

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator daya di gardu induk merupakan salah satu elemen paling krusial dalam jaringan distribusi tenaga listrik kepada pengguna, kualitas sebuah transformator daya yang tinggi akan berpengaruh positif terhadap efisiensi sistem distribusi tenaga tersebut. Transformator berfungsi sebagai perangkat untuk memindahkan daya listrik arus bolak-balik dari satu sirkuit ke sirkuit lain melalui cara induksi elektromagnetik[15]. Dalam konteks operasional distribusi tenaga listrik, transformator dapat dianggap sebagai pusat dari sistem penyaluran (transmisi) dan distribusi[10]. Dalam situasi ini, transformator diharapkan dapat berfungsi dengan optimal atau kontinu (secara terus menerus tanpa henti)[11].

Transformator merupakan aset paling penting di dalam sistem transmisi listrik[12]. Pengujian pada transformator sangat diperlukan untuk mengetahui dan mendeteksi adanya gangguan maupun kerusakan pada transformator. Berbagai jenis pengukuran dilakukan pada transformator guna menggambarkan kondisi sebenarnya dari peralatan yang diukur. Pengujian transformator terdapat 2 macam, yaitu pengujian dalam keadaan beroperasi (*In Service Measurement*) dan pengujian dalam keadaan padam (*Shutdown Measurement*)[4]. Pengujian trafo dalam keadaan padam ini dilakukan saat pemeliharaan rutin maupun pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kelayakan transformator sebelum dioperasikan.

Pengujian transformator dalam kondisi tidak bertegangan umumnya dilakukan pada saat kegiatan pemeliharaan berkala maupun sebelum peralatan dioperasikan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa transformator berada dalam kondisi layak dan aman untuk digunakan sesuai dengan standar yang berlaku. Beberapa jenis pengujian yang dilakukan pada transformator dalam

keadaan padam meliputi pengukuran tahanan isolasi, yang berfungsi untuk mengetahui kualitas isolasi antara belitan dengan tanah (ground) maupun antar beliti[11].

Pengujian yang dilakukan dalam mode *offline* berikutnya adalah uji rasio belitan untuk mengidentifikasi adanya masalah antara belitan serta bagian-bagian sistem isolasi pada transformator[13]. Penyesuaian level tegangan dari 150 kV ke 20 kV ditentukan oleh nilai rasio transformator daya. Apabila rasio transformator dalam keadaan optimal, maka penurunan tegangan akan sesuai dengan ekspektasi. Namun, jika tidak demikian, tegangan yang dikeluarkan oleh transformator tidak akan memenuhi standar dan biasanya akan lebih rendah daripada spesifikasi yang tercantum di *nameplate* transformator, yang mengakibatkan gangguan pada perangkat yang menerima pasokan listrik transformator tersebut. Maka dari itu, pada pengujian transformator daya, dilakukan analisis rasio untuk memastikan bahwa transformator berada dalam kondisi yang baik dan siap untuk digunakan[9].

Pengujian yang dapat dilakukan dalam keadaan padam maupun dalam keadaan beroperasi salah satunya yaitu pengujian tegangan tembus minyak (*Breakdown Voltage* atau BDV). Pada umumnya pengujian tegangan tembus minyak ini dilakukan dalam keadaan padam bersamaan dengan pengujian lainnya seperti yang dijelaskan sebelumnya, tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan minyak isolasi dalam menahan stres tegangan. Oksidasi dan kontaminan adalah hal yang dapat menurunkan kualitas minyak yang berarti dapat menurunkan kemampuannya sebagai isolasi. Oksidasi pada minyak isolasi trafo juga akan ikut andil dalam penurunan kualitas kertas isolasi trafo. Pada saat minyak isolasi mengalami oksidasi, maka minyak akan menghasilkan asam. Asam ini apabila bercampur dengan air dan suhu yang tinggi akan mengakibatkan proses *hydrolisis* pada isolasi kertas. Proses *hydrolisis* ini akan menurunkan kualitas kertas isolasi. Untuk itulah diperlukan pengujian tegangan

