

PREDIKSI KARAKTERISTIK MINYAK TRANSFORMATOR DAYA DALAM SITUASI OPERASI YANG BERBEDA

SKRIPSI

Disusun oleh :

CIPTA SURYA NUGRAHA

NIM : 2007 – 11 – 114

TEKNIK ELEKTRO



SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN

JAKARTA

2011

LEMBAR PENGESAHAN PRASIDANG SKRIPSI

Skripsi ini berjudul

PREDIKSI KARAKTERISTIK MINYAK TRANSFORMATOR DAYA DALAM SITUASI OPERASI YANG BERBEDA

Disusun Oleh:

CIPTA SURYA NUGRAHA

2007 – 11 – 114

Diajukan untuk memenuhi persyaratan pada kurikulum

Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN

Jakarta, 26 Oktober 2011

Mengetahui,

Disetujui,

Ir. Sampurno SP. MT.

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Djiteng Marsudi

Dosen Pembimbing

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan skripsi saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikat dari skripsi yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan, baik di lingkungan STT-PLN maupun di Perguruan Tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan.

Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan diatas tidak benar.

Jakarta, 26 Oktober 2011

CIPTA SURYA NUGRAHA
NIM : 2007 – 11 – 114

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan ini saya menyampaikan banyak terima kasih kepada :

Bapak Ir. Djiteng Marsudi

Selaku Pembimbing Skripsi yang dengan kesabarannya telah memberikan petunjuk, saran-saran, waktu serta bimbingannya sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Jakarta, 26 Oktober 2011

CIPTA SURYA NUGRAHA

NIM : 2007 – 11 – 114

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penulisan.	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Metode Penulisan	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II KONSTRUKSI DAN FUNGSI TRANSFORMATOR	4
2.1. KONSTRUKSI DAN BAGIAN – BAGIAN TRANSFORMATOR	4
2.1.1. Transformator dalam keadaan tanpa beban	5
2.1.2. Transformator dalam keadaan berbeban	7
2.1.3. Konstruksi Transformator Daya	10
2.2. ISOLASI TRANSFORMATOR	12
2.2.1. Isolasi Minyak	12
2.2.2. Komposisi Minyak Transformator	13

2.2.3. Karakteristik Minyak Transformator	17
2.2.4. Isolasi Kertas	23
2.4. SISTIM PENDINGIN TRANSFORMATOR.....	24
2.5. ON LOAD TAP CHANGER (OLTC)..	27
2.5. BUSHING...	29
BAB III HAL – HAL YANG MEMPENGARUHI KONDISI MINYAK	
TRANSFORMATOR.....	33
3.1. Temperatur atau suhu.....	33
3.1.1. Pemanasan minyak transformator.....	33
3.1.2. Proses perpindahan panas.....	34
3.1.2.1. Konduksi.....	35
3.1.2.2. Konveksi.....	36
3.1.2.3. Radiasi.....	36
3.1.3. Termovisi.....	38
3.2. Kandungan Air.....	39
3.2.1. Proses masuknya air pada transformator.....	39
3.2.2. Pengujian kadar air.....	40
3.3. Kadar Asam.....	42
3.3.1. Proses oksidasi.....	42
3.3.2. Pengujian Kadar Asam.....	43
3.3.2.1. Langkah – langkah pelaksanaan.....	44
3.3.3. Pengujian Inter Facial Tension (IFT).....	48
3.4. Kandungan Gas Terlarut.....	50
3.4.1. Metode Pengujian DGA (Dissolved Gas Analisis).....	50

3.4.1.1. Tata Cara Pengambilan Sampel Minyak.....	51
3.4.1.2. Gas Chromatograph.....	54
3.4.2. Kegagalan Yang Dapat Dideteksi Dengan Uji DGA.....	56
3.4.3. Metode Analisa Data Uji DGA.....	57
3.4.3.1 Standar IEEE (TDCG).....	57
3.4.3.2. Key Gas.....	59
3.4.3.3. Roger's Ratio.....	60
3.4.3.4. Duval's Triangle.....	63

