

# ANALISIS PENGUJIAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DAYA 160KVA – TEGANGAN 20KV/400V – 4,6A/231A

**AJANG KOKO KOSWARA DAN I. A. DARYANTO.**

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma,  
Jakarta.

## ABSTRAK

*Transformator Distribusi merupakan peralatan vital dalam system distribusi tenaga listrik, Transformator Distribusi yang terpasang pada saluran tegangan menengah sering mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada transformator dan terputusnya penyaluran tenaga listrik ke pemakai listrik. Gangguan sering terjadi adalah gangguan akibat beban lebih, akibat sambaran petir dan gangguan yang penyebabnya belum diketahui. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan melakukan pengujian transformator Sebelum dikirim kekonsumen, agar dapat diketahui efisiensi dan kemampuan transformator terhadap beban maupun terhadap kemungkinan gangguan yang akan dialaminya. Dengan mengaplikasikan metoda Standar SPLN dalam pengujian transformator sehingga dapat diketahui kualitas dari transformator. Dari analisis diperoleh hasil bahwa transformator yang telah diuji memiliki hasil perhitungan untuk prosentase impedansi 6,19%, pengukuran rugi tembaga 2866,7W, efficiency untuk  $\cos \Phi = 1,0$  diperoleh 98,15% dan  $\cos \Phi = 0,8$  diperoleh 98,09% ternyata tidak memenuhi Standart : SPLN 50 : 1997.*

*Kata kunci : Transformator Distribusi, saluran tegangan menengah , SPLN 50 : 1997, kemampuan transformator terhadap beban. Efisiensi, rugi tembaga .*

## PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini energi listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Di Indonesia pemanfaatan energi listrik secara tepat guna dapat membantu pertumbuhan ekonomi negara kita. Karena luasnya wilayah negara Indonesia maka dibutuhkan sistim transmisi dan distribusi yang handal didalam penyaluran energi listrik dari sumber energi sampai ke beban. Seiring dengan pesatnya perkembangan ekonomi Indonesia, terbukti dengan lajunya pertumbuhan dan perkembangan industri-industri dalam skala kecil maupun skala besar, juga industri-industri berat dan ringan, memungkinkan masyarakat industri untuk menyerap dan menggunakan daya listrik dalam jumlah yang besar. Industri-industri tersebut umumnya menggunakan

daya listrik dari PT. PLN (Persero) ataupun dari swasta dengan menggunakan transformator penurun tegangan (trafo step-down), yang mentransformasikan tegangan dari 20 kV menjadi 400/231 Volt . Sebelum transformator-transformator tersebut dikirim kekonsumen, terlebih dahulu harus melalui proses pengujian, agar dapat diketahui efisiensi dan kemampuan transformator terhadap beban maupun terhadap kemungkinan gangguan yang akan dialaminya. Bila dalam pengujian transformator ada yang tidak lulus uji, maka dilakukan perbaikan kembali sesuai dengan jenis mata uji yang tidak lulus.

## METODE

Studi dilakukan dengan melakukan pengujian pada transformator distribusi daya 160kVA – tegangan 20KV/400V –

arus 4,6A/231A hubungan belitan Dyn 5 adapun pengujian dilakukan dengan standart SPLN 50 : 1997, Menjelaskan tentang ini pembahasan prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan pada waktu pengujian, dengan data hasil pengujian yang kemudian dianalisis kemudian dibandingkan dengan standar yang berlaku, apakah sesuai atau tidak sesuai sehingga dapat diambil langkah selanjutnya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan peningkatan kualitas hasil produksi transformator distribusi, sehingga dapat diketahui factor-faktor apa yang menghambat proses pengujian. Dari segi pengerjaannya dapat lebih efisien terhadap waktu, tenaga manusianya, kualitas, pemakaian material bahan dan biaya produksi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengukuran Tahanan Isolasi

Pengujian tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui besar tahanan isolasi antara kedua belitan maupun antara setiap belitan terhadap grounding. Tegangan searah/DC yang diterapkan untuk mengukur tahanan isolasi terhadap grounding seharusnya tidak melebihi nilai rms (efektif) dari tegangan terapan frekuensi rendah yang diijinkan. Pengujian tahanan isolasi terukur dalam satuan Mega Ohm ( $M\Omega$ )

Nilai tahanan isolasi yang baik dan memenuhi syarat adalah  $\geq 1000 M\Omega$ , dan syarat minimum yang masih diperbolehkan adalah  $\geq 670 M\Omega$ , dalam hal ini nilai tahanan isolasi tidak memiliki standar, hanya berdasarkan standar dari pabrik saja.

