

PEMELIHARAAN MINYAK TRANSFORMATOR PADA MINYAK TRANSFORMATOR NOMOR 4 DI GARDU INDIK KEBASEN

Yudi Yantoro, Sabari

D3 Teknik Elektro Politeknik Harapan Bersama
Jl Dewi Sartika No 71 Tegal
Telp/Fax (0283) 352000

ABSTRAK

Dilapangan dijumpai juga kasus Minyak Transformator-Minyak Transformator yang bermasalah, baik dari awal perencanaan, prosedur pemeliharaan bahkan pemeliharaan yang kurang baik sehingga kinerja Minyak Transformator sendiri tidak bisa optimal. Oleh karena itu perencanaan dan prosedur kinerja transformator distribusi pada jaringan tegangan menengah harus diperhatikan dan yang lebih penting lagi, sebelum transformator dipakai sebaiknya diuji terlebih dahulu supaya dapat memastikan bahwa transformator yang akan digunakan betul-betul baik dan tepat nilai transformasinya.

Tujuan Penelitian mengetahui cara pemeliharaan transformator distribusi yang baik dan benar untuk dipakai pada jaringan tegangan menengah 25 KV

Hasilnya bahwa Minyak Transformator adalah merupakan pendingin dari pada belitan yang ada pada trafo dan sekaligus merupakan isolasi antara yang bertegangan dengan body trafo.

Kata Kunci : minyak transformator, gardu Kebasen, 25 Kv

A. Pendahuluan

Dengan semakin berkembangnya ilmu dan teknologi, maka masyarakat sebagai pemakai energi listrik saat ini, mulai berfikir secara kritis, sehingga suatu saat dapat menuntut masalah keandalan dalam penyediaan tenaga listrik ini, maka hal ini perlu diperhatikan.

Dalam sistem tenaga listrik, tentu tidak terhindar dari suatu masalah mutu atau kualitas tegangan maupun kontinuitas pelayanan. Hal ini terbukti dengan adanya keluhan terhadap gangguan listrik dari masyarakat konsumen listrik, berupa tegangan turun, kedip tegangan, maupun sering terjadinya padam.

Hal tersebut yang menjadi penyebab mutu tegangan dan kontinuitas pelayanan menurun. Jatuh tegangan salah satunya dipengaruhi oleh perubahan beban, panjang jaringan, maupun penampang kawat/penghantar yang tidak sesuai dengan kapasitas beban. Sehingga variasi besar tegangan yang diijinkan tidak tercapai dengan baik/sepurna.

Dilapangan dijumpai juga kasus Minyak Transformator-Minyak Transformator yang bermasalah, baik dari awal perencanaan, prosedur pemeliharaan bahkan pemeliharaan yang kurang baik sehingga kinerja Minyak Transformator sendiri tidak bisa optimal. Oleh karena itu

perencanaan dan prosedur kinerja transformator distribusi pada jaringan tegangan menengah harus diperhatikan dan yang lebih penting lagi, sebelum transformator dipakai sebaiknya diuji terlebih dahulu supaya dapat memastikan bahwa transformator yang akan digunakan betul-betul baik dan tepat nilai transformasinya. Dalam system penyediaan tenaga listrik ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan, diantaranya adalah sebagai berikut ;

1. kontinuitas pelayanan
2. keandalan
3. keamanan

Persyaratan – persyaratan tersebut di atas dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sebagai berikut ;

1. sistem jaringan yang digunakan
2. jenis penghantar yang digunakan
3. panjang saluran
4. karakteristik beban
5. kapasitas transformator
6. pertimbangan – pertimbangan segi teknis.

B. Landasan Teori

Transformator adalah suatu alat yang terdiri dari kumparan dan inti dimana kumparan sekunder akan menghasilkan tenaga listrik akibat terinduksi oleh medan magnet yang dihasilkan oleh inti transformator tersebut.

