

**Studi Kasus Penghilangan Kadar Air
Pada Trafo Dengan Menggunakan
Ruang Heater Dan Sistem Injeksi PT.
PLN(Persero) Jasa & Produksi**

Dendy bagus I

6408030001

Yogi Prastyo

(6408030002)

Pembimbing:

Urip Mudjiono ST. MT

Pendahuluan

➤ Latar Belakang

- Semakin meningkatnya jumlah pekerjaan rewending trafo di PT PLN J&P UP Surabaya maka prosesnya harus lebih baik dan cepat.
- Proses untuk rewending ada beberapa tahap salah satunya proses pengeringan trafo setelah dilakukan rewending.
- Tahanan isolasi diharapkan setelah melalui proses pengeringan hasilnya baik.

➤ Tujuan

Mengevaluasi sistem kerja ruang heater dan injeksi dengan pengukuran tahanan isolasi menggunakan megger test.

Pendahuluan

➤ Rumusan Masalah

- Penggunaan sistem yang efisien dan keamanan yang lebih
- Analisa kualitas tahanan isolasi

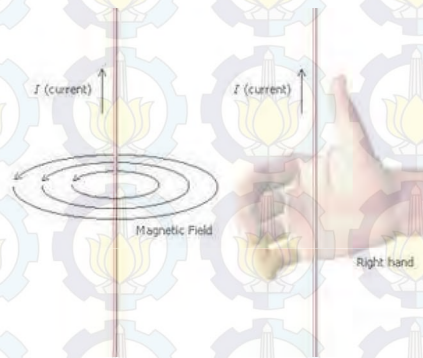
➤ Batasan Masalah

- Tidak mengetahui hasil test DGA (Dagnosis Gas Analisis)
- Permasalahan yang dibahas di PT PLN Jasa & produksi UP Surabaya
- Tidak mengukur kadar air yang terdapat di belitantrafo.
- Perbandingan sistem kerja ruang heater dan sistem injeksi.

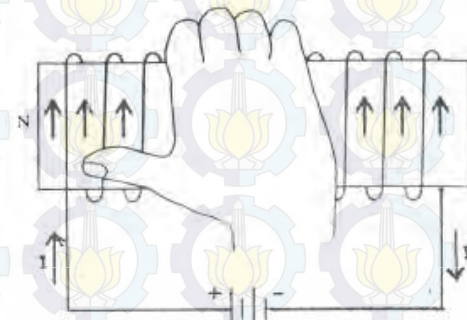
Teori Penunjang-Transformator

➤ suatu alat listrik yang digunakan untuk mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya

Pinsip Kerja



Gambar 1



Gambar 2

- Apabila ada arus listrik bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet (gambar 1)
- apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan terjadi beda tegangan mengelilingi magnet, maka akan timbul gaya gerak listrik (GGL) (gambar 2)

Pengujian Transformator

➤ Pengujian

○ pengujian kondisi belitan

- LV - Ground 1000Vdc
- HV – Ground 5000Vdc
- HV – LV 5000Vdc

Pengujian tahanan isolasi belitan paling rendah:

$$R = \frac{0,8 \times e}{\sqrt{KVA} \times Ks}$$

Pengujian Transformator

Tabel Faktor koreksi suhu belitan untuk pengujian tahanan isolasi belitan trafo.

Temperatur	Faktor Koreksi
0°C	0,25
5°C	0,36
10°C	0,50
15°C	0,72
20°C	1,100
30°C	1,98
40°C	3,95
50°C	7,85

Pengujian Transformator

➤ Test Polaritas Index

Tujuannya untuk memastikan bahwa trafo tahan terhadap tegangan lebih.

POLARITAS INDEX	KONDISI ISOLASI
1,0 - 1,1	Berbahaya
1,1 - 1,25	Kurang
1,25 - 2,0	Cukup
LEBIH DARI 2,0	Baik Sekali



Ruang Heater

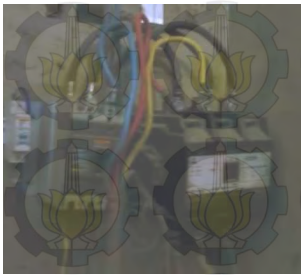
➤ Pengertian

Ruang heater merupakan suatu ruangan yang fungsinya sebagai penghilang kadar air pada trafo dengan 46 alat pemanas terpasang di dalamnya dengan dilengkapi alat pengontrol suhu.

