

**ANALISIS HUBUNG PENDEK DAN  
EVALUASI KEMAMPUAN PERALATAN PROTEKSI  
PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK  
DI APD BANDUNG**

**(Studi Kasus Penyulang Leuwi Gajah  
& Kebon Kopi)**

**SKRIPSI**

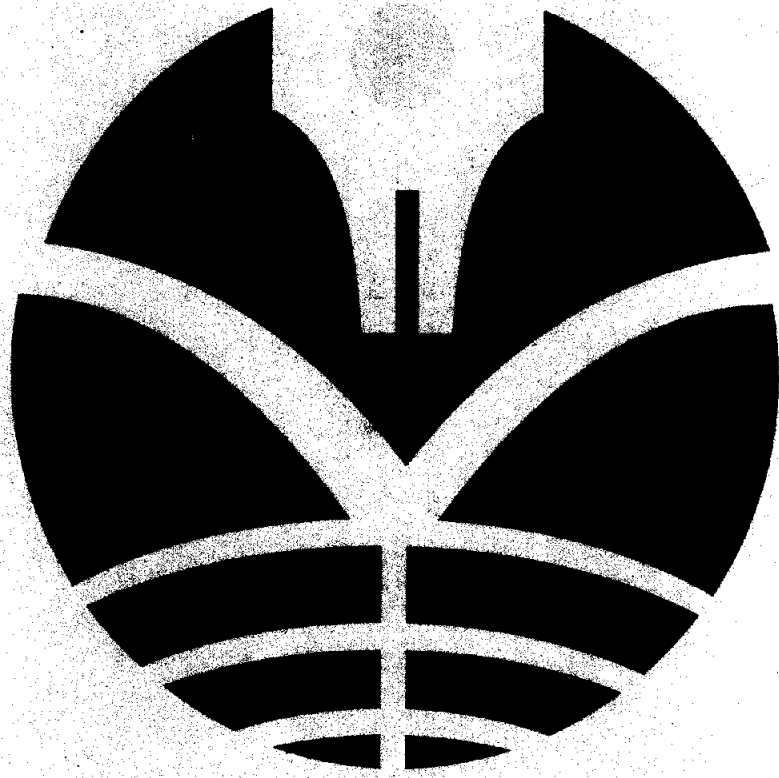
**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menempuh Ujian Sidang Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Tenaga Elektrik  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
FPTK Universitas Pendidikan Indonesia**

**Oleh :**

**Dudi Nurdiansyah  
0610834**



**PROGRAM STUDI TEKNIK TENAGA ELEKTRIK  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2008**



# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS HUBUNG PENDEK DAN EVALUASI KEMAMPUAN PERALATAN PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI APD BANDUNG

(Studi Kasus Penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi)

Disusun Oleh :

Dudi Nurdiansyah

0610834

Disetujui dan Disahkan oleh,

Dosen Pembimbing



Maman Somatri, SPd., MT.

NIP. 132 296 778

# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS HUBUNG PENDEK DAN EVALUASI KEMAMPUAN PERALATAN PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI APD BANDUNG

(Studi Kasus Penyulang Leuwi Gajah  
& Kebon Kopi)

### SKRIPSI

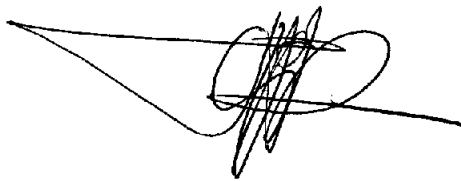
Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menempuh Ujian Sidang Sarjana  
Pada Program Studi Teknik Tenaga Elektrik  
Jurusan Pendidikan Teknik Elektro  
FPTK Universitas Pendidikan Indonesia

Oleh :

Dudi Nurdiansyah  
0610834

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,



Maman Somantri, ST., MT.  
NIP. 132 326 778

Pembimbing II,



Drs. Tasma Sucita, ST., MT.  
NIP. 131 930 255

Diketahui dan Disahkan oleh :

Ketua Jurusan,

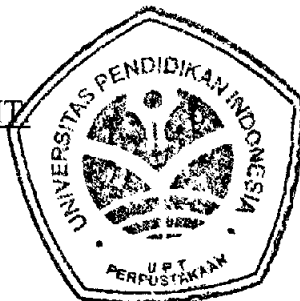


Drs. Tasma Sucita, ST., MT.  
NIP. 131 930 255

Ketua Program Studi,



Wasimudin Surya S, ST., MT.  
NIP 132 163 105



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmaanirrohim.*

Dengan segala kerendahan hati, penulis memenjatkan puji dan syukur kepada Alloh S.W.T, karena atas rahmat serta karunia-Nya penulis adapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“ANALISIS HUBUNG PENDEK & EVALUASI KEMAMPUAN PERALATAN PROTEKSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK DI APD BANDUNG (Studi Kasus Penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi ”** Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rosululloh Muhammad S.A.W.