Besi berlapis sering dijadikan sebagai inti sedangkan kawat tembaga email sebagai aliran arus yang lazim disebut kumparan. Pada transformator terdapat dua kumparan yaitu kumparan primer, dan kumparan sekunder. Rasio perubahan tegangan ditentukan oleh rasio jumlah lilitan pada masing-masing kumparan. Tegangan masuk disebut tegangan primer sedangkan tegangan keluaran disebut tegangan sekunder. Perbandingan tegangan primer dibanding sekunder sama dengan perbandingan kumparan primer dibanding kumparan sekunder. Kedua kumparan tergabung secara magnetik di dalam inti,

tetapi kedua kumparan tersebut tidak tergabung secara elektrik.

Arus bolak – balik dapat ditransformasikan dengan cara tersebut di atas, karena mempunyai perubahan fluks magnetik yang selalu berubah.

Pada arus searah transformasi secara diatas tidak bisa karena pada arus searah fluks magnetiknya tetap dimana fluks magnetik tetap tidak akan menghasilkan gaya gerak listrik. Cara mentransformasikan arus searah yaitu dengan jalan memotong-motong arus searah tersebut agar berfrekuensi atau membuat inverter. Cara tersebut dalam penulisan laporan ini tidak dibahas karena penulis hanya membahas transformator atau arus bolak – balik. Gambar dibawah ini adalah gambar transformator secara umum dimana konstruksi transformator tersebut secara umum dibedakan menjadi dua bagian yaitu konstruksi transformator tipe inti, dan konstruksi transformator tipe cangkang.

Konstruksi inti yaitu tempat kedudukan kawat-kawat kumparan berada di sisi luar baik kumparan primer maupun kumparan sekundernya. Sedangkan pada tipe cangkang, tempat kedudukan kawat kumparan berada ditengah sehingga posisi kumparan dikelilingi oleh kern.

Jenis – jenis transformator dapat dibagi menjadi beberapa macam dimana sangat tergantung dari beberapa faktor yang membedakannya. Dari jenis-jenis tersebut dapat dibagi menjadi :

1. Jenis fasa tegangan
2. Perbandingan transformasi
3. Pendinginan transformator
4. Letak kumparan terhadap inti
5. Konstruksi inti transformator
6. Kegunaan

Sebuah transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan transmisi menengah 20kV ke tegangan distribusi 220/380V sehingga dengan demikian, peralatan utamanya adalah unit Minyak Transformator itu sendiri, antara lain:

1. Inti Besi/Kernel

Inti besi berfungsi untuk membangkitkan dan mempermudah jalan fluks yang timbul akibat adanya arus listrik dalam belitan atau kumparan Minyak Transformator. Bahan inti tersebut terbuat dari lempengan-lempengan baja tipis mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang diakibatkan oleh arus eddy (eddy current).

2. Kumparan Minyak Transformator

Kumparan Minyak Transformator Kumparan Minyak Transformator terdiri dari beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk kumparan, dan kumparan tersebut diisolasi, baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan menggunakan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain. Terdapat dua kumparan pada inti tersebut yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluks yang menimbulkan induksi tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaian beban) maka mengalir arus pada kumparan tersebut. Sehingga pada kumparan ini berfungsi sebagai alat transformasi tegangan dan arus. Khusus jenis Minyak Transformator tenaga tipe basah, kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak-Minyak Transformator, terutama Minyak Transformator-Minyak Transformator tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak Minyak Transformator mempunyai sifat sebagai media pemindah panas dan bersifat pula sebagai isolasi (tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Untuk itu minyak Minyak Transformator harus memenuhi persyaratan sbb:

- a. Ketahanan isolasi harus tinggi ($>10\text{kV/mm}$)
- b. Berat jenis harus kecil, sehingga partikel- partikel di dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
- c. Penyalur panas yang baik.

d. Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yg dapat membahayakan.

e. Sifat kimia yang stabil.

3. Bushing

Merupakan penghubung antara kumparan Minyak Transformator ke jaringan luar. Bushing adalah sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki Minyak Transformator.

4. Tangki dan konservator (khusus pada Minyak Transformator tipe basah)

Pada umumnya bagian-bagian dari Minyak Transformator yang terendam minyak Minyak Transformator yang ditempatkan di dalam tangki baja. Tangki Minyak Transformator-Minyak Transformator distribusi umumnya dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin (*cooling fin*) yang berfungsi memperluas permukaan dinding tangki, sehingga penyaluran panas minyak pada saat konveksi menjadi semakin baik dan efektif untuk menampung pemuaiian minyak Minyak Transformator, tangki dilengkapi dengan konservator

C. Metode

Dalam proses penyusunan Laporan Penelitian ini, penulis memperoleh data-datanya melalui beberapa metode yaitu :

1. Metode Observasi (Pengamatan)

Dengan teknik Observasi, penulis mengadakan suatu pengamatan secara langsung dari semua peralatan yang dikerjakan. Dengan metode ini penyusun dapat mengetahui secara pasti tentang peralatan tersebut.

2. Metode Literatur (Perpustakaan)

metode ini dilakukan dengan cara membaca buku-buku literatur yang dijadikan referensi untuk memperoleh data. Dengan demikian penulis menjadi lebih tahu dan jelas tentang peralatan atau perlengkapan yang dipasang pada transformator di jaringan distribusi.

D. Hasil Penelitian

Tegangan Minyak Transformator Distribusi

Tegangan pada Minyak Transformator distribusi selalu dinaikkan sampai dengan 5%. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengantisipasi terjadinya drop tegangan pada saluran dengan rincian sbb:

1. Maksimum 3% hilang pada saluran antara pembangkit (dalam hal ini Minyak Transformator distribusi) sampai dengan sambungan rumah.
2. maksimum 1% hilang pada saluran antara sambungan rumah sampai dengan KWh meter.
3. Maksimum 1% hilang pada saluran KWh meter - panel pembagi - alat listrik terjual.

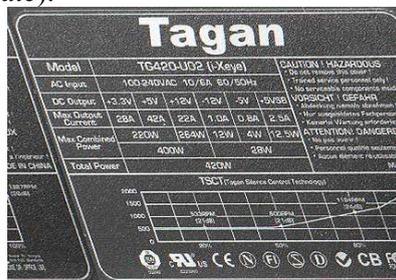
Semakin besar rugi daya dalam persen, berarti semakin besar kerugian energi yang terjadi. Penyebab Gangguan Minyak Transformator

1. Tegangan Lebih Akibat Petir
2. *Overload* dan Beban Tidak Seimbang
3. *Loss Contact* Pada Terminal Bushing
4. Isolator Bocor/Bushing Pecah
5. Kegagalan Isolasi Minyak Minyak Transformator/Packing Bocor

Pembahasan

Pemeriksaan Nameplate Minyak Transformator

sebelum pekerjaan pemeliharaan Minyak Transformator dilaksanakan, prosedur pelaksanaan pekerjaan yang pertama dilakukan adalah mendata spesifikasi teknis dari Minyak Transformator tersebut dengan mengamati (*nameplate*).



Gambar 1 Nameplate

Pemeriksaan Secara Visual

Pemeriksaan fisik Minyak Transformator secara visual meliputi pemeriksaan sebagai berikut :

1. Pemeriksaan kondisi tangki dari kebocoran atau akibat dari benturan.
2. Pemeriksaan kondisi baut-baut pengikat di bushing. Pemeriksaan kondisi bushing primer atau sekunder.
3. Pemeriksaan *valve* tekanan udara.
4. Pemeriksaan thermometer.
5. Pemeriksaan kondisi *tap charger/sadapan*.

Pengukuran Nilai Tahanan Isolasi

Setelah pemeriksaan secara visual dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan/pengukuran nilai tahanan isolasi Minyak Transformator dengan menggunakan megger (primer-body, sekunder-body dan primer-sekunder), sehingga dapat dipastikan jenis kerusakan dan bagian mana dari Minyak Transformator yang mengalami kerusakan. Dengan melakukan perawatan secara berkala dan pemantauan kondisi transformator pada saat beroperasi akan banyak keuntungan yang didapat, antara lain:

1. Meningkatkan keandalan dari transformator tersebut
2. Memperpanjang masa pakai
3. Jika masa pakai lebih panjang, maka secara otomatis akan dapat menghemat biaya penggantian Unit Minyak Transformator.

Adapun langkah-langkah perawatan dari transformator, antara lain adalah:

1. Pemeriksaan berkala kualitas minyak isolasi.
2. Pemeriksaan/pengamatan berkala secara langsung (*Visual Inspection*)
3. Pemeriksaan-pemeriksaan secara teliti (*overhauls*) yang terjadwal.

