

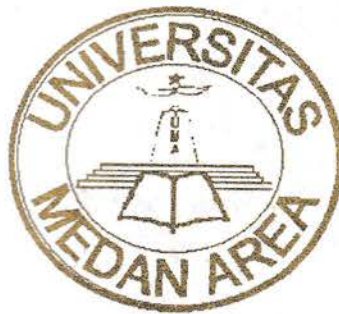
**PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN  
MENENGAH 20 KV PADA GARDU  
INDUK SEI ROTAN TERHADAP  
GANGGUAN PETIR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**



**OLEH  
BOI MANGANJU NABABAN  
NIM : 998120028**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2005**

# PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH 20 KV PADA GARDU INDUK SEI ROTAN TERHADAP GANGGUAN PETIR

TUGAS AKHIR

OLEH

BOI MANGANJU NABABAN

NIM : 998120028

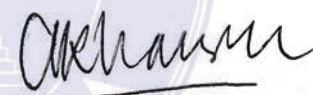


Disetujui

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

  
(Ir. H. Usman Harahap)

  
(Ir. Arnawan Hasibuan. MT)

Mengetahui



(Drs. Dandan Ramdan, MSc, M Eng)



(Ir. Yancee Syarif)

Tanggal lulus : 22 Juni 2005  
UNIVERSITAS MEDAN AREA

## RINGKASAN

Sistem distribusi jaringan udara tegangan menengah 20 KV sering mengalami gangguan-gangguan, baik yang timbul dari dalam (internal) maupun dari luar (eksternal). Gangguan-gangguan ini selalu membawa pengaruh buruk terhadap sistem tenaga.

Oleh sebab itu untuk mempertahankan kelangsungan penyaluran daya kepada konsumen dan melindungi peralatan-peralatan pada sistem, maka sangat perlu dilakukan alat proteksi (pengaman).

Didalam tugas akhir ini diuraikan mengenai gangguan-gangguan yang terjadi, syarat-syarat pengaman dan komponen-komponen dari proteksi. Juga dibahas mengenai cara kerja penggunaan proteksi terhadap gangguan arus lebih dan tegangan lebih seperti relay, circuit breaker (CB) fuse cut out dan arrester yang ada pada jaringan tegangan menengah.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya penjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasihnya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk melengkapi dan memenuhi syarat dalam mencapai gelar sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Medan Area dengan judul : **Proteksi Jaringan Tegangan Menengah 20 KV Pada Gardu Induk Sei Rotan Terhadap Gangguan Petir.**

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak menemukan masalah, kesulitan tetapi atas bantuan dari berbagai pihak, kesulitan dan masalah dapat diatasi berkat bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orangtua penulis G. Nababan dan U. br Hombing yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis baik berupa materi dan spiritual serta doa selama perkuliahan sampai penulisan tugas akhir ini.
2. Drs. Dandan Ramdan, MSc. M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ir. Yance Syarif selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
4. Ir. H. Usman Harahap selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan kepada penulis.
5. Ir. Arnawan Hasibuan, MT selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan kepada penulis.

6. Bapak/ Ibu Dosen dan staf pegawai universitas medan area yang telah banyak membantu urusan akademik penulis.
7. Seluruh keluarga yang banyak membantu dan mendukung serta mendoakan penulis.
8. Rekan-rekan satu kos wisma lambok terutama Reinhard, Kak Marlina, Koko, Jurni, Kabullah, Guntur, Elbiones, Filmon, Kristati, Dina, Simon, Appara Sihombing, Veni, uda Samser dan bang Sianipar.
9. Teristimewa buat adek Hotma yang selalu setia menemani penulis baik dalam suka maupun duka.
10. Seluruh rekan-rekan yang dikenal oleh penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terutama mereka yang membantu penulis selama masa perkuliahan sampai selesainya penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari yang diharapkan dan masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat kepada siapapun yang membacanya.

Medan, ...Juni 2005

Penulis

BOI MANGANJU NABABAN

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	2
I.2 Perumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penulisan.....	3
I.4 Sistematika Penulisan .....	3
 <b>BAB II JARINGAN DISTRIBUSI</b>	
II.1 Pandangan umum tentang pendistribusian daya .....	5
II.1.1 Sistem Penyaluran Daya .....	5
II.1.2 Sistem Distribusi Primer.....	6
II.1.3 Bentuk Jaringan .....	8
II.1.4 Pengaman Proteksi .....	10
II.2 Jenis-Jenis Gangguan Jaringan Distribusi 20 KV .....	11
II.2.1 Gangguan Internal .....	12
II.2.1.1 Gangguan Beban Lebih .....	12
II.2.1.2 Jatuh Tegangan.....	13
II.2.1.3 Surya Hubung.....	14
II.2.1.4 Gangguan Petir .....	14
II.3 Gangguan Arus Susulan .....	16
II.3.1 Gangguan Hubung Singkat .....	16
II.3.2 Hubung Singkat Tiga Fasa .....	17
II.3.3 Hubung Singkat Dua Fasa Dengan Tanah.....	18
II.3.4 Hubung Singkat Antara Dua Fasa .....	19



