

**ANALISIS IDENTIFIKASI MINYAK TRANSFORMATOR
MENGUNAKAN METODE *DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA)* 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:

HERNOWO RAHMAN PUTRA

NIM. 20130120016

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

2017

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS IDENTIFIKASI MINYAK TRANSFORMATOR
MENGUNAKAN METODE *DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA)* 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 : Hernowo Rahman Putra

NIM : 20130120016

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,

Hernowo Rahman Putra

NIM. 20130120016

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)

"Kerja keras boleh, tapi kerja cerdas itu penting. Namun sukses dengan usaha instan, hasilnya juga akan instan (sia-sia)."

(Nuati Luhningasti)

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

(Oie N Fauzi)

"Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiaakan waktu menunggu inspirasi."

(Ernest Newman)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya kecil yang sangat sederhana ini penulis persembahkan kepada:

Bapak dan ibuku tercinta yang selalu ada di hatiku dan selalu

menyemangati,

Kakakku yang selalu memberikan dukungan kepadaku,

Keponakanku yang masih kecil yang membuat suasana di rumahku

menjadi ramai,

Calon Pendamping Hidupku yang tiada hentinya memberi semangat

serta doa kepadaku,

Teman-temanku 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 Identifikasi Minyak Transformator Menggunakan Metode *Dissolved Gas Analysis (DGA)* 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. Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng, selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan dan arahan kepada penulis selama sidang pendadaran.
7. Keluarga, terutama Bapak Bachtiar Purwadi Priyo Kuncoro (Bapak kandung penulis) dan Ibu Endang Setiarini (Ibu kandung penulis) yang selalu memberikan do'a dan motivasi, serta Ghaniari Prima Setyaputri (Kakak kandung penulis) yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
8. Seluruh dosen program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
9. Nuati Luhningasti, sebagai seseorang yang selalu setia memberikan semangat disaat penulis senang maupun susah dan selalu memberikan dukungan yang terbaik untuk penulis.

10. Teman-teman Grup Master Engineering, yang telah banyak memberikan bantuan baik secara fisik maupun non-fisik kepada penulis.
11. Seluruh staf laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
12. 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, 17 Mei 2017

Penulis,

Hernowo Rahman Putra

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.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Transformator Daya.....	8
2.2.1.1 Klasifikasi Transformator.....	10
2.2.2 Komponen Transformator Daya	12
2.2.2.1 Inti Besi	13
2.2.2.2 Kumparan Transformator	13
2.2.2.3 Minyak Transformator	13
2.2.2.4 <i>Bushing</i>	14

2.2.2.5	Tangki dan Konservator	14
2.2.2.6	Sistem Pendingin	16
2.2.3	Gangguan Pada Transformator Daya	18
2.2.4	Peralatan Proteksi	19
2.2.5	Kegagalan Pada Transformator	20
2.2.5.1	Teori Kegagalan Zat Isolasi Cair	20
2.2.5.2	Karakteristik Isolasi Cair	22
2.2.5.3	Sifat-Sifat Listrik Cairan Isolasi	23
2.2.5.4	Jenis Minyak Transformator	24
2.2.5.5	Tingkatan Standar Minyak Transformator	25
2.2.5.6	Klasifikasi Minyak Isolasi Pakai	25
2.2.6	Keandalan Transformator	27
2.2.7	<i>Dissolved Gas Analysis</i> (DGA)	28
2.2.7.1	Definisi DGA	28
2.2.7.2	Jenis Kegagalan Dideteksi Dengan Uji DGA	29
2.2.7.3	Analisis Kondisi Transformator Berdasarkan Hasil Pengujian DGA	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	Jenis Penelitian	41
3.2	Jalannya Penelitian	41
3.2.1	Studi Pustaka	43
3.2.2	Perumusan Masalah	43
3.2.3	Pengumpulan Data	43
3.2.4	Validasi Data	44
3.2.5	Analisa Data	44
3.2.6	Pembuatan Laporan Tugas Akhir	46
BAB IV PEMBAHASAN		47
4.1	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Kamojang	47
4.2	Jadwal Pemeliharaan Transformator di PT. Indonesia Power UPJP Kamojang	50

4.3	Pengujian Transformator Dengan Menggunakan Metode DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>).....	53
4.4	Analisis Kandungan Air Pada Minyak Transformator.....	57
BAB V PENUTUP.....		60
5.1	Kesimpulan.....	60
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA.....		62
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Sistem Pendingin Pada Transformator Daya	17
Tabel 2.2 Tingkatan Standar Minyak Transformator	25
Tabel 2.3 Klasifikasi Minyak Isolasi Pakai.....	25
Tabel 2.3 Klasifikasi Minyak Isolasi Pakai (lanjutan).....	26
Tabel 2.4 Jenis Kegagalan (<i>fault</i>) yang Terjadi Dengan Uji <i>DGA</i>	30
Tabel 2.5 Batas Konsentrasi Gas Terlarut Dalam Minyak Transformator	31
Tabel 2.6 TDCG	33
Tabel 2.6 TDCG (lanjutan)	34
Tabel 2.7 <i>Key Gas</i>	36
Tabel 2.8 Rasio Roger (1)	37
Tabel 2.9 Rasio Roger (2)	38
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator yang Diuji	48
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator yang Diuji (lanjutan)	49
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>DGA</i> Pada Transformator <i>Step-up</i> 11.8 kV/150 kV Unit T21 Main Transformator Unit 2.....	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformator Daya.....	10
Gambar 2.2 Bagian-bagian Transformator Daya	12
Gambar 2.3 Segitiga Duval	40
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Langkah Kerja Penelitian.....	42
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Alur Analisa Data	45



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>