seduduk Putih. Gangguan simpatetik dihitung berdasarkan arus kapasitif yang dirasakan oleh rele GFR oleh penyulang lain dengan busbar yang sama. Arus kapasitif yang dihitung pada masing-masing penyulang menghasilkan arus tambah yang melebihi setting arus pada GFR, yaitu sebesar 30 A.

Berdasarkan penyelidikan melalui studi kasus di penyulang Murai, Merpati, Walet dan Kutilang, maka didapat arus kapasitif yang mengalir pada penyulang Murai yaitu sebesar 17,64 A, penyulang Merpati sebesar 12,212 A, Walet sebesar 12,052 A dan penyulang Kutilang sebesar 17,052 A dan dapat dibuktikan bahwa simpatetik terhadap tms gangguan satu fasa tanah normal dapat mempercepat waktu relai bekerja yang bisa dilihat pada perhitungan tms penyulang Murai, yang mempercepat waktu kerja relai sebesar 1% pada 1% total panjang saluran atau (1%; 1%), (25%; 0,999%), (50%; 0,9987%), (75%; 0,998%), (100%; 0,998). Dari hasil tersebut didapat rata-rata pada penyulang Murai sebesar 0,998691%. Dan dengan cara yang sama didapat rata-rata pada penyulang Merpati sebesar 0,999221%; Walet sebesar 0,998191%; Kutilang sebesar 0,998093%.

Kata kunci: sistem proteksi, rele gangguan tanah, *Symphathetic Tripping*, gangguan satu saluran ke tanah.

## ABSTRACT

### PROTECTION OF DISTRIBUTION FEEDER AGAINST POSSIBILITY OF SYMPHATHETIC INTERFERENCE ONE CHANNEL TO GROUND

(2014 : xiii + 80 + Index + Attachment)

---

---

**Hendra Alam Ariwibowo**

**0611 3031 1444**

**Electro Majoring**

**Electric Study Department**

*Symphathetic Tripping or generally called tripping followup / false events are events that describe when a safety protective devices (relays) respond / respond incorrectly to a condition in a power system that is experiencing problems. The final report is to investigate the symphathetic disorder that occurs in several feeders at the substation 'Seduduk Putih'. Impaired symphathetic calculated based capacitive currents were perceived by the GFR by other feeders with the same busbar. Capacitive currents were calculated at each feeder added flows that exceed the current setting of the GFR, is equal to 30 A.*

*Based on the investigation through case studies in feeders Murai, Merpati, Walet and Kutilang, the importance of the capacitive currents flowing in the feeder Murai is equal to 17.64 A, amounting to 12.212 A Merpati feeders, feeder Walet at 12.052 and 17.052 A Kutilang for and it can be proven that tms symphathetic to the disruption of normal soil phase can accelerate time relays work can be seen at feeders Murai tms calculation, which speeds up work time relay of 1% in 1% of the total length of the channel or (1%, 1%), (25%; 0,999 %), (50%, 0.9987%), (75%, 0.998%), (100%; 0.998). The results obtained from the average of 0.998691% Murai feeders. And in the same way the average obtained in the Merpati feeders of 0.999221%; Walet by 0.998191%; and Kutilang of 0.998093%.*

*Keywords: system protection, ground-fault relay, Symphathetic Tripping, disruption of the channel to the ground.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur saya ucapkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat-Nya, karena berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“PROTEKSI PADA FEEDER DISTRIBUSI TERHADAP KEMUNGKINAN GANGGUAN SYMPHATHETIC SATU SALURAN KE TANAH”**. Shalawat dan salam agar selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga dan para sahabat.

Penyusunan Laporan Akhir ini adalah syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

Kedua orang tuaku yang telah memberikan dukungannya baik secara moril atau materil.

Carlos R. Sitompul, S.T., M.T. dan Muhammad Noer, S.S.T., M.T. yang telah membantu saya atas bimbingan selama penulisan laporan akhir ini.

