

PERBANDINGAN METODE *ROGER'S RATIO* DAN METODE *DUVAL'S TRIANGLE* TERHADAP KEGAGALAN TRANSFORMATOR DENGAN PENGUJIAN *DGA* PADA GARDU INDUK DI SUMATERA SELATAN



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**JULIA KRISNA
03041181520003**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

HALAMAN
LEMBAR PENGESAHAN

PERBANDINGAN METODE *ROGER'S RATIO* DAN METODE *DUVAL'S TRIANGLE* TERHADAP KEGAGALAN TRANSFORMATOR DENGAN PENGUJIAN *DGA* PADA GARDU INDUK DI SUMATERA SELATAN



SKRIPSI

Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

JULIA KRISNA
03041181520003

Indralaya, November 2019

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. **Ike Bayusari, S.T., M.T.**
NIP. 197108141999031005 NIP. 197010181997022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Julia Krisna
NIM : 03041181520003
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software iThenticate/ Turnitin : 12 %

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "PERBANDINGAN METODE ROGER'S RATIO DAN METODE DUVAL'S TRIANGLE TERHADAP KEGAGALAN TRANSFORMATOR DENGAN PENGUJIAN DGA PADA GARDU INDUK DI SUMATERA SELATAN" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Oktober 2019

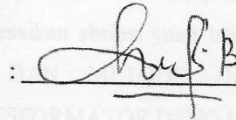


Julia Krisna

NIM.03041181520003

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

: 

Pembimbing Utama : Ike Bayusari, S.T., M.T.

Tanggal

: 13 / November / 2019

1. Bapak Prof. Ir. Subriyati Nasir, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. yang telah memberi banyak arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
3. Ibu Dr. Herina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Kelas Jurusan Teknik Elektro.
4. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian penulisan tugas akhir.
5. Dosen pembimbing akademik Ir. H. Rizul Alwani, HA., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Pihak PT. FLN (Persero) PSBS UPT Palembang yang telah memberikan izin untuk pengambilan data serta arahan mengenai tugas akhir ini.
8. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang telah selalu mendukung penulis pada proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERBANDINGAN METODE *ROGER'S RATIO* DAN METODE *DUVAL'S TRIANGLE* TERHADAP KEGAGALAN TRANSFORMATOR DENGAN PENGUJIAN *DGA* PADA GARDU INDUK DI SUMATERA SELATAN”. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. yang telah memberi banyak arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
3. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T selaku Sekertaris Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Ike Bayusari, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian penulisan tugas akhir.
5. Dosen pembimbing akademik Ir. H. Hairul Alwani, HA., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Pihak PT. PLN (Persero) P3BS UPT Palembang telah memberikan izin untuk pengambilan data serta arahan mengenai tugas akhir ini.
8. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang telah mendukung penulis pada proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.

9. Sahabat – sahabat penulis, Day Tri Nadia, Meindi Putridaya, Tiara Khairun Nisa, S.T, Boni Marciano Syahrial, Muhammad Aldan Ihsan Darmawan, M. Biyamirul Haq Masni yang selalu memberikan dukungan penuh kepada penulis.
10. Pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan penulis satu persatu.

Diharapkan skripsi ini dapat menambah pengetahuan serta wawasan bagi para pembaca, walaupun dalam penulisannya masih memiliki banyak kekurangan. Semoga segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan menjadi amal dihadapan Tuhan Yang Maha Esa.