II.3.5 Hubung Singkat Satu Phasa Ke Tanah .....	20
II.3.6 Penyebab Hubung Singkat .....	20

### **BAB III KLASIFIKASI PERALATAN PENGAMAN**

III.1 Umum .....	21
III.2 Syarat-syarat Pengaman .....	22
III.3 Komponen Proteksi (Pengaman).....	24
III.3.1 Relay .....	24
III.3.2 Circuit Breaker .....	25
III.3.3 Transformator Arus .....	26
III.3.4 Transformator Tegangan.....	26
III.4 Prinsip Kerja Pengaman .....	27
III.4.1 Pengaman Terhadap Gangguan Arus Lebih.....	27
III.4.2 Pengaman Terhadap Tegangan Lebih .....	30

### **BAB IV PENGAMAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA GARDU INDUK SEI ROTAN**

IV.1 Umum .....	41
IV.2 Pengaman Sistem Distribusi Primer.....	41
IV.2.1 Isolator .....	41
IV.2.2 Relay Arus Lebih .....	42
IV.2.3 Circuit Breaker (PT) .....	45
IV.2.4 Proteksi Busbar .....	48
IV.2.5 Proteksi Transmisi .....	49
IV.2.6 Proteksi Distribusi.....	49
IV.2.7 Fuse Cut Out .....	51
IV.2.8 Lighting Arrester.....	51

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	54
---	----

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	56
-----------------------------	----

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Sistem Penyaluran Daya .....	5
Gambar 2.2. Sistem Jaringan Primer .....	7
Gambar 2.3. Jaringan Radial .....	8
Gambar 2.4. Jaringan Loop .....	9
Gambar 2.5. Jaringan Grid .....	10
Gambar 2.6. Data Gangguan di Jepang Menurut Sebabnya .....	12
Gambar 2.7. Peristiwa Terjadinya Petir .....	15
Gambar 3.1. Relay Elektro Magnetic .....	24
Gambar 3.2. Relay Statis .....	25
Gambar 3.3. Transformator Tegangan kapasitor .....	27
Gambar 3.4. Fuse Cut Out Jenis Letupan Sebagai Pengaman Arus Lebih .....	28
Gambar 3.5. Grafik Waktu Pemutus Arus Untuk Pengaman Lebur.....	29
Gambar 3.6. Sela Batang (Rod Gap).....	30
Gambar 3.7. Karakteristik Sela Batang .....	31
Gambar 3.8. Rod Gap Pada Bushing Transformator .....	32
Gambar 3.9. Tanduk Api Pada Isolator .....	33
Gambar 3.10. Grafik Arus Pelepasan .....	34
Gambar 3.11. Tegangan Kawat ke Tanah Maksimum ditempat Gangguan Untuk Sistem di Tanahkan .....	36
Gambar 3.12. Konstruksi dari Salah Satu Jenis Arrester .....	37
Gambar 3.13. Kawat Tanah Pada Jaringan Distribusi .....	40
Gambar 3.14. Sudut Perlindungan Kawat Tanah .....	41
Gambar 4.1. Isolator Gantung Jenis Clevis .....	42
Gambar 4.2. Karakteristik Relay Arus Lebih Sesaat .....	43
Gambar 4.3. Karakteristik Relay Arus Lebih Waktu Tertentu .....	43
Gambar 4.4. Karakteristik Relay Arus Lebih Waktu Terbalik .....	44
Gambar 4.5. Karakteristik Relay Arus Lebih IDMT .....	45
Gambar 4.6. CB Yang Terpasang Dengan Relay .....	46



Gambar 4.7. OCB Dengan Sedikit Menggunakan Minyak .....	46
Gambar 4.8. Batang Penghisap Pada Pengatur Busur Api .....	47
Gambar 4.9. GCB SF6 (Sulfur Hexafluoride) .....	50



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1. Tabel Kuat Arus Menurut Nominalisasi N1010f131 ART 561 .....	29
Tabel 3.2. Rod Gap Menurut Standart (IEC JIA, 1962) .....	33



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Persoalan tenaga listrik adalah merupakan salah satu persoalan sumber tenaga yang sangat penting di masa pembangunan sekarang ini dan dalam pertumbuhan ekonomi untuk peningkatan kemakmuran. Makin meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan kemakmuran rakyat maka permintaan terhadap tenaga listrik akan semakin meningkat. Suatu negara yang maju akan dapat menilai dari pemakaian banyaknya tenaga listrik dalam jumlah watt/ kapita.

