

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator tenaga merupakan komponen penting dalam sistem tenaga listrik yang berfungsi menyalurkan energi dari satu tingkat tegangan ke tingkat tegangan lainnya secara andal. Keandalan transformator sangat menentukan kestabilan pasokan listrik, karena kegagalan pada satu unit trafo dapat berdampak luas terhadap kontinuitas suplai, kualitas daya, serta operasional industri dan masyarakat. Oleh sebab itu, pengujian kondisi transformator secara berkala merupakan langkah preventif yang esensial dalam menjaga keandalan sistem kelistrikan.

Salah satu parameter utama dalam pengujian transformator adalah kondisi minyak isolasi. Minyak isolasi berperan ganda sebagai pendingin dan media dielektrik yang menjaga integritas isolasi internal. Seiring waktu, minyak dapat mengalami pemburukan akibat faktor penuaan termal, kelembaban, maupun kontaminasi. Degradasi minyak ditandai dengan menurunnya tegangan tembus, meningkatnya kandungan air, dan terbentuknya produk samping oksidasi yang dapat mempercepat kerusakan isolasi. Selain itu, pengukuran **Tan Delta** atau *dissipation factor* menjadi indikator penting untuk menilai kondisi dielektrik secara keseluruhan. Nilai Tan Delta yang tinggi menunjukkan adanya peningkatan rugi-rugi dielektrik, kelembaban, atau degradasi isolasi padat maupun cair, yang berpotensi menimbulkan kegagalan listrik.

Hasil uji pada **Trafo 3 di Gardu Induk (GI) Pucam** memperlihatkan adanya penurunan kualitas minyak serta kenaikan nilai Tan Delta pada sisi CLG yang telah melebihi 1%. Kondisi ini mengindikasikan adanya kerusakan serius pada isolasi, baik pada bushing maupun kumparan sisi rendah. Kombinasi degradasi minyak dan peningkatan Tan Delta menimbulkan risiko pelepasan parsial, kenaikan suhu operasional, hingga potensi kerusakan permanen transformator.

Secara geografis, **GI Pucam** terletak di Kawasan Industri Modern Cikande (MCIE), Kabupaten Serang, Banten. Kawasan ini merupakan salah satu kawasan industri terbesar di barat Jakarta, dengan luas ± 3.175 hektar dan telah terisi lebih dari 200 perusahaan lokal maupun multinasional. Sebagai pusat industri dengan kebutuhan energi yang tinggi, pasokan listrik di MCIE dipasok oleh jaringan PLN dengan kapasitas besar, didukung oleh gardu induk bertegangan 150 kV, termasuk GI Pucam. Dengan utilisasi listrik kawasan yang terus meningkat, kondisi transformator di GI Pucam menjadi sangat krusial untuk menjamin keandalan pasokan listrik ke berbagai industri strategis.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan analisis menyeluruh terhadap pemburukan kualitas minyak isolasi dan kenaikan nilai Tan Delta sebagai dasar pengambilan keputusan dalam strategi pemeliharaan maupun penggantian trafo. Penelitian ini secara khusus menelaah kondisi Trafo 3 di GI Pucam, dengan tujuan memberikan rekomendasi teknis yang dapat dijadikan acuan bagi pengelola gardu induk maupun PLN dalam menentukan langkah perbaikan atau penggantian peralatan, guna menjamin kontinuitas dan keandalan sistem tenaga listrik di kawasan industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi terkini kualitas minyak isolasi pada Trafo 3 di Gardu Induk Pucam berdasarkan hasil uji laboratorium?
2. Bagaimana nilai Tan Delta pada Trafo 3 GI Pucam dan apa implikasinya terhadap kondisi isolasi transformator?
3. Apa hubungan antara degradasi minyak isolasi dengan kenaikan nilai Tan Delta terhadap risiko kegagalan transformator?

4. Tindakan korektif apa saja yang dapat dilakukan untuk mengatasi pemburukan isolasi, serta sejauh mana efektivitasnya dalam memperpanjang umur trafo?
5. Apakah hasil analisis kondisi minyak isolasi dan Tan Delta dapat dijadikan dasar pertimbangan untuk penggantian Trafo 3 di GI Pucam?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian dengan judul “*Analisis Pemburukan Kualitas Minyak dan Tan Delta Trafo Tenaga Sebagai Referensi Penggantian Trafo 3 GI Pucam*” adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi kualitas minyak isolasi pada Trafo 3 di Gardu Induk Pucam berdasarkan parameter hasil uji laboratorium.
2. Mengetahui nilai Tan Delta pada Trafo 3 serta mengevaluasi dampaknya terhadap kondisi isolasi transformator.
3. Mengidentifikasi hubungan antara degradasi minyak isolasi dan peningkatan nilai Tan Delta terhadap keandalan dan risiko kegagalan transformator.
4. Memberikan rekomendasi teknis terkait tindakan korektif yang perlu dilakukan, seperti filtrasi minyak, perbaikan isolasi, atau penggantian trafo.
5. Menyusun analisis komprehensif yang dapat dijadikan dasar pertimbangan penggantian Trafo 3 di GI Pucam guna menjamin kontinuitas dan keandalan pasokan listrik di Kawasan Industri Modern Cikande.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Akademisi

Menjadi referensi ilmiah dalam bidang pemeliharaan transformator tenaga, khususnya terkait analisis kualitas minyak isolasi dan pengukuran Tan Delta sebagai indikator kondisi isolasi.

2. Bagi Praktisi/PLN

Memberikan dasar teknis dan rekomendasi yang dapat digunakan dalam

pengambilan keputusan pemeliharaan maupun penggantian Trafo 3 di Gardu Induk Pucam, guna meningkatkan keandalan dan kontinuitas pasokan listrik di Kawasan Industri Modern Cikande.

3. **Bagi Industri**

Mendukung keberlangsungan pasokan listrik yang stabil dan andal bagi perusahaan-perusahaan yang beroperasi di kawasan industri, sehingga meminimalkan risiko gangguan operasional akibat kegagalan trafo.

4. **Bagi Peneliti Selanjutnya**

Menjadi bahan acuan dalam penelitian sejenis yang berkaitan dengan analisis degradasi minyak isolasi, pengujian Tan Delta, serta strategi pemeliharaan transformator tenaga.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan, maka ruang lingkup masalah dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. **Objek Penelitian** difokuskan pada **Trafo 3 di Gardu Induk (GI) Pucam**, yang berlokasi di Kawasan Industri Modern Cikande, Serang, Banten.
2. **Parameter yang dianalisis** terbatas pada:
 - a. **Kualitas minyak isolasi** berdasarkan hasil uji laboratorium (tegangan tembus, kadar air, dan parameter pendukung lainnya).
 - b. **Nilai Tan Delta (dissipation factor)** pada sisi CLG sebagai indikator kondisi isolasi.
3. **Aspek yang dibahas** meliputi:
 - a. Hubungan antara degradasi minyak isolasi dan kenaikan nilai Tan Delta terhadap keandalan transformator.
 - b. Potensi risiko kegagalan transformator akibat pemburukan isolasi.
 - c. Rekomendasi tindakan korektif dan analisis kelayakan sebagai dasar pertimbangan penggantian Trafo 3.
4. **Batasan kajian** tidak mencakup:
 - a. Analisis beban sistem kelistrikan secara keseluruhan di GI Pucam.

- b. Aspek ekonomi atau perhitungan biaya penggantian transformator.
- c. Pengujian lapangan selain yang tersedia dalam laporan hasil uji minyak dan Tan Delta