

## Diagnosis Minyak Isolasi pada Trafo dengan Metode Dissolved Gas Analysis (DGA)

Pungkas Prayitno<sup>1\*</sup>

Universitas Sutomo Serang, Banten

**Corresponding Author:** Pungkas Prayitno [pungkasprayitno@gmail.com](mailto:pungkasprayitno@gmail.com)

---

### ARTICLE INFO

*Kata Kunci:* Trafo, Minyak Isolasi, Gas Terlarut, Dissolved Gas Analysis

*Received :* 03 September

*Revised :* 12 September

*Accepted:* 20 September

©2022 Prayitno: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab gangguan pada Trafo daya yang menyebabkan kerusakan menggunakan Dissolved Gas Analysis (DGA). Minyak Trafo merupakan salah satu komponen isolasi yang sangat penting pada Trafo. Peran minyak isolasi merupakan komponen penting untuk mempertahankan suplai tenaga listrik dari gangguan selama operasi. Untuk mengetahui kandungan gas terlarut dan konsentrasinya pada minyak isolasi Trafo maka perlu dilakukan pemantauan dengan pengujian Dissolved Gas Analysis (DGA). Alat uji menggunakan Myrcos Portable DGA Micro Gas Chromatograph - Morgan Schaffer-Doble. Hasil dari uji DGA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan pada Trafo. Beberapa metode yang digunakan untuk melakukan analisa kegagalan gas pada Trafo sesuai IEEE std. C57-104.1991 dan IEC 6059 yaitu Pengujian DGA (Dissolved Gases Analysis) meliputi gas-gas Hydrogen (H<sub>2</sub>), Methane (CH<sub>4</sub>), Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Ethylene C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), Ethane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) dan Acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). Pengujian mengacu ke standar IEC 60567 Tahun 2011/ ASTM 3612 Method C sedangkan Interpretasi menggunakan Standar IEEE C57 IEEE std. C.57-104.2008. Jika jenis kegagalan pada Trafo sudah diketahui maka langkah selanjutnya yaitu memberikan rekomendasi tindak lanjut agar kegagalan Trafo dapat dicegah. Berdasarkan dari hasil pengujian DGA dan analisis diperoleh kesimpulan bahwa indikasi jenis kegagalan yang terjadi pada Trafo normal.

## PENDAHULUAN

Trafo adalah peralatan listrik yang sangat vital dalam pembangkit energi listrik [1], untuk itu keandalannya harus tetap terjaga agar proses penyaluran energi listrik berjalan lancar. Peran minyak isolasi pada Trafo yaitu untuk mempertahankan berlangsungnya penyaluran tenaga listrik dari gangguan selama operasi [2]. Media isolasi yang digunakan pada Trafo yaitu berupa udara padat, minyak maupun gas. Seluruh media ini akan mengalami penurunan performa Trafo. Salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada Trafo yaitu gagalnya isolasi akibat panas berlebihan pada Trafo, partial discharge dan arcing yang menimbulkan performa Trafo buruk [3]. Panas berlebihan biasanya ditimbulkan oleh berbagai faktor salah satunya adalah beban lebih (overload). Terjadinya arus lebih pada Trafo dapat memicu kenaikan temperatur pada minyak Trafo yang bisa menyebabkan rusaknya isolasi minyak Trafo [3].

Untuk mengetahui ada tidaknya gangguan yang terjadi Trafo yang mengalami gangguan akan menghasilkan gas terlarut dalam minyak seperti  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $CO$  dan  $CO_2$  [4]. Jika gas tersebut melebihi batas nilai normal, maka akan menimbulkan kebakaran Trafo saat beroperasi. Untuk menjaga keandalan Trafo perlu dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui kondisi Trafo secara dini. Untuk menjaga keandalan dari Trafo perlu dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui keadaan dari Trafo tersebut, salah satunya dengan melakukan uji DGA (Dissolved gas Analysis) yaitu menganalisis kandungan-kandungan gas yang berada pada minyak Trafo [5]. Gas-gas ini umumnya tidak terdeteksi melalui pengujian karakteristik minyak. Metode pengujian DGA akan mengidentifikasi jenis dan jumlah dari fault gas [6].