tembus minyak transformator[13]. Berdasarkan Kepdir Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0520-2/DIR/2014 pada Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga pengukuran serta pengujian pada transformator perlu dilakukan secara rutin, baik harian, mingguan, bulanan, tiga bulanan, satu tahun dan dua tahun. Untuk pengujian tegangan tembus minyak transformator dilakukan rutin sebanyak satu kali dalam setahun, pada pengujian tahanan isolasi, polarisasi indeks dilakukan rutin sebanyak satu kali dalam dua tahun, sedangkan pengujian rasio dilakukan kondisional. Setiap pengujian di atas dapat dilihat pada tabel 1 yang berdasarkan Kepdir Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0520-2/DIR/2014 pada Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga.

Tabel 1 Waktu Rutin Pengukuran dan Pengujian Transformator

KODE	SUBSISTEM	ITEM PEKERJAAN	Harian	Mingguan	Bulanan	3 Bulanan	1 Tahun	2 Tahun	Kondisional	Keterangan
1.1.2.3.1	Karakteristik minyak	Warna minyak maintank					●			
1.1.2.3.2	Karakteristik minyak	Tegangan tembus minyak maintank					●			
1.1.2.3.3	Karakteristik minyak	Kadar air minyak maintank					●			
1.1.2.3.4	Karakteristik minyak	Kadar asam minyak maintank					●			
1.1.2.3.5	Karakteristik minyak	Tangen delta minyak maintank							●	
1.1.2.3.6	Karakteristik minyak	Kadar inhibitor minyak maintank							●	
1.1.2.3.7	Karakteristik minyak	Sedimen dan sludge minyak maintank							●	
1.1.2.3.8	Karakteristik minyak	tegangan antarmuka (Rt) minyak maintank					●			
1.1.2.3.9	Karakteristik minyak	Jumlah partikel minyak maintank							●	
1.1.2.3.10	Karakteristik minyak	Stabilitas oksidasi							●	
KODE	SUBSISTEM	ITEM PEKERJAAN	Harian	Mingguan	Bulanan	3 Bulanan	1 Tahun	2 Tahun	Kondisional	Keterangan
1.1.3.1.3	Bushing	Pergeseran antara isolator dan flanges						●		
1.1.3.1.4	Bushing	Kondisi indikator level minyak						●		
1.1.3.2.1	Tahanan isolasi belitan	Belitan primer - ground						●		
1.1.3.2.2	Tahanan isolasi belitan	Belitan sekunder - ground						●		
1.1.3.2.3	Tahanan isolasi belitan	Belitan tertier - ground						●		
1.1.3.2.4	Tahanan isolasi belitan	Belitan primer - sekunder						●		
1.1.3.2.5	Tahanan isolasi belitan	Belitan primer - tertier						●		
1.1.3.2.6	Tahanan isolasi belitan	Belitan sekunder - tertier						●		
1.1.3.3.1	Tahanan isolasi pada aksesoris	Tahanan isolasi pada support isolator NGR						●		
1.1.3.3.2	Tahanan isolasi pada aksesoris	Tahanan isolasi motor kipas						●		
1.1.3.3.3	Tahanan isolasi pada aksesoris	Tahanan isolasi terminal rele bucholz						●		
1.1.3.3.4	Tahanan isolasi pada aksesoris	Tahanan isolasi terminal rele jansen						●		
1.1.3.3.5	Tahanan isolasi pada	Tahanan isolasi terminal rele						●		

IEC menetapkan umur transformator daya 20 tahun setara 7.300 hari apabila dibebani 100 % dari nilai *rating* daya transformator pada suhu sekitar 20°C[17]. Pada tugas akhir ini mengangkat sebuah kasus transformator daya yang telah berumur lebih dari 20 tahun yaitu transformator daya 1 20 MVA Gardu Induk Solok yang telah beroperasi sejak tahun 1995 dan diproduksi oleh pabrikannya pada tahun 1995.