Jika hasil pengukuran kurang dari  $670 M\Omega$ , maka trafo harus dioven kembali, karena diperkirakan

turunnya nilai tahanan isolasi akibat adanya kelembaban dalam belitan maupun di bahan isolasi yang digunakan.

Dari hasil pengukuran tahanan isolasi Sisi primer terhadap grounding hasilnya  $5000 M\Omega$ , sisi sekunder terhadap grounding hasilnya  $3000 M\Omega$  dan sisi primer terhadap sekunder hasilnya  $5000 M\Omega$ ,

### Pengukuran Tahanan Belitan

Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya nilai tahanan/resistan belitan pada kumparan yang akan menimbulkan panas bila kumparan tersebut dialiri arus. Nilai tahanan belitan digunakan untuk menentukan tegangan impedansi, rugi beban dan efisiensi.

Pada saat melakukan pengukuran, yang perlu diperhatikan adalah suhu belitan pada saat pengukuran yang usahakan sama dengan suhu udara sekitar, oleh karenanya usahakan arus pengukuran kecil. Untuk pengukuran ini harus menggunakan sumber arus searah (DC).

Hasil pengukuran tahanan belitan Sisi primer hasilnya  $32,49 \Omega$ , dan sisi sekunder hasilnya  $15,23 m\Omega$ ,

### Pengukuran Rasio Tegangan (TTR)

Pengukuran rasio/perbandingan tegangan adalah untuk mengetahui kesesuaian hasil bagi tegangan antara tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah pada setiap tapping, sehingga tegangan output yang dihasilkan oleh transformator sesuai dengan yang dikehendaki.

Untuk mengetahui apakah rasio tegangan hasil pengukuran itu betul, nilainya harus berada pada daerah toleransi  $\pm 0,5 \%$  dari perhitungan.

Toleransi berdasarkan standard IEC Pub 76 – 1. Hasil pemeriksaan hasil bagi tegangan hasilnya  $86,62$

## **Pengukuran Impedansi dan Rugi-rugi Beban**

Tegangan impedansi adalah tegangan yang terukur pada sisi tegangan tinggi (HV) saat trafo diberi arus pengenal/nominal dan trafo dihubungkan pada sisi tegangan rendahnya (LV). Daya (watt) yang terukur pada watt meter adalah rugi-rugi beban (rugi tembaga).

Prosedur pengujian Semua terminal sisi sekunder transformator (400V) harus dihubungkan dengan menggunakan konduktor yang penampangnya sama atau lebih besar dari terminal sisi sekunder transformator, hubungan terhadap konduktor penghubung-singkat harus bersih dan kuat/kencang. Tegangan impedansi dan rugi beban (rugi tembaga) dapat diukur dengan memberikan tegangan berbentuk sinus pada sisi tegangan tinggi trafo pada arus pengenal dari trafo tersebut. Catat tegangan dalam volt dan rugi-rugi dalam watt. Hitung persentase dari tegangan hubung-singkat terhadap tegangan tinggi pengenal. Nilai pengukuran dari impedansi hubung-singkat dan rugi-rugi beban (rugi tembaga) harus dihitung pada suhu referensi 75 °C.

Jika hasil perhitungan impedansi dan rugi-rugi beban tersebut berada diluar batas toleransi, maka ini akan berpengaruh pada nilai effisiensinya, penanggulangannya adalah membuka kembali trafo tersebut dan kawat belitannya diganti dengan yang lebih besar.

Hasil pengukuran rugi tembaga (rugi beban) pada 75 °C. Adalah 2866,7.

