

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA ANOMALI PADA *INTERBUS TRANSFORMER* 1 PHASA RST
GITET CIBATU DENGAN PENGUJIAN *DISSOLVED GAS ANALYSIS***



Nama : I Made Dharma Wedanta Putra
N.I.M. : 41420120019
Pembimbing : Azizah Hidayati S.Si, MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISA ANOMALI PADA *INTERBUS TRANSFORMER* 1 PHASA RST
GITET CIBATU DENGAN PENGUJIAN *DISSOLVED GAS ANALYSIS***

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



Disusun Oleh:

Nama : I Made Dharma Wedanta Putra
N.I.M. : 41420120019
Pembimbing : Azizah Hidayati S.Si, MT.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2021**

**ANALISA ANOMALI PADA *INTERBUS TRANSFORMER* 1 PHASA RST
GITET CIBATU DENGAN PENGUJIAN *DISSOLVED GAS ANALYSIS***



MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : I Made Dharma Wedanta Putra
N.I.M : 41420120019
Pembimbing : Azizah Hidayati S.Si, MT

UNIVERSITAS
Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir
MERCU BUANA

(Azizah Hidayati S.Si, MT.)

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 Made Dharma Wedanta Putra

NIM : 41420120019

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisa Anomali Pada *Interbus Transformer* 1 Phasa RST
Gitet Cibatu Dengan Pengujian *Dissolved Gas Analysis*

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 Made Dharma Wedanta Putra

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada 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 Anomali Pada Interbus Transformer 1 Fasa RST GITET Cibatu Dengan Pengujian Dissolved Gas Analysis**”, dengan tepat waktu. 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. Pada kesempatan ini pula penulis menyampaikan rasa terima kasih, kepada kedua orangtua dan keluarga besar serta orang-orang tercinta karena dalam proses pembuatan laporan tugas akhir ini selalu memberi doa, dukungan dan semangat. Untuk itu penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua saya, bapak I Nyoman Sumerta dan Ibu Ni Made Sriadi yang selalu mendoakan dan memberi semangat setiap waktu.
2. Ibu Azizah Hidayati S.Si, MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu dan meluangkan waktunya untuk saya dalam melakukan penyelesaian tugas akhir.
3. Bapak Iman Gustiawan selaku supervisor GITET Cibatu selaku pemilik aset *interbus transformator*
4. Tim Pemeliharaan gardu induk ULTG Cikarang yang sudah bersedia membantu dalam pengambilan dan pengujian sampling minyak.
5. Teman-teman reguler 2 Teknik Elektro tahun 2021
6. Semua pihak yang terlibat dalam melakukan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi penulis mengharapkan Laporan Tugas Akhir ini dapat

bermanfaat bagi pembaca untuk dikembangkan. Penulis juga mengharapkan saran dan masukan dari pembaca untuk perbaikan kedepannya.

Jakarta, Agustus 2022

Penulis,

I Made Dharma Wedanta Putra



DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGERSAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Transformator	17
2.3 Minyak Transformator	19
2.4 Terbentuknya Gas Dalam Minyak Pada Transformator	20
2.5 <i>Dissolved Gas Analysis (DGA)</i>	22
2.6 Analisa Hasil Pengujian Dga Menggunakan Metode <i>Total Dissolved Combustible Gas (TDCG)</i>	23

2.7	Analisa Hasil Pengujian Dga Menggunakan Metode <i>Key Gas</i>	26
2.8	Analisa Hasil Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Doernenburg</i>	29
2.9	Analisa Hasil Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Rogers</i>	31
2.10	Analisa Hasil Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Duval Triangle</i>	32
2.11	Analisa Hasil Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Ratio Basic Gas</i>	34
2.12	Analisa Hasil Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio CO_2/CO	35
BAB III	METODE PENELITIAN	37
3.1	Alur Proses Pengerjaan	37
3.2	Tahapan Penelitian	38
	3.2.1 Tahap Pengambilan Data (langkah-langkah pengambilan sampel minyak)	38
	3.2.2 Tahap Menganalisa Hasil Pengujian	40
3.3	Waktu Pelaksanaan	46
BAB IV	PEMBAHASAN	47
4.1	Data <i>Inter Bus Transformator</i> 1 GITET Cibatu	47
4.2	Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Anlysis</i> IBT 1	48
4.3	Grafik Perkembangan Gas Individual IBT 1	50
	4.3.1 Grafik Perkembangan Gas Individual IBT 1 Phasa R	50
	4.3.2 Grafik Perkembangan Gas Individual IBT 1 Phasa S	54
	4.3.3 Grafik Perkembangan Gas Individual IBT 1 Phasa T	58
4.4	Analisa Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1 Phasa R	62
	4.4.1 Evaluasi Pengujian DGA Mengunakan Metode TDCG IBT 1 Phasa R	62
	4.4.2 Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Key Gas</i> IBT 1 Phasa R	65