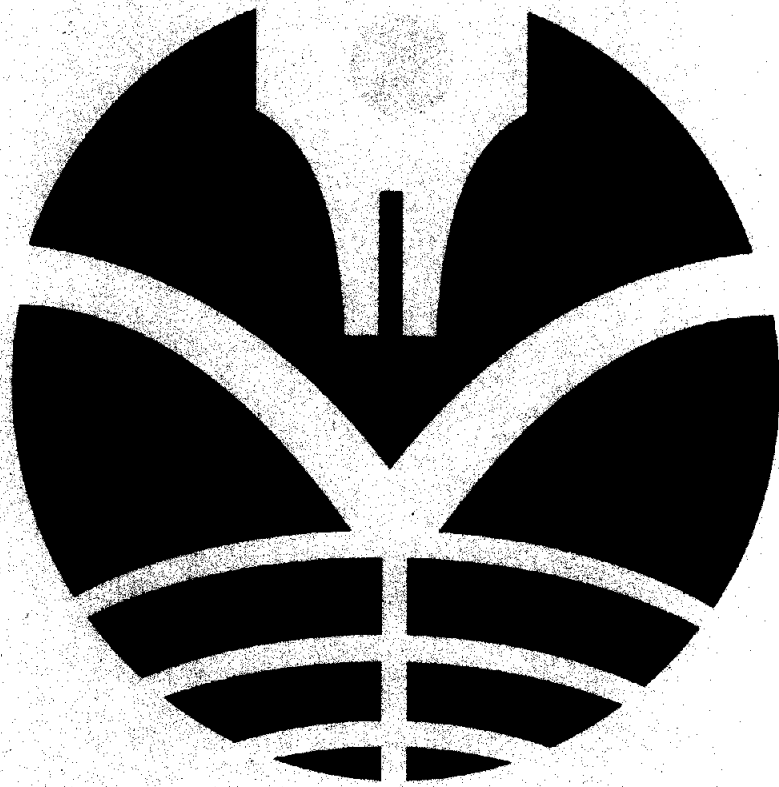
Penulisan Tugas Akhir ini tidaklah lain yaitu sebagai salah satu syarat kelulusan pada program **S1 TEKNIK TENAGA ELEKTRIK** Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis berharap semoga apa yang diuraikan dalam Tugas Akhir ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi penulis khususnya, juga bagi para pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak kekurangan, oleh karena itu penulis menanti segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca untuk menyempurnakan dimasa yang akan datang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan yang telah diberikan beberapa pihak baik materil maupun spiritual. Untuk itu atas segala bantuan yang telah diberikan berbagai pihak penulis ucapkan terimakasih terutama pada kedua orang tua, keluarga tercinta, serta penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Pendidikan dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Drs. Tasma Sucita, ST., MT., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Pendidikan dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Wasimudin Surya S, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi S1 teknik Tenaga Elektrik.
4. Bapak Maman Somantri, S.Pd., MT., Sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu memberikan masukan-masukan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen beserta seluruh staf di jurusan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia.
6. Kepada PT. PLN (persero) APJ Cimahi, PT. PLN (persero) APD Bandung yang telah banyak membantu penulis dalam pengumpulan data yang berhubungan dengan penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai.
7. Rekan – rekan Mahasiswa Program S1 Teknik Tenaga Elektrik Teknik Elektro Angkatan 2006 yang tidak dapat disebut namanya satu persatu yang memberikan masukan dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini

Akhirnya tiada lain suatu apapun yang penulis sampaikan sebagai tanda terimakasih, semoga Allah SWT membalas Amal baik mereka serta senantiasa memberikan Rahmat-Nya, Amin.



