

**ANALISA PERBANDINGAN
TIPE WINDING CU-CU DENGAN TIPE WINDING AL-AL
PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 3 FASA
KAPASITAS 630 kVA TEGANGAN 20 kV-400 V
VECTOR GROUP Dyn-5**

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Mendapat gelar Sarjana Teknik



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Di susun oleh :

Nama : Ahmad Charis

NIM : 41408120022

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA**

2010

Tugas Akhir

ANALISA PERBANDINGAN TIPE WINDING CU-CU DENGAN TIPE WINDING AL-AL PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 3 FASA KAPASITAS 630 kVA TEGANGAN 20 kV – 400 V VECTOR GROUP Dyn-5

Di persiapkan dan di susun oleh :

Ahmad Charis

41408120022

Telah di pertahankan di depan para Dosen Penguji
pada tanggal 21 Oktober 2010
dan di nyatakan telah memenuhi syarat

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Ir. Badaruddin., MT.

Ir. Yudhi Gunardhi., MT.

Dr. Ir. Andi Adriansyah., M.Eng.

HALAMAN PERNYATAAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ahmad Charis
NIM : 41408120022
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri
Universitas : Mercu Buana Jakarta

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA PERBANDINGAN TIPE WINDING CU-CU DENGAN TIPE WINDING AL-AL PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 3 FASA KAPASITAS 630 kVA TEGANGAN 20 kV – 400 V VECTOR GROUP Dyn-5 “** benar-benar merupakan hasil karya sendiri dengan data-data yang di peroleh dari studi literature, obeservasi , pengamatan di PT. Trafoindo Prima Perkasa Tangerang-Banten dan dari sumber-sumber buku yang terkait pada transformator tanpa menyalin dari hasil karya ilmiah orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yang menyatakan

Ahmad Charis
41408120022

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **ANALISA PERBANDINGAN TIPE WINDING CU-CU DENGAN TIPE WINDING AL-AL PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 3 FASA KAPASITAS 630 kVA TEGANGAN 20 kV – 400 V VECTOR GROUP Dyn-5** “ yang disusun oleh :

Nama : Ahmad Charis
NIM : 41408120022
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Telah disetujui dan di sahkan untuk dijadikan laporan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program Strata Satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.

Mengetahui dan Mengesahkan

Dosen Pembimbing

Ketua Program Studi atau
Koordinator Tugas Akhir Teknik Elektro

Ir. Badaruddin., MT.
Tanggal :

Ir. Yudhi Gunardhi., MT.
Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, hidayah, karunia dan rahmat-NYA sehingga Tugas Akhir yang berjudul “ Analisa Perbandingan Tipe Winding Cu-Cu Dengan Tipe Windin Al-Al Pada Transformator Distribusi 3 Fasa Kapasitas 630 kVA Tegangan 20 kV-400 V Vector Group Dyn-5 “ dapat selesai dengan baik dan lancar.

Selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari doa, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Dengan selesainya Tugas akhir ini penulis mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada :

- 1) Bapak Yudhi Gunardhi, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
- 2) Bapak Ir. Badaruddin, MT., selaku dosen pembimbing dalam Tugas Akhir yang telah meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, kritikan, arahan dan motivasi mulai dari awal sampai selesainya Tugas Akhir ini.
- 3) Semua dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah memberikan banyak ilmunya dan para team penguji, terima kasih atas bantuannya.
- 4) Bapak Ir. Purno Suryawan, selaku Factory Manager PT. Trafoindo Prima Perkasa yang telah memberikan ijin untuk mengambil data-data mulai dari studi literature, observasi dan pengamatan di PT. Trafoindo Prima Perkasa Tangerang-Banten dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 5) Bapak Ir. Mohammad Rifqi, selaku Manager Departemen Engineering PT. Trafoindo Prima Perkasa yang telah memberikan data-data tata cara dalam mendesain sebuah transformator.

- 6) Bapak Supriyadi, ST., selaku Manager Departemen Produksi PT. Trafoindo Prima Perkasa yang telah memberikan ijin untuk melakukan observasi untuk melihat proses produksi transformator.
- 7) Teman-teman di Departemen Engineering PT. Trafoindo prima Perkasa, Pak Danto, Pak Hartadi, Pak Firdaus, Pak Karso, Eko_Ra, Icool, Bu Andi, Irwan, Asep, Agung, Hendrik, Fadly, Alam, Kahfi, Bu Tari, terima kasih semua atas motivasinya, jangan pernah menyerah.
- 8) Bapak, Ibu-ku tercinta yang selalu memberikan masukan, wejangan, yang tak henti-hentinya memberikan semangat dan doa serta kakakku, Adikku Titin, keponakanku Wilda, Ahwan yang selalu memberikan suasana keceriaan di saat suasana suka dan duka.
- 9) Semua teman seperjuangan angkataan 2008 Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
- 10) Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan dalam Tugas akhir ini.

