

**PENGAMANAN TERHADAP TEGANGAN SENTUH DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PEMBUMIAN NETRAL (TN) DAN
SISTEM PEMBUMIAN PENGAMAN (TT) DI AREA
TANGERANG.**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi persyaratan Gelar Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

AGUS INDRIA SUSANTO

NIM : 41406110026

Konsentrasi : TEKNIK TENAGA LISTRIK

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**

2008

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul :

**PENGAMANAN TERHADAP TEGANGAN SENTUH DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PEMBUMIAN NETRAL (TN) DAN SISTEM
PEMBUMIAN PENGAMAN (TT) DI AREA TANGERANG.**

Dibuat Oleh :

Nama : AGUS INDRIA SUSANTO

Nim : 41406110026

Peminatan : Teknik Tenaga Listrik

Telah dipertahankan di depan dosen penguji pada 29 Agustus 2008. Tugas Akhir ini
TELAH DITERIMA DAN DISETUJUI SEBAGAI SALAH SATU
PERSYARATAN UNTUK MEMPEROLEH GELAR SARJANA TEKNIK
ELEKTRO

Jakarta, September 2008

Pembimbing

Koodinator Tugas Akhir

(Ir. Badaruddin)

(Ir. Yudhi Gunardi, MT)

Kaprodi Teknik Elektro

(Ir. Budi Yanto Husodo, M.sc)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul :

**PENGAMANAN TERHADAP TEGANGAN SENTUH DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PEMBUMIAN NETRAL (TN) DAN SISTEM
PEMBUMIAN PENGAMAN (TT) DI AREA TANGERANG.**

Adalah benar hasil karya sendiri dan bukan merupakan duplikasi dari karya orang lain , kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Yang membuat pernyataan :

Nama : AGUS INDRIA SUSANTO

NIM : 41406110026

Mahasiswa jurusan Teknik Elektro, peminatan Teknik Tenaga Listrik, Falkutas Teknologi Industri, Universitas Mercu Buana.

Jakarta,

(Agus Indria Susanto)

ABSTRAK

Perlu disadari bahwa suatu instalasi listrik, bila bertegangan listrik tidak lagi katagori domain pribadi akan tetapi juga masuk dalam domain publik. Sehingga setiap instalasi listrik yang terpasang mengacu pada PUIL 2000, salah satunya adalah bahwa instalasi listrik harus memenuhi persyaratan keselamatan terhadap manusia, hewan, dan harta benda dari bahaya kejut listrik. Untuk menerapkan proteksi dari kejut listrik banyak sekali cara yang digunakan salah satunya ialah dengan menerapkan sistem pembumian.

Pada saat ini instalasi listrik pada konsumen tegangan rendah sangat jarang yang mengacu pada PUIL, khususnya dalam menerapkan proteksi terhadap kejut listrik. Banyak instalasi listrik pada konsumen tegangan rendah yang tidak terdapat pembumian serta banyak yang juga salah kaprah bahwa pembumian digunakan untuk melindungi KWH – meter dan bukan untuk instalasi listrik.

Melihat pentingnya sistem pembumian sebagai salah satu cara memproteksi instalasi dari bahaya kejut listrik, penulis tergugah untuk melakukan pengamatan dan analisa pengamanan / proteksi terhadap tegangan sentuh akibat kegagalan isolasi dikonsumen tegangan rendah. Dalam melakukan pengamatan ini penulis hanya membatasi pada pada proteksi / pengamanan dengan cara menerapkan sistem pbumian TT dan TN, serta akibat gangguan penghantar netral putus dan keunggulan sistem pembumian dalam mengkompensir gangguan netral putus.

Dari hasil pengamatan dan analisa didapat bahwa jika terjadi kegagalan isolasi pada sistem TN, tegangan sentuh yang terjadi lebih kecil dibandingkan

tegangan sentuh yang terjadi pada sistem TT. Untuk gangguan penghantar netral putus memiliki pengaruh yang berbeda tergantung letak gangguan dan sistem pembumian yang diterapkan. Dari hasil analisa didapat bahwa sistem pembumian TN mampu memperkecil tegangan sentuh yang terjadi dan juga mampu memkompensir gangguan penghantar netral putus. Gangguan penghantar netral putus pada gardu akan mengakibatkan kenaikan tegangan pada sisi konsumen melebihi tegangan nominal 220 Volt.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur haruslah kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas curahan dan rahmat dan karunia – Nya yang selalu dilimpahkan kepada semua makhluk ciptaan – Nya. Salawat serta salam tercurah Kepada Nabi Muhammad SAW, Nabi pembawa rahmat untuk alam semesta, bagi keluarga, sahabat, serta orang – orang yang mengikutinya dengan istiqomah sampai akhir jaman.