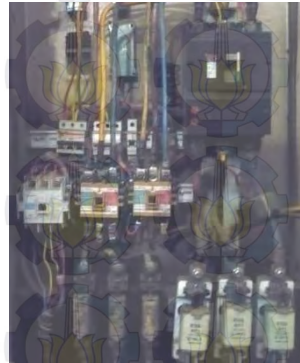
Ruang Heater

➤ Sistem Kerja

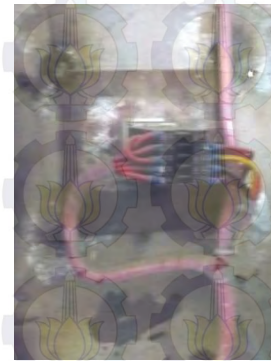
NFB(NO FUSE BREAKER)



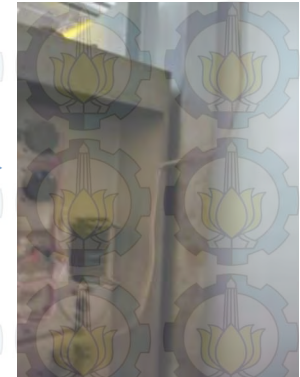
FUSE dan KONTAKTOR



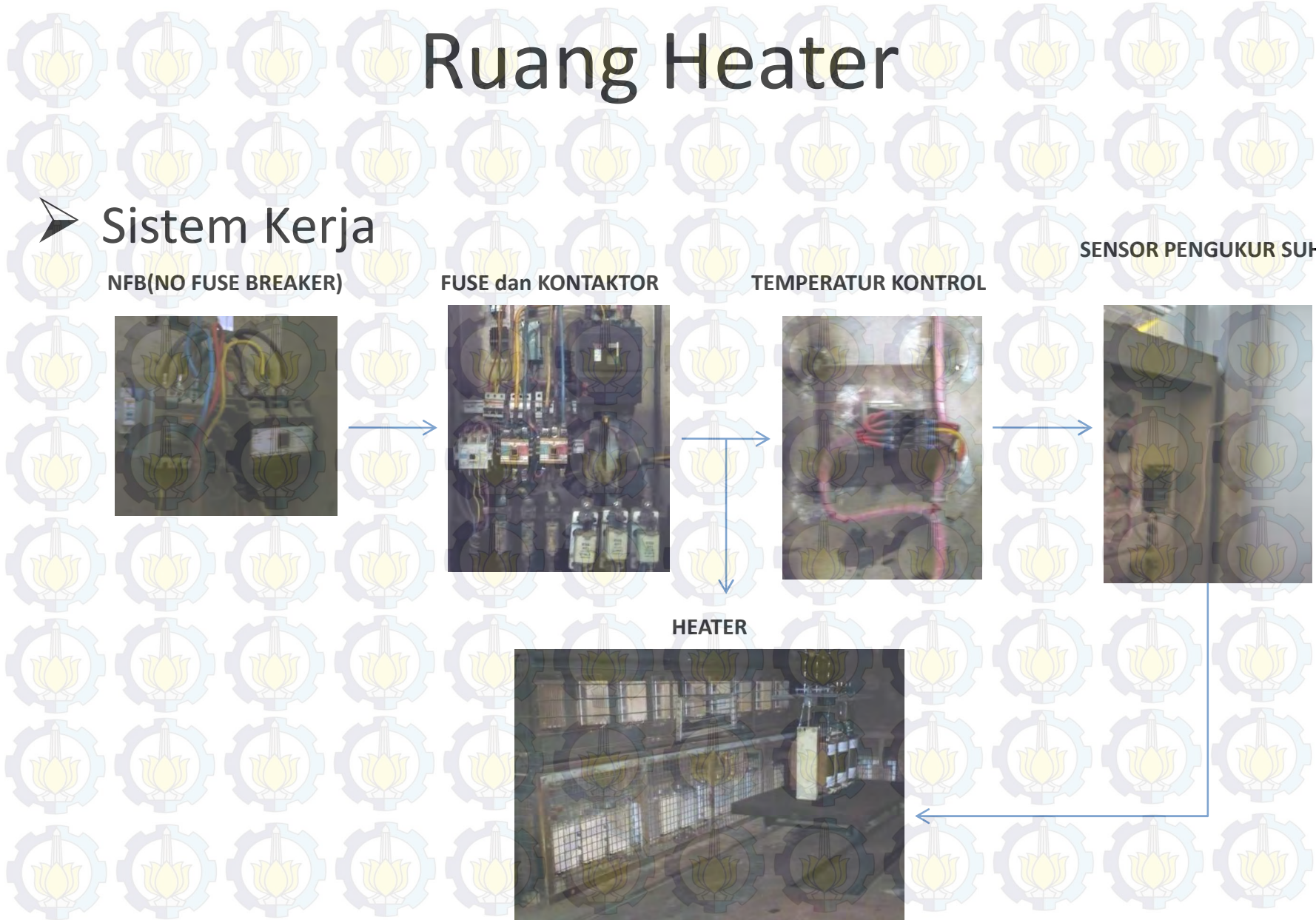
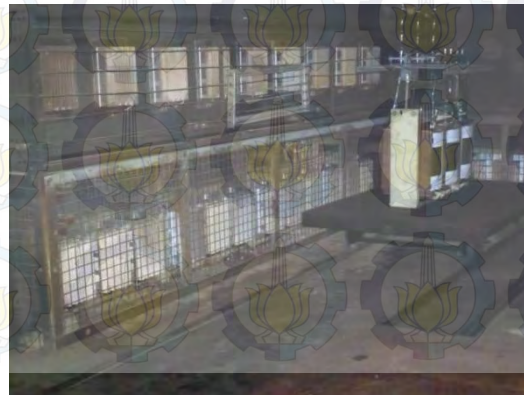
TEMPERATUR KONTROL