Kemudian terima kasih juga atas segala bantuan, dukungan dan kerjasama yang telah diberikan, antara lain kepada:

1. Bapak R.D. Kusumanto selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak Ir. Siswandi, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Herman Yani, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

5. Dosen dan Teknisi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah membantu memberikan saran dan mengajarkan banyak hal tentang penyusunan Laporan Akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Listrik tahun angkatan 2011 POLSRI serta teman-teman kelas 6 ELC.

Penulis menyadari banyak terdapat kekurangan dan kelemahan yang membuat Laporan Akhir ini masih jauh dari sempurna, dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Laporan Akhir ini dapat memberikan tambahan ilmu dan bermanfaat bagi yang membacanya.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih atas semua bantuan dan dukungan yang telah berikan kepada penulis, semoga Allah SWT selalu berkenan memberikan balasan yang setimpal atas bantuan yang telah diberikan, Amin.

Palembang, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penulisan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Pembahasan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Gardu Induk.....	5
2.1.1 Bagian-bagian Gargu Induk .....	5
2.2 Pengamanan Sistem Jaringan Tegangan Menengah 20 kV.....	11
2.2.1 Fungsi Proteksi .....	11
2.2.2 Fungsi Relai sebagai Pengaman.....	11
2.3 Relai Arus Lebih .....	11
2.4 Kriteria Penyetelan Arus Lebih.....	13
2.5 Gangguan pada Jaringan Tegangan Menegah .....	14
2.5.1 Sintesis Fasor Tak Simetris dari Komponen-Komponen Simetrisnya .....	14
2.5.2 Operator-operator .....	16
2.5.3 Simetris Fasor Tak Simetris .....	17
2.5.4 Daya dengan Komponen Simetris sebagai Sukunya.....	19
2.5.5 Impedansi Seri Tak Simetris .....	20
2.5.6 Impedansi Urutan dan Jaringan Urutan .....	22
2.5.7 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	23
2.5.8 Reaktansi pada Transformator Tenaga .....	24
2.5.9 Impedansi Jaringan Distribusi .....	27
2.6 Aplikasi Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat dan Setelan Relai.....	30
2.6.1 Koordinasi Proteksi antara Incoming dan Outgoing Feeder .....	30
2.6.2 Perhitungan Impedansi .....	31
2.6.3 Perhitungan Reaktansi Transformator Tenaga .....	33



2.6.4 Perhitungan Impedansi Penyulang .....	34
2.6.5 Perhitungan Impedansi Equivalen .....	34
2.7 Jenis-Jenis Gangguan Jaringan Tegangan Menengah .....	35
2.7.1 Gangguan Fasa Tiga ( <i>three phase faults</i> ).....	36
2.7.2 Gangguan Fasa ke Fasa ( <i>line to line faults</i> ) .....	36
2.7.3 Gangguan Satu Fasa ke Tanah .....	37
2.7.4 Gangguan Simpatetik .....	38
2.7.4.1 Hubungan antara Gangguan 1 Fasa – Tanah dan Simpatetik Trip .....	41
2.7.4.2 Arus Kapasitif dari Fasa yang Sehat secara Vektoris yang masuk ke Relai Gangguan Tanah Penyulang Terganggu.....	42
2.8 Sistem Proteksi .....	44
2.8.1 Syarat – Syarat Relai Proteksi .....	45
2.8.2 Relai Proteksi .....	45
2.8.2.1 Relai <i>Inverse</i> .....	45
2.8.3 Komponen Relai <i>Inverse</i> .....	46
2.9 Relai <i>Ground Fault</i> .....	46

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Peralatan yang Digunakan .....	49
3.2 Bahan yang Digunakan .....	50
3.3 Prosedur Penelitian .....	50