Transformator daya merupakan objek vital dalam proses penyaluran energi listrik, maka pengukuran atau pengujian parameter pada transformator sangat diperlukan agar proses penyaluran energi listrik dapat terlaksana dengan baik secara terus menerus (kontinyu). Oleh karena itu Tugas Akhir (TA) ini diangkat untuk mengetahui kelayakan transformator daya 1 20 MVA Gardu Induk Solok karena telah berumur lebih dari 20 tahun yang mana telah melebihi standar umur transformator daya dari IEC, kemudian menentukan kelayakan transformator daya tersebut berdasarkan hasil pengukuran parameter yang mengacu kepada standar internasional (IEEE, IEC dan CIGRE). Penelitian ini dianalisis melalui perbandingan antara hasil pengukuran menggunakan alat ukur dengan hasil perhitungan sistematis secara manual, kemudian membandingkan hasil pengukuran parameter dengan standar hasil uji yang mengacu kepada standar internasional (IEEE, IEC, CIGRE).

Berdasarkan penjelasan-penjelasan di atas, penulis mengangkat sebuah Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Kelayakan Transformator Daya 1 20 MVA Gardu Induk Solok**”. Tugas akhir ini menyelidiki kelayakan kondisi transformator daya 1 20 MVA Gardu Induk Solok ULTG Padang yang telah berumur lebih dari 20 tahun dengan parameter pengukuran atau pengujian tahanan isolasi, Polarisasi Indeks (PI), tangen delta belitan serta *bushing* transformator, rasio belitan transformator dan tegangan tembus minyak transformator.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar nilai pengukuran tahanan isolasi, polarisasi indeks, tangen delta belitan dan *bushing* serta rasio belitan transformator daya 1 20 MVA GI Solok?
2. Bagaimana cara pengujian dan berapa besar nilai tegangan tembus minyak transformator daya 1 20 MVA GI Solok?
3. Apakah nilai pengukuran parameter di atas pada transformator daya 1 20 MVA GI Solok masih memenuhi kelayakan transformator untuk dioperasikan dengan mengacu standar internasional (IEEE, IEC, CIGRE)?
4. Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan dari hasil pengukuran terhadap pengoperasian transformator?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui besar nilai pengukuran tahanan isolasi, polarisasi indeks, tangen delta belitan dan *bushing* serta nilai rasio belitan pada transformator daya 1 20 MVA GI Solok.
2. Untuk mengetahui besar nilai dan cara kerja pengujian tegangan tembus minyak transformator daya 1 20 MVA GI Solok.
3. Untuk mengetahui kelayakan transformator daya 1 20 MVA GI Solok yang telah berumur lebih dari 20 tahun untuk dioperasikan dengan cara membandingkan antara hasil pengukuran parameter dan standar internasional (IEEE, IEC, CIGRE).
4. Untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan dari hasil pengukuran terhadap

5. pengoperasian transformator.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, manfaat yang di dapatkan sebagai berikut:

- 1.4.1 Dapat mengetahui kondisi kinerja transformator, baik dari aspek teknis, ekonomi, maupun keandalannya.
- 1.4.2 Dapat mengetahui sejauh mana transformator masih layak beroperasi berdasarkan hasil pengujian parameter listrik seperti rugi-rugi, efisiensi, temperature, serta hasil uji isolasi.
- 1.4.3 Dengan adanya penelitian yang saya lakukan ini dapat membantu menentukan apakah transformator masih ekonomis untuk digunakan dan referensi bagi pihak terkait dalam menentukan keputusan teknis dan ekonomis terhadap kondisi transformator, serta menjadikan bahan pembelajaran dan pengembangan ilmu di bidang system tenaga listrik.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, untuk mendapat hasil yang diharapkan maka penulis membatasi pembahasan dengan membuat ruang lingkup masalah sebagai berikut :

1. Tahanan Isolasi belitan Transformator dan Polarisasi Indeks.
2. Tangen Delta belitan transformator dan Bushing Transformator.
3. Rasio belitan Transformator.
4. Tegangan tembus minyak transformator (*Breakdown Voltage* atau BDV)