

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Transformator merupakan peralatan inti dari konversi dan transmisi tenaga listrik, dan menjadi peralatan yang paling penting, kritis, dan mahal dari proses tersebut [1]. Oleh karena itu, transformator harus terus dipelihara agar tetap beroperasi secara maksimal. Untuk menjaga umur pemakaian transformator, diperlukan pemeliharaan pada sistem isolasi karena umur transformator ditentukan oleh umur sistem isolasinya [2].

Transformator menggunakan dua sistem isolasi, yaitu isolasi minyak dan isolasi padat. Kertas selulosa banyak digunakan sebagai bahan isolasi padat pada transformator daya karena biaya yang rendah dan teknologi pembuatan yang sederhana. Tetapi stabilitas termal kertas selulosa tidak terlalu baik karena rantai molekuler akan putus di bawah kondisi suhu tinggi, yang akan menyebabkan penurunan kekokohan mekanis kertas [3].

Sebagian besar transformator tegangan tinggi diisi dengan cairan yang berfungsi sebagai isolasi listrik serta media perpindahan panas, cairan yang paling umum digunakan dalam transformator daya adalah minyak mineral [4]. Minyak mineral telah digunakan sebagai isolasi dan pendingin transformator tegangan tinggi lebih dari dua ratus tahun [5]. Minyak mineral berbasis minyak bumi dianggap tidak dapat terurai secara hayati dan dapat mencemari tanah dan air jika terjadi tumpahan yang serius. Selain itu, minyak mineral berbasis dasar minyak bumi akan habis dan bisa menjadi kelangkaan yang serius pada pertengahan abad ke-21 [6]. Diperlukan cairan alternatif pengganti minyak mineral, salah satunya adalah ester sintetis. Ester sintetis memiliki sifat dielektrik yang sesuai dan secara signifikan lebih dapat terurai secara hayati daripada minyak mineral. Viskositas dan titik nyala ester sintetis lebih tinggi dari minyak mineral [7].

Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk memperpanjang usia pakai transformator adalah penggantian minyak isolasi yang dinamakan dengan *retrofilling*. Pada proses *retrofilling*, cairan minyak isolasi lama yang telah lama bekerja diganti dengan cairan minyak isolasi yang baru [8]. Dalam prosesnya minyak isolasi lama (umumnya minyak mineral) dari transformator tidak dapat dijamin keluar sepenuhnya. Volume minyak yang tersisa di belitan, isolasi kertas, di dasar tangki, dan di tempat lain yang sulit dijangkau mungkin sekitar 8-10% dari volume totalnya [8]. Hal ini akan menyebabkan kertas isolasi akan terendam dalam campuran minyak mineral dan minyak ester sintetis.

Selama beroperasi, kertas isolasi terus-menerus mengalami tekanan termal, listrik, kimia, dan lain-lain yang akan mempengaruhi masa pakai dari kertas isolasi transformator [9]. Masa pakai isolasi kertas dipengaruhi oleh suhu, air, dan oksigen. Mekanisme penuaan isolasi kertas dapat dijelaskan dengan proses degradasi selulosa yang merupakan gabungan dari proses pirolisis, hidrolisis, dan oksidasi. Proses degradasi akibat penuaan termal dapat mengubah struktur kimia dan morfologi kertas isolasi. Analisis spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dapat mengidentifikasi ikatan kimia dengan menggunakan spektrum inframerah yang diserap oleh material. Spektroskopi adalah teknik non-destruktif yang menggunakan efek interaksi radiasi elektromagnetik untuk menentukan struktur atom atau molekul dan tingkat energi zat [10].

Pada penelitian sebelumnya, sudah pernah diamati bagaimana perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi karena penuaan termal dalam minyak nabati [11]. Penelitian terdahulu hanya membahas pengujian FTIR maupun SEM pada kertas atau minyak isolasi tertentu [10], [12], belum ada penelitian yang mengamati perubahan struktur kimia dan morfologi kertas isolasi yang mengalami penuaan termal dalam campuran minyak mineral dan ester sintetis.

Pada penelitian ini penulis akan mengamati dan menganalisis perubahan struktur kimia pada kertas isolasi dan morfologi permukaannya setelah mengalami penuaan termal yang dipercepat dalam campuran minyak mineral dan ester sintetis. Penuaan termal yang dipercepat dilakukan untuk mendapatkan kondisi kertas yang sudah tua dalam waktu singkat. Pengujian FTIR akan menunjukkan perubahan struktur kimia yang diamati melalui serapan gugus fungsi pada kertas isolasi transformator. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) akan menunjukkan morfologi permukaan kertas isolasi transformator [11]. Kertas isolasi yang akan diamati direndam dalam campuran minyak mineral dan ester sintetis dengan persentase minyak mineral sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Minyak mineral yang digunakan sebagai campuran adalah minyak mineral bekas pemakaian transformator selama lebih kurang 30-40 tahun.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penuaan termal terhadap perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi transformator dalam campuran minyak mineral dan ester sintetis?
2. Bagaimana pengaruh campuran minyak mineral terhadap perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi transformator yang mengalami penuaan termal?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Memahami pengaruh penuaan termal terhadap perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi transformator dalam campuran minyak mineral dan ester sintetis.
2. Memahami pengaruh campuran minyak mineral terhadap perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi transformator yang mengalami penuaan termal.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai acuan *retrofilling* minyak mineral dengan minyak ester sintetis dengan diketahuinya seberapa besar pengaruh minyak mineral yang tersisa didalam transformator terhadap perubahan struktur kimia dan morfologi permukaan kertas isolasi karena penuaan termal.

### 1.5 Batasan masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini yaitu kertas isolasi jenis kertas kraft yang direndam dalam campuran minyak mineral dan minyak ester sintetis jenis Midel 7131.
2. Parameter uji dari pengujian ini hanya mencakup pada serapan gugus fungsi (FTIR) dan penampakan morfologi permukaan (SEM) kertas isolasi transformator.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada laporan tugas 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 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 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran terkait permasalahan yang dibahas dalam penelitian.

