

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator tenaga, menurut IEC merupakan peralatan statis dengan dua atau lebih kumparan yang melalui proses induksi, merubah tegangan dan arus ke sistem lain, biasanya dengan nilai yang berbeda, pada frekuensi yang sama untuk keperluan transmisi tenaga listrik. Pada terminal tenaga Listrik pada terminal yang terjadi perubahan rating tegangan, misalnya pada keluaran pembangkit dan pada gardu induk dan saluran distribusi, transformator digunakan [1].

Transformator daya memiliki suatu batasan umur yang efektif, dimana dalam hal ini akan menunjukkan apakah transformator tersebut masih layak dan juga handal untuk dioperasikan kedalam sistem tenaga listrik atau tidak memungkinkan untuk dioperasikan. Hal ini dikarenakan transformator daya tersebut bekerja secara terus menerus selama 24 jam. Menurut standar pada IEEE, untuk umur pemakaian transformator daya mencapai 180000 jam atau sama dengan 20,55 tahun. Jadi dalam hal ini kelangsungan kinerja dari transformator daya tersebut sangatlah bergantung pada kualitas sistem isolasinya. Keberadaan isolasi disini sangatlah penting karena selain berfungsi sebagai pemisah anatar bagian inti transformator, isolasi ini berfungsi juga sebagai pendingin transformator sehingga mampu meminimalisir panas yang timbul pada transformator [1].

Transformator sering mengalami kegagalan, salah satunya disebabkan oleh panas berlebih yang terjadi pada sistem isolasinya. Panas ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti pembebanan yang melebihi kapasitas, pelepasan beban muatan, pemanasan dielektrik, arus Eddy, rugi histerisis, proses oksidasi yang menimbulkan karat, lingkungan dengan suhu tinggi, dan sebagainya. Suhu yang tinggi menjadi faktor utama yang memengaruhi penuaan sistem isolasi transformator. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendingin untuk menjaga suhu agar tetap terkendali. Jika suhu tidak terkontrol, akan terjadi reaksi berantai yang mempercepat degradasi umur dan kualitas kerja sistem isolasi, baik isolasi minyak maupun kertas, yang pada akhirnya dapat menurunkan efektivitas sistem pendingin dan menyebabkan kerusakan pada transformator .

Kegagalan pada isolasi minyak transformator dapat berdampak signifikan terhadap penurunan keandalan dan masa pakai transformator. Selain menyebabkan kerugian finansial yang besar, kondisi ini juga memengaruhi kualitas tenaga listrik yang disalurkan kepada pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi minyak transformator melalui pengujian menggunakan uji *Breakdown Voltage* untuk mengetahui

tegangan tembus dan uji *Dissolved Gas Analysis* (DGA) untuk menganalisis kondisi transformator berdasarkan gas terlarut. Hasil uji *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dianalisis menggunakan metode *Duval Triangle*.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat di bidang tenaga listrik, khususnya dalam mengkaji permasalahan isolasi minyak transformator. Dengan demikian, langkah-langkah preventif dan efektif dapat diambil untuk menangani permasalahan ini, baik melalui proses penggantian maupun purifikasi minyak transformator.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini berjudul “Analisis Kondisi Minyak Transformator Berdasarkan Hasil Uji *Breakdown Voltage* (BDV), *Dissolved Gas Analysis* (DGA), dan Rekomendasi Pemeliharaan”. Permasalahan yang akan dibahas dalam studi ini yaitu pengujian tegangan tembus atau *Breakdown Voltage* (BDV), *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dan menganalisa kondisi transformator berdasarkan hasil uji *Dissolved Gas Analysis* (DGA). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kondisi minyak isolasi transformator daya berdasarkan hasil uji *Breakdown Voltage* (BDV), *Dissolved Gas Analysis* (DGA), dan rekomendasi pemeliharaan transformator menggunakan metode *Duval Triangle*. Manfaat penelitian ini adalah untuk memudahkan dalam melakukan suatu perawatan atau *maintenance* pada transformator daya.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menganalisis hasil uji *Breakdown Voltage* (BDV), dan *Dissolved Gas Analysis* (DGA) menggunakan metode *Duval Triangle* dalam menentukan kondisi transformator?
2. Bagaimana rekomendasi pemeliharaan transformator berdasarkan hasil analisa pengujian *Duval Triangle*?
3. Apa langkah-langkah yang dapat diambil sebagai tindakan preventif berdasarkan hasil analisis kondisi transformator untuk meningkatkan keandalan dan masa operasional transformator ?

1.3 Tujuan & Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan dari penulisan penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis kondisi minyak transformator berdasarkan hasil uji *Breakdown Voltage* (BDV) dan kondisi tranformator berdasarkan pengujian *Dissolved Gas Analysis* (DGA) menggunakan metode *Duval Triangle*.
2. Menentukan rekomendasi pemeliharaan transformator berdasarkan hasil analisis *Dissolved Gas Analysis* (DGA) menggunakan metode *Duval Triagle* .
3. Menyusun langkah-langkah preventif berdasarkan hasil analisis kondisi minyak isolasi transformator guna meningkatkan keandalan dan masa operasional transformator.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat penelitian ini yaitu :

1. Manfaat bagi mahasiswa sebagai salah satu Upaya untuk membagikan ilmu dan sebagai syarat mutlak untuk menyelesaikan Pendidikan S-1 Teknik Elektro Universitas Trunojoyo Madura
2. Manfaat bagi Jurusan, Fakultas, dan Universitas : Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman, menjadi rujukan informasi bagi penelitian dan sehingga memberikan referensi yang sesuai.
3. Manfaat bagi Perusahaan : Penelitian ini dapat meningkatkan keandalan transformator. Dengan deteksi dini terhadap degradasi minyak isolasi, perusahaan dapat mengoptimalkan strategi perawatan, mengurangi biaya operasional, serta memperpanjang umur transformator.