Indralaya, Oktober 2019

Julia Krisna

ABSTRAK

PERBANDINGAN METODE *ROGER'S RATIO* DAN METODE *DUVAL'S TRIANGLE* TERHADAP KEGAGALAN TRANSFORMATOR DENGAN PENGUJIAN *DGA* PADA GARDU INDUK DI SUMATERA SELATAN

(Julia Krisna, 03041181520003, 2019, 66 halaman)

Penggunaan transformator yang digunakan secara terus-menerus dapat mempengaruhi kualitas minyak transformator. Untuk mengetahui kualitas minyak transformator maka perlunya pengujian *DGA* (*Dissolved Gas Analysis*). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan yang terlarut pada minyak transformator. Terdapat empat metode yang digunakan dalam menginterpretasikan hasil uji *DGA* yaitu metode *TDCG*, *Key Gas*, *Roger's Ratio* dan *Duval's Triangle*. Berdasarkan penelitian sebelumnya metode yang lebih unggul dalam menjawab kegagalan yang terjadi pada transformator adalah metode *Roger's Ratio* dan *Duval's Triangle*. Maka dari itu penulis melakukan penelitian untuk membandingkan keefektifan dari kedua metode tersebut. Objek yang digunakan adalah 3 transformator yang berada di berbeda gardu induk di Sumatera Selatan yaitu GI Simpang Tiga, GI Sekayu dan GI Seduduk Putih. Pada GI Simpang Tiga, metode *Roger's Ratio* dan metode *Duval's Triangle* sama-sama menjawab bahwa transformator tersebut mengalami kegagalan dengan jenis kegagalan *Thermal Faults* > 700 °C. Pada GI Sekayu, metode *Roger's Ratio* menjawab kegagalan yang terjadi pada transformator yaitu *Thermal Faults* > 700 °C saat pengujian ke-1 sedangkan pada pengujian ke-2 dan ke-3 metode ini tidak bisa menjawab kegagalan pada transformator. Metode *Duval's Triangle* menjawab kegagalan yang terjadi pada transformator yaitu *Thermal Faults* > 700 °C pada pengujian ke-1, sedangkan pada pengujian ke-2 dan ke-3 mengalami kegagalan *Discharges of Low Energy* dan *Mixtures of Thermal and Electrical*. Pada GI Seduduk Putih, metode *Roger's Ratio* menjawab kegagalan yang terjadi yaitu *Thermal Faults* 300 °C - 700 °C sedangkan metode *Duval's Triangle* menjawab kegagalan yang terjadi yaitu *Thermal Faults* < 300 °C. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, metode *Duval's Triangle* menjadi lebih efektif jika dibandingkan dengan metode *Roger's Ratio*.

Kata Kunci : *Duval's Triangle*, Kegagalan Transformator, Pengujian *DGA*, *Roger's Ratio*.

ABSTRACT

COMPARISON METHOD OF ROGER'S RATIO AND METHOD DUVAL'S TRIANGLE FOR FAILURE TRANSFORMER WITH DGA TESTING AT SUBSTATION LOCATED IN SOUTH SUMATRA

(Julia Krisna, 03041181520003, 2019, 66 pages)

The use of transformers that are used constantly can affect the quality of the transformer oil. To determine the quality of the transformer oil testing need DGA (Dissolved Gas Analysis). This test is used to determine the amount of content that is dissolved in the transformer oil. There are four methods used in interpreting the results of DGA testing, the method are TDCG, Key Gas, Roger's Ratio and Duval's Triangle. Based on previous research, method superior in responding to failures in the transformer is a method of Roger's Ratio and Duval's Triangle. Thus the authors conducted a study to compare the effectiveness of both methods. The object used is three transformers in different substation located in South Sumatra, namely SL Simpang Tiga, SL Sekayu, SL Seduduk Putih, SL Simpang Tiga, Roger's Ratio method and the method of Duval's Triangle equally replied that the transformer failure by type of failure Thermal Faults $>700\text{ }^{\circ}\text{C}$. SL Sekayu, Roger's Ratio method answered failures in transformers is Thermal Faults $>700\text{ }^{\circ}\text{C}$ when testing 1st, while the testing of the 2nd and 3rd of this method can not answer failures in transformers. Duval's Triangle answered failures in transformers is Thermal Faults $>700\text{ }^{\circ}\text{C}$ on testing 1st, while the testing of the 2nd and 3rd failure are Discharges of Mixtures of Low Energy and Thermal and Electrical. SL Seduduk Putih, method of Roger's Ratio answered failures is Thermal Faults $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ while Duval's Triangle method answered failure is Thermal Faults $<300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Based on the research that has been done, the method of Duval's Triangle to be more effective than the methods Roger's Ratio.