## **Pengukuran Rugi Beban Nol dan Arus Beban Nol**

Rugi beban nol adalah rugi-rugi dari trafo pada saat diberi tegangan dan

frekuensi pengenal tapi tidak diberikan beban.

Rugi beban nol dari trafo terdiri dari rugi besi dalam inti trafo dan juga fungsi dari besarnya frekuensi dan bentuk gelombang dari tegangan yang diberikan. Perubahan suhu tidak mempengaruhi rugi-rugi beban nol.

Rugi-rugi beban nol dan arus beban nol diukur pada sisi tegangan rendah dengan memberikan frekuensi dan tegangan pengenal pada terminal sisi tegangan rendah, sisi tegangan tinggi dalam keadaan terbuka atau sebaliknya, yaitu tegangan dan frekuensi pengenal diberikan pada sisi tegangan tinggi, sisi tegangan rendah dalam keadaan terbuka.

Tegangan antar fasa harus diukur oleh volt meter yang tanggap terhadap nilai tegangan rata-rata, tetapi dengan skala yang terbaca nilai efektif untuk gelombang sinusoidal yang mempunyai nilai rata-rata yang sama besar. Arus beban nol dari semua fasa diukur oleh ampere meter efektif dan pembacaan rata-ratanya diambil sebagai arus beban nol

Nilai rugi beban nol dan arus beban nol yang baik adalah sesuai dengan SPLN 50:1997 dengan batas toleransi + 15 % untuk rugi besi dan + 30 % untuk arus beban nol sesuai dengan spesifikasi trafo yang diuji.

Jika nilai hasil pengujian melebihi batas toleransi (baik rugi besi maupun arus beban nol), hal ini dapat berpengaruh terhadap efisiensi trafo yang diuji. Ada kemungkinan susunan core/kern dari trafo kurang baik, penanggulangannya adalah dengan menyusun kembali susunan core/kern trafo dengan baik. Tapi jika setelah core/kern disusun kembali masih tetap demikian, berarti dari segi disainnya yang kurang tepat, ada kemungkinan didesain ulang.

Hasil pengukuran rugi beban nol (rugi besi) 147Watt dan pengukuran arus beban nol 0,36%.

### **Pengujian Tegangan Terapan**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan isolasi transformator terhadap tegangan tinggi, pengujian dengan memberi tegangan uji sesuai dengan standar uji dan dilakukan pada :Tegangan tinggi terhadap sisi tegangan rendah dan body yang di ketanahkan. Diterapkan tegangan uji : 40kVAC selama 1 menit.Tegangan rendah terhadap sisi tegangan tinggi dan body yang di ketanahkan. Diterapkan tegangan uji : 3kV AC selama 1 menit

Pengujian tegangan terapan dilakukan pada suhu seperti pengujian rutin lainnya..Pengujian tegangan terapan harus menggunakan tegangan listrik arus bolak-balik dengan bentuk gelombang mendekati gelombang berbentuk sinus dengan frekuensi tidak kurang dari 80 % frekuensi pengenalnya.Besar tegangan pengujian diberi 2 kali tegangan kerja trafo.Tegangan pengujian penuh diterapkan selama 60 detik.

Trafo dikatakan baik jika tahan selama satu menit (60 detik) dan tidak terdeteksi adanya kegagalan (tanda-tanda adanya asap, gelembung-gelembung gas naik kepermukaan minyak, terdengar bunyi seperti suara ketukan, arus pengujian naik secara tiba-tiba).

Jika pada saat pengujian terdeteksi adanya kegagalan, ada kemungkinan isolasi terhadap ground kurang baik atau jarak kawat yang bertegangan terlalu dekat dengan tangki/bodi, sehingga menyebabkan tembus. Penanggulangannya adalah dengan memperbaiki jarak penghantar dan isolasinya terhadap tangki/bodi.

### **Pengujian Tegangan Lebih Induksi**

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan isolasi belitan terhadap frekuensi kerja sepanjang belitan

dan antara fasa-fasanya, sesuai dengan tingkat isolasinya.

Pengujian tegangan lebih induksi dilakukan pada suhu seperti pengujian rutin lainnya.