1.4 Batasan-batasan

Adapun Batasan dari permasalahan agar tidak terjadi pelebaran pembahsan, sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis kondisi transformator menggunakan *Dissolved Gas Analysis* (DGA) IEEE Std C57.104-2019 dan *Breakdown Voltage* (BDV) metoda IEC 60156-95 dengan Batasan IEC 60422 : 2024.
2. Metode yang digunakan dalam analisis adalah *Duval Triangle*.
3. Analisis data hanya berfokus pada parameter Methana (CH_4), Asetilena (C_2H_2), Etilena (C_2H_4), Hidrogen (H_2), Karbon Monoksida (CO) dan *Breakdown Voltage* (BDV) tanpa mempertimbangkan parameter gas lain dalam *Dissolved Gas Analysis* (DGA)
4. Penelitian ini tidak mencakup implementasi langsung dari hasil analisis dalam sistem pemeliharaan perusahaan, melainkan hanya memberikan rekomendasi berbasis hasil pengolahan data.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka dan menganalisis penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian kondisi transformator berdasarkan uji *Breakdown Voltage* (BDV) dan *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dan analisa kondisi transformator menggunakan metode *Duval Triangle* melalui buku, artikel jurnal, publikasi ilmiah dan sumber-sumber elektronik yang relevan.

2. Metode Pengumpulan Data dan Analisis Data

Pada tahap ini mengumpulkan data lapangan. Pengambilan sampel dilanjutkan dengan pengujian *Break Down Voltage* (BDV) untuk mengetahui tegangan tembus dan *Dissolved Gas Analysis* (DGA) untuk mengetahui kandungan gas yang nantinya akan dianalisa. Data *Dissolved Gas Analysis* (DGA) diolah menggunakan metode *Duval Triagle* guna mengetahui kondisi transformator dan menentukan rekomendasi pemeliharaan.

3. Interpretasi Hasil

Menganalisis hasil pengujian *Dissolved Gas Analysis* (DGA) dan *Breakdown Voltage* (BDV). Data dari hasil pengujian *Dissolved Gas Analysis* (DGA) diolah menggunakan metode *Duval Triangle*. Memberikan Kesimpulan bagaimana kondisi transformator setelah dilakukan pengujian dan dilakukan pengolahan data untuk mengetahui kondisi minyak isolasi transformator, rekomendasi pemeliharaan dan preventif berdasarkan hasil analisis kondisi minyak isolasi transformator untuk meningkatkan keandalan.

4. Metode Diskusi

Metode ini dilakukan untuk mendiskusikan mengenai interpretasi dari hasil penelitian pada studi literatur dan penelitian terdahulu. Metode diskusi ini bisa dilakukan dengan dosen pembimbing, teman mahasiswa, dan pihak instansi terkait yang berpengalaman pada bidang ini.

5. Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari skripsi. Melakukan penyusunan laporan yang dilakukan dengan mengumpulkan dokumentasi dan melakukan penulisan laporan skripsi

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang gambaran umum untuk memberikan pola dasar pemikiran bagi keseluruhan isi yang di tulis dalam skripsi ini meliputi: latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: TEORI PENUNJANG

Bab ini berisi tentang teori penunjang yang merupakan pijakan selanjutnya yang digunakan untuk menganalisis data di dalam laporan penelitian, dalam bab ini berisikan penelitian terdahulu yang relevan dan dasar teori yang terdiri dari teori tentang komponen transformator, definisi transformator daya, minyak sebagai isolator cair pada transformator, mekanisme kegagalan isolasi cair pada transformator, definisi yang menjelaskan tentang *Breakdown Voltage* (BDV), *Dissolved Gas Analysis* (DGA), metode *Duval Triangle* dan *Visual Studio Code*.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian untuk menganalisis kondisi minyak isolasi transformator berdasarkan hasil uji *Breakdown Voltage* (BDV) dan *Dissolved Gas Analysis* (DGA) menggunakan metode *Duval Triangle*. Data uji DGA dan BDV dikumpulkan dari transformator yang beroperasi. Pengujian DGA dilakukan untuk mengukur konsentrasi gas terlarut seperti Methana (CH_4), Asetilena (C_2H_2), Etilena (C_2H_4), Hidroge (H_2), yang dapat menjadi indikator kerusakan pada minyak isolasi transformator. Selain itu, pengujian *Breakdown Voltage* (BDV) dilakukan untuk menilai daya tahan minyak isolasi terhadap tegangan tinggi. Setelah data *Dissolved Gas Analysis* (DGA) diperoleh, hasil pengujian tersebut diolah menggunakan metode *Duval Triangle* yang akan mengklasifikasikan kondisi transformator. Hasil dari analisis ini kemudian digunakan untuk menentukan rekomendasi pemeliharaan dan langkah-langkah preventif guna memastikan keandalan, seperti penggantian atau purifikasi minyak isolasi.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Bab ini ini berisikan hasil penelitian yang diperoleh yang disesuaikan dengan rumusan masalah atau fokus penelitian, dan juga pembahasan dan sub bahasan.

BAB V: PENUTUP

Bab terakhir berisi tentang kesimpulan, saran-saran atau rekomendasi. Kesimpulan menyajikan secara ringkas seluruh penemuan penelitian yang ada hubungannya dengan masalah penelitian.