Keywords : *DGA Testing, Duval's Triangle, Roger's Ratio, Transformer Failure.*

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
KATA PENGHANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
NOMENKLATUR	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Transformator	6
2.2 Bagian – bagian Transformator	7
2.2.1 Inti Besi	7
2.2.2 Belitan	8
2.2.3 Bushing	8
2.2.4 Pendingin	9

2.2.5	<i>Oil Preservation & Expansion (Konservator)</i>	10
2.2.6	Tap Charger	11
2.2.7	<i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>	13
2.2.8	Dielektrik (Isolasi Kertas & Minyak Isolasi Trafo)	14
2.3	Minyak Transformator	15
2.4	Kegagalan pada Minyak Transformator	17
2.5	Pengujian <i>DGA (Dissolved Gas Analysis)</i>	21
2.5.1	Metode Ekstraksi Gas	22
2.5.2	<i>Photo-Acoustic Spectroscopy</i>	24
2.6	Metode Interpretasi Pengujian <i>DGA</i>	24
2.6.1	Metode <i>TDCG (Total Dissolved Combustible Gas)</i>	24
2.6.2	Metode <i>Key Gases</i>	27
2.6.3	Metode <i>Rogers Ratio</i>	30
2.6.3.1	Ratio CO_2/CO	30
2.6.4	Metode <i>Duval's Triangle</i>	31
2.7	Penelitian – penelitian Sebelumnya	31
BAB III		34
METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1	Lokasi Penelitian	34
3.2	Waktu Penelitian	34
3.3	Tahapan Penelitian	35
3.4	Metode Interpretasi Hasil Pengujian <i>DGA</i>	35
3.4.1	Metode <i>Roger's Ratio</i>	35
3.4.1.2	Ratio CO_2/CO	38
3.4.2	Metode <i>Duval's Triangle</i>	39
3.5	Diagram Alih Penelitian	41
3.6	Data Masukan	42
3.6.1	<i>Nameplate</i> Transformator	42
3.6.2	Data Hasil Pengujian <i>DGA</i>	42
3.6.2.1	Transformator TD2 pada GI Simpang Tiga	43

