

# Bab 1 Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Pada peralatan tegangan tinggi seperti transformator, fungsi bahan isolasi sangat penting agar tidak terjadi hubung singkat. Bahan isolasi cair seperti minyak nynas dipergunakan untuk mengisolasi kumparan-kumparan bertegangan dengan bodi transformator. Disamping berfungsi sebagai bahan isolasi, minyak trafo berfungsi juga sebagai pendingin.

Minyak trafo termasuk jenis bahan dielektrik cair. Dielektrik cair mempunyai kerapatan 1000 kali lebih besar daripada dielektrik gas sehingga kekuatan dielektriknya lebih tinggi daripada dielektrik gas. Kelebihan lain dari dielektrik cair yaitu mempunyai kemampuan untuk memperbaiki diri sendiri jika terjadi suatu pelepasan muatan [1].

Data kegagalan transformator menunjukkan bahwa rata-rata masa kerja transformator yang ambruk karena masalah isolasi dielektrik adalah 17,8 tahun, yang jauh lebih kecil dari perkiraan umur 35 sampai 40 tahun. Selain itu, 75% kegagalan transformator tegangan tinggi disebabkan oleh masalah isolasi [2].

Trafo transmisi dan distribusi membentuk bagian transmisi dan distribusi listrik yang sangat penting dan sangat mahal. Konsekuensi potensial kegagalan transformator bisa sangat merusak. Meluasnya penggunaan minyak transformator untuk isolasi tegangan tinggi dan pendinginan aparatus tenaga listrik telah menghasilkan penelitian ekstensif yang bertujuan untuk meningkatkan karakteristik dielektrik dan panasnya [3].

Sebuah studi novel yang unik dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja dielektrik transformator adalah pengembangan nanofluida dengan menambahkan partikel nano pada minyak mineral. Peneliti telah mengembangkan nanofluida dengan menggunakan partikel nano magnetik dan meneliti karakteristik dielektriknya. Hasilnya menunjukkan bahwa impuls-impuls positif dari nanofluida yang dikembangkan meningkat dibandingkan dengan minyak mineral. Kelompok penelitian lain juga mempelajari karakteristik listrik dari nanofluida yang dimodifikasi oleh partikel nano semikonduktif [4].

Beberapa eksperimen dan pengukuran tegangan tembus AC telah dilakukan terhadap minyak mineral dan nanofluida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan konsentrasi partikel nano yang berbeda (5%-80% volume konsentrasi). Penelitiannya menunjukkan tegangan tembus AC terus meningkat dan maksimum pada konsentrasi 40%. Sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi di atas 40%, terjadi penurunan kekuatan tembus AC yang disebabkan oleh aglomerasi partikel nano [5]. Penelitian sejenis juga dilakukan dengan menguji kekuatan tembus AC minyak mineral dan nanofluida  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan konsentrasi yang berbeda dalam kisaran 0 sampai 300 ppm. Hasilnya menunjukkan tegangan tembus bertambah dengan meningkatnya konsentrasi sampai nilai tegangan tembus maksimum dan kemudian mulai menurun. Para peneliti tersebut menyimpulkan bahwa aglomerasi partikel nano merupakan penyebab atas penurunan tegangan tembus pada konsentrasi tinggi [6].

Penelitian lainnya adalah membandingkan tegangan tembus minyak mineral yang ditambahkan berbagai jenis partikel nano dengan konsentrasi yang sama. Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh minyak dengan partikel nano memiliki tegangan tembus yang lebih besar dari minyak mineral dan penambahan partikel nano  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menghasilkan tegangan tembus yang paling tinggi diantara partikel nano lainnya [7].