Dengan mengucapkan syukur kepada - Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang merupakan persyaratan yang ditentukan oleh Universitas Mercu Buana guna memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Terlaksananya penyusunan Tugas Akhir ini berkat bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak terutama kepada :

1. **Bapak Ir. Budi yanto Husodo, M.sc** Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro PKSM Universitas Mercubuana.
2. **Bapak Ir. Yudhi Gunardi, MT** Selaku Koodinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro PKSM Universitas Mercubuana.
3. **Bapak Ir. Badaruddin.** Selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu dan kesempatan untuk memberikan bimbingan kepada penulis.
4. **Kedua Orang tua serta saudara – saudara** di rumah yang memberi banyak dukungan.
5. Rekan – rekan kerja **KONSUIL area DKI dan Tangerang** yang banyak memberikan dorongan dan motivasi.

6. **Rekan – rekan Teknik Elektro PKSM Universitas Mercubuana, rekan alumni STT – PLN jurusan D3 Elektro angkatan 2000** yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Rekan – rekan anggota **BALAD** yang telah memberikan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir.

Akhir kata penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman penulis didalam penyusunan Tugas Akhir ini, baik materi, pembahasan dan peyajian. Oleh karena itu segala kritik dan saran untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini akan penulis terima dengan senang hati.

Jakarta, Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Tujuan Penulisan	3
1.3	Pembatasan Masalah	3
1.4	Metode Penulisan	3
1.5	Sistematika Penulisan	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1	Pembumian Sistem Tegangan Rendah	6
2.2	Tujuan Pembumian	7
2.3	Elektrode Pembumian	9
2.3.1	Jenis Elektrode pembumian	9
2.3.2	Pemasangan Elektrode Bumi	13
2.4	Faktor Yang Mempengaruhi Nilai Resistans Pembumian	15
2.4.1	Resistans Tanah	15
2.4.2	Ukuran Dan Susunan Elektrode Pembumian	18
2.5	Pemasangan Sistem pembumian	21
2.5.1	Pemasangan Pembumian Sistem	21
2.5.2	Pemasangan Pembumian Untuk Peralatan Listrik	22

BAB III PENGAMANAN TERHADAP TEGANGAN SENTUH

3.1	Umum	26
3.2	Tegangan	26
3.2.1	Tegangan Sentuh	28
3.3	Arus Yang melalui Tubuh Manusia	29
3.3.1	Arus Persepsi	30
3.3.2	Arus Yang Mempengaruhi Otot	31
3.3.3	Arus Fibrilasi	31
3.3.4	Arus Reaksi.....	32
3.4	Resistans Tubuh Manusia	33
3.5	Cara – Cara Memproteksi Dari Tegangan Sentuh	34
3.5.1	Proteksi Dari Sentuh Langsung (Dalam Pelayanan Normal)	34
3.5.2	Cara Proteksi Dari Sentuh Langsung	34
3.5.3	Proteksi Dari Sentuh tak Langsung	38
3.5.4	Cara Proteksi Dari Sentuh tak Langsung .	39
3.6	Proteksi Dengan Pemutusan Suplai Otomatis	41
3.6.1	Jenis Pembumian Sistem	42
3.7	Sistem Pembumian Pengaman (TT)	45
3.7.1	Persyaratan Sistem TT	47
3.8.	Sistem Pembumian Netral Pengaman (TN)	48
3.8.1	Persyaratan Sistem TN	49
3.9	Perhitungan Resistans Penghantar, Arus Gangguan Dan tegangan Sentuh	50
3.9.1	Perhitungan Resistans Penghantar	50
3.9.2	Perhitungan Arus Gangguan dan Tegangan Sentuh	51
3.10	Pengaruh Putusnya Penghantar Netral	57
3.10.1	Kenaikan Tegangan Akibat Pengantar Netral Putus	57