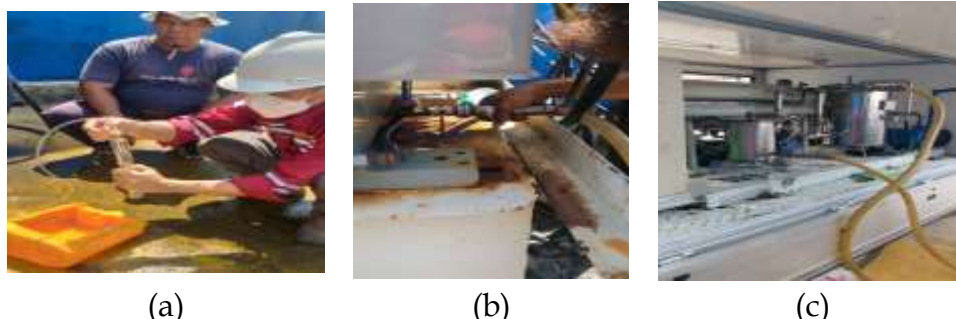
Hasil dari uji DGA adalah data konsentrasi berbagai jenis fault gas yang nantinya akan dianalisis dan diolah untuk memperoleh informasi akan adanya indikasi kegagalan-kegagalan thermal dan elektrik pada Trafo [1]. Untuk mempermudah analisis metode DGA terhadap jumlah fault gas terlarut pada minyak Trafo. Pada dasarnya DGA adalah proses untuk menghitung kadar/nilai dari gas-gas hidrokarbon yang terbentuk akibat ketidaknormalan. Gas yang berada dalam Trafo dapat berfungsi sebagai penanda untuk berbagai jenis gangguan.

## METODOLOGI

Pengambilan sampel minyak isolasi Trafo dalam studi ini dilakukan pada unit tranfo di Gardu KM.Madidihang Milik Politeknik Ahli Usaha Perikanan Jakarta di Pelabuhan Muara Baru dengan spesifikasi merk Centrado 200 KVA dengan Serial Number: RO2008060 Tahun 2020. Sampel minyak diuji melalui proses pengolahan data berdasarkan standar IEEE Std C57.104-2008 dengan Metode uji IEC 60567 Tahun 2011/ASTM3612-C [7] dan Alat Uji Myrcos Portable DGA Micro GC-Morgan Schaffer Doble.

Pengolahan data diawali dengan pengumpulan data konsentrasi tiap gas pada Trafo. Selanjutnya diakhiri dengan analisis dan interpretasi data dengan

menggunakan metode DGA. Pengambilan Sampel dan Tahap Pengujian Gambar 2 menunjukkan prosedur pengujian diawali dengan menyiapkan sampel yang telah diambil dari Trafo kemudian siapkan peralatan pengujian DGA, cek volume gas helium selanjutnya lakukan proses pada alat Morgan Schaffer Mykros yang terkalibrasi hingga keluar hasil konsentrasi gas.



Gambar 2. Pengambilan sampel minyak isolasi (a) Syringe (b) Selang Silikon (c) uji DGA

Pengambilan sampel minyak untuk pengujian DGA sangat menentukan kehandalan diagnose yang akan didapatkan. Alat pengambilan sampel minyak untuk uji DGA antara lain :

- a. Syringe  
Suntikan dengan wadah berbahan kaca yang dilengkapi dengan kran 3 arah untuk pengambilan sampel minyak
- b. Selang Silikon  
Selang penghubung untuk menghubungkan syringe dengan drain valve minyak Trafo Proses pengambilan sampel minyak dari Trafo dilakukan setelah semua peralatan telah disiapkan.
- c. Berikut adalah intruksi kerja pengambilan sampel minyak untuk uji DGA Persiapan yang dapat dilakukan diantaranya:
  - (1) Siapkan ember untuk menampung minyak Trafo
  - (2) Pasang selang silikon pada drain valve tangki utama Trafo
  - (3) Persiapkan syringe untuk pengambilan sampel minyak
  - (4) Atur stop kran 3 arah pada posisi menutup
  - (5) Pasang syringe kran 3 arah pada sisi lain selang silikon

Pengujian DGA dilakukan di laboratorium PT. Sinar Silo Sinai Ciangsana Cibubur Jawa Barat pada Gambar 2 menunjukkan prosedur pengujian diawali dengan menyiapkan sampel yang telah diambil dari Trafo kemudian siapkan peralatan pengujian DGA, cek volume gas helium selanjutnya lakukan proses pada alat Morgan Schaffer Mykros yang terkalibrasi hingga keluar hasil konsentrasi gas.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisa terhadap minyak berdasarkan jumlah gas terlarut merujuk pada *Total Dissolve Combustible Gas (TDCG) IEEE Std C57.104-2008*. Panduan ini mengacu pada nilai ppm konsentrasi volume dalam isolasi minyak standar dapat di lihat pada table 1.