Baru-baru ini pada tahun 2017, telah dilakukan penelitian tegangan tembus dan peluahan sebagian dari minyak mineral nynas berbasis partikel nano alumina (nanonynas) [8]. Alumina dipersiapkan pada konsentrasi yang berbeda dimulai dari 0,01%, 0,015% dan 0,02% yang dicampurkan ke minyak nynas 400 ml. Kemudian pada setiap sampel dilakukan pengujian tegangan tembus dan peluahan sebagian selama satu jam. Hasilnya menunjukkan tegangan tembus dan tegangan insepisi peluahan sebagian meningkat dibandingkan minyak nynas, akan tetapi terjadi penurunan signifikan selama 30 menit penuaan elektrik. Jika fenomena regresif tersebut terus terjadi, akan mengakibatkan kegagalan nanofluida alumina untuk mengisolasi terpaan listrik dari transformator. Pada kasus ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik pola fasa peluahan sebagian (PRPD) nanonynas dalam waktu penuaan yang lebih lama. Diharapkan ketahanan isolasi meningkat dilihat dari kestabilan pola peluahan sebagiannya dan dapat

meminimalisir efek peluahan sebagian terhadap pencemaran kandungan nanofluida alumina akibat terpaan listrik.

Berdasarkan penelitian yang dijelaskan di atas mengenai peran partikel nano terhadap pemilihan kualitas isolasi transformator yang baik, khususnya pengujian minyak nanonynas, maka penulis akan membahas mengenai pengaruh konsentrasi partikel nano alumina dan penuaan elektrik terhadap karakteristik pola penyebaran muatan peluahan sebagian (PRPD) pada minyak nynas.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Perumusan masalah penulisan tugas akhir ini ialah pengujian karakteristik peluahan sebagian minyak nynas dengan partikel nano alumina (nanonynas) yang telah dilakukan sampai saat ini masih pada karakteristik tegangan tembus dan tegangan insepisi peluahan sebagian. Selain itu, waktu pengujian minyak nynas dengan partikel nano alumina masih dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Adapun hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan partikel nano alumina berperan memperbaiki sifat minyak mineral sebagai isolator dengan meningkatkan tegangan tembus dan PDIV selama penuaan elektrik. Namun, perlu adanya kajian dan penelitian lebih lanjut mengenai bagaimana pola penyebaran muatan peluahan sebagian (PRPD) yang terjadi selama penuaan elektrik. Disisi lain, ketidakstabilan dan pengaruh negatif dari adanya partikel nano alumina dengan konsentrasi tertentu dalam minyak nynas kemungkinan dapat menyebabkan penurunan pada sifat dielektrik minyak isolasi cair. Penelitian tugas akhir ini dilakukan pengujian pola penyebaran muatan peluahan sebagian (PRPD) terhadap minyak nynas dan nanonynas dalam waktu penuaan elektrik 3 jam. Diharapkan karakteristik peluahan sebagian atau kemampuan isolasi minyak nanonynas dapat dipahami lebih mendalam.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisa muatan dan pola peluahan sebagian pada bahan isolasi minyak nynas dan nanonynas.

2. Mengetahui dan membandingkan pengaruh penuaan elektrik terhadap muatan dan pola peluahan sebagian.
3. Mendapatkan sifat karakteristik yang menyatakan hubungan jumlah konsentrasi partikel nano alumina terhadap muatan peluahan sebagian.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini ialah:

1. Mengetahui nilai muatan yang membentuk pola peluahan sebagian dari minyak transformator nynas dan nanonynas.
2. Mengetahui pengaruh penambahan partikel nano dan penuaan elektrik terhadap kemampuan isolasi minyak nynas.
3. Meningkatkan kemampuan dan kualitas minyak transformator berdasarkan kekuatan dielektrik.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Pembahasan tugas akhir ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Sampel uji yang digunakan ialah minyak nynas dan partikel nano alumina.
2. Pengujian sampel menggunakan elektroda jarum-setengah bola sesuai standar pengujian IEC 60156.
3. Jarak sela antara elektroda ialah 3 mm.
4. Tegangan uji yang diterapkan menggunakan tegangan tinggi bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori dasar bahan isolasi, isolasi minyak, isolasi nanofluida, dan kontribusi nanopartikel.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang bahan dan alat yang digunakan, metode pengolahan dan pengujian sampel.

4. Bab 4 Hasil Pengujian dan Analisa

Bab ini berisikan tentang hasil pengujian dan analisa arus muatan dan pola peluahan sebagian sampel minyak transformator.

5. Bab 5 Kesimpulan

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisa pengujian.

