

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA PERHITUNGAN DAN PENEMPATAN**  
**TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERDASARKAN**  
**JATUH TEGANGAN PADA SISI 20 kV**  
**(Studi Kasus Pada PT. PLN (PERSERO) Area Cikokol)**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



**Disusun Oleh :**

**Nama** : Amdhani Santoso  
**Nim** : 41407010002  
**Progam Studi** : Teknik Elektro

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

**2011**

## LEMBAR PERNYATAAN

Bahwa saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amdhani Santoso

Tempat / Tanggal lahir : Banyumas / 1 Juli 1987

NIM : 41407010002

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Universitas Mercu Buana Jakarta

Judul skripsi : ANALISA PERHITUNGAN DAN  
PENEMPATAN TRNSFORMATOR DISTRIBUSI  
BERDASARKAN JATUH TEGANGAN PADA  
SISI 20 kV

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang saya buat ini hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan penjiplakan hasil karya orang lain, maka saya siap mempertanggung jawabkan.

Penulis

(Amdhani Santoso)

# **LEMBAR PENGESAHAN**

## **ANALISA PERHITUNGAN DAN PENEMPATAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERDASARKAN JATUH TEGANGAN PADA SISI 20 kV**

**Nama : Amdhani Santoso**

**NIM : 41407010002**

Disetujui dan disahkan oleh :

Dosen Pembimbing

**( Ir. Badaruddin, MT )**

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi

**( Ir. Yudhi Gunardi, MT )**

## **ABSTRAK**

Sistem distribusi adalah sistem tenaga listrik yang menyalurkan energi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen dalam skala tegangan menengah sampai dengan tegangan rendah. Dimana dalam penyaluran energi listrik diperlukan jarak yang cukup jauh dari GI (Gardu Induk) untuk sampai pada konsumen atau pelanggan, ditambah dengan dalam penyalurannya diperlukan arus yang cukup besar, sehingga terdapat regulasi tegangan yang cukup besar sepanjang saluran sampai menuju konsumen.

Pada tugas akhir ini akan membahas pengaruh panjang saluran distribusi primer terhadap tegangan jatuh dan rugi-rugi daya yang dimulai dari transformator distribusi pada PT.PLN (Persero) Area Cikokol. Dan untuk tegangan jatuh pada saluran distribusi primer lebih dari yang diijinkan, di analisa kembali penempatan transformator distribusi sehingga kinerja transformator distribusi tersebut menjadi lebih baik.

Dari hasil analisa data yang dilakukan pada penelitian, yaitu pada transformator distribusi yang besar tegangan jatuh pada sisi saluran distribusi primernya lebih dari 5%. Maka panjang jurusan yang dirubah adalah pada sisi yang terjauh dari pelanggan. Dimana pada penelitian ini terdapat empat jurusan yang mengalami perbaikan dan perubahan letaknya yaitu pada sisi lateral.

Kata kunci : Transformator Distribusi

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah dan berkat yang dilimpahkan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat bagi Penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana Jakarta.

Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang sudah memberikan dukungan baik secara moril maupun materil dan doa yang tak henti-hentinya.
2. Kakakku Yayan Ahmad Sofyan, SE, Nur Kusmawanti, Sri Dwi Maryati yang selalu memberikan dukungan dan cinta yang tulus selalu.
3. Bapak Ir. Yudhi Gunardi MT, selaku koordinator tugas akhir yang bijaksana dan selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Ir. Badaruddin, MT selaku pembimbing atas kebesaran hatinya untuk meluangkan waktu dan tempat untuk membimbing dan membantu Penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Abdul Rojak selaku Supervisor SDM PT.PLN (Persero) Area Cikokol yang memberikan izin kepada Penulis untuk mengadakan riset di PT.PLN (Persero) Area Cikokol.