BAB IV	ANALISA PERHITUNGAN TERHADAP TEGANGAN SENTUH PADA SISTEM PEMBUMIAN TT DAN TN	
4.1	Umum	60
4.2	Data – Data Hasil Pengukuran	60
4.3	Analisa Perhitungan Tegangan Sentuh Pada Sistem Pembumian	62
4.3.1	Analisa Perhitungan Resistans Penghantar	62
4.3.2	Analisa Perhitungan Tegangan Sentuh Pada Sistem TT	64
4.3.3	Analisa Perhitungan Tegangan Sentuh Pada Sistem TN	75
4.4	Analisa Perhitungan Akibat Penghantar netral Putus Pada Sistem Tegangan Rendah	77
4.4.1	Penghantar Netral Putus Pada Instalasi Rumah	77
4.4.2	Penghantar Netral Putus Pada Sambungan Rumah (APP)	77
4.4.3	Penghantar Netral Putus Pada Jaringan Tegangan Rendah (Tiang Pertama dari Gardu)	79
4.4.4	Kenaikan Tegangan Akibat penghantar Netral Putus	80
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran	87
	DAFTAR PUSTAKA	88
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Resistans Jenis Tanah	16
Tabel 2.2	Ukuran Minimum Elektrode Bumi	19
Tabel 2.3	Resistans Pembumian Pada Resistans Jenis $\rho_1 = 100 \Omega \cdot m$...	20
Tabel 3.1	Besar Dan Lamanya Tegangan Sentuh Yang Diiijinkan	29
Tabel 3.2	Batasan – Batasan Arus Dan Pengaruhnya Pada Manusia	33
Tabel 3.3	Berbagai Harga Resistans Tubuh Manusia	33
Tabel 3.4	Waktu Pemutusan Maksimal Untuk Sistem TN	49
Tabel 3.5	Nilai T_0 dan α untuk bahan konduktor standar	50
Tabel 4.1	Hasil Analisa Perhitungan Tegangan Sentuh Pada Konsumen Sistem TN	74
Tabel 4.2	Hasil Analisa Perhitungan Tegangan Sentuh Pada Konsumen Sistem TT	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Elektrode Pembumian Yang Dimasukan Kedalam Tanah	9
Gambar 2.2	Macam – macam Elektrode Pita	10
Gambar 2.3	Elektrode Batang	11
Gambar 2.4	Elektode Pelat	12
Gambar 2.5	Elektrode Pembumian Dengan Mempergunakan pipa Galvanis	13
Gambar 2.6	Pembumian Sistem Pada Transformator Di Gardu Distribusi ..	22
Gambar 2.7	Pemasangan Pembumian Peralatan Di Kotak KWH – Meter ..	23
Gambar 2.8	Pemasangan Pembumian Peralatan Di PHB	24
Gambar 2.9	Pemasangan Pembumian Peralatan Di Peralatan Listrik	25
Gambar 3.1	Bentuk Tegangan	27
Gambar 3.2	Tegangan Sentuh Dengan Rangkaian Penggantinya	28
Gambar 3.3	Proteksi Dengan Penghalang	36
Gambar 3.4	Proteksi Dengan Menggunakan GPAS	38
Gambar 3.5	Proteksi Dengan Menggunakan Separasi Listrik	41
Gambar 3.6	Sistem TN-S	42
Gambar 3.7	Sistem TN-C-S	43
Gambar 3.8	Sistem TN-C	44
Gambar 3.9	Sistem TT	44
Gambar 3.10	Sistem IT	45
Gambar 3.11	Contoh Tipikal Sistem TT	46
Gambar 3.12	Arus Gangguan Pada Sistem TT	51
Gambar 3.13	Arus Gangguan Pada Sistem TN	53
Gambar 3.14	Beberapa Konsumen Yang menggunakan Sistem TN	56
Gambar 3.15	Hubungan Y – Y Antara Gardu Distribusi Dan Beban	58
Gambar 4.1	Denah Jaringan Tegangan Rendah	62
Gambar 4.2	Rangkaian Ekuivalen Arus Gangguan yang Terjadi Pada Konsumen A	58

Gambar 4.3	Rangkaian Ekuivalen Arus Gangguan yang Terjadi Pada Konsumen E	66
Gambar 4.4	Rangkaian Ekuivalen Arus Gangguan yang Terjadi Pada Konsumen I	69
Gambar 4.5	Rangkaian Ekuivalen Arus Gangguan yang Terjadi Pada Konsumen L	72
Gambar 4.6	Hubungan Penghantar Netral Putus Pada Sistem TT	78
Gambar 4.7	Hubungan Penghantar Netral Putus Pada Sistem TN	79
Gambar 4.8	Diagram Loop Antara Belitan Trafo Dan Konsumen Saat Penghantar Netral Putus	81