

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator daya merupakan salah satu peralatan krusial atau vital dalam sistem tenaga listrik, dengan fungsi utama untuk menaikkan dan menurunkan tingkat tegangan pada suatu gardu induk. Oleh karena itu, keandalan sistem tenaga listrik sangat bergantung secara fundamental pada performa transformator, khususnya pada sistem transmisi bertegangan tinggi seperti yang terdapat pada Gardu Induk 150 kV. Salah satu komponen terpenting dari transformator adalah sistem isolasi, yang perannya adalah mencegah terjadinya gangguan listrik antara bagian-bagian yang bertegangan tinggi dan bagian yang tidak bertegangan. Mengingat peran kritis ini, evaluasi dan pengujian kondisi isolasi secara berkala mutlak diperlukan untuk memastikan transformator dapat bekerja secara optimal, aman, dan berkesinambungan.

Seiring dengan berjalannya waktu, yaitu dengan bertambahnya umur operasional dan peningkatan beban kerja transformator, kondisi isolasi secara alami cenderung mengalami proses degradasi. Degradasi ini dapat dipicu oleh berbagai faktor seperti pengaruh panas berlebih (stres termal), kelembaban tinggi, adanya kontaminasi partikel, dan paparan tegangan lebih. Penurunan kualitas isolasi ini berpotensi menyebabkan penurunan performa peralatan dan bahkan dapat menimbulkan gangguan serius pada sistem atau mengakibatkan kerusakan permanen pada transformator itu sendiri. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan metode pengujian yang mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai status kondisi isolasi, khususnya untuk transformator berkapasitas besar seperti yang berkapasitas 60 MVA. Sebuah transformator secara teknis dikategorikan mengalami degradasi apabila sistem isolasinya menunjukkan penurunan performa yang signifikan, yang bisa diakibatkan oleh gangguan eksternal seperti tegangan lebih, kelembaban, atau proses penuaan termal akibat usia operasi yang panjang. Perlu dicatat bahwa degradasi ini dapat terjadi pada media isolasi cair (yaitu minyak transformator) maupun pada isolasi padat di bagian belitan. Apabila hasil karakteristik nilai isolasi telah berada di bawah ambang batas standar yang ditetapkan, baik pada media isolasi cair maupun isolasi padat, maka transformator tersebut secara

teknis dinyatakan tidak layak lagi untuk dioperasikan secara andal dalam sistem tenaga listrik.

Beberapa metode pengujian yang paling umum dan sering digunakan untuk melakukan penilaian kondisi isolasi adalah pengujian Indeks Polarisasi (*Polarization Index/IP*), Tangent Delta, dan *Breakdown Voltage* (BDV). Pengujian IP secara spesifik digunakan untuk mengetahui kualitas isolasi berdasarkan laju perubahan arus bocor yang mengalir terhadap waktu tertentu. Selanjutnya, pengujian Tangent Delta berguna untuk menilai tingkat kerusakan atau degradasi bahan isolasi berdasarkan besarnya rugi daya dielektrik yang terukur. Sementara itu, pengujian BDV berfungsi untuk mengukur kemampuan dielektrik minyak isolasi, yaitu kemampuannya dalam menahan atau mencegah terjadinya tegangan tembus.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas, penelitian ini secara spesifik dilaksanakan pada Gardu Induk Mamuju 150 kV, yang merupakan salah satu gardu dengan peran penting dalam sistem kelistrikan di wilayah tersebut. Tujuan utama yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis mendalam mengenai kelayakan isolasi transformator daya 60 MVA berdasarkan hasil dari ketiga jenis pengujian kritis tersebut. Melalui perolehan data dan pengetahuan mengenai kondisi aktual dari sistem isolasi, sangat diharapkan pihak PT. PLN (Persero) dapat mengambil keputusan dan menentukan langkah-langkah preventif atau korektif yang paling tepat guna menjaga tingkat keandalan dan keselamatan operasional sistem tenaga listrik secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada latar belakang yang telah dijelaskan di atas, berikut merupakan beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan:

1. Bagaimana hasil pengujian tahanan isolasi pada transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju berdasarkan pengujian *Indeks Polarisasi (Polarization Index)*, *Tangen Delta ($\tan \delta$)*, dan *Breakdown Voltage (BDV)*?
2. Bagaimana kelayakan kondisi sistem isolasi transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju jika hasil pengujian *Indeks Polarisasi*, *Tangen Delta*, dan *Breakdown Voltage* dibandingkan dengan standar pengujian yang berlaku?

3. Bagaimana penentuan kondisi kelayakan transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju berdasarkan hasil analisis perbandingan dari ketiga metode pengujian, yaitu *Indeks Polarisasi*, *Tangen Delta*, dan *Breakdown Voltage*?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada rumusan masalah yang sudah dijelaskan, terdapat beberapa tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan menganalisis hasil pengujian tahanan isolasi pada transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju berdasarkan hasil pengujian *Indeks Polarisasi (Polarization Index)*, *Tangen Delta ($\tan \delta$)*, dan *Breakdown Voltage (BDV)*.
2. Untuk mengevaluasi kelayakan kondisi sistem isolasi transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju dengan membandingkan hasil pengujian *Indeks Polarisasi*, *Tangen Delta*, dan *Breakdown Voltage* terhadap standar pengujian yang berlaku (IEC, IEEE, atau SPLN).
3. Untuk menentukan kondisi kelayakan transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju berdasarkan hasil analisis perbandingan ketiga metode pengujian (*Indeks Polarisasi*, *Tangen Delta*, dan *Breakdown Voltage*) sebagai dasar penilaian kondisi isolasi yang layak dan baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang telah dijelaskan, terdapat beberapa manfaat yang diharapkan, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis tentang hal-hal yang berkaitan dengan tahanan isolasi transformator.
2. Memberikan informasi mengenai kondisi terkini dari sistem isolasi transformator daya 60 MVA sebagai dasar pengambilan keputusan untuk perawatan atau penggantian komponen.
3. Memberikan informasi tentang faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi penurunan kalitas isolasi Transformator pada Gardu Induk Mamuju.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup permasalahannya mencakup:

1. Penelitian hanya dilakukan pada satu unit transformator daya 60 MVA di Gardu Induk Mamuju 150 kV.
2. Jenis pengujian yang dibahas dalam penelitian ini adalah pengujian pengujian tagent delta, indeks polarisasi, dan *breakdown voltage*.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil pemeliharaan rutin dua tahunan, tanpa dilakukan pengujian langsung di lapangan.