4.4.3	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Doernenberg</i> IBT 1 Phasa R	68
4.4.4	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Rogers</i> IBT 1 Phasa R	69
4.4.5	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Duval</i> <i>Triangle</i> IBT 1 Phasa R	69
4.4.6	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Basic Gas</i> IBT 1 Phasa R	69
4.4.7	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio CO ₂ /CO IBT 1 Phasa R	69
4.4.8	Evaluasi Hasil Pengujian DGA Dengan Semua Metode dan Sampel Phasa R	72
4.5	Analisa Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1 Phasa S	73
4.5.1	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode TDCG IBT 1 Phasa S	73
4.5.2	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Key Gas</i> IBT 1 Phasa S	76
4.5.3	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Doernenberg</i> IBT 1 Phasa S	80
4.5.4	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Rogers</i> IBT 1 Phasa S	83
4.5.5	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Duval</i> <i>Triangle</i> IBT 1 Phasa S	86
4.5.6	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Basic Gas</i> IBT 1 Phasa S	89
4.5.7	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio CO ₂ /CO IBT 1 Phasa S	92
4.5.8	Evaluasi Hasil Pengujian DGA Dengan Semua Metode dan Sampel Phasa S	94

4.6	Analisa Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1	
	Phasa T	95
4.6.1	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode TDCG IBT 1 Phasa T	95
4.6.2	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Key Gas</i> IBT 1 Phasa T	98
4.6.3	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Doernenberg</i> IBT 1 Phasa T	102
4.6.4	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Rogers</i> IBT 1 Phasa T	102
4.6.5	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode <i>Duval</i> <i>Triangle</i> IBT 1 Phasa T	102
4.6.6	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio <i>Basic Gas</i> IBT 1 Phasa T	102
4.6.7	Evaluasi Pengujian DGA Menggunakan Metode Rasio CO ₂ /CO IBT 1 Phasa T	103
4.6.8	Evaluasi Hasil Pengujian DGA Dengan Semua Metode dan Sampel Phasa T	105
4.7	Laju Pembentukan <i>Total Dissolved Combustible Gas</i>	106
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Saran	108
	DAFTAR PUSTAKA	xviii
	LAMPIRAN	xx

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Transformator Tipe Inti [1]	17
Gambar 2.2	Transformator Tipe Cangkang [1]	17
Gambar 2.3	Tingkat perbandingan evolusi gas dari minyak [4]	21
Gambar 2.4	Dekomposisi kertas isolasi [5]	22
Gambar 2.5	Grafik gas dominan C_2H_4 [10]	27
Gambar 2.6	Grafik gas dominan CO [10]	27
Gambar 2.7	Grafik gas dominan H_2 [10]	28
Gambar 2.8	Grafik gas dominan C_2H_2 [10]	29
Gambar 2.9	Flow chart metode rasio Doernenburg [6]	30
Gambar 2.10	Metode <i>Duval Triangle</i> [12]	33
Gambar 3.1	Area Metode <i>Duval Triangle</i>	44
Gambar 4.1	Nameplate <i>Interbus Transformer 1</i> GITET Cibatu	47
Gambar 4.2	Grafik perkembangan gas individual H_2 fasa R	50
Gambar 4.3	Grafik perkembangan gas individual CH_4 fasa R	51
Gambar 4.4	Grafik perkembangan gas individual CO fasa R	51
Gambar 4.5	Grafik perkembangan gas individual CO_2 fasa R	52
Gambar 4.6	Grafik perkembangan gas individual C_2H_4 fasa R	52
Gambar 4.7	Grafik perkembangan gas individual C_2H_6 fasa R	53
Gambar 4.8	Grafik perkembangan gas individual C_2H_2 fasa R	53
Gambar 4.9	Grafik perkembangan gas individual H_2 fasa S	54
Gambar 4.10	Grafik perkembangan gas individual CH_4 fasa S	54
Gambar 4.11	Grafik perkembangan gas individual CO fasa S	55
Gambar 4.12	Grafik perkembangan gas individual CO_2 fasa S	55
Gambar 4.13	Grafik perkembangan gas individual C_2H_4 fasa S	56