BAB IV STUDI KASUS KARAKTERISTIK MINYAK ISOLASI PADA

TRANSFORMATOR DAYA PT. PLN (PERSERO).....	64
---	----

4.1. Analisa karakteristik minyak transformator GIS Mampang

Baru menggunakan DGA.....	64
4.1.1. Kondisi Trafo sebelum overhaul.....	64
4.1.1.1. Insulating Oil Quality Analysis.....	65
4.1.1.2. Dissolved Gas Analysis.....	65
4.1.1.2.1. TDCG (Total Dissolved Gas Analysis).....	66
4.1.1.2.2. Roger Ratio.....	66
4.1.1.2.3. Duval's Triangle.....	68
4.1.2. Yang dikerjakan selama overhaul.....	69
4.1.2.1. Filtering / Purifikasi.....	69
4.1.2.1.1. Metodologi Pemurnian.....	70
4.1.2.2. Reklamasi.....	72
4.1.2.2.1. Proses.....	73
4.1.2.2.2. Reaktifasi.....	74

4.1.2.2.3. Heating.....	75
4.1.3. Kondisi setelah overhaul.....	75
4.1.3.1. Insulating Oil Quality Analysis.....	75
4.1.3.2. Dissolved Gas Analysis.....	76
4.2. Studi kasus terbakarnya <i>Interbus Transformer</i> (IBT) # 2	
fasa R GIS Cawang Baru.....	77
4.2.1. Gambaran umum GIS Cawang Baru.....	77
4.2.2. Penyebab terbakarnya <i>Interbus Transformer</i> (IBT) # 2	
fasa R GIS Cawang Baru.....	78
4.2.3. Pemulihan kondisi <i>Interbus Transformer</i> (IBT) # 2	
fasa R GIS Cawang Baru.....	82
BAB V KESIMPULAN.....	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batasan nilai parameter minyak isolasi yang baru dimasukkan Kedalam peralatan sebelum dilakukan proses energize	22
Tabel 2.2. Rata – rata disipasi / penghilangan panas	25
Tabel 3.1 Nilai resistivitas termal dari berbagai macam bahan	35
Tabel 3.2 Nilai faktor emisivitas dari berbagai macam warna cat atau material ...	37
Tabel 3.3. Suhu batas peralatan di switchyard	38
Tabel 3.4. Sinyal dari gas gas yang dideteksi oleh detektor	56
Tabel 3.5. Jenis Kegagalan (fault) yang Terdeteksi dengan Uji DGA	56
Tabel 3.6. Batas konsentrasi gas terlarut dalam satuan part per million (ppm).....	58
Tabel 3.7. Tabel Jenis Kegagalan Menurut Analisis Key Gas.....	60
Tabel 3.8. Tabel Analisis dengan Menggunakan Metode Roger's Ratio.....	61
Tabel 4.1. Hasil pengujian kualitas minyak isolasi Trafo #1 GIS Mampang Baru..	65
Tabel 4.2. Hasil pengujian DGA Trafo #1 GIS Mampang Baru.....	65
Tabel 4.3. TDCG Trafo #1 GIS Mampang Baru.....	66
Tabel 4.4. Tabel Analisis dengan Menggunakan Metode Roger's Ratio.....	67
Tabel 4.5. Hasil pengujian kualitas minyak isolasi Trafo #1 GIS Mampang Baru setelah dilakukan filtering dan reklamasi.....	76
Tabel 4.6. Hasil pengujian DGA Trafo #1 GIS Mampang Baru setelah dilakukan filtering dan reklamasi.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arus bolak balik mengelilingi inti besi	4
Gambar 2.2. Prinsip Kerja Transformator	5
Gambar 2.3. Rangkaian transformator tanpa beban	5
Gambar 2.4. Rangkaian primer transformator	7
Gambar 2.5. Rangkaian transformator berbeban	7
Gambar 2.6. Rangkaian eqivalen transformator berbeban	8
Gambar 2.7. Diagram vektor rangkaian eqivalen transformator berbeban	9
Gambar 2.8. Rangkaian transformator satu sisi tegangan	10
Gambar 2.9. Konstruksi Transformator Daya	10
Gambar 2.10. Kumputan / Belitan Transformator Daya	11
Gambar 2.11. Inti Besi Transformator Daya	12
Gambar 2.12. Minyak Isolasi Transformator	16
Gambar 2.13. Sistem pendinginan ONAF dan OFAF pada transformator	26
Gambar 2.14. Sistem pendinginan ONAN dan ONAF	27
Gambar 2.15. OLTC pada transformator	28
Gambar 2.16. kontak switching pada diverter switch	29
Gambar 2.17. Bushing	30
Gambar 2.18. Konstruksi Bushing Transformator	30
Gambar 2.19. kertas isolasi pada bushing (<i>oil impregnated paper bushing</i>)	31
Gambar 2.20. konduktor bushing dilapisi kertas isolasi	31
Gambar 2.21. Gasket / seal antara flange bushing dengan body transformator ...	32

