

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era perkembangan teknologi yang begitu pesat, transformator menjadi komponen utama dalam mendistribusikan energi listrik. Transformator tua yang digunakan dalam sistem tenaga listrik seringkali mengalami penurunan kinerja akibat kontaminasi dalam minyak isolasinya. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi transformator tua adalah dengan melakukan purifikasi minyak transformator menggunakan bahan adsorben, seperti kaolin. Kaolin dipilih sebagai adsorben karena memiliki sifat adsorpsi yang efektif dalam menghilangkan kontaminan dan zat asing dari minyak, sehingga dapat meningkatkan kembali sifat-sifat listrik dan fisik dari minyak transformator yang telah tua.

Pemantauan bahan dielektrik, terutama sifat dielektrik minyak transformator, sangat penting dalam menjaga keandalan dan kinerja transformator. Salah satu parameter utama yang menunjukkan kualitas minyak adalah tegangan tembus. Minyak yang baik memiliki tegangan tembus tinggi, yang menunjukkan kemampuannya dalam mengisolasi dan meredam medan listrik. Berdasarkan hasil penelitian oleh Pasa et al. (2022), minyak transformator bekas memiliki tegangan tembus rata-rata sebesar 38,8 kV, dan setelah proses filterisasi meningkat hingga 98,2 kV, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas isolasinya. (Pasa Meliansyah & Didik Aribowo, 2022).

Selain tegangan tembus, viskositas juga merupakan faktor signifikan dalam sifat-sifat minyak transformator. Penelitian oleh Wahyu Kunto, dkk (2018) menunjukkan bahwa pada suhu 30°C dengan viskositas 71,8 cSt, minyak transformator memiliki tegangan tembus hanya sebesar 26,456 kV. Namun, ketika viskositas menurun menjadi 24,83 cSt pada suhu 130°C , tegangan tembus meningkat hingga 60,636 kV. Fakta ini menunjukkan bahwa menurunkan viskositas melalui purifikasi dapat meningkatkan performa dielektrik minyak. (Wahyu Kunto Wibowo, Herminarto Nugroho, Teguh Aryo Nugroho, Nita Indriani Pertiwi, 2018)

Selain itu, air juga merupakan salah satu kontaminan yang sering ditemukan dalam minyak transformator. Air bisa masuk ke dalam minyak trafo melalui beberapa cara, misalnya karena kebocoran pada bagian segel atau sistem pernapasan (breather) yang tidak berfungsi baik. Selain itu, pemanasan yang terjadi secara terus menerus pada transformator bisa menyebabkan kertas isolasi di dalamnya rusak dan melepaskan uap air yang kemudian larut ke dalam minyak. Ketika suhu turun, uap air di udara juga bisa mengembun dan masuk ke dalam minyak. Sehingga dapat menurunkan kemampuan minyak dalam mengisolasi tegangan listrik (tegangan tembus menjadi rendah), serta mengurangi kemampuan pendinginan transformator. Air yang ada di dalam minyak sangat berbahaya karena dapat menurunkan kemampuan isolasi minyak (tegangan tembus) dan juga mengganggu sistem pendinginan. Karena itu, penting dilakukan pemurnian (purifikasi) minyak untuk menghilangkan air dan kotoran lainnya.

Dalam penelitian ini, kaolin digunakan sebagai bahan adsorben karena dikenal mampu menyerap zat-zat kontaminan. Hasil dari penelitian oleh Nyoman Oksa Winanta et al. (2019) menunjukkan bahwa purifikasi minyak dapat menurunkan kadar air hingga 45% dan meningkatkan tegangan tembus dari 32 kV menjadi 40 kV.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kaolin sebagai adsorben dalam proses purifikasi minyak transformator tua, dengan fokus pada perubahan tegangan tembus, viskositas, dan kadar air sebagai indikator efisiensi.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dan identifikasi masalah, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Sejauh mana variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi memengaruhi viskositas minyak transformator hasil purifikasi.
2. Bagaimana variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi memengaruhi tegangan tembus minyak transformator.
3. Bagaimana variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi memengaruhi kadar air dalam minyak transformator.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi terhadap viskositas minyak transformator.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi terhadap tegangan tembus minyak transformator.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu adsorben kaolin dan pemanasan ulang minyak hasil purifikasi terhadap kadar air dalam minyak transformator.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas penggunaan kaolin sebagai adsorben dalam proses purifikasi minyak transformator dengan perlakuan suhu berbeda.
2. Memberikan data komparatif mengenai pengaruh pemanasan ulang terhadap kualitas minyak transformator hasil purifikasi, terutama pada parameter viskositas, tegangan tembus, dan kadar air.
3. Menjadi referensi bagi pengelola peralatan kelistrikan dalam memilih metode perbaikan kualitas minyak transformator secara efisien dan ekonomis.
4. Mendukung upaya peningkatan keandalan transformator tua melalui penerapan metode purifikasi yang ramah lingkungan dan berbasis material lokal (kaolin).

1.5. Batasan Penelitian

1. Penelitian dibatasi pada proses purifikasi minyak transformator tua menggunakan kombinasi adsorpsi kaolin dan pemanasan.

2. Objek penelitian difokuskan pada minyak transformator bekas dari transformator distribusi yang telah mengalami penurunan performa.
3. Analisis terbatas pada tiga parameter utama yaitu tegangan tembus, viskositas, dan kadar air sebelum dan sesudah proses purifikasi.
4. Proses pengujian viskositas minyak transformator mengacu pada standar SPLN 49-1 Tahun 1982.
5. Proses pengujian tegangan tembus minyak transformator mengacu pada standar SPLN 49-1 Tahun 1982.
6. Pengujian massa jenis minyak transformator mengacu pada standar IEC 60296:2003.
7. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga belum mencakup pengujian pada sistem transformator operasional di lapangan.
8. Jenis adsorben yang digunakan dibatasi hanya pada kaolin tanpa perbandingan dengan bahan adsorben lain.