

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGUJIAN DGA (*DISSOLVED GAS ANALYSIS*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *DUVAL TRIANGLE* DAN *DUVAL
PENTAGON* PADA MINYAK TRANSFORMATOR GARDU INDUK
TAMBUN**



UNIVERSITAS
Disusun oleh :
MERCU BUANA

Nama : I Putu Surya Adi Subrata

N.I.M : 41420120056

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2022**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGUJIAN DGA (*DISSOLVED GAS ANALYSIS*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *DUVAL TRIANGLE* DAN *DUVAL
PENTAGON* PADA MINYAK TRANSFORMATOR GARDU INDUK
TAMBUN**

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



Nama : I Putu Surya Adi Subrata

N.I.M : 41420120056

Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA**

2022

ii

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGUJIAN DGA (*DISSOLVED GAS ANALYSIS*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *DUVAL TRIANGLE* DAN *DUVAL
PENTAGON* PADA MINYAK TRANSFORMATOR Gardu Induk
TAMBUN**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA


Disusun oleh :

Nama : I Putu Surya Adi Subrata
N.I.M : 41420120056
Pembimbing : Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc


UNIVERSITAS
Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir


(Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc)

Kaprodi Teknik Elektro


(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir


(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M.Sc.)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : I Putu Surya Adi Subrata
NIM : 41420120056
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisa Pengujian DGA (*Dissolved Gas Analysis*) dengan Menggunakan Metode *Duval Triangle* dan *Duval Pentagon* pada Minyak Transformator Gardu Induk Tambun.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, 1 Agustus 2022



I Putu Surya Adi Subrata

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa / Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan anugrah dengan memberikan kelancaran, kesehatan dan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Pengujian DGA (*Dissolved Gas Analysis*) dengan Menggunakan Metode *Duval Triangle* dan *Duval Pentagon* pada Minyak Transformator Gardu Induk Tambun”**.

Penulisan laporan tugas akhir yang dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar strata satu (S1) di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana. Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini dapat terselesaikan dengan bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, bapak I Nyoman Subrata dan Ibu Ni Wayan Suji yang selalu mendoakan dan memberi semangat setiap waktu.
2. Bapak Ir. Budi Yanto Husodo, M.Sc selaku dosen pembimbing laporan tugas akhir yang telah memberikan ilmu dan meluangkan waktunya untuk saya dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
3. Bapak Khahfi Muhammad Madro'i selaku Supervisor GI Tambun selaku pemilik aset transformator.
4. Ni Wayan Veradianti yang telah membantu sehingga laporan tugas akhir ini dapat selesai tepat pada waktunya.
5. Teman-teman mahasiswa Reguler 2 Teknik Elektro Tahun 2021.
6. Teman-teman pegawai GI Tambun, ULTG Bekasi dan UPT Bekasi.
7. Google, Google Scholar dan Mendeley.
8. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari para pembaca yang sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan laporan tugas akhir ini kedepannya.

Jakarta, Agustus 2022

Penulis,

I Putu Surya Adi Subrata



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Teoritis	3
1.5.2 Manfaat Praktis	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Analisis Gas Terlarut pada Minyak Isolasi sebagai Indikator Kegagalan Transformator Daya dengan Metode Dissolved Gas Analysis	5

2.1.2 Analisis Kegagalan Transformator Berdasarkan Hasil Pengujian DGA	5
2.1.3 Analisis Kegagalan Trafo Berdasarkan Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> Pada Trafo I 50 MVA 150/20kV GI Pier	6
2.1.4 Analisa Kondisi Minyak Isolasi Transformator Berdasarkan Pengujian DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>) Pada Transformator 3 150/20kV 60 MVA PT PLN (Persero) Gardu Induk Cibatu	6
2.1.5 Analisa Gas Terlarut Pada Minyak Transformator Daya 150 kV Dengan Menggunakan Metode <i>Duval Pentagon</i>	7
2.1.6 Tabel Penelitian Terdahulu	7
2.2 Transformator	8
2.3 Bagian – Bagian Transformator	9
2.3.1 Inti Besi	9
2.3.2 Belitan	10
2.3.3 Bushing	10
2.4 Minyak Transformator	11
2.4.1 Terbentuknya Gas dalam Minyak Transformator	11
2.5 Sistem Pendingin	12
2.6 Pengujian Minyak Transformator	13
2.6.1 Pengujian DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>)	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Alur Penelitian	24
3.2 Tahapan Penelitian	26
3.2.1 Tahapan Pengambilan Data	26