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Hasil .....	53
4.1.1 Data Teknik .....	54
4.1.2 Perhitungan Hubung Singkat Busbar 70 kV dalam MVA, Impedansi Sumber dan Reaktansi Transformator .....	59
4.1.2.1 Impedansi Sumber .....	60
4.1.2.2 Reaktansi Transformator .....	60
4.1.3 Perhitungan Impedansi Penyulang .....	60
4.1.3.1 Impedansi Equivalen .....	65
4.1.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat .....	67
4.1.5 Perhitungan Arus Kapasitansi .....	69
4.1.6 Perhitungan Waktu Kerja Relai Invers .....	72
4.2 Pembahasan.....	77

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	79
5.2 Saran.....	80

### **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 2.1 Kelas Ketelitian Trafo .....	8
Tabel 2.2 Kelas Ketelitian Trafo (Khusus) .....	8
Tabel 4.1 Arus Hubung Singkat 3 Fasa GI Seduduk Putih .....	56
Tabel 4.2 Impedansi Penghantar Penyulang 20 kV .....	56
Tabel 4.3 Panjang kabel penyulang .....	57
Tabel 4.4 Impedansi urutan positif dan negatif Penyulang Murai .....	62
Tabel 4.5 Impedansi urutan nol Penyulang Murai	
Tabel 4.6 Impedansi urutan positif dan negatif Penyulang Merpati .....	63
Tabel 4.7 Impedansi urutan nol Penyulang Merpati .....	63
Tabel 4.8 Impedansi urutan positif dan negatif Penyulang Walet .....	64
Tabel 4.9 Impedansi urutan nol Penyulang Walet .....	64
Tabel 4.10 Impedansi urutan positif dan negatif Penyulang Kutilang .....	65
Tabel 4.11 Impedansi urutan nol Penyulang Kutilang .....	65
Tabel 4.12 $Z_1$ Equivalen Penyulang Murai .....	66
Tabel 4.13 $Z_0$ Equivalen Penyulang Murai .....	66
Tabel 4.14 $Z_1$ Equivalen Penyulang Merpati .....	67
Tabel 4.15 $Z_0$ Equivalen Penyulang Merpati .....	67
Tabel 4.16 $Z_1$ Equivalen Penyulang Walet .....	67
Tabel 4.17 $Z_0$ Equivalen Penyulang Walet .....	67
Tabel 4.18 $Z_1$ Equivalen Penyulang Kutilang .....	68
Tabel 4.19 $Z_0$ Equivalen Penyulang Kutilang .....	68
Tabel 4.20 Arus hubung singkat 1 fasa tanah Penyulang Murai .....	69
Tabel 4.21 Arus hubung singkat 1 fasa tanah Penyulang Merpati .....	69
Tabel 4.22 Arus hubung singkat 1 fasa tanah Penyulang Walet .....	69
Tabel 4.23 Arus hubung singkat 1 fasa tanah Penyulang Kutilang .....	69
Tabel 4.24 Besar kapasitansi penghantar XLPE dan AAAC untuk tegangan 20kV .....	70
Tabel 4.25 Arus Kapasitansi .....	72
Tabel 4.26 Setting relai OC/GF Incoming Trafo .....	73
Tabel 4.27 Setting relai OC/GF Penyulang Murai, Merpati, Walet.....	73
Tabel 4.28 Setting relai OC/GF Kutilang .....	73
Tabel 4.29 Tms Murai .....	74
Tabel 4.30 Tms Merpati .....	74
Tabel 4.31 Tms Walet .....	74
Tabel 4.32 Tms Kutilang .....	74
Tabel 4.33 Tms simpatetik Murai .....	75
Tabel 4.34 Tms simpatetik Merpati .....	75
Tabel 4.35 Tms simpatetik Walet .....	75
Tabel 4.36 Tms simpatetik Kutilang .....	75

## Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 2.1 Trafo Daya .....	5
Gambar 2.2 Trafo Pemakaian sendiri .....	6
Gambar 2.3 <i>Current</i> Transformator .....	6
Gambar 2.4 Kesalahan Sudut .....	7
Gambar 2.5 Pengaruh Kesalahan Sudut .....	7
Gambar 2.6.PMT dengan pemadam busur api media vacum .....	9
Gambar 2.7.Busbar Tunggal .....	10
Gambar 2.8 Busbar Ganda .....	10
Gambar 2.9 Karakteristik waktu seketika .....	12
Gambar 2.10 Karakteristik waktu tertentu .....	12
Gambar 2.11 Karakteristik waktu terbalik .....	13
Gambar 2.12 Tiga himpunan fasor tak seimbang yang merupakan komponen simestris dari tiga fasor tak seimbang .....	15
Gambar 2.13 Penjumlahan secara grafis komponen-komponen pada gambar 2.12 untuk mendapatkan tiga fasor tak seimbang .....	15
Gambar 2.14 Diagram fasor berbagai pangkat dari operator a .....	16
Gambar 2.15 Bagian sistem tiga-fasa yang menunjukkan tiga impedansi seri yang tidak sama .....	21
Gambar 2.16 Diagram rangkaian suatu generator tanpa-beban yang ditanahkan .....	21
Gambar 2.17 Rangkaian transformator tenaga $Yy\Delta$ dengan belitan delta .....	26
Gambar 2.18 Rangkaian belitan transformator tenaga $YY$ (tanpa belitan delta) .....	26
Gambar 2.19 Rangkaian arus $3I_0$ .....	27
Gambar 2.20 Pasokan daya dari gardu induk distribusi .....	30
Gambar 2.21 Interkoneksi antara pusat listrik .....	32
Gambar 2.22 Transformasi impedansi transformator tenaga .....	32
Gambar 2.23 Rangkaian equivalen saat terjadi gangguan hubung singkat .....	35
Gambar 2.24 Arah arus dari masing-masing fasa .....	36
Gambar 2.25 Vektor arus urutan positif dan negatif .....	36
Gambar 2.26 Vektor arus urutan positif, negatif dan nol .....	37
Gambar 2.27 Penyulang 20 kV .....	39
Gambar 2.28 Penyulang 20 kV pada kondisi gangguan satu fasa ke tanah ....	41
Gambar 2.29 Vektor arus gangguan satu fasa ke tanah .....	42
Gambar 2.30 Vektor arus $I_R$ dan $I_{CE}$ pada penyulang 1 yang terganggu satu fasa ke tanah .....	43
Gambar 2.31 Vektor $I_{CE}$ pada penyulang 2 pada gangguan satu fasa ke tanah di penyulang 1 .....	43
Gambar 2.32 Relai <i>inverse</i> (merk “ALSTHOM”/”AREVA”) .....	45
Gambar 2.33 Karakteristik <i>inverse</i> .....	46
Gambar 2.34 Komponen relai <i>inverse type</i> Areva P122 .....	46

Gambar 2.35 <i>Direct method</i> GFR .....	47
Gambar 2.36 Zero Sequencing method GFR .....	47
Gambar 2.37 Residual method GFR .....	48
Gambar 2.38 GFR .....	48
Gambar 4.1 Single Line GI Seduduk Putih .....	55
Gambar 4.2 Panjang Saluran .....	61
Gambar 4.3 Perbedaan tms antara gangguan 1 fasa tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Murai .....	75
Gambar 4.4 Perbedaan tms antara gangguan 1 fasa tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Merpati .....	76
Gambar 4.5 Perbedaan tms antara gangguan 1 fasa tanah dan gangguan simpateti pada penyulang Walet .....	76
Gambar 4.6 Perbedaan tms antara gangguan 1 fasa tanah dan gangguan simpatetik pada penyulang Kutilang .....	77

## **Daftar Lampiran**

### **Lampiran**

- 1. Surat Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing I**
- 2. Surat Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing II**
- 3. Lembar Konsultasi Bimbingan Dosen Pembimbing I**
- 4. Lembar Konsultasi Bimbingan Dosen Pembimbing II**
- 5. Surat Rekomendasi Sidang Laporan Akhir**
- 6. Surat Pernyataan Pengambilan data**
- 7. Data Setting Rele GI Seduduk Putih**
- 8. Single Line GI Seduduk Putih**
- 9. Lembar Revisi Laporan Akhir**
- 10. Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir**