

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian Skripsi ini antara lain adalah :

1. Studi literatur, yaitu dengan cara menelaah, menggali, serta mengkaji teori-teori yang mendukung dalam pemecahan masalah yang diteliti. Teori-teori tersebut didapat baik dari jurnal ilmiah, hasil penelitian sebelumnya, maupun dari buku-buku referensi yang mendukung penelitian ini. Selain itu, studi literatur pun dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dapat dijadikan acuan
2. Observasi, yaitu mengumpulkan data - data yang yang diperlukan untuk penelitian yang didapatkan dari lapangan dengan melakukan pengujian secara langsung di Lab karakteristik minyak trafo PT PLN (PERSERO) P3B Jawa-Bali Region Jawa Barat.
3. Diskusi, yaitu melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen, pembimbing di PT PLN (PERSERO) P3B Jawa-Bali Region Jawa Barat dan pihak-pihak lain yang dapat membantu terlaksananya penelitian ini.

B. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian skripsi ini berlangsung selama 4 (empat) bulan dari 6 februari 2014 s.d 6 mei 2014 dengan rincian 1 bulan kajian pustaka, 2 bulan observasi data, dan 1 bulan melakukan analisis data. Lokasi penelitian ini bertempat di lab pengujian karakteristik minyak trafo di PT PLN (PERSERO) P3B Jawa-Bali APP Bandung jalan Moch.Toha km 4.

Helmi Triyudar Yanto

Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

C. Subjek Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian karakteristik minyak transformator diantaranya adalah pengujian viskositas, kadar air dan tegangan tembus. Penelitian ini menguji dan menganalisis bagaimana pengaruh temperatur terhadap karakteristik minyak dan pengaruh perubahan nilai karakteristik viskositas serta kadar air minyak terhadap tegangan tembus minyak transformator. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran baru bagaimana pengaruh temperatur terhadap karakteristik minyak transformator serta pengaruh nilai viskositas dan kadar air terhadap tegangan tembus minyak transformator. Adapun data yang di uji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data Minyak Transformator Baru

Merk	: Nynas Nitro
Jenis Minyak	: Minyak Mineral
Waktu Penyimpanan	: 8 Bulan
Kondisi	: Belum di Treatment

Tabel 3.1 Standar Minyak Transformator Baru

Standar Pabrik		
Viskositas 40°/100° C (cST) ISO 3104/Astm D-445	Kadar air (mg/kg) IEC 60814	Tegangan tembus (kV) IEC 60156
8,0 / 3,0	30	30 / 70

2. Data Minyak Transformator Bekas

Merk	: Nynas Nitro 10XN
------	--------------------

Helmi Triyudar Yanto

Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Jenis Minyak : Minyak Mineral
 Waktu Penyimpanan : 1 Tahun
 Kondisi : Belum di Treatment

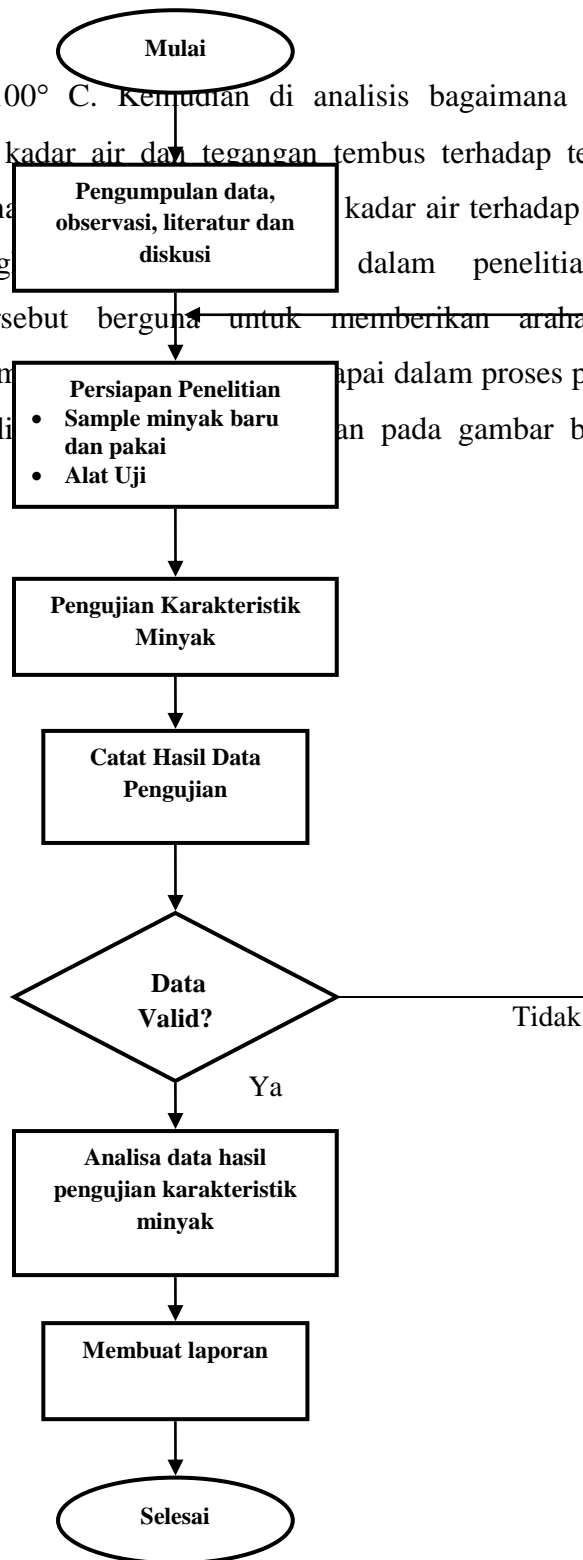
Tabel 3.2 Standar Minyak Transformator Pakai

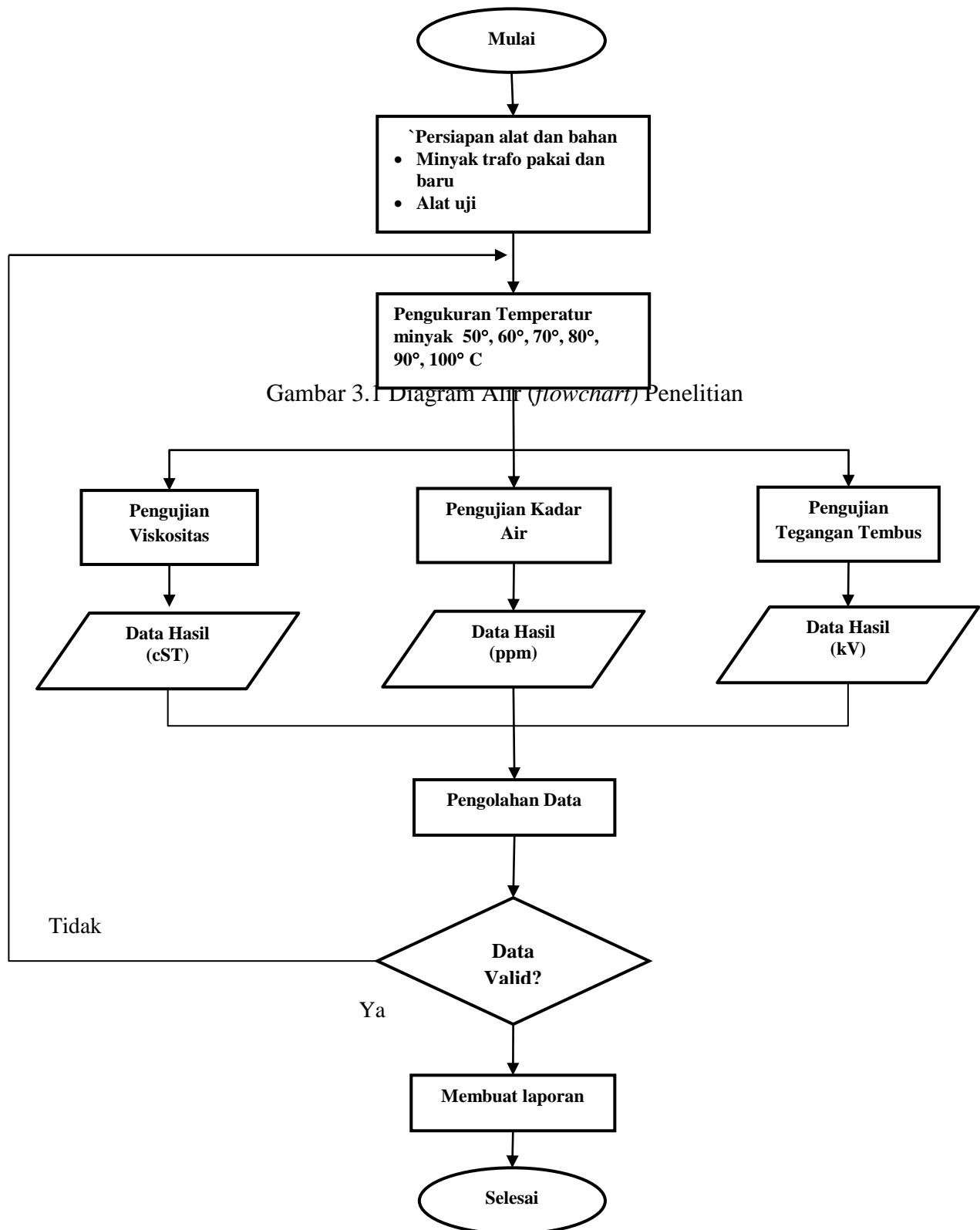
Kategori Trafo	Standar IEC 60422 Tahun 2005								
	Viskositas ASTM-D445 (cST)			Kadar air IEC 60814 (ppm)			Tegangan Tembus IEC 60156 (kV)		
70 KV	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	< 3	≤ 3	> 3	< 10	10-25	> 25	> 40	30-40	< 25
	*(I,II,III adalah menunjukkan kelas)								

D. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian dalam skripsi ini adalah dengan melakukan eksperimen pengujian karakteristik minyak isolasi trafo yang bertempat di lab karakteristik minyak transformator PT PLN (Persero) P3B Jawa-Bali APP Bandung. Eksperimen yang dilakukan meliputi pengujian viskositas, kadar air dan tegangan tembus pada minyak isolasi baru dan bekas dengan tingkatan temperatur meliputi 50°, 60°, 70°, 80°, 90° dan 100° C. Data eksperimen tersebut akan diperoleh data-data seperti nilai viskositas pada temperatur 50°-100° C, nilai kadar air pada temperatur 50°-100° C, nilai tegangan tembus

pada temperatur 50°-100° C. Kemudian di analisis bagaimana pengaruh karakteristik viskositas, kadar air dan tegangan tembus terhadap temperatur serta hubungan perubahan karakteristik viskositas, kadar air terhadap tegangan tembus. Langkah-langkah dalam penelitian harus diperhatikan. Hal tersebut berguna untuk memberikan arahan untuk mempermudah pemahaman apa dalam proses penelitian. Langkah-langkah penelitian pada gambar bagan alir penelitian dibawah ini :





Gambar 3.2 Diagram Alir (*flowchart*) Pengujian

E. Persiapan alat dan Penyediaan sample

Pengujian dilakukan secara bertahap dari penyediaan sample minyak isolasi lalu persiapan alat uji yang harus sesuai dengan standar cara pengujian hingga pemanasan minyak pada temperatur yang telah ditentukan dan melakukan penelitian. Penelitian pada pengujian karakteristik minyak ini menggunakan minyak baru dan minyak bekas. Adapun cara pengambilan sample untuk minyak bekas adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Sampling minyak baru dan pakai
(Dokumentasi Pribadi)

1. Langkah-langkah Pengambilan Sample Pengujian Karakteristik Minyak

Minyak isolasi di ambil melalui tangki pada transformator. Pengambilan sample minyak uji dilakukan pada saat trafo sedang beroperasi. Adapun langkah-langkah pengambilan sample minyak untuk pengujian karakteristik adalah sebagai berikut :

- Siapkan alat dan botol penyimpan minyak. Bukalah tutup drain valve yang berada agak dibawah badan trafo lalu siapkan ember di bawah saluran tersebut. Kemudian buka keran lalu buang kurang lebih (\pm 1 Liter) minyak pada ember.
- Siapkan botol penampung lalu bilas botol menggunakan minyak sample langsung dari trafo. Bilas di awali dari tutup botol hingga dalam botol tersebut lalu kocok dan buang lakukan sebanyak 2 kali.



Helmi Triyudar Yanto
Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.4 Proses penyucian pada botol sample oleh minyak uji
(Dokumentasi Pribadi)

- Setelah bersih dari bilasan sebelumnya, pastikan selang masuk ke dalam botol hingga mencapai dasar botol lalu tunggu hingga minyak meluap tutup botol lalu simpan pda box sample.



Gambar 3.5 Pengisian minyak uji karakteristik pada botol sample
(Dokumentasi Pribadi)

2. Pemanasan Sample Minyak

Minyak isolasi sangat erat kaitanya dengan temperatur. Kondisi transformator yang berkerja secara terus menerus memungkinkan trafo menjadi panas. Minyak isolasi yang berfungsi sebagai isolasi dan media pendingin pada trafo harus memiliki kualitas yang baik untuk melindungi bagian dalam transformator. Pemanasan sample minyak diatur pada temperatur berbeda yaitu 50°,60°,70°,80°,90° dan 100° C. Tujuan pemanasan minyak ini untuk mengetahui perbedaan hasil data yang akan didapatkan untuk dianalisis seberapa besar pengaruh temperatur terhadap

minyak isolasi. Alat pemanas yang digunakan adalah sebuah pemanas jenis oven yang di atur suhu nya serta termometer untuk memastikan dan memantau kevalidan temperatur.



Gambar 3.6 Pemanasan sampling menggunakan alat pemanas (heater)
(Dokumentasi Pribadi)

Helmi Triyudar Yanto
Analisis pengaruh perubahan
transformator Nymas Nitro
Universitas Pendidikan Indon



sembus minyak
du

Gambar 3.7 Proses Pengukuran Minyak Menggunakan Termometer
(Dokumentasi Pribadi)

F. Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui kemampuan minyak untuk bersirkulasi dalam trafo. Minyak trafo mempunyai unsur kekentalan dimana jika minyak tidak mampu bersirkulasi dengan baik maka akan berdampak tidak baik bagi trafo. Sirkulasi ini berfungsi sebagai pendingin membawa area yang panas untuk disirkulasikan sehingga dapat menjaga suhu yang ada di dalam trafo itu sendiri. Kekentalan minyak trafo dipengaruhi oleh suhu pada transformator itu sendiri, jika temperatur dingin minyak akan bersirkulasi secara lambat dan jika suhu panas maka minyak akan bersirkulasi dengan baik didalam trafo. Namun temperatur trafo tersebut memiliki batas dan ketentuan sendiri agar minyak trafo berfungsi dengan baik dan trafo tidak mengalami gangguan. Viskositas juga dapat dipengaruhi oleh kontaminan yang terkandung di dalam minyak trafo seperti kadar air dan sedimen/partikel-partikel endapan kotoran. Adapun pengujian dan rumus standar yang digunakan berdasarkan **ASTM D-445** dalam perhitungan hasil viskositas adalah sebagai berikut :

$$\text{Viskositas} = \frac{(T2 - T1) U + (T1. L)}{2}$$

Keterangan :

T1 = Timer 1

T2 = Timer 2

L = Lower Bulb

U = Upper Bulb

Tabel 3.3 Standar perhitungan viskositas mengacu pada ASTM D-445

Standar Viskositas ASTM D-445		
Temperatur (°C)	Lower Bulb (cSt)	Upper bulb (cSt)
50	0,035263	0,024961
60	0,352970	0,024994
70	0,035330	0,025026
80	0,035364	0,025058
90	0,035397	0,025090
100	0,035431	0,025122

Contoh :

Timer 1 = 244,2 s

Timer 2 = 590,9 s

Konstanta suhu = 50° C

Helmi Triyudar Yanto

Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Lower Bulb = 0,035263 cST

Up Bulb = 0,024961 cST

$$\text{Viskositas} = \frac{(244,2 - 590,9) 0,024961 + 244,2 \cdot 0,035263}{2}$$

$$= \mathbf{8,63 \text{ cST}}$$

Tabel 3.4 Formulir pengisian data uji viskositas

Viskositas (Cst)						
Percobaan	50°	60°	70°	80°	90°	100°
1						
2						
3						
Rata-rata						



Gambar 3.8 Alat uji Viskositas

KOEHLER Type KV 3000

(Dokumentasi Pribadi)

Helmi Triyudar Yanto

Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.9 Viscosity holder
(Dokumentasi Pribadi)

1. Langkah-langkah Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan sesuai standar pengujian prosedur ASTM-D445 dengan mempersiapkan alat-alat serta menyiapkan sampling. Adapun langkah-langkah pengujian viskositas sebagai berikut :

- Masukkan sampling minyak pada viskositas tube lalu tunggu hingga minyak turun pada garis pertama yang tertera pada viskositas holder.
- Setelah aliran minyak berada pada garis pertama, tekan saklar timer 1 dan 2 secara bersamaan untuk menghitung waktu laju minyak. Tunggu hingga aliran minyak menuju pada garis kedua. Setelah minyak berada pada garis kedua tekan saklar 1 untuk menghentikan timer 1 kemudian tekan saklar timer 2 setelah minyak berada pada garis ke 3. Catat data yang didapatkan.
- Rapihkan alat dan bersihkan viskositas holder tunggu hingga kering untuk digunakan kembali.

G. Pengujian Kadar Air

Fungsi minyak trafo sebagai media isolasi di dalam trafo dapat menurun seiring banyaknya air yang mengotori minyak. Oleh karena itu dilakukan pengujian kadar air untuk mengetahui seberapa besar kadar air yang terlarut atau terkandung di minyak. Kandungan air dan oksigen yang tinggi akan mengakibatkan korosi, menghasilkan asam, endapan dan cepat menurunkan usia trafo. Dari hasil penelitian EPRI diperoleh bahwa setiap peningkatan kandungan air 2 kali lipat pada temperatur yang sama akan menurunkan usia isolasi menjadi 0.5 kali. Kandungan air dalam trafo dapat berasal dari udara saat trafo dibuka untuk keperluan inspeksi, dan apabila terjadi kebocoran maka uap air akan masuk ke dalam trafo karena perbedaan tekanan parsial uap air. Metode yang dipakai adalah metoda **Karl Fischer**. Metode ini menggunakan satu buah elektroda dan satu buah generator. Generator berfungsi menghasilkan senyawa Iodin yang berfungsi sebagai titer / penetral kadar air sedangkan Elektroda berfungsi sebagai media untuk mengetahui ada tidaknya kadar air di dalam minyak. Perhitungan berapa besar kadar air di dalam minyak dilihat dari berapa banyak Iodin yang di bentuk pada reaksi tersebut.



Gambar 3.10 Alat uji kadar air
(Megger Type KF 875)/(KF – Karl Fischer)
(Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.11 Suntikan sampling
(Dokumentasi Pribadi)

Adapun satuan dari hasil pengujian ini adalah ppm (part per million) yang didapat dari perbandingan antara banyaknya kadar air dalam mg terhadap 1 kg minyak. Pengujian ini mengacu pada standar **IEC 60814**. Banyaknya kadar air didalam minyak akan dipengaruhi oleh temperatur operasi trafo serta kadar air pun dapat mempengaruhi tinggi atau rendahnya tegangan tembus yang dialami oleh minyak trafo. Karena sistem isolasi didalam trafo terdiri dari dua buah isolasi, yaitu minyak dan kertas isolasi dimana difusi air antara kedua isolasi tersebut dipengaruhi oleh temperatur operasi trafo. Untuk mendapatkan nilai referensi sehingga nantinya hasil pengujian dapat

dibandingkan terhadap batasan pada standar **IEC 60422** perlu dilakukan koreksi hasil pengujian kadar air terhadap suhu 20 °C yaitu dengan mengalikan dengan faktor koreksi sesuai dengan standar kadar air **IEC 60184**.

$$f = 2,24e^{-0,04ts}$$

Ket :

f = faktor koreksi

ts = Suhu minyak pada waktu diambil (sampling

Contoh :

Kadar air hasil pengukuran = 10 mg/kg

Suhu sampling (ts) = 40 °C

Faktor koreksi = 0,45

Kadar air terkoreksi = 10 x 0,45 = 4,5 mg/kg

Tabel 3.5 Formulir pengisian data uji kadar air

Kadar Air (ppm)						
Percobaan	50°	60°	70°	80°	90°	100°
1						
2						
3						
Rata-rata						

1. Langkah-langkah Pengujian Kadar Air

Standar pengujian kadar air mengacu pada standar IEC 60814. Dimulai dengan persiapan alat serta sampling hingga cara pengujian. Adapun langkah-langkah pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- Hidupkan alat uji kadar air (Megger Type KF 875)/(KF – Karl Fischer) lalu tunggu hingga alat merekondisi hingga alat siap untuk dipakai dengan munculnya kata “ready” pada alat uji.
- Siapkan sampling serta bersihkan suntikan menggunakan sample minyak yang akan di uji sebanyak 3x – 5x. Setelah dibersihkan, siapkan sample pada suntikan sebanyak 1 ml lalu suntikan pada gelas titrasi tanpa mengenai cairan yang ada di dalam gelas titrasi lalu tekan alat ready kemudian suntikan sample minyak, cabut suntikan dan tunggu hingga proses titrasi pada alat selesai.
- Catat data hasil yang tertera lalu rapihkan alat uji.

H. Pengujian Tegangan Tembus

Pengujian tegangan tembus dilakukan untuk mengetahui kemampuan minyak isolasi dalam menahan stress tegangan. Minyak yang jernih dan kering akan menunjukkan nilai tegangan tembus yang tinggi. Kandungan air yang tinggi dan partikel yang mengendap dapat menurunkan tegangan tembus secara dramatis. Dengan kata lain pengujian ini dapat menjadi indikasi keberadaan kontaminan seperti kadar air dan partikel. Rendahnya nilai tegangan tembus dapat mengindikasikan keberadaan salah satu kontaminan tersebut, dan tingginya tegangan tembus belum tentu juga mengindikasikan bebasnya minyak dari semua jenis kontaminan. Pengujian ini mengacu standar **IEC 60156**.



Helmi Triyudar Y
Analisis pengaruh p
transformator Nym
Universitas Pendidik

tembus minyak
du

Gambar 3.12 Alat uji tegangan tembus
(Megger Type OTS 80 AF/2)
(Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3.13 Elektroda 2,5 mm pada alat uji tegangan tembus

(Dokumentasi Pribadi)

Tabel 3.6 Formulir pengisian data uji tegangan tembus

Tegangan Tembus (kV)						
Percobaan	50°	60°	70°	80°	90°	100°
1						
2						
3						
Rata-rata						

1. Langkah – langkah pengujian tegangan tembus

Pengujian tegangan tembus dilakukan mengacu pada standar IEC 60156. Elektroda yang digunakan pada standar ini adalah 2,5 mm. Adapun langkah – langkah pengujian tegangan tembus adalah sebagai berikut :

- Alat yang digunakan pada uji tegangan tembus adalah MEGGER Type OTS AF/2. Siapkan alat uji dan sample minyak. bersihkan gelas uji dengan membilas gelas uji menggunakan sample minyak yang akan di uji serta bilas juga elektroda dengan sample minyak yang akan diuji.
- Masukkan sample minyak pada gelas uji hingga meluap lalu tutup dengan penutup wadah gelas uji/ wadah yang menyatu dengan elektroda pastikan elektroda terendam oleh minyak sample. Lalu letakan sample minyak pada alat uji pastikan posisi nya benar. Kunci dengan pengaman tutup rapat.
- Tekan saklar ON untuk menghidupkan alat uji, serta pilih acuan standar IEC 60156. Tekan start untuk memulai proses pengujian. Tunggu dan catat pengujian sebanyak 6 kali.
- Rapihkan alat serta buang minyak uji lalu bersihkan.

Helmi Triyudar Yanto

Analisis pengaruh perubahan kadar air dan viskositas terhadap tegangan tembus minyak transformator Nymas Nitro 2014

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