3.6.2.2 Transformator TD 1 pada GI Sekayu	43
3.6.2.3 Transformator TD 1 pada GI Seduduk Putih	44
BAB IV	45
HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Interpretasi Data Menggunakan Metode <i>TDCG</i> sesuai <i>IEEE</i> std C57-104-2008	45
4.1.1 Transformator TD 2 pada GI Simpang Tiga	45
4.1.2 Transformator TD 1 pada GI Sekayu	47
4.1.3 Transformator TD 2 pada GI Seduduk Putih	49
4.2 Interpretasi Data Menggunakan Metode <i>Roger's Ratio</i>	51
4.2.1 Transformator TD 2 pada GI Simpang Tiga	52
4.2.2 Transformator TD 2 pada GI Sekayu	53
4.2.3 Transformator TD 2 pada GI Seduduk Putih	55
4.3 Interpretasi Data Menggunakan Metode <i>Duval's Triangle</i>	56
4.3.1 Transformator TD 2 pada GI Simpang Tiga	56
4.3.2 Transformator TD 2 pada GI Sekayu	57
4.3.3 Transformator TD 2 pada GI Seduduk Putih	60
4.4 Perbandingan Intepretasi Data Metode <i>TDCG</i> , <i>Roger's Ratio</i> dan <i>Duval's Triangle</i>	61
4.4.1 Transformator TD 2 pada GI Simpang Tiga	61
4.4.2 Transformator TD 2 pada GI Sekayu	62
4.4.3 Transformator TD 2 pada GI Seduduk Putih	63
BAB V	65
KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam – macam Pendingin Pada Transformator	9
Tabel 2.2	Jenis Kegagalan yang terdeteksi dengan Uji <i>DGA</i>	18
Tabel 2.3	Jenis Gas Terlarut dalam Minyak Transformator	22
Tabel 2.4	Konsentrasi Gas Terlarut	25
Tabel 2.5	Periode Pengambilan Sampel dan Prosedur Operasi	26
Tabel 2.6	Penelitian – penelitian yang berkaitan dengan topik tugas akhir yang telah dilakukan sebelumnya	32
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	34
Tabel 3.2	<i>Detection Limit DGA</i> pada <i>Roger's Ratio</i>	36
Tabel 3.3	Kode <i>Roger's Ratio</i>	36
Tabel 3.4	Jenis Gangguan pada Transformator	37
Tabel 3.5	<i>Limits and Generation Rate Per Month Limits</i>	39
Tabel 3.6	Jenis Kegagalan Transformator <i>Duval's Triangle</i>	40
Tabel 3.7	<i>Nameplate</i> Transformator	42
Tabel 3.8	Hasil Uji <i>DGA</i> pada Transformator TD 2 pada GI Simpang Tiga	43
Tabel 3.9	Hasil Uji <i>DGA</i> pada Transformator TD 1 pada GI Sekayu	43
Tabel 3.10	Hasil Uji <i>DGA</i> pada Transformator TD 2 pada GI Seduduk Putih	44
Tabel 4.1	Interpretasi dengan Metode <i>TDCG</i> pada GI Simpang Tiga	45
Tabel 4.2	Interpretasi dengan Metode <i>TDCG</i> pada GI Sekayu	47
Tabel 4.3	Interpretasi dengan Metode <i>TDCG</i> pada GI Seduduk Putih	49
Tabel 4.4	Interpretasi dengan Metode <i>Roger's Ratio</i> pada GI Simpang Tiga	52
Tabel 4.5	Interpretasi dengan Metode <i>Roger's Ratio</i> pada GI Sekayu	53
Tabel 4.6	Interpretasi dengan Metode <i>Roger's Ratio</i> pada GI Sekayu Pengujian 3	53
Tabel 4.7	Interpretasi dengan Metode <i>Roger's Ratio</i> pada GI Seduduk Putih	55
Tabel 4.8	Interpretasi dengan Metode <i>Duval's Triangle</i> pada GI Simpang Tiga	56
Tabel 4.9	Interpretasi dengan Metode <i>Duval's Triangle</i> pada GI Sekayu	57

Tabel 4.10 Interpretasi dengan Metode <i>Duval's Triangle</i> pada GI Sekayu Pengujian 3	58
Tabel 4.11 Interpretasi dengan Metode <i>Duval's Triangle</i> pada GI Seduduk Putih	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Hukum Elektomagnetik	6
Gambar 2.2	Elektromagnetik pada Transformator	7
Gambar 2.3	Inti Besi	7
Gambar 2.4	Belitan Transformator	8
Gambar 2.5	Bushing	8
Gambar 2.6	Konservator	10
Gambar 2.7	<i>Silicagel</i>	11
Gambar 2.8	<i>Dehydrating Breater</i>	11
Gambar 2.9	<i>OLTC</i> pada Transformator	12
Gambar 2.10	Kontak <i>Switching</i> pada <i>diverter switch</i>	13
Gambar 2.11	Pertanahan Langsung dan Pertanahan melalui NGR	14
Gambar 2.12	<i>Neutral Grounding Resistor (NGR)</i>	14
Gambar 2.13	Minyak Isolasi Trafo	15
Gambar 2.14	Tembaga yang dilapisi isolasi kertas	16
Gambar 2.15	Diagram Kerja Gas <i>Chromatograph</i>	23
Gambar 2.16	Grafik <i>Overheated Oil</i>	28
Gambar 2.17	Grafik <i>Overheated</i> Selulosa	29
Gambar 2.18	Grafik Peluahan Sebagian	29
Gambar 2.19	Grafik <i>Electrical- Arcing</i>	30
Gambar 3.1	<i>Duval's Triangle</i>	40
Gambar 4.1	Segitiga <i>Duval</i> pada Transformator GI Simpang Tiga	57
Gambar 4.2	Segitiga <i>Duval</i> pada Transformator GI Sekayu	59
Gambar 4.3	Segitiga <i>Duval</i> pada Transformator GI Seduduk Putih	61
Gambar 4.4	Gas Terlarut pada Transformator di GI Simpang Tiga	62
Gambar 4.5	Gas Terlarut pada Transformator di GI Sekayu	63
Gambar 4.6	Gas Terlarut pada Transformator di GI Seduduk Putih	64

DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1	Persentase C_2H_2	39
Rumus 3.2	Persentase C_2H_4	39
Rumus 3.3	Persentase CH_4	39

NOMENKLATUR

AC	: <i>Alternating Current</i>
ASTM	: <i>American Standar Testing and Material</i>
CH ₄	: Metana
C ₂ H ₂	: Asetelin
C ₂ H ₄	: Etilen
C ₂ H ₆	: Etana
CO	: Karbon Monoksida
CO ₂	: Karbon Dioksida
DGA	: <i>Dissolved Gas Analysis</i>
D1	: <i>Discharges of Low Energy</i>
D2	: <i>Discharges of High Energy</i>
GC	: <i>Gas Chromatograph</i>
GI	: Gardu Induk
H ₂	: Hidrogen
K	: Kondisi
NaCl	: Natrium Klorida
NGR	: <i>Neutral Grounding Resistor</i>
OLTC	: <i>On Load Tap Charger</i>
O ₂	: Oksigen
P1	: Pengujian Ke-1 (dst)
PAS	: <i>Photo-Acoustic Spectroscopy</i>
PD	: <i>Partial Discharge</i>
Ppm	: <i>part per million</i>
TDCG	: <i>Total Dissolved Combustible Gas</i>
T1	: <i>Overheating less than 300 °C</i>
T2	: <i>Overheating 300 to 700 °C</i>
T3	: <i>Overheating over 700 °C</i>
TD	: Transformator Daya

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman saat ini, maka pola berpikir manusia pun menuju ke arah yang lebih baik dalam memperbaiki kehidupan. Dengan adanya pembangunan yang pesat dengan jumlah kependudukan serta taraf hidup masyarakat yang meningkat, ini berarti kebutuhan energi listrik akan meningkat pula, salah satunya dalam bidang kelistrikan. Untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut, perlunya kehandalan sistem kelistrikan yaitu dengan meminimalisir tingkat pemadaman listrik. Sistem kelistrikan terbagi menjadi tiga bagian yaitu sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Pada sistem kelistrikan terdapat salah satu bagian terpenting yang digunakan yaitu transformator.

Transformator adalah alat mesin – mesin listrik statis dengan memiliki belitan dan rangkaian magnetik yang mampu mentransformasikan arus dan tegangan secara induksi elektromagnetik dengan arus bolak – balik (*Alternating Current*) dan frekuensi yang sama [1].

Pada penggunaannya transformator lebih banyak digunakan dalam sistem transmisi dan sistem distribusi. Penggunaan transformator yang dilakukan secara terus menerus dapat mempengaruhi kehandalan transformator tersebut sehingga akan mempengaruhi kualitas dan umur dari isolasi transformator. Kualitas isolasi minyak transformator adalah salah satunya. Isolasi minyak transformator tersebut memiliki fungsi untuk pelindung belitan dan media pendingin. Beban berupa medan listrik dan beban termal dari belitan maupun inti transformator akan mempengaruhi minyak transformator [2].

