

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transformator merupakan perangkat yang berfungsi untuk mentransfer energi listrik dari satu rangkaian arus bolak-balik ke rangkaian lain dengan meningkatkan atau menurunkan tegangan. Salah satu bagian terpenting sebuah transformator adalah sistem isolasi. Sistem isolasi digunakan untuk memisahkan bagian-bagian yang berbeda tegangan. Isolasi transformator terdiri dari isolasi kertas dan minyak. Untuk isolasi jenis minyak, bahan yang sering digunakan sebagai bahan isolasi cair yaitu minyak mineral, dimana sudah digunakan selama lebih dari 13 dekade. Kelebihan minyak mineral yaitu memiliki sifat dielektrik yang baik, sehingga kerugian dielektrik menjadi rendah. Hal ini berdampak pada kinerja minyak menjadi lebih panjang. Selain itu, minyak mineral juga memiliki kemampuan untuk mendinginkan transformator, dan memiliki stabilitas kimia yang baik. Minyak mineral juga dapat diperoleh dengan harga yang cukup terjangkau. Namun, kekurangan dari minyak ini yaitu sulit untuk terurai sehingga tidak ramah lingkungan.

Karena beberapa kelemahan minyak mineral, para ahli mencari alternatif lain untuk digunakan sebagai minyak isolasi transformator. Minyak nabati merupakan salah satu jawaban mengenai pertanyaan tersebut karena tidak beracun, mudah terurai, dan dapat didaur ulang, dan juga ramah lingkungan sehingga sangat menjanjikan jika dibandingkan dengan minyak mineral [1]. Minyak nabati memiliki biodegradabilitas yang tinggi dibandingkan dengan minyak mineral. Biodegradabilitas minyak nabati mencapai lebih dari 95%, sedangkan biodegradabilitas minyak mineral hanya berkisar antara 20-30% [2]. Minyak mineral pasti akan habis seiring berjalannya waktu. Maka dari itu solusi mengganti minyak mineral dengan minyak nabati dapat mengatasi permasalahan tersebut.

Minyak nabati memiliki komposisi berupa trigliserida yang tersusun atas rantai asam lemak. Ketika proses reaksi esterifikasi dilakukan trigliserida ini akan membentuk senyawa monoester [3]. Sebagai bahan isolasi cair minyak ester telah digunakan dari tahun 1996 pada transformator distribusi dan pada tahun 2000 juga sudah pada transformator daya. Minyak nabati yang telah berhasil digunakan pada transformator adalah ester alami berbentuk trigliserida [4]. Viskositas minyak nabati tipe trigliserida lebih tinggi dari minyak mineral, namun nilai viskositas minyak nabati tipe monoester setara atau lebih rendah dibandingkan dengan minyak mineral [5].

Minyak transformator dapat menghasilkan senyawa gas selama beroperasi akibat adanya penuaan atau dampak dari ketidaknormalan maupun gangguan pada transformator [6]. Menurut IEC 60599, gangguan listrik dikelompokkan menjadi

beberapa seperti *discharge of low energy*, *discharge of high energy* dan *partial discharge*. Gangguan *thermal* juga dikelompokkan dalam beberapa jenis, seperti gangguan termal dengan temperatur kurang dari 300⁰C (T₁), gangguan *thermal* dengan suhu diantara 300⁰C sampai 700⁰C (T₂), dan gangguan *thermal* dengan suhu diatas 700⁰C (T₃) [7].

Pada transformator salah satu teknik yang paling efektif untuk menganalisa gangguan yaitu *Dissolved Gas Analysis* (DGA). DGA digunakan untuk memprediksi keberadaan gangguan dan mengetahui jenis gangguan dalam minyak mineral [8]. Sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai pengujian DGA pada minyak monoester menggunakan minyak *Palm Fatty Acid Ester* (PFAE) dengan bentuk gangguan yang diberikan berupa *partial discharge*. Penelitian tersebut menjelaskan hasil gas dominan yang didapatkan yaitu metana [4]. Penelitian lain gangguan yang diberikan pada *Fatty Acid Metil Ester* (FAME) berupa *discharges of low energy* dan menunjukkan gas dominal yang dihasilkan adalah gas Etilen dengan konsentrasi >40% [9]. Selanjutnya juga telah dilakukan penelitian berupa pengujian DGA pada minyak monoester dengan gangguan *low thermal*. Pada penelitian tersebut, didapatkan hasil gas yang paling dominan yaitu karbon monoksida dan interpretasi gangguan menggunakan metode, IEC rasio, *key gas* dan segitiga Duval klasik tidak dapat diterapkan pada minyak monoester [10].