Jakarta, Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pengertian Transformator	6
2.2 Jenis Transformator	7
2.2.1 Berdasarkan Fungsinya	7
2.2.2 Berdasarkan Pemakaian	7
2.2.3 Berdasarkan Letak Kumparan	8
2.3 Jenis Kumparan	8
2.3.1 Kumparan Silinder	8

2.3.2 Kumparan Crossover	9
2.3.3 Kumparan Continuous Disc	9
2.3.4 Kumparan Helikal	10
2.4 Bahan Penghantar	10
2.4.1 Jenis-jenis Bahan Penghantar	10
2.4.2 Jenis Bahan Kumparan Transformtor	11
2.4.2.1 Tembaga	11
2.4.2.2 Aluminium	12
2.5 Kelompok Hubungan	12
2.5.1 Hubungan Delta	12
2.5.2 Hubungan Bintang.....	13
2.5.3 Hubungan Zig-zag	14
2.5.4 Menentukan Kelompok Hubungan	14
2.6 Tegangan Pengenal, Penyardapan, Frekuensi, Daya Pengenal	
Rugi-rugi Pada Transformator Distribusi	15
2.6.1 Tegangan Primer	16
2.6.2 Tegangan Sekunder	16
2.6.3 Tegangan Penyardapan	16
2.6.4 Frekuensi	16
2.6.5 Daya Pengenal	16
2.6.5 Rugi-rugi	17
2.7 Bagian-Bagian Transformator	18
2.7.1 Bagian Utama	18
2.7.1.1 Inti Besi	18
2.7.1.2 Kumparan Transformator	18
2.7.1.3 Minyak Transformator	19
2.7.1.4 Terminal	19
2.7.1.5 Tangki	20
2.7.2 Peralatan Bantu	20

2.7.2.1 Pendingin	20
2.7.2.2 Tap Changer	21
2.7.2.3 Indikator-Indikator	21
2.8 Rumus-Rumus Transformator	23
2.8.1 Bagian Elektrik	23
2.8.2 Bagian Mekanik	32

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN TRANSFORMATOR

3.1 Data-Data Utama	35
3.2 Bagian Sisi Elektrik	36
3.2.1 Arus Kumparan	36
3.2.2 Tegangan Per Lilitan	36
3.2.3 Kerapatan Arus Kumparan	37
3.2.4 Kerapatan Fluks Inti Besi	38
3.2.5 Dimensi Kumparan	40
3.2.5.1 Tipe Winding Cu-Cu	41
3.2.5.2 Tipe Winding Al-Al	44
3.2.6 Rugi-Rugi Tembaga	45
3.2.6.1 Tipe Winding Cu-Cu	45
3.2.6.2 Tipe Winding Al-Al	47
3.2.7 Rugi-Rugi Besi	48
3.2.7.1 Tipe Winding Cu-Cu	48
3.2.7.2 Tipe Winding Al-Al	50
3.2.8 Reaktansi, Resistansi dan Impedansi	
3.2.8.1 Tipe Winding Cu-Cu	51
3.2.8.2 Tipe Winding Al-Al	52
3.2.9 Efisiensi Tranformator	53
3.3 Bagian Sisi Mekanik	53
3.3.1 Tipe Winding Cu-Cu	54
3.3.2 Tipe Winding Al-Al	55

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data	57
4.1 Data Sisi Elektrik	57
4.2 Data Sisi Mekanik	58
4.2 Pembahasan dan Analisa	59
4.2.1 Ditinjau dari Sisi Elektrik	59
4.2.1.1 Jumlah Belitan Pada Kumparan	59
4.2.1.2 Luas Penampang Konduktor Kumparan	60
4.2.1.3 Kerapatan Arus Kumparan	62
4.2.1.4 Dimensi dan Berat Kumparan	63
4.2.1.5 Kerapatan Fluks Inti Besi	66
4.2.1.6 Rugi-Rugi Tembaga	67
4.2.1.7 Rugi-Rugi Besi	68
4.2.1.8 Reaktansi, Resistansi dan Impedansi	69
4.2.2 Ditinjau dari Sisi Mekanik	70
4.2.2.1 Panjang Tangki	71
4.2.2.2 Lebar Tangki	71
4.2.2.3 Tinggi Tangki	71
4.2.3 Ditinjau dari Sisi Harga Bahan Konduktor	71

