

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Transformator merupakan peralatan penting dalam sistem tenaga listrik, sehingga memerlukan pemeliharaan agar dapat bekerja secara maksimal dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan pada transformator salah satunya adalah pengaruh pembebanan. Pembebanan mengakibatkan terjadinya peningkatan temperatur sehingga suhu pada transformator juga meningkat. Panas menyebabkan mengurainya bahan-bahan pada transformator yang dapat mempercepat proses penuaan [1].

Pembebanan dapat menyebabkan penurunan kinerja isolasi yang pada gilirannya bisa mempengaruhi unjuk kerja transformator. Oleh karena itu, integritas isolasi transformator penting untuk dijaga demi mempertahankan fungsional transformator [2]. Pada transformator terdapat dua sistem isolasi yaitu isolasi kertas dan isolasi minyak. Isolasi kertas dianggap sebagai faktor penentu masa hidup transformator karena keadaan kertas yang tidak bisa diganti ketika terjadinya kerusakan, serta menjadi faktor penghambat pengoperasian transformator [3]. Kertas mulai digunakan sebagai isolasi transformator pada awal abad 20 yaitu antara tahun 1912-1925 [4]. Isolasi kertas berfungsi sebagai isolasi dan pembungkus yang biasanya digunakan pada transformator daya. Isolasi kertas digunakan untuk mengisolasi suatu lilitan dalam kumparan atau digunakan sebagai isolasi antara kumparan yang memiliki tegangan tinggi dengan kumparan tegangan rendah lainnya yang sering disebut sebagai isolasi antar fasa [5]. Pada pemakaiannya, isolasi kertas biasanya digunakan bersamaan dengan isolasi minyak. Kelebihan penggunaan isolasi ini yaitu biaya yang rendah, keandalan yang tinggi dan pemeliharaan yang rendah. Isolasi kertas juga memiliki kelemahan yaitu tidak dapat digunakan lagi ketika mengalami tembus dan fungsinya sebagai pendingin kurang baik [6].

Isolasi minyak pada transformator berfungsi sebagai media pendingin yang bekerja dengan cara mengambil panas yang ditimbulkan pada transformator dan melepaskannya, selain itu minyak isolasi juga berfungsi sebagai insulator [7]. Minyak mineral merupakan cairan isolasi dan pendingin yang paling umum digunakan karena sifat termal dan dielektrik yang baik [8]. Minyak mineral telah digunakan sebagai minyak transformator lebih dari 70 tahun dimulai sejak tahun 1953. Minyak mineral memiliki sejumlah kelemahan diantaranya tidak dapat diperbaharui dan sulit terurai secara alami [9]. Minyak mineral memiliki *biodegradable* rendah yaitu 30% yang memberikan dampak buruk pada lingkungan karena dapat mencemari tanah dan air

jika terjadi kebocoran pada transformator [10]. Oleh karena itu, diperlukan cairan pengganti minyak mineral seperti minyak ester sintetik. Minyak ester sintetik dapat terurai secara alami. Ester sintetik mempunyai empat gugus asam lemak jenuh yang memberikan stabilitas oksidasi yang sangat baik [11]. Selain ramah lingkungan, minyak ester sintetik tidak mudah terbakar dan memiliki sensitivitas yang rendah terhadap kelembaban [12].

Proses penggantian minyak mineral menjadi minyak ester sintetik dinamakan dengan *retrofilling*. *Retrofilling* berarti membuang cairan isolasi bekas dan menggantinya dengan cairan isolasi yang baru [13]. Proses *retrofilling* tidak menjamin keluarnya semua minyak mineral yang terdapat pada transformator. Minyak mineral tersebut tersisa pada belitan, dasar tangki, kertas isolasi dan bagian lain yang sulit di jangkau. Minyak mineral yang tersisa berkisar antara 8%-10% dari total volumenya [14]. Hal ini menyebabkan kertas isolasi pada transformator terendam oleh campuran minyak mineral dan minyak ester sintetik.

Penggunaan isolasi kertas dan minyak memiliki keuntungan diantaranya biaya rendah, keandalan yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang rendah. Kekurangan penggunaan isolasi kertas dan minyak adalah *thermal aging*. Kualitas kertas yang diresapi minyak isolasi akan menurun ketika berada di bawah panas, medan listrik, kelembaban dan zat kimia [3]. Penurunan kualitas isolasi kertas dapat menyebabkan peningkatan resiko kegagalan pada transformator, sehingga penting untuk menjaga kondisi isolasi transformator. Oleh karena itu, penulis akan melakukan pengujian tegangan tembus dan kekuatan tarik pada kertas isolasi yang terendam dalam campuran minyak mineral dan ester sintetik yang diberi perlakuan *thermal aging*. Pengujian kuat tarik dilakukan untuk melihat kekuatan mekanis kertas isolasi setelah mengalami penuaan termal dalam minyak isolasi. Dengan pengujian kuat tarik dapat diketahui apakah kertas isolasi masih bisa dipergunakan atau tidak setelah mengalami penuaan. Kekuatan dielektrik bahan isolasi dapat dilihat melalui pengujian tegangan tembus. Semakin tinggi nilai tegangan tembusnya semakin baik kekuatan dielektrik bahan isolasi. Persentase campuran minyak mineral yang digunakan adalah 0%, 2.5%, 5%, 7.5% dan 100%. Persentase minyak mineral ini dimaksudkan untuk meniru kondisi pada saat proses *retrofilling*. Minyak mineral yang digunakan adalah minyak mineral bekas pemakaian transformator selama kurang lebih 30-40 tahun sebagai minyak campuran. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam meningkatkan kinerja isolasi kertas yang nantinya mampu memperpanjang masa pakai transformator.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh campuran minyak mineral dan minyak ester sintetik terhadap tegangan tembus dan kekuatan tarik kertas isolasi?
2. Bagaimana pengaruh *thermal aging* terhadap tegangan tembus dan kekuatan tarik kertas isolasi yang direndam dalam campuran minyak mineral dan minyak ester sintetik?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis pengaruh persentase campuran minyak mineral dan minyak ester sintetik terhadap tegangan tembus dan kekuatan tarik kertas isolasi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan kertas isolasi setelah mengalami *thermal aging* dalam minyak ester sintetik dan campuran minyak mineral dan minyak ester sintetik.

## 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kertas isolasi jenis kertas kraft yang direndam dalam campuran minyak ester sintetik jenis Midel 7131 dan minyak mineral.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- 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 penelitian ini.
- BAB III**     **Metodologi Penelitian**  
Berisi tentang langkah-langkah atau metode yang dilakukan dalam penelitian.
- BAB IV**     **Hasil dan Pembahasan**  
Berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan terkait penelitian.
- BAB V**      **Penutup**  
Berisi kesimpulan dan saran terkait permasalahan yang dibahas dalam penelitian