Antar penyediaan tenaga listrik dan pertumbuhan ekonomi terhadap hubungan yang timbal balik. Industrialisasi tidak akan berjalan lancar apabila tidak didahului dengan penyediaan tenaga listrik yang cukup dan dengan mutu daya yang baik. Kontinitas penyaluran daya (sistem distribusi) ini sering mengalami gangguan-gangguan, baik timbul dari luar sistem (gangguan eksternal) maupun yang timbul dari dalam sistem itu sendiri (gangguan internal). Gangguan ini selalu membawa pengaruh buruk terhadap sistem. Oleh sebab itu untuk mempertahankan kelangsungan penyaluran daya kepada para konsumen berjalan sempurna dengan mutu yang baik serta keandalan yang tinggi dan mempertahankan kondisi peralatan selama mungkin guna kepentingan perusahaan sendiri, maka sistem selalu diusahakan mengurangi atau menghidupkan pengaruh buruk tersebut yaitu dengan menggunakan alat pengaman (proteksi).

Gangguan eksternal yang cukup sering dialami oleh sistem distribusi saluran udara (over head) selain hubungan singkat adalah sambaran petir (kilat)

baik sambaran langsung maupun sambaran tak langsung mengenai kawat

UNIVERSITAS MEDAN AREA



penghantar atau kawat tanah/ menara. Sambaran petir/ kilat ini menyebabkan peninggian tegangan pada penghantar, yang disebut tegangan lebih (surja) gangguan internal dapat ditimbulkan oleh proses pada sistem yang disebut tegangan lebih (surja) hubung.

Untuk mencegah hal ini maka peralatan-peralatan yang penting dan mahal yang terpasang pada sistem tenaga listrik seperti transformator daya dan lain-lain selalau dilengkapi dengan alat pelindung arus lebih dan tegangan lebih. Oleh karena itu arus dipertimbangkan dan dipikirkan secara matang dalam mengatasi/ mengambil langkah pengamanan (protection) sehingga tidak menimbulkan kerusakan/ kerugian pada peralatan sistem dan terutama sekali adalah penyelamatan jiwa.

### 1.1 Latar Belakang

Dalam mengatasi gangguan yang bersifat temporer atau permanent, gangguan dari dalam sistem maupun dari luar diperlukan suatu sistem proteksi yang benar-benar handal dan efektif baik secara teknis maupun secara ekonomis. Untuk menjawab tantangan itu salah satu yang sangat dominan adalah dilakukan penelitian pada komponen-komponen. Satu diantaranya adalah akibat flash over yang terjadi pada isolator jaringan tegangan menengah 20 KV supaya isolator dapat berfungsi efektif maka ketentuan tentang distribusi tegangan menengah pada permukaan luar yang efotensial harus dipenuhi listrik memegang peranan yang sangat penting akan terjadinya flash over karena salah satu masalah yang dihadapi sistem tenaga listrik. Untuk itulah perlu dipelajari pengaruh dari kotoran-

kotoran yang ada pada permukaan isolator. Hantaran udara tegangan tinggi  
UNIVERSITAS MEDAN AREA

## DAFTAR PUSTAKA



1. Arismunandar, DR. **Teknik Tenaga Listrik “Jilid II dan III.** Pradnya Paramita. Jakarta
2. Anonim. 2005. **Buku-Buku Milik PLN Gardu Induk Sei Rotan.** Medan
3. Johnson, A. 1750. **Elektrical Transmissi And Distribution Reference Book.** Westing House Electric. East Pittsburg.
4. Stevenson, W.D. 1984 **Analisa Sistem Tenaga Listrik.** Erlangga. Jakarta.
5. Rao, Sunil. 1983. **Switchgear And Protection.**
6. Ravindranath dan Chander. 1985. **Power System Protection And Switchgear.** Wiley Eastern Limiter. New Delhi.
7. Pabla, AS. 1986. **Sistem Distribusi Daya Listrik.** Erlangga. Jakarta.
8. Sirait, KT. **Proteksi Sistem Tenaga “Bagian I, LP Tegangan Tinggi.** Departemen Elektronik ITB. Bandung.