Gambar 4.14	Grafik perkembangan gas individual C ₂ H ₆ fase S	56
Gambar 4.15	Grafik perkembangan gas individual C ₂ H ₂ fase S	57
Gambar 4.16	Grafik perkembangan gas individual H ₂ fase T	58
Gambar 4.17	Grafik perkembangan gas individual CH ₄ fase T	58
Gambar 4.18	Grafik perkembangan gas individual CO fase T	59
Gambar 4.19	Grafik perkembangan gas individual CO ₂ fase T	59
Gambar 4.20	Grafik perkembangan gas individual C ₂ H ₄ fase T	60
Gambar 4.21	Grafik perkembangan gas individual C ₂ H ₆ fase T	60
Gambar 4.22	Grafik perkembangan gas individual C ₂ H ₆ fase T	61
Gambar 4.23	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 9 April 2020 fase R	66
Gambar 4.24	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 22 September 2020 fase R	67
Gambar 4.25	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 10 Maret 2021 fase R	67
Gambar 4.26	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 23 Agustus 2021 fase R	68
Gambar 4.27	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 9 April 2020 fase S	77
Gambar 4.28	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 22 September 2020 fase S	78
Gambar 4.29	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 10 Maret 2021 fase S	79
Gambar 4.30	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 23 Agustus 2021 fase S	79
Gambar 4.31	Titik pertemuan garis <i>duval triangle</i>	88
Gambar 4.32	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 9 April 2020 fase T	100
Gambar 4.33	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 22 September 2020 fase T	100
Gambar 4.34	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 10 Maret 2021 fase T	101
Gambar 4.35	Hasil analisa metode <i>key gas</i> 10 Maret 2021 fase T	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2.2	Batasan konsentrasi gas terlarut (<i>dissolved gas</i>) [6]	24
Tabel 2.3	Prosedur operasi berdasarkan laju pembentukan TDCG [6]	26
Tabel 2.4	Batasan konsentrasi gas terlarust L ₁ [11]	31
Tabel 2.5	Rasio <i>Doernenburg</i> [11]	31
Tabel 2.6	Rasio Rogers [6]	32
Tabel 2.7	Zona batas pada segitiga Duval [12]	34
Tabel 2.8	Rasio <i>basic gas</i> [13]	34
Tabel 2.9	nilai rasio CO ₂ /CO [12]	36
Tabel 3.1	Standar TDCG berdasarkan IEEE Std C57.104-2008	41
Tabel 3.2	Prosedur Operasi TDCG	42
Tabel 3.3	Standar L ₁ berdasarkan IEEE Std C57.104-2008	43
Tabel 3.4	Rasio <i>Doernenburg</i> berdasarkan IEEE Std C57.104-2008	43
Tabel 3.5	Rasio <i>Rogers</i> berdasarkan IEEE Std C57.104-2008	44
Tabel 3.6	Zona Batas Pada Segita Duval	45
Tabel 3.7	<i>Basic Gas Ratio</i> berdasarkan IEC 60599-2015	45
Tabel 3.8	Standar Rasio CO ₂ /CO berdasarkan IEC 60599-2015	46
Tabel 3.9	Agendan pelaksanaan kegiatan	46
Tabel 4.1	Nameplate Interbus Transformer 1 GITET Cibatu	48
Tabel 4.2	Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1 Phasa R	49
Tabel 4.3	Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1 Phasa S	49
Tabel 4.4	Hasil Pengujian <i>Dissolved Gas Analysis</i> IBT 1 Phasa T	50
Tabel 4.5	Batasan konsentrasi gas terlarut standar IEEE C57.104-2008	62
Tabel 4.6	Hasil metode TDCG pengujian DGA tanggal 9 April 2020 phasa R	62