Tabel 1. Konsentrasi gas terlarut

Status	Dissolved key gas concentration limits [ $\mu\text{L}/\text{L}$ (ppm) <sup>a</sup> ]							TDCG <sup>b</sup>
	Hydrogen (H <sub>2</sub> )	Methane (CH <sub>4</sub> )	Acetylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	Ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	Ethane (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	Carbon monoxide (CO)	Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	
Kondisi 1	100	120	1	50	65	350	2500	720
Kondisi 2	101 - 700	121 - 400	2 - 9	51 - 100	66 - 100	351 - 570	2500 - 4000	721 - 1920
Kondisi 3	701 - 1800	401 - 1000	10 - 35	101 - 200	101 - 150	371 - 1400	4001 - 10000	1921 - 4630
Kondisi 4	> 1800	> 1000	> 35	> 200	> 150	> 1400	> 10000	> 4630

Metode *Total Dissolve Combustible Gas* (TDCG) merupakan metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan jenis gas yang mudah terbakar diperoleh berdasarkan IEEE Std C57.104-2008 pada tabel 2.

Tabel 2. Tindakan berdasarkan TDCG

Level	TDCG levels ( $\mu\text{L}/\text{L}$ )	TDCG rate ( $\mu\text{L}/\text{L}/\text{day}$ )	Sampling intervals and operating procedures for gas generation rates	
			Sampling interval	Operating procedures
Kondisi 1	$\leq 720$	>30	Monthly	Exercise caution. Analyze for individual gases. Determine load dependence.
		10 - 30	Quarterly	Continue normal operation.
		<10	Annual	
Kondisi 2	721 - 1920	>30	Monthly	Exercise caution. Analyze for individual gases. Determine load dependence.
		10 - 30	Monthly	
		<10	Quarterly	
Kondisi 3	1921 - 4630	>30	Weekly	Exercise extreme caution. Analyze for individual gases. Plan outage. Advise manufacturer.
		10 - 30	Weekly	
		<10	Monthly	
Kondisi 4	> 4630	>30	Daily	Consider removal from service. Advise manufacturer.
		10 - 30	Daily	Exercise extreme caution. Analyze for individual gases. Plan outage. Advise manufacturer.
		<10	Weekly	

Kondisi 1: TDCG pada level ini mengindikasikan bahwa Trafo beroperasi dengan baik. Kondisi 2: TDCG pada level ini mengindikasikan level gas mudah terbakar sudah melebihi batas normal.. Kondisi 3: TDCG pada level ini mengindikasikan terjadinya dekomposisi tingkat tinggi. Yang berakibat terjadi gangguan. Kondisi 4: TDCG pada level ini mengindikasikan terjadinya pemburukan pada tingkat yang sangat tinggi yang dapat mengakibatkan kerusakan Trafo.

Pengujian DGA (Dissolved Gases Analysis) meliputi gas-gas Hydrogen (H<sub>2</sub>), Methane (CH<sub>4</sub>), Carbon Monoxide (CO), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Ethylene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), Ethane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) dan Acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). Pengujian mengacu ke standar

IEC 60567 Tahun 2011/ ASTM 3612 Method C sedangkan Interpretasi menggunakan Standar IEEE C57 IEEE std. C.57-104.2008 [7].

Alat uji menggunakan Myrcos Portable DGA Micro Gas Chromatograph - Morgan Schaffer-Doble dengan metode ekstraksi gas yang digunakan adalah Head Space (Shake Test) Method. Pengujian DGA bertujuan untuk mendiagnosa/ mendeteksi secara dini kondisi Trafo (Incipient Fault) berinsulasi minyak yang sedang beroperasi dan digunakan sebagai dasar untuk tindakan pemeliharaan selanjutnya.

Pengambilan sampel pada unit Trafo dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merek : CENTRADO 200 KVA  
Serial Number : RO2008060 TAHUN 2020  
Metode uji : IEC 60567 Tahun 2011/ ASTM3612-C  
Standar Interpretasi : IEEE std.C.57-104.2008  
Alat Uji : Myrcos Portable DGA Micro GC-Morgan Schaffer Doble seperti terlihat pada Gambar 2.