6. Bapak Chandra selaku mentor penulis di PT.PLN (Persero) Area Cikokol yang memberikan bantuan berupa data-data yang dibutuhkan dalam tugas akhir, selama pengerjaan skripsi berlangsung.
7. Seluruh Dosen Pengajar dan Pegawai Teknik Elektro FT-UMB yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
8. Seluruh teman-teman Jurusan Teknik Elektro khususnya angkatan 2007.
9. Keluarga besar KAME yang telah meberikan motivasi.
10. Mba' Maemunah (Mae) atas masukannya dalam mengedit TA dan Mr. Piyar (Eben) untuk tempatnya melepas penat dan lelah di kampus.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi penyempurnaan isi dan analisa yang disajikan. Akhir kata, semoga tulisan ini bermanfaat bagi Pembaca.

Jakarta, September 2011

Amdhani Santoso

41407010002

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Surat Pernyataan	
Lembar Pengesahan	
Abstrak .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi .....	iv
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel .....	xi
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penulisan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II    LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Umum .....	6
2.2 Distribusi Primer .....	9
2.2.1 Sistem Radial .....	9
2.2.2 Sistem Lup .....	11
2.2.2.1 Sistem Lup Terbuka (Open Loop) .....	11

2.2.2.2	Sistem Lup Tertutup (Closed Loop) .....	13
2.2.3	Sistem Jaringan Primer .....	14
2.2.4	Sistem Spindel .....	15
2.3	Distribusi Sekunder .....	17
2.3.1	Pelayanan Dengan Transformator Tersendiri .....	18
2.3.2	Penggunaan Satu Transformator Untuk Sejumlah Pemakai .....	18
2.3.3	Bangking Sekunder .....	19
2.3.4	Jaringan Sekunder .....	20
2.4	Gardu Distribusi .....	23
2.5	Sistem Tiga Phasa .....	24
2.5.1	Sistem Y Dan Delta .....	26
2.5.2	Beban Seimbang Terhubung Delta .....	27
2.5.3	Beban Seimbang Terhubung Y .....	28
2.5.4	Daya Dalam Sistem Tiga Phasa .....	29
2.6	Losses Pada Jaringan Distribusi .....	31
2.6.1	Losses Pada Penghantar Phasa .....	32
2.6.2	Losses Akibat Beban Tidak Seimbang .....	33
2.6.3	Losses Pada Sambungan Tidak Baik .....	33



## BAB III PENINJAUAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI

### PADA SISTEM DISTRIBUSI

3.1	Umum .....	35
3.2	Pinsip Kerja Transformator .....	36
3.2.1	Keadaan Transformator Tanpa Beban .....	37
3.2.2	Keadaan Transformator Berbeban .....	41
3.3	Rugi-Rugi Pada Transformator .....	43
3.3.1	Rugi Tembaga ( Pcu ) .....	43
3.3.2	Rugi Besi ( Pi ) .....	44
3.4	Konstruksi Transformator .....	45
3.4.1	Konstruksi Transformator Tiga Fasa .....	45
3.4.2	Konstruksi Transformator Tiga Fasa .....	47
3.4.2.1	Hubungan YY Transformator Tiga Fasa ..	47
3.4.2.2	Hubungan Y $\Delta$ Transformator Tiga Fasa..	48
3.4.2.3	Hubungan $\Delta$ Y Transformator Tiga Fasa..	49
3.4.2.4	Hubungan $\Delta\Delta$ Transformator Tiga Fasa Sistem Hubungan Zig-Zag (Z) .....	50
3.5	Spesifikasi Umum Tegangan Primer Transformator Distribusi .....	51
3.6	Spesifikasi Umum Tegangan Sekunder Transformator Distribusi .....	52
3.7	Spesifikasi Umum Penyesuaian (Taping) Transformator Distribusi .....	52

3.8	Spesifikasi Umum Daya Pengenal Transformator	
	Distribusi.....	53
3.9	Spesifikasi Umum Rugi-Rugi Transformator Distribusi .....	54
3.10	Regulasi Tegangan Transformator Distribusi .....	54
3.11	Efisiensi Transformator Distribusi .....	56
3.12	Persamaan Yang Digunakan Dalam Perhitungan .....	56
3.12.1	Perhitungan Besar Arus Pada Sisi Sekunder Transformator .....	56
3.12.2	Perhitungan Resistansi Dan Induktansi Dari Saluran Sekunder Yang Menuju Transformator .....	57
3.12.3	Perhitungan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi .....	57
3.12.4	Perhitungan Losses Pada Jaringan Distribusi Sekunder .....	58
3.12.5	Perhitungan Presentase Drop Voltage Pada Saluran Distribusi Sekunder .....	58
3.12.6	Perhitungan Besar Daya Output Transformator .....	59
3.12.7	Perhitungan Besar Efisiensi Transformator .....	59
3.12.8	Perhitungan Jarak Transformator .....	60