Tabel 4.7	Hasil analisa metode TDCG 22 September 2020 phasa R	63
Tabel 4.8	Hasil analisa metode TDCG 10 Maret 2021 phasa R	64
Tabel 4.9	Hasil analisa metode TDCG 23 Agustus 2021 phasa R	64
Tabel 4.10	nilai rasio CO ₂ /CO Seuai standar IEC 60599-2015	70
Tabel 4.11	Hasil analisa Metode Rasio CO ₂ /CO pada phasa R	70
Tabel 4.12	Hasil evaluasi pengujian dissolved gas analysis pada IBT 1 phasa R	72
Tabel 4.13	Hasil analisa metode TDCG 9 April 2020 phasa S	74
Tabel 4.14	Hasil analisa metode TDCG 22 September 2020 phasa S	74
Tabel 4.15	Hasil analisa metode TDCG 10 Maret 2021 phasa S	75
Tabel 4.16	Hasil analisa metode TDCG 23 Agustus 2021 phasa S	75
Tabel 4.17	Rasio Doernenberg standar IEEE C57.104-2008	81
Tabel 4.18	Hasil perhitungan rasio <i>Doernenberg</i> phasa S 9 April 2020	81
Tabel 4.19	Hasil perhitungan rasio <i>Doernenberg</i> phasa S 22 September 2020	82
Tabel 4.20	Hasil perhitungan rasio <i>Doernenberg</i> phasa S 10 Maret 2021	82
Tabel 4.21	Hasil perhitungan rasio <i>Doernenberg</i> phasa S 23 Agustus 2021	82
Tabel 4.22	Rasio Rogers standar IEEE C57.104-2008	84
Tabel 4.23	Hasil perhitungan rasio <i>Rogers</i> phasa S 9 April 2020	85
Tabel 4.24	Hasil perhitungan rasio <i>Rogers</i> phasa S 22 September 2020	85
Tabel 4.25	Hasil perhitungan rasio <i>Rogers</i> phasa S 10 Maret 2021	85
Tabel 4.26	Hasil perhitungan rasio <i>Rogers</i> phasa S 23 Agustus 2021	86
Tabel 4.27	Hasil perhitungan persentase gas <i>duval triangle</i> 9 April 2020	87
Tabel 4.28	Hasil perhitungan persentase gas <i>duval triangle</i> 22 September 2020	88
Tabel 4.29	Hasil perhitungan persentase gas <i>duval triangle</i> 10 Maret 2021	89

Tabel 4.30 Hasil perhitungan persentase gas <i>duval triangle</i> 23 Agustus 2021	89
Tabel 4.31 Rasio <i>Basic Gas</i> standar IEC 60599-2015	90
Tabel 4.32 Hasil perhitungan rasio <i>Basic Gas</i> fase S 9 April 2020	91
Tabel 4.33 Hasil perhitungan rasio <i>Basic Gas</i> fase S 22 September 2020	91
Tabel 4.34 Hasil perhitungan rasio <i>Basic Gas</i> fase S 10 Maret 2021	92
Tabel 4.35 Hasil perhitungan rasio <i>Basic Gas</i> fase S 23 Agustus 2021	92
Tabel 4.36 Hasil analisa Metode Rasio CO ₂ /CO pada fase S	93
Tabel 4.37 Hasil evaluasi pengujian <i>dissolved gas analysis</i> pada IBT 1 fase S	94
Tabel 4.38 Hasil analisa metode TDCG 9 April 2020 fase T	96
Tabel 4.39 Hasil analisa metode TDCG 22 September 2020 fase T	96
Tabel 4.40 Hasil analisa metode TDCG 10 Maret 2021 fase T	97
Tabel 4.41 Hasil analisa metode TDCG 23 Agustus fase T	98
Tabel 4.42 Hasil analisa Metode Rasio CO ₂ /CO pada fase T	103
Tabel 4.43 Hasil evaluasi pengujian <i>dissolved gas analysis</i> pada IBT 1 fase T	105
Tabel 4.44 Laju pembentukan TDCG pada IBT 1	107