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Rangkaian Dasar Transformator	6
Gambar 2.2.	Konstruksi Transformator Jenis Inti (a) dan Jenis Cangkang (b)	8
Gambar 2.3.	Jenis Kumparan Silinder dengan Konduktor Berpenampang Segi Empat	9
Gambar 2.4.	Kumparan Jenis Crossover	9
Gambar 2.5.	Hubungan Delta	13
Gambar 2.6.	Hubungan Bintang	13
Gambar 2.7.	Hubungan Zig-zag	14
Gambar 2.8.	Kelompok Hubungan Transformator Dy-5	15
Gambar 2.9.	Proses Penyusunan Inti Besi	18
Gambar 2.10.	Kumparan yang Sudah Terpasang Pada Kerangka Inti Besi ..	19
Gambar 2.11.	Bushing Transformator	19
Gambar 2.12.	Tangki dan Perlengkapannya	20
Gambar 2.13.	Tap Changer	21
Gambar 2.14.	Oil Level Indicator	22
Gambar 2.15.	Thermometer	22
Gambar 2.16.	Pressure Relief Valve	23
Gambar 2.17.	Rangkaian Transformator Tanpa Beban	24
Gambar 2.18.	Rangkaian Transformator Berbeban	25
Gambar 2.19.	Detail Dimensi Tangki Panjang, Lebar dan Tinggi Transformator	32
Gambar 3.1.	Susunan Plate Inti Besi Transformator	38
Gambar 3.2.	Penampang Susunan Kumparan Transformator	40
Gambar 3.3.	Detail Tinggi Kumparan Primer dan Sekunder dari Samping	42

Gambar 4.1.	Grafik Hubungan Jumlah Belitan Sekunder dengan Rugi-Rugi Tembaga	60
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Luas Penampang Konduktor dengan Rugi-Rugi Tembaga	61
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Kerapatan Arus Kumbaran dengan Rugi-Rugi Tembaga	63
Gambar 4.4.	Grafik Nilai Kerapatan Fluks Inti Besi yang di Pengaruhi oleh Jumlah Belitan Sekunder	67
Gambar 4.5.	Grafik Nilai Rugi-rugi Besi yang di Pengaruhi oleh Jumlah Belitan Sekunder	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik Bahan-Bahan Penghantar	11
Tabel 2.2.	Transformator Distribusi Fasa-Tiga	17
Tabel 2.3.	Nilai W_B Terhadap Kerapatan Fluks Inti Besi (B_m)	29
Tabel 2.4.	Nilai Δk Berdasarkan Tegangan	34
Tabel 3.1.	Data Utama Transformator	35
Tabel 3.2.	Ukuran Material Kumbaran Cu-Cu Jenis Bulat (PVF)	37
Tabel 3.3.	Ukuran Material Kumbaran Cu-Cu Jenis Sheet	37
Tabel 3.4.	Ukuran Material Kumbaran Al-Al Jenis (Flat)	38
Tabel 3.5.	Ukuran Material Kumbaran Al-Al Jenis Sheet	38
Tabel 3.6.	Lebar dan Tebal Plate Inti Besi Tipe Winding Cu-Cu	39
Tabel 3.7.	Lebar dan Tebal Plate Inti Besi Tipe Winding Al-Al	40
Tabel 3.8.	Gap Primer dan Gap Sekunder	43
Tabel 3.9.	Building faktor KWcu-1, KR-1, KWcu-2 dan KR-2	47
Tabel 3.10.	KWcu-1, KR-1, KWcu-2 dan KR-2	48
Tabel 3.11.	Ukuran Hasil Mesin Potong Plate Inti Besi (mm)	49
Tabel 3.12.	Ukuran Hasil Mesin Potong Plate Inti Besi (mm)	50
Tabel 4.1.	Data Hasil Perhitungan Elektrik	58
Tabel 4.2.	Data Hasil Perhitungan Mekanik	59
Tabel 4.3.	Data Dimensi Kumbaran Winding Cu-Cu dengan Al-Al	64
Tabel 4.4.	Total Harga Bahan Konduktor Sesuai Berat Kumbaran	72

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- *“ Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan . Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan) , tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) , dan hanya kepada Tuhan-MU lah engkau berharap “ (QS. AL-INSYIRAH 6.7.8)*
- *Raihlah ketinggian , karena bintang-bintang terebunyi dalam jiwamu. Bermimpilah dalam-dalam karena setiap impian mengawali tujuan. (Panula Vall Star)*
- *Untuk berfikir besar kita harus menggunakan kata dan frase yang menghasilkan citra atau gambar mental yang positif dan besar. (David J. Schwartz)*

PERSEMBAHAN

- *“ Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat, Hidayah, Inayah-NYA dan limpahan kasih sayang sehingga masih mengijinkan aku untuk menejakkan kakiku diatas bumi yang indah ini.*
- *Kedua orang tua-KU Bapak....Ibu....tercinta yang tak henti-hentinya membimbingku, mengarahkan, menasehati dan mendoakan di setiap jengkal langkahku, terima kasih atas semua yang telah engkau berikan.*
- *Kakak, adik, keponakan-KU, Wilda, Ahwan, yang telah memberikan motivasi dan perhatiannay selama ini dalam menggapai cita-cita-KU.*
- *Teman-teman seperjuangan Engineering Trafoindo Danto, Eko_Ra, Pak Hartadi, Bu Andi, Bu Tari, Pak Karso, Icool, Irwan, Fadly, Hendrik, Asep, Agung. Teman elektro 08, terima kasih atas semangatnya.*