

Analisa Kondisi Minyak Trafo Berdasarkan Hasil Uji *Dissolved Gas Analysis* Pada Trafo Daya #1 di PT PLN (Persero) Gardu Induk Kotabumi

Yenni Afrida¹, Lutfi Adi Susilo², Fitriono³

Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Lampung, Bandar Lampung
Jl. Z.A. Pagar Alam No.14 Bandar Lampung 35142

¹yenniafrida2016@gmail.com

²lutadi34@gmail.com

³fitriono.umlampung@gmail.com

Intisari — Minyak transformator sangat penting karena berfungsi sebagai pendingin dan juga sebagai isolator. Didalam minyak transformator terdapat kandungan gas-gas terlarut yang dapat menyebabkan kegagalan pada transformator akibat kegagalan gas (*fault gas*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi minyak trafo dengan analisis hasil uji *Dissolved Gas Analysis* (DGA) Pengujian DGA (*Dissolved Gas Analysis*) digunakan untuk menentukan jenis kegagalan pada transformator yang telah beroperasi selama bertahun - tahun. Pengujian DGA dilakukan dengan memantau *fault gas* seperti H₂, CH₄, CO, CO₂, C₂H₄, C₂H₆, C₂H₂, O₂, N₂ dan O₂N₂ yang pada umumnya tidak dapat terdeteksi dalam pengujian karakteristik minyak transformator. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Total Dissolve Gas Analysis* (TDCG) kondisi 1 dengan jumlah gas mudah terbakar 202,845 ppm dengan interpretasi bahwa transformator dapat beroperasi dengan normal. Hasil pengujian menggunakan metode Roger's Ratio pada Trafo Daya 1 GI Kotabumi didapatkan kode-kode 0 0 0. Dari kombinasi 3 kode diatas menunjukkan adanya bahwa minyak trafo dalam kondisi yang baik. Hasil pengujian menggunakan metode *Key Gas* pada Trafo Daya 1 GI Kotabumi didapatkan nilai CO sebesar 56% yang disebabkan oleh *overheating of cellulose* atau pemanasan berlebih pada isolasi padat pada trafo tetapi nilai itu masih jauh dari ambang batas.

Kata kunci — *Dissolved Gas Analysis (DGA)*, *minyak Transformator*. *Metode Roger's ratio*, *Key Gas*

Abstract — Transformer oil is very important because it functions as a coolant and also as an insulator. In transformer oil there are dissolved gases that can cause failure of the transformer due to gas failure (*fault gas*). This research was conducted to determine the condition of transformer oil by analyzing the results of the *Dissolved Gas Analysis (DGA)* test. The DGA (*Dissolved Gas Analysis*) test is used to determine the type of failure in a transformer that has been operating for years. The DGA test is carried out by monitoring fault gases such as H₂, CH₄, CO, CO₂, C₂H₄, C₂H₆, C₂H₂, O₂, N₂ and O₂N₂ which generally cannot be detected in testing the characteristics of transformer oil. Based on the test results using the *Total Dissolve Gas Analysis (TDCG)* method condition 1 with the amount of flammable gas 202.845 ppm with the interpretation that the transformer can operate normally. The test results using the Roger's Ratio method on the Power Transformer 1 GI Kotabumi obtained codes 0 0 0. From the combination of the 3 codes above, it shows that the transformer oil is in good condition. The results of the test using the *Key Gas* method on Power Transformer 1 GI Kotabumi obtained a CO value of 56% caused by *overheating of cellulose* or *overheating of solid insulation* in the transformer but that value is still far from the threshold

Keywords — *Dissolved Gas Analysis (DGA)*, *Transformer oil*, *Roger's ratio method*, *Key Gas*.