Gambar 2.22. Indikator level minyak bushing	32
Gambar 3.1. Alat termovisi FLIR i50	38
Gambar 3.2. Hasil termovisi radiator dan main tank transformator tenaga 150/20 kV menggunakan Alat thermovisi FLIR i50	39
Gambar 3.3. Alat uji kadar air dalam minyak (KF – Karl Fischer)	41
Gambar 3.4. Proses penurunan kualitas kertas isolasi transformator akibat oksidasi di minyak isolasi	42
Gambar 3.5. Alat uji kadar asam	43
Gambar 3.6. Flow chart pengujian kadar asam	48
Gambar 3.7. Alat pengujian tegangan antar muka (Inter Facial Tension - IFT)	49
Gambar 3.8. Hubungan Kadar asam dengan IFT	49
Gambar 3.9. Gas Extractor tipe head space	51
Gambar 3.10. Oil flushing unit	52
Gambar 3.11. Gas Chromatograph	54
Gambar 3.12. Skema Chromatography	55
Gambar 3.13. Grafik Analisis dengan Menggunakan Metode Key Gas	59
Gambar 3.14. Diagram analisa metode roger's ratio	62
Gambar 3.15. Segitiga duval's	63
Gambar 4.1. Diagram Alir Sederhana Sistem.....	70
Gambar 4.2. Diagram Alir Purifikasi Minyak Trafo.....	71
Gambar 4.3. Proses Reklamasi.....	73
Gambar 4.4. Proses berlangsungnya reaktifasi.....	74
Gambar 4.5. Proses berlangsungnya Heating.....	75
Gambar 4.6. Interbus Transformer IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru.....	78

Gambar 4.7. Terbakarnya IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru.....	79
Gambar 4.8. Grafik beban puncak IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru sebelum Terbakar.....	79
Gambar 4.9. Grafik temperatur tertinggi yang pernah dicapai IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru.....	80
Gambar 4.10. Terminasi transformator (model busbar 1 <i>enclosure</i> – 1 phase)....	81
Gambar 4.11. Arrester 500 kV IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru.....	81
Gambar 4.12. OLTC dan kipas pendingin IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru pasca Terbakar.....	82
Gambar 4.13. Perbaikan pasca terbakarnya <i>Interbus Transformer</i> IBT #2 fasa R GIS Cawang Baru.....	83

ABSTRAK

Transformator merupakan alat penting dalam proses penyediaan tenaga listrik oleh karenanya keandalan transformator harus dijaga agar tidak rusak dan mengalami gangguan. Salah satu komponen yang penting adalah minyak transformator yang berfungsi sebagai bahan isolasi dan bahan pendingin. Kondisi minyak transformator dapat berubah apabila kondisi operasi transformator berubah. Dalam skripsi ini dilakukan analisa bagaimana berbagai kondisi operasi transformator bisa mempengaruhi kondisi minyak transformator.