3.2.2 Langkah Pengambilan Minyak dalam Pengujian DGA (<i>Dissolved Gas Analysis</i>)	26
3.2.3 Pengujian dengan Metode <i>Duval Triangle</i>	27
3.2.4 Pengujian dengan Metode <i>Duval Pentagon</i>	29
3.3 Waktu Pelaksanaan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Gambaran Umum	33
4.1.1 Spesifikasi Transformator	33
4.2 Data Hasil Pengujian DGA	36
4.3 Pengujian dengan Metode <i>Duval Triangle</i>	38
4.4 Pengujian dengan Metode <i>Duval Pentagon</i>	42
4.5 Analisa Hasil Uji Metode <i>Duval Triangle</i> dan Metode <i>Duval Pentagon</i>	49
BAB V PENUTUP	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN	xvi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip elektromagnetik pada transformator	9
Gambar 2.2 Inti besi	10
Gambar 2.3 Belitan transformator	10
Gambar 2.4 Bushing	11
Gambar 2.5 Tingkat perbandingan evolusi gas dari minyak	12
Gambar 2.6 <i>Duval Triangle</i>	18
Gambar 2.7 <i>Duval Pentagon</i>	20
Gambar 2.8 Koordinat ketujuh indikasi gangguan pada metode <i>Duval Pentagon</i>	21
Gambar 2.9 Contoh koordinat titik tengah <i>Duval Pentagon</i>	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> pengerjaan tugas akhir	24
Gambar 3.2 <i>Duval Triangle</i>	28
Gambar 3.3 Contoh koordinat titik tengah <i>Duval Pentagon</i>	31
Gambar 4.1 <i>Nameplate</i> Trafo 1 Gardu Induk Tambun	33
Gambar 4.2 <i>Nameplate</i> Trafo 2 Gardu Induk Tambun	34
Gambar 4.3 <i>Nameplate</i> Trafo 3 Gardu Induk Tambun	35
Gambar 4.4 Hasil uji DGA Trafo 3 tanggal 24 September 2021 dengan metode <i>Duval Triangle</i>	41
Gambar 4.5 Hasil uji DGA Trafo 3 tanggal 24 September 2021 dengan metode <i>Duval Pentagon</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Macam – macam sistem pendinginan pada transformator	13
Tabel 2.2 Konsentrasi gas terlarut (ppm) TDCG	15
Tabel 2.3 Kondisi TDCG	16
Tabel 2.4 <i>Action based metode</i> TDCG	17
Tabel 2.5 Karakteristik gangguan dengan metode Segitiga Duval	19
Tabel 2.6 Zona batas pada Segitiga Duval	19
Tabel 2.7 Indikasi gangguan pada metode <i>Duval Pentagon</i>	20
Tabel 3.1 Karakteristik gangguan dengan Metode <i>Duval Triangle</i>	28
Tabel 3.2 Zona batas pada <i>Duval Triangle</i>	29
Tabel 3.3 Agenda pelaksanaan kegiatan	31
Tabel 4.1 <i>Nameplate</i> Trafo 1 Gardu Induk Tambun	34
Tabel 4.2 <i>Nameplate</i> Trafo 2 Gardu Induk Tambun	35
Tabel 4.3 <i>Nameplate</i> Trafo 3 Gardu Induk Tambun	36
Tabel 4.4 Hasil pengujian DGA Trafo 1	37
Tabel 4.5 Hasil pengujian DGA Trafo 2	37
Tabel 4.6 Hasil pengujian DGA Trafo 3	37
Tabel 4.7 Persentase gas CH ₄ , C ₂ H ₄ , dan C ₂ H ₂ Trafo 2 GI Tambun	40
Tabel 4.8 Persentase gas CH ₄ , C ₂ H ₄ , dan C ₂ H ₂ Trafo 3 GI Tambun	40
Tabel 4.9 Hasil perhitungan DGA Trafo 1, Trafo 2, dan Trafo 3 menggunakan metode <i>Duval Triangle</i>	41
Tabel 4.10 Persentase gas CH ₄ , C ₂ H ₄ , dan C ₂ H ₂ Trafo 2 GI Tambun	44
Tabel 4.11 Persentase gas CH ₄ , C ₂ H ₄ , dan C ₂ H ₂ Trafo 3 GI Tambun	44
Tabel 4.12 Hasil perhitungan DGA Trafo 1, Trafo 2, dan Trafo 3 menggunakan metode <i>Duval Pentagon</i>	48
Tabel 4.13 Hasil Uji DGA dengan metode <i>Duval Triangle</i> dan <i>Duval Pentagon</i>	49