I. PENDAHULUAN

Salah satu komponen terpenting dalam sistem penyaluran tenaga listrik yaitu transformator. Namun kurangnya pemeliharaan pada transformator masih sering terjadi sehingga transformator mengalami kegagalan isolasi (*breakdown*). Di dalam transformator terdapat minyak yang berfungsi sebagai pendingin dan juga sebagai isolator. Didalam minyak transformator

terdapat kandungan gas-gas terlarut yang dapat menyebabkan kegagalan pada transformator akibat kegagalan gas (*fault gas*). Pengujian DGA (*Dissolved Gas Analysis*) digunakan untuk menentukan jenis kegagalan pada transformator yang telah beroperasi selama bertahun - tahun. Pada pengujian DGA dilakukan pemantauan *fault gas* seperti H₂, CH₄, CO, CO₂, C₂H₄, C₂H₆, C₂H₂, O₂, N₂ dan O₂N₂ yang pada umumnya tidak dapat terdeteksi dalam

pengujian karakteristik minyak transformator. Gas tersebut timbul pada saat transformator bekerja secara kontinu yang mengakibatkan pecahnya senyawa menjadi unsur C-H. Pecahnya ikatan unsur tersebut dapat menjadi salah satu penyebab kegagalan transformator seperti kegagalan termal, elektrik (tegangan tembus), dan juga *arching* yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Analisa hasil uji DGA (*Dissolved Gas Analysis*) dilakukan dengan menggunakan metode TDCG dan Roger's Ratio untuk mendapatkan indikasi kegagalan yang terjadi pada minyak transformator, setelah didapat indikasi jenis kegagalan maka diteruskan dengan penarikan kesimpulan jenis kegagalan transformator yang diuji. Hasil analisis dari pertumbuhan nilai gas terlarut pada minyak transformator yang diuji dapat digunakan untuk mengetahui jenis kegagalan pada minyak transformator, dan mencegah transformator terbakar akibat gas-gas yang mudah terbakar.

II. METODE PENELITIAN

A. Minyak Trafo

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak transformator diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan.

Minyak transformator mempunyai unsur atau senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam minyak transformator. Ini adalah senyawa hidrokarbon parafinik, senyawa hidrokarbon naftenik dan senyawa hidrokarbon aromatik. Selain ketiga senyawa diatas minyak transformator masih mengandung senyawa yang disebut zat aditif meskipun kandungannya sangat kecil.

Minyak transformator adalah cairan yang dihasilkan oleh proses pemurnian minyak mentah. Selain itu minyak ini juga berasal dari bahan- bahan organik, misalnya minyak piranol dan silikon, beberapa jenis minyak

transformator yang sering dijumpai dilapangan adalah minyak transformator Dila A, Dila B dan Mectrans.

Secara analisis kimia ketahanan listrik suatu minyak transformator dapat menurun akibat adanya pengaruh asam dan pengaruh tercampurnya minyak dan air. Untuk menetralkan keasaman suatu minyak transformator dapat menggunakan potas hidroksida (KOH). Sedangkan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam minyak tersebut yaitu dengan cara memberikan suatu bahan higroskopis yaitu silica gel.

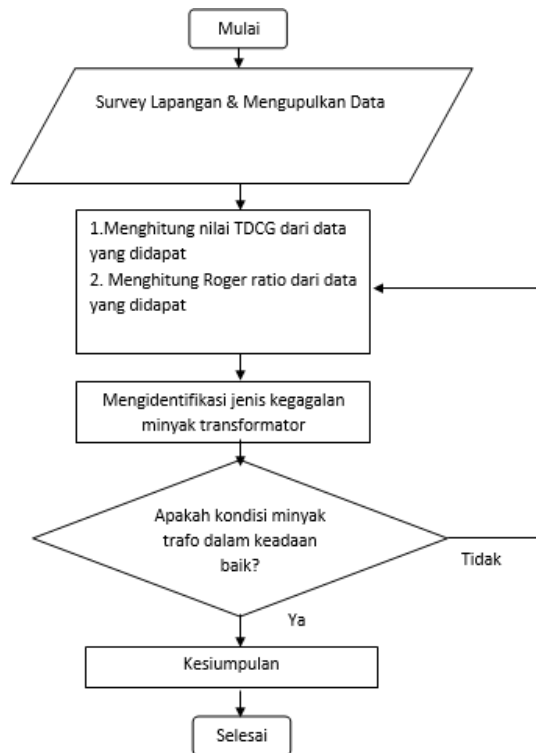
B. Dissolved Gas Analysis (DGA)