Penggantian minyak mineral menjadi minyak nabati pada transformator biasa disebut dengan *retrofilling*. *Retrofilling* berdasarkan konsepnya adalah proses pengosongan minyak isolasi transformator dan digantikan dengan suatu minyak isolasi transformator yang baru [11]. Berbagai manfaat *retrofilling* seperti meningkatkan reliabilitas operasi transformator dan menurunkan tingkat bahaya pada isolasi transformator. Harapan *retrofilling* yaitu mampu meningkatkan kinerja dari transformator berdasarkan peningkatan kinerja dari minyak isolasi transformatornya. Pengisian minyak mineral dalam proses *retrofilling* mengakibatkan tertinggalnya sebagian minyak mineral dalam transformator [12]. Minyak mineral tersebut terperangkap pada kertas isolasi transformator, papan *pressboard* transformator atau lokasi lain yang mungkin. Minyak mineral yang tersisa pada transformator sekitar 7% [13]. Keberadaan minyak sisa ini menyebabkan terjadinya campuran dengan minyak nabati pada proses *retrofilling* [13].

Pada penelitian yang akan dilakukan minyak yang digunakan adalah campuran nabati dengan minyak mineral yang diberikan gangguan *partial discharge*. Penelitian ini berjudul “Evaluasi Metode *Dissolved Gas Analysis* (DGA) pada Campuran Minyak Nabati dan Mineral Akibat Gangguan *Partial Discharge* (PD)”.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan penelitian yang dipaparkan dalam perumusan masalah terkait dengan latar belakang penelitian. Adapun permasalahan yang dirumuskan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Apakah kandungan gas yang dominan dihasilkan oleh percampuran minyak nabati dan minyak mineral bila diberikan gangguan listrik *partial discharge*.
2. Apakah metode *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dapat digunakan untuk mendeteksi gangguan listrik *partial discharge* pada campuran minyak nabati dan minyak mineral.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Menganalisa kandungan gas yang dominan dihasilkan oleh campuran minyak nabati dan minyak mineral bila diberikan gangguan *partial discharge*.
2. Mengevaluasi penerapan metode *Dissolved Gas Analysis* (DGA) yang digunakan untuk mendeteksi kondisi gangguan listrik *partial discharge* pada pencampuran minyak nabati dan minyak mineral.

1.4. Manfaat Penelitian

Keberhasilan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Sebagai antisipasi kondisi gangguan listrik *partial discharge* pada transformator yang mengalami *retrofilling*.
2. Sebagai perbandingan dengan minyak isolasi transformator yang lain.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Minyak isolasi yang digunakan adalah minyak pencampuran minyak nabati dan minyak mineral.
2. Gangguan yang dianalisis yaitu gangguan listrik *partial discharge*.
3. Minyak isolasi dilakukan pengujian dengan metode *Dissolved Gas Analysis* (DGA).
4. Metode interpretasi data yang digunakan berupa Status DGA, Gas Kunci, Rasio Roger, Segitiga Duval dan Duval Pentagon.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan dalam penulisan Laporan Akhir ini adalah sebagai berikut:

- BAB I : Pendahuluan
Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.
- BAB II : Tinjauan Pustaka
Berisi tentang landasan teori yang mendukung dalam penelitian.
- BAB III : Metodologi Penelitian
Berisi tentang metodologi atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian
- BAB IV : Hasil dan Pembahasan
Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian Tugas Akhir.
- BAB V : Penutup
Bab ini berisi kesimpulan dan saran terkait penelitian Tugas Akhir.