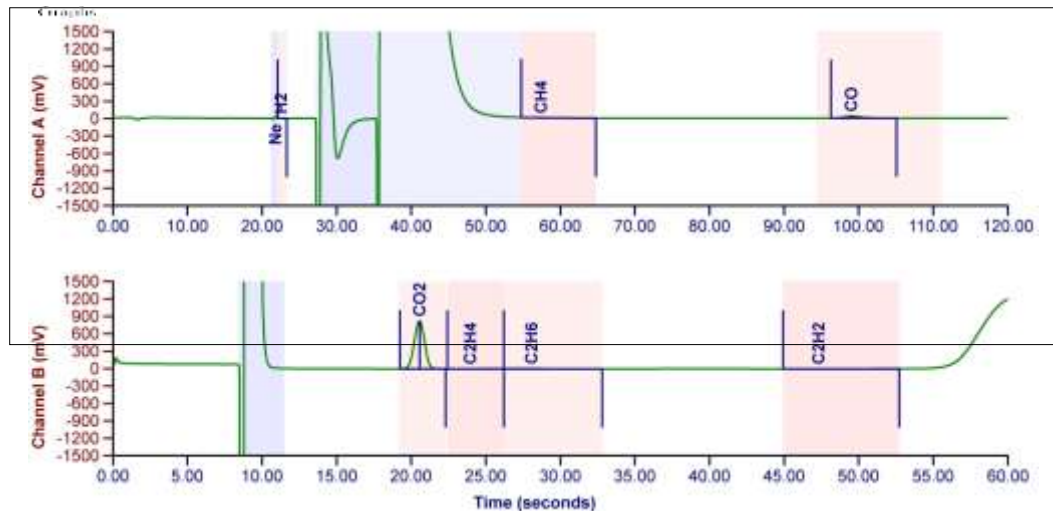


Gambar 2. Myrcos Portable DGA Micro GC-Morgan Schaffer Doble

Dari sampel minyak isolasi yang diambil dapat dianalisa dengan alat uji Myrcos Portable DGA Micro GC-Morgan Schaffer Doble didapat data pada tabel 3. Kemudian disandingkan dengan standart IEEE std. C.57-104.2008 [7] sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa level semua individu gas pada kondisi 1, indikasi Trafo beroperasi normal

Tabel 3. Hasil Parameter uji gas

Parameter uji Gas	Unit	Hasil (ppm)	Batasan (ppm)			
			IEEE std. C.57-104.2008			
			Kondisi			
			1	2	3	4
Hydrogen (H <sub>2</sub> )	ppm	0	100	101-700	701-1800	> 1800
Methane (CH <sub>4</sub> )	ppm	0	120	121-400	401-1000	> 1000
Carbon Monoxide (CO)	ppm	10	350	351-570	571-1400	> 1400
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	ppm	457	2500	2500-4000	4001-10000	> 10000
Ethylene (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	ppm	0	50	51-100	101-200	> 200
Ethane (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	ppm	0	65	66-100	101-150	> 150
Acetylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	ppm	0	1	2-9	10-35	> 35
TDCG (Total Dissolved Combustible Gas)	ppm	10	720	721-1920	1921-4630	> 4630



Gambar 3. Grafik hasil uji parameter fungsi keanggotaan gas

### KESIMPULAN

Sesuai standard IEEE C57.104-2008, hasil uji DGA menunjukkan bahwa Total Dissolved Combustible Gas (TDCG) dan level semua individu gas pada kondisi 1, indikasi Trafo beroperasi normal (operating satisfactorily).

### REKOMENDASI

Kontinyu operasi, monitor DGA 1 tahun kemudian dan minyak Trafo dijaga selalu pada kondisi baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- A. Yulinda, Taqiyudin, and B. M. Basuki, "Analisis Kegagalan Trafo Berdasarkan Hasil Pengujian Dissolved Gas Analysis Pada Trafo 150 MVA 150/20kV GI Pier," 2018.
- G. Yulisusianto, H. Suyono, and R. Nurhasanah, "Diagnosis Kondisi Transformator Berbasis Analisis Gas Terlarut Menggunakan Metode Sistem Pakar Fuzzy," vol. 9, no. 1, pp. 1-6, 2015.
- H. R. Iskandar, E. Taryana, M. R. Hidayat, and G. S. Putra, "Studi Kelayakan Operasi Berdasarkan Uji Dissolved Gas Analysis pada Transformator Distribusi 150 kV Gardu Induk Cibabat Cimahi," vol. 10, no. 1, pp. 10-21, 2021.
- IEEE, *std. C57.104<sup>TM</sup>, (Revision of IEEE Std C57.104-1991), IEEE Guide for the Interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers.* 2008.
- R. K. Arora, "Different DGA Techniques for Monitoring of Transformers," vol. 1, no. 4, pp. 299-303, 2013.
- R. Oktaviani, Y. M. Simanjutak, and M. G. C. Portable, "Analisis Pengujian DGA Menggunakan Metoda Chromatography Gas Sebagai Indikasi Kegagalan Minyak Isolasi Transformator GI 150 KV Kota Baru," 2020.
- S. Shidiq, A. Sujatmiko, and A. H. Paronda, "Pengujian Dissolved Gas Analysis ( DGA ) Pada Trafo Tenaga 150 / 20kv 60mva Di Gardu Induk Tambun," vol. 7, no. 1, pp. 43-52, 2008.