Pemeriksaan Kondisi Transformator Saat Beroperasi

1. Pada saat transformator beroperasi ada beberapa pemeriksaan dan analisa yang harus dilakukan, antara lain: Pemeriksaan dan analisa minyak isolasi transformator, meliputi:
 - a. Tegangan tembus (breakdown voltage)

- b. Analisa gas terlarut (dissolved gas analysis, DGA)
- c. Analisa minyak isolasi secara menyeluruh (sekali setiap 10 tahun)
- 2. Pemeriksaan dan analisa kandungan gas terlarut (Dissolved gas analysis, DGA), untuk mencegah terjadinya:(partial) discharges, Kegagalan thermal (thermal faults), Deteriorasi / pemburukan kertas isolasi/laminasi.
- 3. Pemeriksaan dan analisa minyak isolasi secara menyeluruh, meliputi: power factor (cf. $\tan \delta$), kandungan air (water content), neutralisation number, interfacial tension, furfural analysis dan kandungan katalisator negatif (inhibitor content)
- 4. Pengamatan dan Pemeriksaan Langsung (Visual inspections)
 - a. Kondisi fisik transformator secara menyeluruh.
 - b. Alat-alat ukur, relay, saringan/filter dll.
 - c. Pemeriksaan dengan menggunakan sinar infra-merah (infrared monitoring) setiap 2 tahun sekali.

Tindakan yang harus dilakukan pada saat Pemeriksaan Teliti (Overhaul)

- 1. Perawatan dan pemeriksaan ringan (Minor overhaul), setiap 3 atau 6 tahun.
 - a. on-load tap changers
 - b. oil filtering dan vacuum treatment
 - c. relays dan auxiliary devices.
- 2. Perawatan dan pemeriksaan teliti (Major overhaul)
 - a. Secara teknis setidaknya 1 kali selama masa pakai.
 - b. pembersihan, pengencangan kembali dan pengeringan.
- 3. Analisa kimia
 - a. analisa kertas penyekat/laminasi (sekali setiap 10 tahun)
- 4. Pengujian listrik (Electrical Test) untuk peralatan;
 - a. power transformer
 - b. bushing primer dan sekunder
 - c. Transformator ukur (measurement transformator)
 - d. breaker capacitors

- 5. Pengujian listrik (electrical test) dilakukan setidaknya setiap 6 - 9 tahun. Pengujian yang dilakukan meliputi;
 - a. Doble measurements
 - b. PD-measurement
 - c. Frequency Responce Analysis, FRA
 - d. voltage tests

E. Kesimpulan

- 1. Pemeliharaan transformator distribusi terutama pada lintasan jaringan, perlu dilengkapi dengan alat – alat pengamanan agar Minyak Transformator bisa selamat / aman dari gangguan – gangguan yang timbul.
- 2. Pemeliharaan transformator perlu persiapan pemikiran urutan kerja, alat-alat bantu, dan pengecekan–pengecekan seperti minyak Minyak Transformator, tegangan input-output, frekuensi.

Daftar Pustaka

- [1] Febrianti. 2009. “Pemadaman Listrik di Sumatera Barat Hingga Akhir Maret”. Tempo 26 Maret.
- [2] Hage. “Komponen-Komponen Transformator,” [http : dunia listrik.blogspot.com/2009/01/komponen-komponen-transformator.html](http://dunia.listrik.blogspot.com/2009/01/komponen-komponen-transformator.html) [26 April 2009]
- [3] Hamma. (2001, April). Elektro Indonesia : Transformator Daya dan Cara Pengujiannya [25 paragraf]. 7(36). [26 April 2009].
- [4] Isnanto. (2009, Januari)”Transformator Distribusi,” [http: masisnanto.blogdetik.com/2009/01/23transformator-distribusi.html](http://masisnanto.blogdetik.com/2009/01/23transformator-distribusi.html) [26 April 2009].
- [5] Kadir, A. 1989. *Transformator*. Jakarta : Gramedia.
- [6] Mustafa, D. (2008, November). *Techno : Transformator Listrik Tenaga* [35 paragraf]. [26 April 2009]