Dissolved Gas Analysis (DGA) adalah salah satu pengujian pada minyak transformator yang bertujuan untuk mengetahui gas - gas terlarut dalam minyak transformator yang umumnya gas tersebut tidak dapat terdeteksi pada pengujian karakteristik minyak. Pemantauan gas-gas terlarut bertujuan untuk mengetahui jenis kegagalan pada minyak transformator, dan mencegah transformator terbakar akibat gas-gas yang mudah terbakar. Hasil pengujian DGA berupa gas hydrogen, metan, karbon monoksida, karbon dioksida, asitelin, etan, dan etilen akan naik seiring dengan bertambahnya suhu transformator akibat pembebanan berlebih dan rugi transformator. Panas ini dapat memicu percepatan reaksi hidrokarbon pada minyak transformator terutama meningkatnya gas etana dan etilen yang biasanya disebabkan oleh logam panas. Menurut (IEEE Std C57.104-1991), terdapat beberapa metode yang perlu dilakukan dalam menginterpretasi dan menganalisis data berdasarkan hasil pengujian DGA yang diperoleh, yaitu TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*), *Key Gas*, *Roger's Ratio*, dan *Duval's Triangle*.

C. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini memfokuskan untuk menemukan penyebab kegagalan transformator dari hasil pengujian DGA yang kemudian di analisis menggunakan metode TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*), *Roger's Ratio*, *Key Gas*, dan *Duval's Triangle*. Penelitian ini dilakukan di PT.PLN (Persero) Gardu Induk Kotabumi trafo daya

#1. Transformator yang digunakan pada penelitian ini adalah transformator pabrikan dari Unindo 3 fasa, 50 Hz, 150 kV / 20 kV, yang berarti transformator ini merupakan transformator *step down*. Transformator ini menggunakan sistem pendinginan ONAF.



Gbr. 1 Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel minyak untuk pengujian DGA sangat menentukan keakuratan hasil uji dan menentukan hasil analisa yang akan didapat.

A. Menggunakan Metode TDGC (Total Dissolved Combustible Gas)

Adapun cara untuk menghitung nilai TDCG yaitu dengan menjumlahkan nilai H_2 , CH_4 , CO , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 dalam satuan ppm. Data yang digunakan merupakan data dari alat uji merk Shimadzu dengan tipe GC 2014 dan pengujian dilakukan di Laboratorium Minyak PT. PLN (Persero) UPT Palembang. Pengujian dilakukan pada tanggal 12 Maret 2021 dengan hasil seperti pada table 1 berikut ini :

Tabel 1. Hasil pengujian minyak trafo

H_2 (hidrogen)	0 ppm
CH_4 (metan)	27,421 ppm
CO (karbon monoksida)	114,743 ppm
CO_2 (karbon dioksida)	1495,972 ppm
C_2H_2 (asetilin)	0 ppm
C_2H_4 (etilen)	1,754 ppm
C_2H_6 (etan)	58,927 ppm

Berdasarkan hasil uji diatas didapatkan nilai TDGC pada trafo daya #1 GI Kotabumi sebesar 202,845 ppm. Berdasarkan tabel 1 kondisi minyak trafo termasuk dalam kondisi 1 dengan intepretasi bahwa transformator dapat beroperasi dengan normal. Adapun batasan untuk kondisi 1 yaitu kurang dari 720 ppm. Jika melebihi batasan nilai tersebut maka diperlukan tindakan pemantauan gas-gas tersebut secara berkala. Apabila nilai TDCG sudah dalam keadaan harus diwaspadai maka interval waktu pengujian DGA akan dipercepat guna mencegah *breakdown* pada trafo. Gas CO_2 atau gas karbon dioksida, ini terbentuk karena panas berlebih pada kertas selolusa sehingga menimbulkan gas CO dan CO_2 yang cukup tinggi.

B. Menggunakan Metode Roger's Ratio

Metode yang sering disebut juga dengan rasio lima ini digunakan untuk mendapatkan 3 digit kode angka dimana kode-kode angka tersebut menunjukkan indikasi penyebab kegagalan pada transformator. Berikut ini perhitungan mencari kode-kode angka rasio 5.