SENSOR PENGUKUR SUHU



HEATER



Sistem Injeksi

➤ Pengertian

Sistem injek adalah alat yang digunakan untuk mengurangi kadar air pada trafo dengan memanfaatkan arus yang timbul pada lilitan, saat sisi primer diberi tegangan dan menimbulkan arus pada sekunder yang di hubung singkat kan.

Sistem Injeksi

➤ Sistem Kerja

Kabel Injek



Pengukur Tekanan



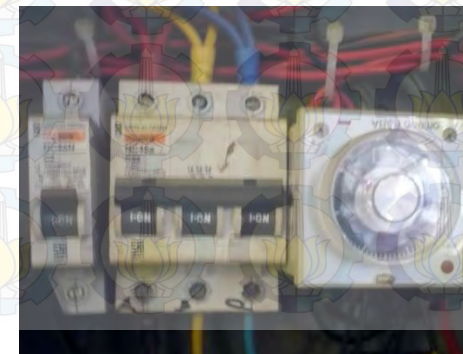
Vacuum



Kontaktor



MCB dan Timer



Ruang Heater

➤ Analisa

- Penggunaan alat ini efisien dari segi tempat.
- Penggunaan daya besar dengan arus 70 dan tegangan 380 diperoleh daya 36858 Watt
- Mampu menampung 8 trafo
- Lama waktu pengovenan 3-4 hari tergantung hasil pengukuran tahanan isolasi

Ruang Heater- Sebelum pengovenan Trafindo

- Trafo merk Trafindo, nomer serie TA, daya 100KVA, suhu pada phasa R=33,2 °C ,phasa S=33.2 °C dan phasa T =33.4 °C

Waktu	MEGER 1000 Volt	MEGGER 5000 volt	
	LV-BODY	HV-BODY	HV-LV
1 menit	9,6 MΩ	32,3 MΩ	37,1 MΩ

Pengukuran tahanan isolasi

URUTAN TES	TAHANAN ISOLASI MEGA OHM (MΩ)		
	LV-BODY	HV-BODY	HV-LV
	MEGGER 1000V	MEGGER 5000 V	
MENIT 1	9.6 MΩ	32.3 MΩ	37.1 MΩ
MENIT 2	9.7 MΩ	33.4 MΩ	38.2 MΩ
MENIT 3	9.8 MΩ	34.0 MΩ	38.8 MΩ
MENIT 4	9.8 MΩ	34.3 MΩ	39.1 MΩ
MENIT 5	9.9 MΩ	34.6 MΩ	39.4 MΩ
MENIT 6	10.0 MΩ	34.8 MΩ	39.6 MΩ
MENIT 7	10.1 MΩ	35.1 MΩ	39.8 MΩ
MENIT 8	10.1 MΩ	35.2 MΩ	40.0 MΩ
MENIT 9	10.2 MΩ	35.4 MΩ	40.0 MΩ
MENIT 10	10.2 MΩ	35.6 MΩ	40.2 MΩ
HASIL PI	1.06	1.1	1.09

Pengukuran Polaritas index

Ruang Heater-Perhitungan

o Tahanan Isolasi

$$R = \frac{0,8 \times e}{\sqrt{KVA} \times K_s}$$

$$R = \frac{0,8 \times 20.000}{\sqrt{100} \times 1,98} = 808,08 \text{ } M\Omega \text{ untuk HV - LV dan HV - Body}$$

$$R = \frac{0,8 \times 400}{\sqrt{100} \times 1,98} = 16,16 \text{ } M\Omega \text{ untuk LV - Body}$$

o Polaritas Index

- Pi = Perbandingan menit ke 10 dengan menit 1

LV-Ground = 1,06

HV-LV = 1,09

HV-Ground = 1,1

Ruang Heater Sesudah-Pengovenan

➤ suhu phasa R=41,4 °C ,phasa S=41.8 °C dan phasa T =41.4 °C

Waktu	MEGER 1000 Volt	MEGGER 5000 volt	
	LV-BODY	HV-BODY	HV-LV
1 menit	1.7 GΩ	6,1 GΩ	10,2 GΩ

Pengukuran
Tahanan Isolasi

URUTAN TES	TAHANAN ISOLASI MEGA OHM (MΩ)		
	LV-BODY MEGGER 1000V	HV-BODY	HV-LV
		MEGGER 5000 V	
MENIT 1	1.7 GΩ	6.1 GΩ	10.2 GΩ
MENIT 2	1.9 GΩ	7.3 GΩ	10.9 GΩ
MENIT 3	2.2 GΩ	8.2 GΩ	11.6 GΩ
MENIT 4	2.3 GΩ	8.7 GΩ	12.4 GΩ
MENIT 5	2.5 GΩ	9.2 GΩ	13.9 GΩ
MENIT 6	2.6 GΩ	9.8 GΩ	14.3 GΩ
MENIT 7	2.7 GΩ	10.1 GΩ	15.8 GΩ
MENIT 8	2.8 GΩ	10.4 GΩ	16.9 GΩ
MENIT 9	2.9 GΩ	11 GΩ	17.4 GΩ
MENIT 10	2.9 GΩ	11.1 GΩ	17.5 GΩ
HASIL PI	1.7	1.81	1.71

Pengukuran
Polaritas Index

Ruang Heater-Perhitungan

- Tahanan Isolasi

$$R = \frac{0,8 \times e}{\sqrt{KVA} \times Ks}$$

$$R = \frac{0,8 \times 20.000}{\sqrt{100} \times 3,95} = 405,06 \text{ M}\Omega \text{ untuk HV - LV dan HV - Body}$$

$$R = \frac{0,8 \times 400}{\sqrt{100} \times 3,95} = 8,1 \text{ M}\Omega \text{ untuk LV - Body}$$

- Polaritas Index

- Pi = Perbandingan menit ke 10 dengan menit 1

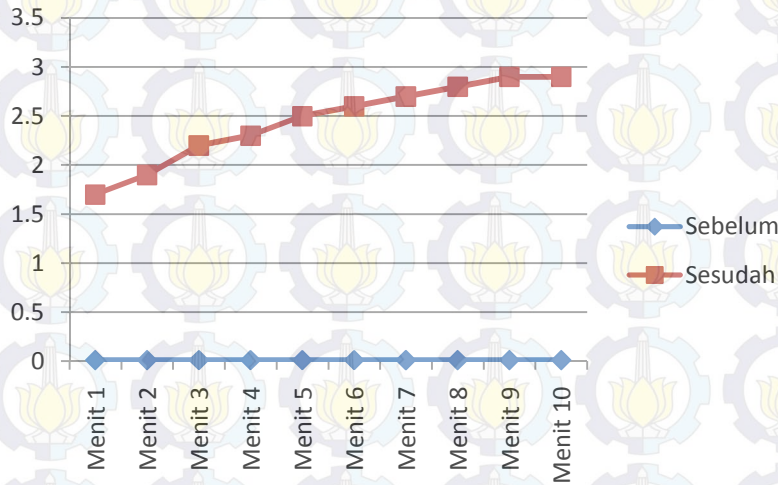
LV-Ground = 1,7

HV-LV = 1,71

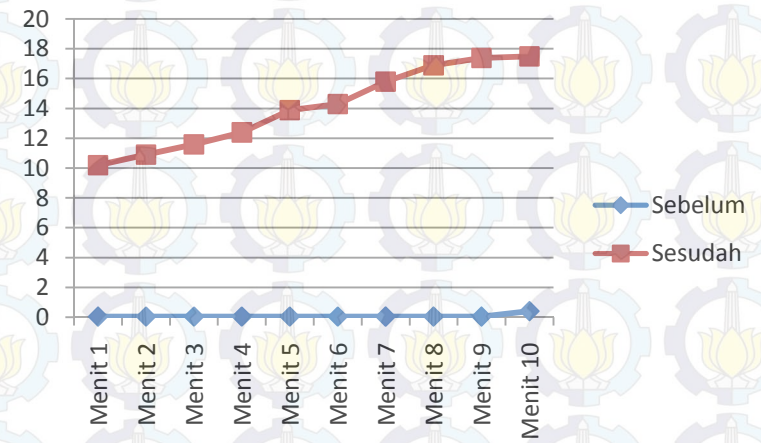
HV-Ground = 1,81

Ruang Heater-Grafik Perbandingan

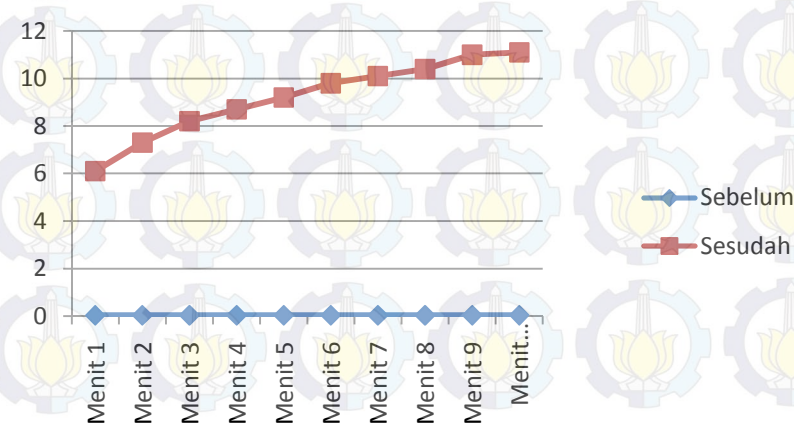
LV-Ground (1000VDC)



HV-LV (5000VDC)



HV-BODY (5000VDC)



Ruang Heater Sebelum Pengovenan Trafo Starlite

- Starlite, no serie 51289-31, daya 200 KVA, Vektor group Dyn5, volume oil 180, berat total 1080, tahun pembuatan 1995 suhu belitan R = 33.2 °C, phasa S = 33.2 °C, T = 33.2 °C

Waktu	MEGER 1000 Volt	MEGGER 5000 volt	
	LV-BODY	HV-BODY	HV-LV
1 menit	38.7 MΩ	46.4 MΩ	28.2 MΩ

Pengukuran
Tahanan Isolasi

URUTAN TES	TAHANAN ISOLASI MEGA OHM (MΩ)		
	LV-BODY	HV-BODY	HV-LV
	MEGGER 1000V	MEGGER 5000 V	
MENIT 1	38.7 MΩ	46.4 MΩ	28.2 MΩ
MENIT 2	39 MΩ	49.2 MΩ	29.9 MΩ
MENIT 3	39.1 MΩ	49.9 MΩ	29.9 MΩ
MENIT 4	39.2 MΩ	50.7 MΩ	29.9 MΩ
MENIT 5	39.2 MΩ	51.2 MΩ	30.0 MΩ
MENIT 6	39.2 MΩ	51.2 MΩ	30.1 MΩ
MENIT 7	39.3 MΩ	51.5 MΩ	30.1 MΩ
MENIT 8	39.3 MΩ	51.5 MΩ	30.1 MΩ
MENIT 9	39.2 MΩ	51.7 MΩ	29.6 MΩ
MENIT 10	39.2 MΩ	51.7 MΩ	29.7 MΩ
HASIL PI	1.06	1.1	1.09

Pengukuran
Polaritas Index

Ruang Heater-Perhitungan

- Tahanan Isolasi

$$R = \frac{0,8 \times e}{\sqrt{KV\Delta} \times K_s}$$

$$R = \frac{0,8 \times 20.000}{\sqrt{200} \times 1,98} = 571,42 \text{ M}\Omega \text{ untuk HV - LV dan HV - Body}$$

$$R = \frac{0,8 \times 400}{\sqrt{200} \times 1,98} = 11,42 \text{ M}\Omega \text{ untuk LV - Body}$$

- Polaritas Index

- Pi = Perbandingan menit ke 10 dengan menit 1

LV-Ground = 1,06

HV-LV = 1,09

HV-Ground = 1,1

Ruang Heater Sesudah Pengovenan

- suhu phasa R = 40.8 °C, phasa S = 40.4 °C, T = 40.4 °C

Waktu	MEGER 1000 Volt	MEGGER 5000 volt	
	LV-BODY	LV-BODY	HV-BODY
1 menit	3.4 GΩ	26.2 GΩ	13.7 GΩ

Pengukuran
Tahanan Isolasi

URUTAN TES	TAHANAN ISOLASI MEGA OHM (MΩ)		
	LV-BODY MEGGER 1000V	HV-BODY	HV-LV
		MEGGER 5000 V	
MENIT 1	3.4 GΩ	26.2 GΩ	13.7 GΩ
MENIT 2	3.6 GΩ	28.5 GΩ	15.9 GΩ
MENIT 3	3.7 GΩ	31.1 GΩ	17.5 GΩ
MENIT 4	3.9 GΩ	35.6 GΩ	19.7 GΩ
MENIT 5	4.1 GΩ	39.8 GΩ	20.4 GΩ
MENIT 6	4.6 GΩ	45.6 GΩ	21.7 GΩ
MENIT 7	4.9 GΩ	46.7 GΩ	22.1 GΩ
MENIT 8	5.3 GΩ	47.5 GΩ	22.9 GΩ
MENIT 9	5.76 GΩ	47.4 GΩ	23.4 GΩ
MENIT 10	5.78 GΩ	47.43 GΩ	23.42 GΩ
HASIL PI	1.7	1.81	1.71

Pengukuran
Polaritas Index

Ruang Heater-Perhitungan

- Tahanan Isolasi

$$R = \frac{0,8 \times e}{\sqrt{KVA} \times Ks}$$

$$R = \frac{0,8 \times 20.000}{\sqrt{200} \times 3,95} = 286,43 \text{ M}\Omega \text{ untuk HV - LV dan HV - Body}$$

$$R = \frac{0,8 \times 400}{\sqrt{200} \times 3,95} = 5,72 \text{ M}\Omega \text{ untuk LV - Body}$$

- Polaritas Index

- Pi = Perbandingan menit ke 10 dengan menit 1

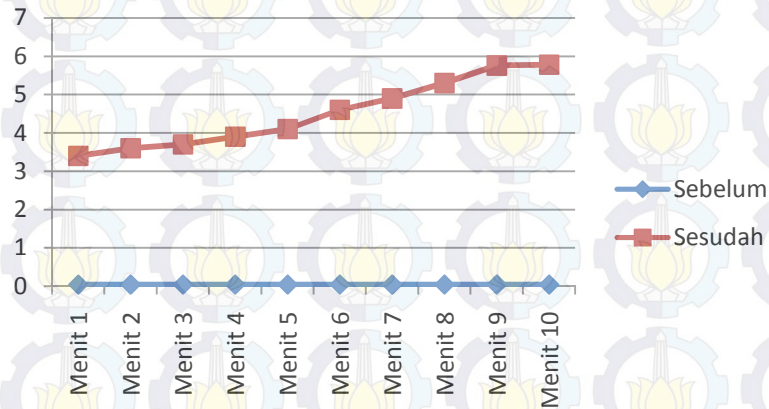
LV-Ground = 1,7

HV-LV = 1,71

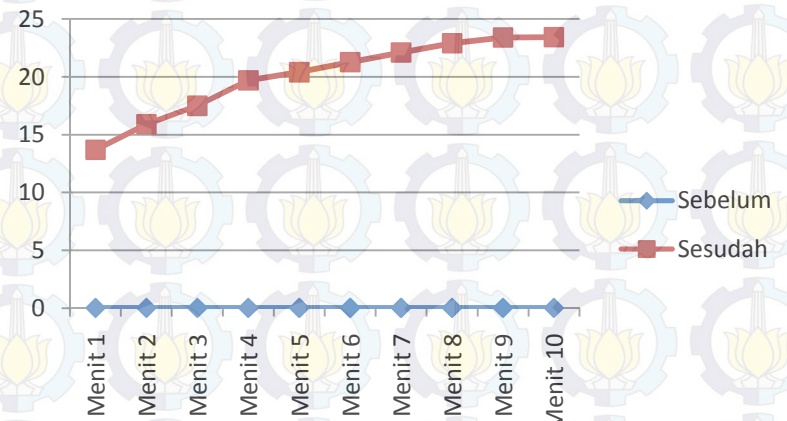
HV-Ground = 1,81

Ruang Heater-Grafik Perbandingan

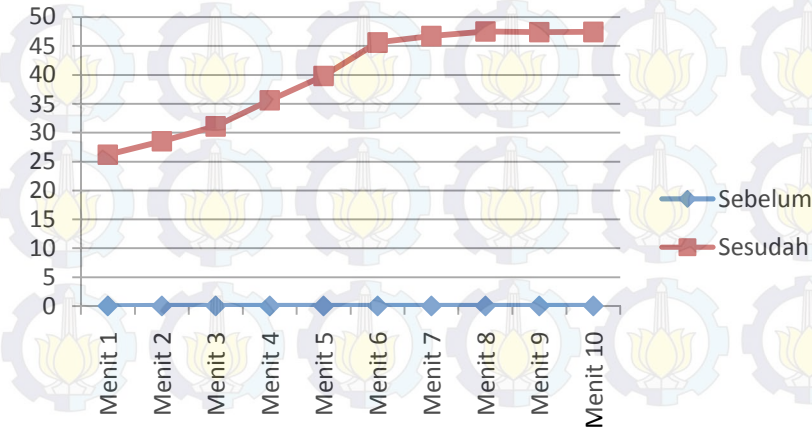
LV-Ground(1000VDC)



HV-LV(5000VDC)



HV-Ground(5000VDC)



Sistem Injeksi

➤ Analisa

- Dapat menampung 3 trafo dalam sekali operasi.
- Memakan waktu 3-4 hari dalam sekali operasi.
- Setting waktu 1 jam menyala dan 10 menit mati secara berkelanjutan.
- Pengujian tidak dapat dilakukan sehingga tidak dapat melakukan pengambilan data, dikarenakan vakum yang terdapat pada sistem injek dalam keadaan rusak.