## ABSTRAK

Dalam Sistem Tenaga Listrik (STL) terjadinya gangguan tidak dapat dihindarkan, tetapi bagaimana mengurangi dampak gangguan yang terjadi menjadi sekecil mungkin. Gangguan yang sering terjadi pada saluran distribusi adalah gangguan hubung pendek fasa-fasa atau fasa-tanah dan tiga fasa yang sifatnya temporer atau permanen. Untuk mendeteksi ke tiga gangguan tersebut perlu adanya sistem proteksi yang mampu mendeteksi gangguan yang terjadi dan memberikan sinyal ke Pemutus Tenaga (PMT) untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sistem. Untuk mendeteksi kondisi abnormal saat terjadi gangguan pada sistem distribusi digunakan Rele arus lebih (OCR) dan Rele hubung tanah (GFR). Sistem proteksi arus lebih dan hubung tanah yang digunakan di Gardu Induk Cibereum penyulang Leuwi Gajah dan Peny. Kebon Kopi adalah merk ALSTOM tipe MICOM P122 merupakan satu kesatuan antara OCR dan GFR. Selama tahun 2008 tercatat 49 kasus gangguan yang terjadi pada ke dua penyulang 20 kasus peny. Leuwi Gajah dan 29 kasus peny. Kebon Kopi. Gangguan yang sering terjadi di penyulang Leuwi Gajah adalah gangguan fasa-fasa (55%) sedangkan penyebab gangguan adalah faktor external akibat ranting/pohon (60%). Sedangkan gangguan yang sering terjadi di penyulang Kebon Kopi adalah gangguan fasa-tanah (58%) sedangkan penyebab gangguan adalah akibat ranting/pohon (31%). Besarnya nilai arus gangguan maksimum 3 fasa menggunakan software ETAP Powerstation saat subtransient mencapai 12.718 Ampere dekat rel 20 KV di Gardu Induk. Sedangkan arus gangguan minimum 2 fasa 6.480 Ampere berada di ujung saluran.



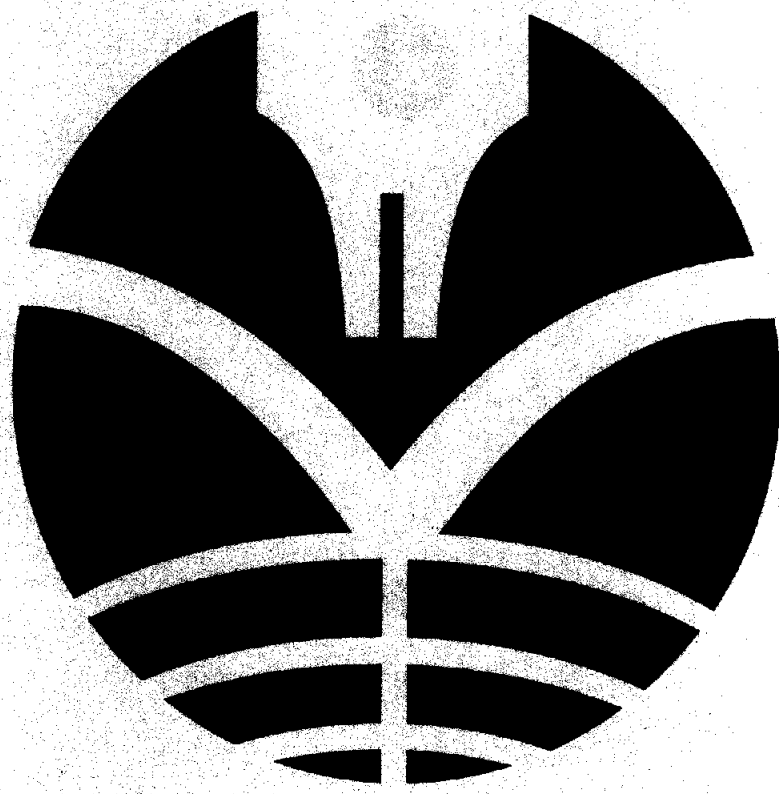


# DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I     Pendahuluan.....	1
1.1     Latar Belakang dan Permasalahan.....	1
1.2     Perumusan Masalah.....	2
1.3     Tujuan.....	3
1.4     Manfaat Penulisan.....	4
1.5     Pembatasan Masalah.....	4
1.6     Metoda Penulisan.....	5
1.7     Sistematika Penulisan.....	5
BAB II    Landasan Teori.....	7
2.1     Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.1.1    Jaringan SUTM 20 KV.....	10
2.1.2    Komponen-Komponen Utama SUTM.....	11
2.1.3    Bahan Isolasi SUTM.....	14
2.1.3.1    Macam-Macam Bahan Isolasi.....	14
2.1.3.2    Sifat Kelistrikan Bahan Isolasi.....	16
2.1.3.3    Ketahanan Terhadap Suhu Rendah.....	17
2.1.3.4    Konduktivitas Panas.....	17
2.1.3.5    Sifat Fisi dan Kimia.....	17
2.2     Grounding Sistem.....	19
2.2.1    Grounding Sistem pada SUTM 20 KV.....	19
2.2.2    Pemilihan Metode Pentanahan.....	21
2.2.2.1    Pentanahan dengan Tahanan.....	22
2.2.2.2    Pentanahan dengan Reaktor.....	22
2.2.2.3    Pentanahan Tanpa Impedansi atau Langsung.....	23
2.2.3    Metoda Sistem Pentanahan di Indonesia.....	23

