

**ANALISIS HASIL PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DISSOLVED GAS ANALYSIS*
(DGA) PADA TRANSFORMATOR TENAGA UNIT T.32 DAN T.31 DI PT.
INDONESIA POWER UPJP KAMOJANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

Disusun oleh:

RISKA PERDANA

NIM. 20130120122

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS HASIL PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DISSOLVED GAS ANALYSIS*
(DGA) PADA TRANSFORMATOR TENAGA UNIT T.32 dan T.31 DI PT.
INDONESIA POWER UPJP KAMOJANG**



Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.

Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng.

NIK.19741010201010123056

NIK.197608062005012001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Perdana

NIM : 20130120122

Jurusan : Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (Skripsi) ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 17 Mei 2017

Yang menyatakan,

Riska Perdana

NIM. 20130120122

MOTTO

"Seseorang tidak akan beruntung dalam mencari ilmu kecuali dengan sedikit bekal (banyak prihatin dan tidak hura-hura)"

(Imam Syafi'i)

"Gaji tinggi bukan jaminan kepuasan hidup. Bersyukur, berbagi, dan saling menyayangi, itulah kunci kepuasan hidup."

(Bob Sadino)

"Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua." (Aristoteles)

"Teruslah raih impianmu sesulit apapun itu, karena masih ada masa depan yang menanti."

(Oie N Fauzi)

"Berangkat dengan penuh keyakinan. Berjalan dengan penuh keikhlasan. Istiqomah dalam menghadapi cobaan. YAKIN, IKHLAS, ISTIQOMAH"

"Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia" (Nelson Mandela)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya kecil yang sangat sederhana ini penulis persembahkan kepada:

Bapak dan ibuku tercinta yang selalu ada di hatiku dan selalu

menyemangati,

Keluargaku tercinta dan teman-teman bermain semasa kecil sampai

dewasa ini,

Teman-teman di UMY,

Almamaterku : Kampus Matahari Terbit Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS HASIL PENGUJIAN MINYAK TRANSFORMATOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA) PADA TRANSFORMATOR TENAGA UNIT T.32 dan T.31 DI PT. INDONESIA POWER UPJP KAMOJANG”** yang disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Semoga yang karya sederhana ini dapat bermanfaat dan menjadi kontribusi bagi khasanah ilmu pengetahuan, khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa seperjuangan.

Penulis menyadari dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan dan bimbingan, serta saran-saran yang berharga dari semua pihak. Oleh karena itu dengan tulus hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Jazaul Ikhsan, ST., MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ir. Agus Jamal, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

4. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 (satu), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
5. Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing 2 (dua), yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian tugas akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan laporan ini.
6. Keluarga, terutama Bapak Kardono (Bapak kandung penulis) dan Ibu Nanik Suryanti (Ibu kandung penulis) yang selalu memberikan do'a dan motivasi.
7. Seluruh dosen program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman kelas C 2013, yang telah banyak memberikan bantuan baik secara fisik maupun non-fisik kepada penulis.
9. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro UMY, yang telah banyak membantu dan memberikan masukan kepada penulis.
10. Seluruh staf laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
11. Semua pihak yang telah secara tidak langsung membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penelitian penyusunan tugas akhir ini yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan informasi. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 22 Mei 2017

Penulis,

Riska Perdana

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
INTI SARI.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Transformator Tenaga.....	7
2.2.2 Sistem Pendingin	9
2.2.2.1 Klasifikasi Sistem Pendingin	10
2.2.2.2 Perubah Tap (<i>Tap Changer</i>).....	11
2.2.2.3 Dehydrating Breather	11
2.2.3 Minyak Sebagai Bahan Isolator Cair pada Transformator	12
2.2.3.1 Sifat-sifat Listrik Cairan Isolasi.....	13

2.2.4	Jenis-jenis Minyak Trafo	14
2.2.5	Kalsifikasi Minyak Isolasi	14
2.2.6	Gangguan pada Transformator.....	16
	2.2.6.1 Gangguan Internal.....	16
	2.2.6.2 Gangguan Eksternal	16
2.2.7	Peralatan Proteksi.....	17
	2.2.7.1 Rele Bucholz.....	17
	2.2.7.2 Rele Jansen	18
	2.2.7.3 Rele Tekanan Tebih (<i>Sudden Pressure Relay</i>)	18
	2.2.7.4 Rele Tekanan Tebih (<i>Sudden Pressure Relay</i>)	18
	2.2.7.5 Rele Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>).....	19
	2.2.7.6 Rele Tangki Tanah.....	19
	2.2.7.7 Rele Gangguan Tanah (<i>Ground Fault Relay</i>).....	19
	2.2.7.8 Rele Gangguan Tanah Terbatas	19
	2.2.7.9 Rele Temperatur/Suhu	19
	2.2.7.10 Rele Beban Lebih (<i>Over Load Relay</i>).....	20
	2.2.7.11 Rele Pengaman Lebur (<i>Fuse</i>)	20
	2.2.7.12 Rele Arrester	20
2.2.8	Metode Pengujian DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>)	21
	2.2.8.1 Definisi DGA	21
	2.2.8.2 Jenis Kegagalan Dideteksi Dengan Uji DGA	22
2.2.9	Analisis Kondisi Transformator Berdasarkan Hasil Pengujian DGA	23
	2.2.9.1 Standar IEE	24
	2.2.8.1 <i>Key Gas</i>	28
	2.2.8.1 Roger's Ratio	30
	2.2.8.1 Duval's Triangle.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Alat dan Bahan.....	33
	3.1.1 Alat Penelitian	33
	3.1.1.1 Syringe	33