Beban-beban ini dapat mempengaruhi kandungan-kandungan minyak isolasi pada transformator, sehingga diperlukan pengujian untuk melihat kandungan-kandungan yang dianggap dapat mempengaruhi kinerja dari transformator. Maka dari itu untuk menjaga kehandalan transformator tersebut perlu adanya pengujian terhadap minyak transformator yang digunakan dengan melakukan pengujian dengan metode *Dissolved Gas Analysis (DGA)*. *DGA* merupakan suatu proses untuk menghitung kadar atau nilai dari gas-gas hidrokarbon yang terbentuk akibat ketidaknormalan. Berdasarkan komposisi gas-gas tersebut dapat diidentifikasi kegagalan minyak isolasi pada transformator berupa dampak-dampak ketidaknormalan seperti *overheating* dan sebagainya [1].

Dengan pengujian *DGA* tersebut maka dapat mengidentifikasi atau menganalisis jenis kegagalan pada transformator. Untuk menginterpretasikan data pengujian *DGA* tersebut dapat dengan menggunakan empat metode yaitu *TDCG*, *Roger's Ratio*, *Key Gas* dan *Duval's Triangle*. Pada umumnya interpretasi data pengujian *DGA* yang digunakan adalah metode *TDCG* yang mampu menyatakan kondisi dari minyak transformator tersebut tanpa mengetahui jenis kegagalan yang terjadi pada isolasi minyak transformator sesuai dengan standar *IEEE C57. 104-2008*.

1.2 Perumusan Masalah

Penggunaan transformator yang digunakan secara terus-menerus dapat mempengaruhi kualitas minyak transformator. Minyak transformator sendiri memiliki fungsi sebagai media pendinginan untuk meredam belitan transformator yang bersuhu tinggi [2][3]. Salah satu faktor kehandalan transformator dapat dipengaruhi oleh kualitas minyak yang digunakan. Untuk mengetahui kualitas minyak transformator maka perlunya pengujian *DGA (Dissolved Gas Analysis)*. Dengan pengujian ini dapat mengetahui kandungan – kandungan gas yang terlarut pada minyak transformator yang digunakan sebagai isolasi. Dalam melakukan

pengujian ini dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode *Chromatograph Gas* dan metode *Photo Acoustic Spectroscopy* [4] [5].

Penelitian yang membahas mengenai pengujian *DGA* ini sudah banyak dilakukan. Diantaranya membahas secara keseluruhan dari penggunaan keempat metode yang ada dalam menginterpretasikan data hasil pengujian *DGA*, namun ada juga yang membahas satu dari keempat metode yang digunakan dengan hasil akhir yang sama. Dengan tujuan untuk mencari penggunaan metode yang akurat dalam mendapatkan hasil yang akurat. Dari keempat metode tersebut tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan dalam menjawab kandungan-kandungan gas yang terlarut di dalam minyak transformator.

Pada penelitian sebelumnya mengenai hasil uji *DGA* [6][7][8] yang membahas mengenai interpretasi data hasil uji *DGA* di tempat yang berbeda dengan memperlihatkan bahwa metode *Roger's Ratio* dan *Duval's Triangle* lebih unggul dari dua metode lainnya. Dalam hal ini dimaksud bahwa kedua metode diatas mampu menjawab kegagalan-kegagalan yang terjadi pada transformator.

Maka dari itu dalam penelitian ini akan membahas mengenai perbandingan dari penggunaan dua metode dalam menginterpretasikan data hasil uji *DGA* yaitu dengan metode *Roger's Ratio* dan *Duval's Triangle* pada transformator.