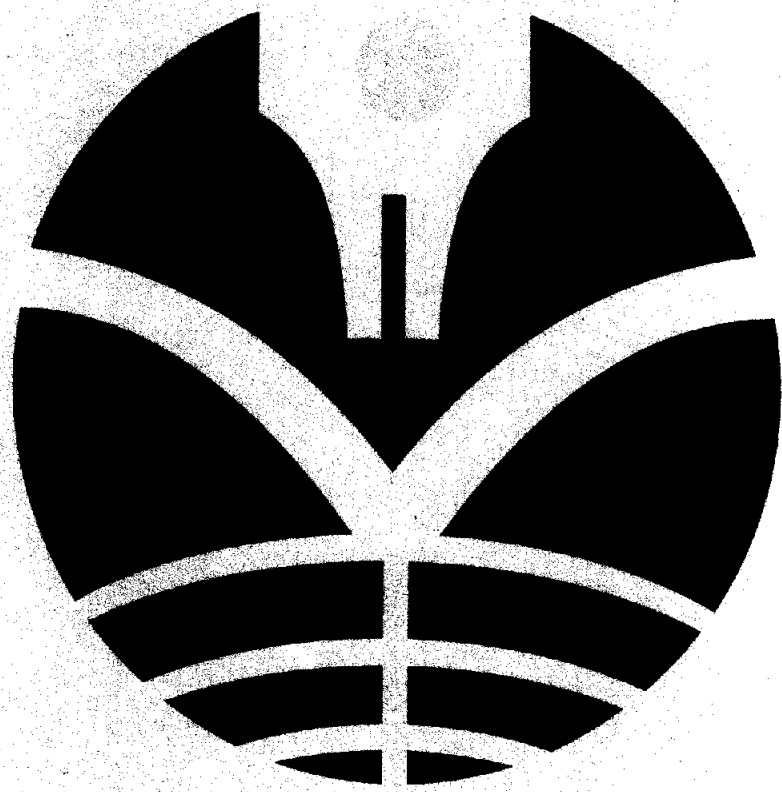
2.2.3.1	Pola Kriteria Umum.....	24
2.2.3.2	Penetapan Pen.tanahan.....	24
2.2.4	Metoda Pentanahan Sistem Distribusi.....	25
2.2.5	Komponen Utama Sistem Pentanahan.....	31
2.3	Rele Proteksi.....	33
2.3.1	Kebutuhan Dasar dari Suatu Rele Proteksi.....	35
2.3.2	Jenis-Jenis Rele Proteksi.....	38
2.4	Rele Arus Lebih (OCR).....	40
2.4.1	Karakteristik Waktu Kerja Rele Arus Lebih (OCR).....	41
2.4.2	Prinsip Dasar Penyetelan Perhitungan Arus.....	43
2.5	Rele Gangguan Tanah (GFR).....	51
2.6	Pemutus Balik Otomatis (PBO).....	51
2.7	Pelebur (Fuse Cut Off).....	52
2.8	Saklar Seksi Otomatis (SSO).....	58
BAB III	Data dan Metodologi Perhitungan.....	60
3.1	Teknik Perhitungan Gangguan pada Sistem Distribusi.....	60
3.2	Setting Waktu Rele Arus Lebih (OCR).....	60
3.3	Setting Waktu Rele hubung Tanah (OCR).....	61
3.4	Data-Data Jaringan dan Peralatan Proteksi.....	62
3.5	Keadaan Sistem Proteksi Penyulang.....	66
3.6	Setting FCO untuk Proteksi Trafo.....	67
3.7	GI Tanpa PBO dan Saluran dengan PBO.....	69
3.8	Penggunaan SSO di Penyulang.....	70
3.9	Sistem Pemeliharaan Hotline Maintenance.....	71
BAB IV	Analisa & Evaluasi Proteksi pada Jaringan Distribusi Akibat Hubung Pendek Fasa ke Tanah dan Fasa ke Fasa.....	73
4.1	Data-Data Perhitungan Arus Gangguan.....	73
4.2	Perhitungan dan Analisa Arus Gangguan.....	74
4.3	Data Arus Gangguan Menggunakan Software ETAP.....	75
4.4	Data Gangguan di Penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi.....	79
4.5	Evaluasi Proteksi Penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi.....	80
BAB V	Kesimpulan & Saran.....	91