BAB IV	ANALISA PERHITUNGAN DAN PENEMPATAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERDASARKAN JATUH TEGANGAN PADA SISI 20 kV	
4.1	Metode Pengambilan Data Transformator Distribusi .....	61
4.2	Data Hasil Ukur KVA Dan Dimensi Saluran Distribusi Sekunder Yang Disalurkan Dari Transformator Menuju ke Pelanggan .....	62
4.3	Analisa Data .....	63
BAB V	PENUTUP	
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Tenaga Listrik .....	8
Gambar 2.2	Skema Saluran Radial .....	10
Gambar 2.3	Penggunaan Saluran Alternatif Dengan Saklar Pindah .....	11
Gambar 2.4	Skema Rangkaian Lup Terbuka .....	12
Gambar 2.5	Skema Rangkaian Lup Tertutup .....	13
Gambar 2.6	Skema Sistem Jaringan Primer .....	15
Gambar 2.7	Skema Prinsip Sistem Spindel .....	16
Gambar 2.8	Sambungan Pemakai Besar Dengan Gardu Distribusi Tersendiri .....	18
Gambar 2.9	Penggunaan Satu Gardu Distribusi Untuk Sejumlah Pemakai .....	19
Gambar 2.10	Bangking Sekunder, Dengan Dua Gardu Distribusi Dihubungkan Juga Pada Sisi Tegangan Rendah .....	20
Gambar 2.11	Jaringan Sekunder Tegangan Rendah .....	22
Gambar 2.12 (a)	Jaringan Sekunder Tegangan Rendah .....	23
Gambar 2.12 (b)	Skema Gardu Distribusi Dengan Dua Transformator .....	23
Gambar 2.13	Bentuk Gelombang Pada Sistem Tiga Phasa .....	25
Gambar 2.14	Sistem Y Dan Sistem Delta .....	26
Gambar 2.15	Sambungan Kabel .....	34
Gambar 3.1	Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	38

Gambar 3.2	Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	38
Gambar 3.3	Gambar Vektor Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban .....	38
Gambar 3.4	Gambar Gelombang $I_0$ Tertinggal $90^\circ$ Dari $V_1$ .....	38
Gambar 3.5	Gambar Gelombang $e_1$ Tertinggal $90^\circ$ Dari $\Phi$ .....	39
Gambar 3.6	Transformator Dalam Keadaan Berbeban .....	41
Gambar 3.7	Rangkaian Ekuivalen Transformator Dalam Keadaan Berbeban .....	41
Gambar 3.8	Blok Diagram Rugi – Rugi Pada Transformator .....	43
Gambar 3.9	Konstruksi Transformator Tiga Fasa Tipe Inti .....	45
Gambar 3.10	Transformator Tiga Fasa Tipe Cangkang .....	46
Gambar 3.11	Transformator Hubungan YY .....	47
Gambar 3.12	Transformator Hubungan Y $\Delta$ .....	48
Gambar 3.13	Transformator Hubungan $\Delta$ Y .....	49
Gambar 3.14	Transformator Hubungan $\Delta\Delta$ .....	50
Gambar 3.15	Sistem Hubungan Zig-Zag (Z) .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai Daya Pengenal Transformator Distribusi .....	53
Tabel 3.2	Nilai Rugi-rugi Transformator Distribusi .....	54
Tabel 4.1	Data Hasil Ukur Transformator Distribusi .....	61
Tabel 4.2	Konstanta Jaringan / SPLN 64 Tahun 1985 .....	62
Tabel 4.3	Data Transformator yang tegangan jatuh pada sisi primer sebelum mengalami perbaikan (>5%) .....	74
Tabel 4.4	Data Transformator yang tegangan jatuh pada sisi primer setelah mengalami perbaikan .....	78