1.3 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan yang akan dicapai yaitu, sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis hasil data pengujian *DGA* dengan menerapkan metode *Roger's Ratio* dan metode *Duval's Triangle* dalam menentukan kegagalan isolasi minyak transformator dan mengetahui jenis kegagalan yang terjadi pada transformator.
2. Untuk membandingkan efektivitas dari dua metode yang digunakan dalam menginterpretasikan data pengujian *DGA*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Terdapat beberapa lingkup penelitian agar permasalahan yang dibahas menjadi terarah, yaitu;

1. Analisis jenis kegagalan minyak transformator dengan menerapkan metode *Roger's Ratio* dan *Duval's Triangle*.
2. Objek yang dianalisis merupakan transformator pada gardu induk Simpang Tiga, Sekayu dan Seduduk Putih di Sumatera Selatan yang menggunakan minyak isolasi mineral.
3. Pengujian *DGA (Dissolved Gas Analysis)* yang dilakukan menggunakan metode ekstraksi gas *Chromatograph*.
4. Analisis data uji *DGA* menggunakan sampel minyak pada tangka utama.
5. Hanya membahas pengujian *DGA* dan tidak menganalisis pengujian karakteristik minyak isolasi lainnya pada transformator.
6. Tidak membahas mengenai proses pembentukan gas hidrokarbon pada kegagalan minyak isolasi transformator.
7. Tidak membahas penyebab terjadinya kegagalan pada transformator.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini merupakan pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan landasan teori mengenai transformator, minyak transformator, dan metode-metode

yang digunakan dalam menginterpretasikan data hasil uji *DGA* serta kegagalan-kegagalan yang terjadi pada minyak transformator.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang waktu, tempat penelitian, metode yang digunakan digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan jenis kegagalan minyak transformator serta data masukan hasil uji *DGA*.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang hasil yang telah didapatkan dari proses pengambilan data serta perhitungan yang diolah dan dianalisa untuk pengambilan kesimpulan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Neuzil, “Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga,” in *Nucleic Acids Research*, vol. 34, no. 11, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 2006, pp. e77–e77.
- [2] I. I. Hermawan, Abdul Syakur, “STUDI PENGARUH PENUAAN (AGING) TERHADAP LAJU DEGRADASI KUALITAS MINYAK ISOLASI TRANSFORMATOR TENAGA.”
- [3] S. Bangun Adi Ismoro, T. Haryono, “Metode DGA (Dissolved Gas Analysis) Untuk Perawatan Minyak Transformator Daya Di PT. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Paiton,” *J. Penelit. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 03, pp. 125–130, 2010.
- [4] M. F. A. R and T. Sukmadi, “Analisis Indikasi Kegagalan Transformator dengan Metode Dissolved Gas Analysis,” vol. 13, no. 3, pp. 95–102, 2011.
- [5] E. P. Raharjo, “EVALUASI KANDUNGAN GAS (DGA) DENGAN METODE KROMATOGRAFI GAS TERHADAP NILAI YANG TELAH MELALUI PROSES,” vol. 1, no. 3, pp. 23–31, 2014.
- [6] P. L. Gardu, A. R. Demmassabu, S. Patras, F. Lisi, and J. T. E. Unsrat, “DAYA BERDASARKAN HASIL UJI DGA DENGAN METODE TDCG , KEY GAS , ROGER ’ S RATIO , DUVAL ’ S TRIANGLE PADA GARDU INDUK Triangle,” 2014.
- [7] S. N. Hettiwatte and H. A. Fonseka, “Analysis and interpretation of dissolved gases in transformer oil: A case study,” *Proc. 2012 IEEE Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis, C. 2012*, no. September, pp. 35–38, 2012.
- [8] R. Hardityo, “Deteksi dan analisis indikasi kegagalan transformator dengan metode analisis gas terlarut skripsi,” 2008.
- [9] S. Kasus, T. Gtg, P. Tambak, and L. Semarang, “TRANSFORMATOR TENAGA,” pp. 1–8, 2008.
- [10] Y. P. Sinuhaji, “ANALISIS KEADAAN MINYAK ISOLASI

TRANSFORMATOR DAYA 150 kV MENGGUNAKAN METODE DISSOLVED GAS ANALYSIS (DGA) DAN FUZZY LOGIC PADA GARDU INDUK WILAYAH SIDOARJO,” 2012.