5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran.....	92
	DAFTAR PUSTAKA.....	93



## DAFTAR GAMBAR

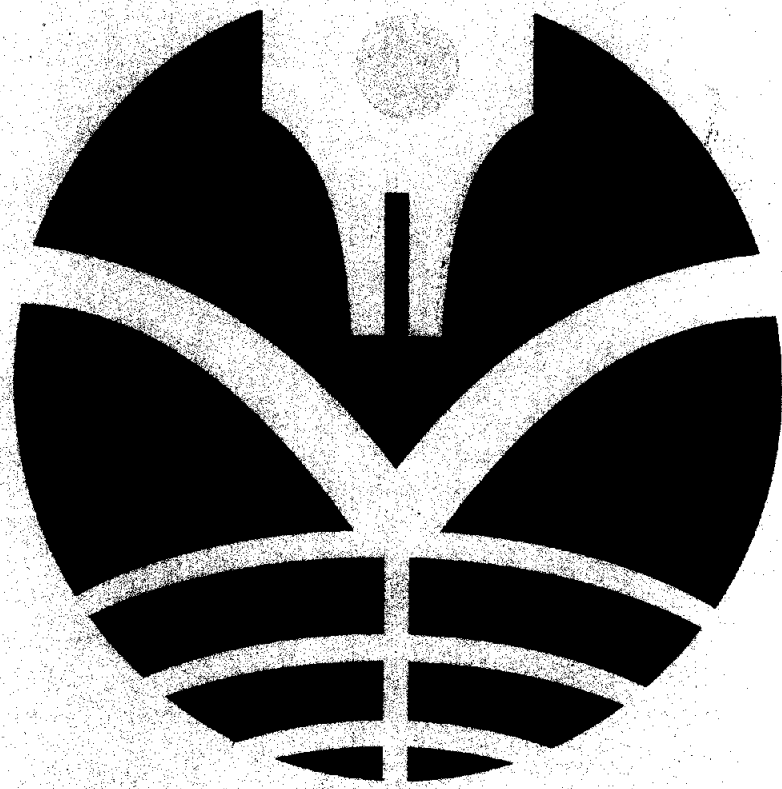
	Halaman
Gambar 2.1. Ilustrasi Sistem Tenaga Listrik.....	7
Gambar 2.2 Diagram Sistem Tenaga Listrik.....	8
Gambar 2.3 Isolator jenis pasak.....	12
Gambar 2.4 Sistem tanpa grounding.....	20
Gambar 2.5 Sistem dengan grounding.....	20
Gambar 2.6 Pentanahan 12 ohm di DKI Jakarta & Jawa Barat.....	27
Gambar 2.7 Pentanahan 40 ohm di DKI Jakarta & Jawa Barat.....	28
Gambar 2.8 Pentanahan di Jawa Timur.....	28
Gambar 2.9 Pentanahan di Jawa Tengah dan DIY.....	29
Gambar 2.10 Pentanahan Jaringan Tegangan Rendah.....	31
Gambar 2.11 Sistem proteksi sederhana.....	34
Gambar 2.12 Karakteristik Rele Waktu Terbalik.....	42
Gambar 2.13 OCR sebagai proteksi utama dan proteksi cadangan.....	44
Gambar 2.14 Perhitungan setting arus OCR.....	45
Gambar 2.15 Sistem proteksi OCR bertingkat.....	48
Gambar 2.16 Sistem OCR dua tingkat dengan tingkat waktu $\Delta t$ .....	48
Gambar 2.17 Penyetelan waktu OCR pada jaringan radial.....	49
Gambar 4.1 One line diagram SUTM saat terjadi gangguan.....	73
Gambar 4.2 Kurva perbandingan perhitungan 3 fasa manual & ETAP.....	78
Gambar 4.3 Kurva perbandingan perhitungan 2 fasa manual & ETAP.....	78
Gambar 4.4 Kurva OCR waktu tunda normal inverse peny. Leuwi Gajah.....	84
Gambar 4.5 Kurva GFR waktu tunda normal inverse peny. Leuwi Gajah.....	85
Gambar 4.6 Kurva OCR waktu tunda normal inverse peny. Kebon Kopi.....	87
Gambar 4.7 Kurva GFR waktu tunda normal inverse peny. Kebon Kopi.....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sistem pentanahan jaringan distribusi di Indonesia.....	30
Tabel 2.2 Persamaan waktu kerja rele arus lebih (OCR).....	50
Tabel 2.3 Rekomendasi arus pengenal pelebur 24 kV jenis letupan sebagai pengaman trafo distribusi di sisi primer (pub. IEC 282-2(1974)/NEMA).....	56
Tabel 2.4 Rekomendasi pemilihan arus pengenal pelebur 24 kV jenis letupan di sisi primer berikut pelebur jenis pembatasan di sisi sekunder (230/240V) (Publikasi IEC 282-2(1970)/NEMA).....	57
Tabel 3.1 Data Penghantar penyulang Leuwi Gajah.....	63
Tabel 3.2 Data transformator tiang di penyulang Leuwi Gajah.....	64
Tabel 3.3 Data penghantar penyulang Kebon Kopi.....	65
Tabel 3.4 Data transformator tiang di penyulang Leuwi Gajah.....	66
Tabel 3.5 Pelebur yang dipasang sebagai proteksi trafo pada peny. Leuwi Gajah.....	68
Tabel 3.6 Pelebur yang dipasaang sebagai proteksi trafo pada peny Kebon Kopi.....	69
Tabel 4.1 Perhitungan arus gangguan jaringan primer trafo beban pada penyulang Leuwi Gajah.....	76
Tabel 4.2 Perhitungan arus gangguan jaringan primer trafo beban pada penyulang Kebon Kopi.....	77
Tabel 4.3 Perbandingan perhitungan arus gangguan secara manual & ETAP.....	78
Tabel 4.4 Tabel jenis gangguan penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi.....	79
Tabel 4.5 Tabel penyebab gangguan di penyulang Leuwi Gajah & Kebon Kopi.....	79
Tabel 4.6. Tabel Kerugian PLN selama gangguan terjadi pada periode Jan-Juni08.....	79
Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Tunda Normal Inverse OCR peny Leuwi Gajah.....	85
Tabel 4.8. Perhitungan Waktu Tunda Normal Inverse GFR Peny. Leuwi Gajah.....	86
Tabel 4.9. Perhitungan Waktu Tunda Normal Inverse OCR peny. Kebon Kopi.....	88
Tabel 4.10. Perhitungan Waktu Tunda Normal Inverse GFR peny. Kebon Kopi.....	90





## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

- A. Setting terpasang Bandung Raya, GI Cibereum
- B. Laporan gangguan penyulang Kebon Kopi
- C. Laporan gangguan penyulang Leuwi Gajah
- D. Gambar One line diagram penyulang Kebon Kopi
- E. Gambar One line diagram penyulang Leuwi Gajah
- F. Gambar one line diagram software ETAP penyulang Kebon Kopi
- G. Short circuit summery report penyulang Kebon Kopi
- H. Gambar one line diagram software ETAP penyulang Leuwi Gajah
- I. Short circuit summery report penyulang Leuwi Gajah



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, "**Pembangkit Tenaga Listrik**", Universitas Indonesia, 1996
- Abdul Kadir, "**Transmisi Tenaga Listrik**", Universitas Indonesia, 1998
- Alstom,"**MiCOM P 120 series Universal Over Current Relays**" france,  
[www.tde.alstom.com](http://www.tde.alstom.com)
- Aris Munandar, Dr, MSc., "**Teknik Tenaga Listrik II**", Pradnya Paramita, Jakarta
- Djiteng Marsudi, Ir., "**Operasi Sistem Tenaga Listrik**", Balai Penerbit & Humas  
ISTN, Jakarta, 1990.
- GEIndustrial," **Distribution System Feeder Over Current Protection**" GE Power  
Management, [www.GEindustrial.com/pm](http://www.GEindustrial.com/pm)
- Hazairin Samaulah, Ir., M.Eng., Ph.D. "**Dasar-Dasar Sistem Proteksi** ", Unsri,  
2004
- Sulasno, Ir., "**Analisa Sistem Tenaga Listrik**", Jilid I, Satya Wacana, Semarang,  
Mei 1993.
- Sulasno, Ir., "**Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik**", Jilid I, Badan  
Penerbit Universitas Dipenogoro, Semarang.