Sistem Injeksi-Sebelum Penginjekan

- Asumsi data awal sebelum penginjekan sama dengan oven.
- Penginjekan tegangan pada trafo mengacu pada tegangan impedans pada trafo yang akan di injek (SPLN D3.002-1 : 2007).
- Transformator fase tunggal : 2,5 %
- Transformator fase tiga
 - ≤630 kVA : 4 %
 - 800 kVA : 4,5 %
 - 1000 kVA : 5 %
 - 1250 kVA : 5,5 %
 - 1600 kVA : 6 %
 - ≥ 2000 kVA : 7 %

Sistem Injeksi-Setelah Penginjekan

➤ Analisa

- Hasil dari penginjekan tergantung dari monitoring.
- Berdasarkan asumsi nilai tahanan isolasi nya tidak jauh berbeda dengan hasil dari pengovenan.

Perbandingan Sistem Ruang Heater dan Sistem Injeksi

- **Segi Efektifitas**

- Tempat untuk Menampung trafo untuk dioven ataupun diinjek lebih banyak ruang heater untuk tempatnya.
- Sistem kontrol alat lebih mudah ruang heater untuk injek harus ada pengontrolan.

- **Segi Kualitas**

- Hasil dari kedua sistem sama-sama baiknya untuk tahanan isolasinya.

Perbandingan Sistem Ruang Heater dan Sistem Injeksi

- Segi Keamanan

- Tingkat Keamanan ruang heater lebih aman dikarenakan terdapat didalam ruangan sedangkan untuk injeksi diluar.

Ruang Heater



Injeksi



Kesimpulan (1)

- Penggunaan kedua sistem sangat efisiensi, ditunjang dengan menambah keamanan dari masing-masing sistem. Hal tersebut terutama terdapat dalam sistem injeksi yang saat ini masih belum bisa digunakan. Sistem injeksi memiliki resiko dalam keamanannya karena tidak memiliki alat monitoring dalam proses penginjekkannya
- Sistem ruang heater sangat minim kerusakan tahanan isolasi belitan sedangkan, pada sistem injeksi jika tekanan tinggi melebihi dari 0,2 bar maka terjadi kerusakan pada tangki sedangkan sistem monitoring harus sering dilakukan untuk mengontrol suhu trafo.

Kesimpulan (2)

- Hasil trafo yang setelah dimasukkan ruang heater pada perhitungan mengalami penurunan dikarenakan suhu yang masih tinggi padahal dalam pengukuran hasil tahanan isolasi yang dicapai bagus karena kadar airnya kecil.
- Dari segi kuantitas ruang heater lebih menunjang kegiatan produksi dari pada sistem injeksi yang masih belum mampu menampung trafo dalam kapasitas besar. Hasil yang diperoleh dari kedua sistem tersebut lebih baik ruang heater dikarenakan dapat menampung jumlah trafo yang banyak dengan perbandingan lama waktu yang hampir sama dengan sistem injeksi.

Saran (1)

- Salah satu alat penunjang dalam proses produksi adalah sistem injeksi. Pada sistem ini perlu dioptimalkan lagi dalam pengoperasiannya. Sistem injek seharusnya memiliki alat monitoring yang berguna sebagai pengontrol suhu yang ada di dalam trafo. Selama ini untuk pengontrolan suhu hanya dilakukan dari luar trafo, sehingga tidak mampu mengetahui suhu di dalamnya. Pengontrol suhu digunakan agar tingkat keamanan pada saat penginjekan tetap terjaga, sehingga tidak sampai merusak lilitan pada trafo yang sudah di rekondisi.
- Komponen lain yang harus di kembangkan adalah vakum yang di gunakan untuk menyedot uap dari dalam trafo. Vakum ini tidak mempunyai regulator untuk pengontrolan tekanan yang diberikan untuk trafo. Resiko yang muncul tangki trafo dapat menyusut apabila tekanan yang diberikan terlalu besar.

Saran (2)

- Sistem injek selama ini hanya digunakan sebagai penunjang apabila ruang heater kapasitas nya sudah penuh, untuk itu sebaiknya ada penambahan kapasitas nya. Sistem injek selama ini hanya mampu menampung 3 trefo dalam sekali pengoperasiannya, sebaiknya harus di optimalkan pengoperasiannya agar proses produksi dapat berjalan lancar saat kebutuhan produksi mulai padat.



Terima Kasih