- [11] S. T. Distribusi, “Pt pln (persero) spln d3.002-1: 2007,” no. 161, 2007.
- [12] P. Umum and L. Negara, “Minyak Isolasi,” vol. Bltl-N49-., 1982.
- [13] *Transformers : Basics , Maintenance* , no. April. Denver, Colorado: U.S. Department of the Interior Bureu of Reclamation, 2005.
- [14] L. M.-P. (Marathwada I. of T. Nitin Zope, Syed Imran Ali, Sanjeevikumar Padmanaban, Mahajan Sagar Bhaskar, “Analysis of 132kV/33kV 15 MVApower Transformator Dissolved Gas Using Transport-X Kelman Kit Through Duval’s Triangle and Roger’s Ratio Prediction,” vol. 978-1–5090, pp. 5–9, 2018.
- [15] D. A. Arifianto, I. Soemarwanto, and I. H. Purnomo, “Analisis Kegagalan Transformator Di PT Asahimas Chemical Banten Berdasarkan Hasil Uji DGA Dengan Metode Roger ’ s Ratio,” *Student J.*, vol. 1–6, no. 2, 2013.
- [16] A. Chumaidy, “Analisis kegagalan minyak isolasi pada transformator daya berbasis kandungan gas terlarut,” pp. 41–54.
- [17] L. M.-P. (Marathwada I. of T. Nitin Zope, Syed Imran Ali, Sanjeevikumar Padmanaban, Mahajan Sagar Bhaskar, “Analysis of 132kV/33kV 15 MVA Power Transformer Dissolved Gas Using Transport-X Kelman Kit Through Duval’s Triangle and Roger’s Ratio Prediction,” vol. 978-1–5090, pp. 5–9, 2018.
- [18] T. Committee, I. Power, and E. Society, *IEEE Std C57.104TM-2008 (Revision of IEEE Std C57.104-1991), IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers*, vol. 2008, no. February. 2009.
- [19] H. G. (PT. P. (Persero)), “Analisa Data Hasil Pengujian DGA.” PT. PLN (Persero), P3B Region Jakarta & Banten, 2007.
- [20] H. Sun, Y. Huang, and C. Huang, “Energy Procedia A Review of Dissolved Gas Analysis in Power Transformers,” vol. 14, no. 2011, pp. 1220–1225, 2012.
- [21] C. D. T. Method, “Analysis and Interpretation of Dissolved Gases in Transformer Oil,” no. September, pp. 35–38, 2012.

- [22] T. E. Naibaho, Nurhabibah (Universitas Krisnadwipayana, “Analisis Kegagalan Transformator Berdasarkan Hasil Pengujian DGA,” *FT Semin. Nas. Sinergi (Energi dan Teknol.*, pp. 98–106, 2013.
- [23] M. Faishal A.R., “Analisa Jenis Kegagalan Transformer Berdasarkan Hasil Uji Dga Dengan Metode Roger ’ S Ratio,” *Anal. Jenis Kegagalan Transform. Berdasarkan Has. Uji Dga Dengan Metod. Roger’S Ratio Pltu Tambak Lorok*, pp. 1–8.
- [24] V. Olume, “F ACILITIES I NSTRUCTIONS , S TANDARDS , AND T ECHNIQUES T RANSFORMER D IAGNOSTICS B UREAU OF R ECLAMATION AGENCY REPORT NUMBER,” 2003.
- [25] T. Committee, I. Power, and E. Society, *IEEE Std C57.104TM-2008 (Revision of IEEE Std C57.104-1991), IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers*, vol. 2008, no. February. 2009.
- [26] W. Pt and P. L. N. Persero, “Pengambilan Sample Minyak Isolasi Trafo Pengambilan Sample Minyak Isolasi Trafo • Peralatan umum • Peralatan keselamatan • Peralatan khusus • Prosedur,” pp. 9–13, 2017.