3.1.1.2 Oil Flushing Unit	34
3.1.1.3 Vial.....	34
3.1.2 Bahan Penelitian	34
3.1.3 Jalannya Penelitian	35
3.1.3.1 Studi Pendahuluan	37
3.1.3.2 Perumusan Masalah	37
3.1.3.3 Studi Pustaka	37
3.1.3.4 Survei Lapangan Untuk Pengambilan Data.....	38
3.1.3.5 Verifikasi Data.....	38
3.1.3.6 Analisis Data.....	38
BAB IV ANALISIS DATA	41
4.1 Pemeliharaan Transformator di PT. Indonesia Power UPJP Kamojang....	45
4.2 Pengujian Transformator Dengan Menggunakan Metode DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>)	48
4.3 Analisis Kandungan Air Pada Minyak Transformator.....	56
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Sistem Pendingin Pada Transformator Daya.....	10
Tabel 2.1 Klasifikasi Sistem Pendingin Pada Transformator Daya (lanjutan) ...	11
Tabel 2.2 Kalsifikasi Minyak Isolasi	15
Tabel 2.3 Jenis Kegagalan (<i>fault</i>) yang Terjadi Dengan Uji DGA	22
Tabel 2.3 Jenis Kegagalan (<i>fault</i>) yang Terjadi Dengan Uji DGA (lanjutan)	23
Tabel 2.4 Batas Konsentrasi Gas Terlarut.....	24
Tabel 2.5 Pertambahan TDCG	25
Tabel 2.5 Pertambahan TDCG (lanjutan)	26
Tabel 2.5 Pertambahan TDCG (lanjutan)	27
Tabel 2.6 Jenis-jenis Kegagalan Transformator Tenaga.....	29
Tabel 2.7 Kode Rasio Roger's	30
Tabel 4.1 Hasil Pengujian DGA Transformator T32	49
Tabel 4.2 Klasifikasi Minyak Isolasi	50
Tabel 4.3 Hasil Pengujian DGA Transformator T31	53
Tabel 4.4 Klasifikasi Minyak Isolasi	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Transfrimator Sederhana	8
Gambar 2.2 Konstruksi Transformator Tenaga	9
Gambar 2.3 Duval Triangle.....	32
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Langkah Kerja Penelitian.....	36
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Alur Analisa Data.....	39



DAFTAR SINGKATAN

°C	: <i>Celcius</i>
A	: <i>Ampere</i>
AC	: <i>Alternative Current</i>
AF	: <i>Air Force</i>
AN	: <i>Air Natural</i>
BCF	: <i>Billion Cubic Feet</i>
C ₂ H ₂	: <i>Asetilen</i>
C ₂ H ₄	: <i>Etilen</i>
C ₂ H ₆	: <i>Etana</i>
CH ₄	: <i>Metana</i>
CO	: <i>Karbon Monoksida</i>
CO ₂	: <i>Karbon Dioksida</i>
CT	: <i>Counter Tap</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DGA	: <i>Dissolved Gas Analysis</i>
GFR	: <i>Ground Fault Relay</i>
H ₂	: <i>Hidrogen</i>
H ₂ O	: <i>Air</i>
Hz	: <i>Hertz</i>
IEEE	: <i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IEC	: <i>International Electrotechnical Commission</i>
Kg	: <i>Kilogram</i>
KV	: <i>Kilo Volt</i>
kVA	: <i>Kilo Volt Ampere</i>
L	: <i>Liter</i>
M	: <i>Meter</i>
MVA	: <i>Mega Volt Ampere</i>
N ₂	: <i>Nitrogen</i>

O ₂	: Oksigen
OCR	: <i>Over Current Relay</i>
OFAF	: <i>Oil Force Air Force</i>
OFAN	: <i>Oil Force Air Natural</i>
OFWF	: <i>Oil Force Water Force</i>
OLR	: <i>Over Load Relay</i>
OLTC	: <i>On Load Tap Changer</i>
ONAF	: <i>Oil Natural Air Force</i>
ONAN	: <i>Oil Natural Force Natural</i>
PD	: <i>Partial Discharge</i>
PDM	: <i>Predictive Maintenance</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
Ppm	: <i>Part Per Million</i>
PT	: <i>Potential Transformer</i>
PT	: Perseroan Terbatas
T21	: Transformator Unit T21
TDCG	: <i>Total Dissolved Combustible Gasses</i>
UPJP	: Unit Pembangkitan dan Jasa Pembangkitan
V	: <i>Volt</i>
W-m	: <i>Ohm Meter</i>