Pengujian tegangan lebih induksi harus diberikan pada terminal-terminal tiap fasa dari sisi belitan tegangan rendah trafo.

Bentuk tegangan harus mendekati bentuk sinus dengan frekuensi 350 Hz untuk menghindari kelebihan arus magnetisasi selama pengujian.

Trafo dikatakan baik jika tahan selama 18 detik (untuk frekuensi pengenal 50 Hz) dan tidak terdeteksi adanya kegagalan (tanda-tanda adanya asap, gelembung-gelembung gas naik kepermukaan minyak, terdengar bunyi seperti suara ketukan, arus pengujian naik secara tiba-tiba, tegangan pengujian jatuh).

Jika terdeteksi adanya kegagalan, berarti telah terjadi tembus pada isolasi antar belitan pada satu, dua atau ketiga kumparan sesuai dengan arus yang terbaca pada ampere meter. Penanggulangannya adalah dengan mengganti kumparan yang terdeteksi gagal.

### **KESIMPULAN**

- a. Pengukuran tahanan isolasi Primer sebesar 5000 M $\Omega$ , Sekunder sebesar 3000 M $\Omega$  dan Primer-Sekunder sebesar 5000 M $\Omega$  memenuhi spesifikasi
- b. Hasil ukur Tahanan Belitan Sisi primer sebesar 32,49 $\Omega$  dan Sisi sekunder sebesar 15,23m $\Omega$  memenuhi spesifikasi
- c. Pemeriksaan hasil perbandingan tegangan sebesar 86,62 memenuhi spesifikasi
- d. Hasil perhitungan impedansi sebesar 6,19% tidak memenuhi spesifikasi

- e. Hasil perhitungan rugi tembaga (rugi beban) sebesar 2866,7Watt pada 750C tidak memenuhi spesifikasi
- f. Hasil ukur rugi beban nol sebesar 147Watt memenuhi spesifikasi
- g. Hasil ukur arus beban nol 0,36% memenuhi spesifikasi
- h. Pengujian dielectrik
- i. Tegangan terapan AC 40kV memenuhi spesifikasi
- j. Tegangan terapan AC 3kV, memenuhi spesifikasi
- k. Tegangan Induksi AC 800V,350Hz memenuhi spesifikasi
- l. Hasil perhitungan Efficiency pada  $\text{Cos } \Phi = 1,0$  sebesar 98,15% dan pada  $\text{Cos } \Phi = 0,8$  sebesar 98,09% tidak memenuhi spesifikasi.

Dari analisis diperoleh hasil bahwa transformator yang telah diuji memiliki hasil perhitungan untuk prosentase impedansi 6,19%, pengukuran rugi tembaga 2866,7W,efficiency untuk  $\text{cos } \Phi = 1,0$  diperoleh 98,15% dan  $\text{cos } \Phi = 0,8$  diperoleh 98,09% ternyata tidak memenuhi Standart : SPLN 50 : 1997.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir, *Transformator*, Gramedia, Jakarta, 1989
- Arismunandar,A,Dr, dan Kuwahara,S,Dr, "*Teknik Tenaga Listrik Jilid II*",PT. Pradnya Paramitha, Jakarta 1979
- Malvino Barmmawi, "*Prinsip-Prinsip Elektronika Jilid 1*" Erlangga,Jakarta 1992
- Malvino Barmawi, "*Prinsip-Prinsip Elektronika Jilid 2*" Erlangga,Jakarta 1992
- WilliamH. Hayt Jr,Jack E.Kemmerly, Pantur Silaban, "*Rangkaian Listrik Jilid 1 Edisi Keempat*" Erlangga, Jakarta 1992
- WilliamH. Hayt Jr,Jack E.Kemmerly, Pantur Silaban, "*Rangkaian Listrik*

- Jilid1 Edisi Keempat*" Erlangga, Jakarta 1992
- Zuhal, *Dasar Tenaga Listrik*, ITB, Bandung 1980
- Transformator Tenaga – Bagian 1 : Umum*, SPLN 8-1:1991, 1991
- Transformator Tenaga – Bagian 2 : Kenaikan Suhu*, SPLN 8-2:1991, 1991