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat kode-kode roger's ratio 0 0 0 . Dari kombinasi 3 kode diatas menunjukkan adanya bahwa minyak trafo dalam kondisi yang baik. Hal itu berdasarkan tabel 2 yang menunjukan analisa kondisi minyak trafo dalam keadaan normal tidak ada indikasi kegagalan didalamnya.

$$\frac{C_2H_2}{C_2H_4} = 0$$

$$\frac{CH_4}{H_2} = 0$$

$$\frac{C_2H_4}{C_2H_6} = 0,029$$

Tabel 2. Roger's Ratio

Case	R2	R1	R5	Diagnosa Fault
0	< 0,1	<0,1	<0,2	Unit Normal
1	>1	0,1 – 0,5	>1	Densitas energy tingkat rendah
2	0,6 – 2,5	0,1 - 1	>2	Arching – Energi discharge tinggi
3	NS ¹⁾	>1 but NS ¹⁾	< 1	Temperature thermalrendah
4	< 0,1	> 1	1 – 4	Thermal fault t<700 ⁰ C
5	< 0,2 ²⁾	> 1	> 4	Thermal fault t > 700 ⁰ C

C. Menggunakan Metode Key Gas

Gas – gas yang terbentuk pada minyak transformator secara kualitatif dapat dianalisa untuk menentukan jenis kegagalan minyak transformator yang terjadi. Berikut persentasi gas yang terlarut dalam minyak transformator. Dari data persentasi gas diatas menunjukan bahwa nilai gas CO merupakan gas yang tertinggi dengan nilai 56,50%. Hal itu dapat disebabkan oleh *overheating of cellulose* atau pemanasan berlebih pada isolasi padat pada trafo.

Nilai tersebut masih dibawah standar yang berlaku yaitu 92%. Hal itu menunjukan bahwa kondisi trafo dalam kondisi yang baik. Selain itu nilai persentasi gas etan menunjukan nilai 29,00% yang melewati batas aman yaitu 20%. Kadar gas etan yang melewati 20% dari nilai TDCG menunjukan adanya indikasi disebabkan oleh *overheating of oil* atau pemanasan berlebih terhadap minyak trafo yang menyebabkan gas etan terbentuk.

Tabel 3. persentasi gas yang terlarut dalam minyak transformator

H ₂ (hidrogen)	0%
CH ₄ (metan)	13,5%
CO (karbon monoksida)	56,5%
C ₂ H ₂ (asetelin)	0%
C ₂ H ₄ (etilen)	0,8%
C ₂ H ₆ (etan)	29,0%

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini :

1. Hasil pengujian menggunakan metode *Total Dissolve Gas Analysis* (TDCG) pada Trafo Daya 1 GI Kotabumi dalam kondisi 1 dengan jumlah gas mudah terbakar 202,845 ppm dengan intepretasi bahwa transformator dapat beroperasi dengan normal.
2. Hasil pengujian menggunakan metode Roger's Ratio pada Trafo Daya 1 GI Kotabumi didapatkan kode-kode 0 0 0. Dari kombinasi 3 kode diatas menunjukkan adanya bahwa minyak trafo dalam kondisi yang baik.
3. Hasil pengujian menggunakan metode *Key Gas* pada Trafo Daya 1 GI Kotabumi didapatkan nilai CO sebesar 56% yang disebabkan oleh *overheating of cellulose* atau pemanasan berlebih pada isolasi padat pada trafo tetapi nilai itu masih jauh dari ambang batas.

REFERENSI

- [1] IEEE Std C57.104-1991. (1991). IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers, 9-12.
- [2] Yunus, Despiani and Pawenary, Pawenary and Nur Qosim, Muchamad Analisis Pengujian Minyak
- [3] Transformator Daya 150 Kv Dengan Metode Koefisien Korelasi. *Bachelors Degree (S1) Thesis, Institut Teknologi PLN.*
- [4] Aditia Arifianto, Dimas, Analisis kegagalan transformator di PT asahimas chemical banten berdasarkan hasil uji DGA dengan metode Roger's Ratio, Malang, Universitas Brawijaya.
- [5] IEC Publication 156, "Insulating Liquid – Determination of the Breakdown Voltage at Power Frequency Test Method", 1995
- [6] Prayoga, Aditya, Transformator, Teknik Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia: Depok, 2010
- [7] Rahmat H, Deteksi dan Analisis Indikasi Kegagalan Transformator Dengan Metode Analisis Gas Terlarut, Skripsi, Fakultas Teknik. Universitas Indonesia: Depok, 2008.