

Sistem & Kontrol Pabrik

Pusat Keahlian

Kelistrikan



- PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –
JOB AID
J4 – Trafo, Minyak (> 500kVA)

Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
A	Persiapan awal untuk pertemuan F2F	30.8.2017	Shermco	Draft
B	Revisi grup kecil pertama	11.09.2017	AL, DV, BJ	Draft
C	Versi <i>cleaned up</i> kembali ke Shermco	15.09.2017	AL	Draft
D	Versi untuk ditinjau grup besar	21.12.2017	AL	Draft
E	Tinjauan grup besar – tabel tingkat kekritisan MO diperbarui	22.01.2018	RvG, AL	Draft

Daftar Isi

1. Lingkup.....	3
2. Definisi	3
3. Dokumen-dokumen Referensi	7
4. Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan	7
5. Urutan Pengujian	8
6. Nilai-nilai Pengujian.....	15
7. Lembar Pengujian	22

Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk trafo yang berisi minyak, terlepas dari jenis dan modelnya. Karena ini adalah *job aid* yang bersifat umum, maka perlu untuk melihat juga panduan pemeliharaan dan operasi (pengujian OEM dan petunjuk pengoperasian) dari trafo tertentu dan modelnya untuk menggunakannya sesuai dengan persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

Untuk klarifikasi: Trafo-trafo sebagai berikut bukan merupakan bagian dari lingkup ini (lihat *job aid* terpisah):

- Trafo, Minyak ($\geq 5000\text{kVA}$) (lihat Job Aid J5)
- Trafo, Kering (> 500 kVA) (lihat Job Aid J6)
- Trafo, Kering ($\geq 5000\text{kVA}$) (lihat Job Aid J7)

Definisi

Trafo, Minyak:

Trafo yang menggunakan minyak untuk mengisolasi, menekan pelepasan dan busur korona, dan berfungsi sebagai pendingin untuk trafo. Minyak trafo kebanyakan berbahan dasar minyak mineral, namun sebagian lain menggunakan formulasi alternatif dengan sifat teknik atau lingkungan yang lebih baik, seperti Silikon atau Envirottemp FR3, semakin populer.

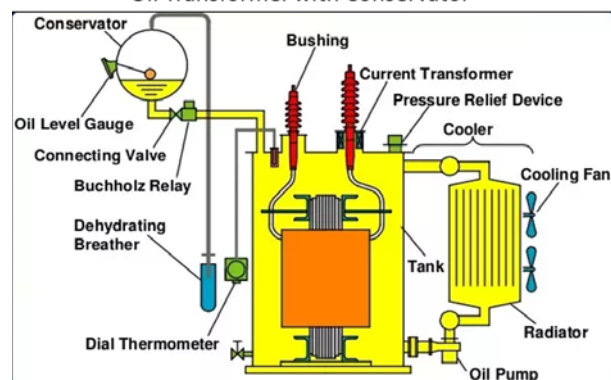
Trafo, Minyak dengan (bernafas dengan konservator):

Trafo yang memanfaatkan cairan isolasi untuk mengisolasi, menekan pelepasan dan busur korona, dan berfungsi sebagai pendingin trafo dan juga memiliki konservator untuk cairannya. Konservator adalah tangki silinder yang dipasang pada struktur penopangnya di atas tangki utama trafo. Fungsi utama tangki konservator trafo adalah sebagai penampung cadangan cairan isolasi trafo dan menyediakan ruang yang memadai saat cairan di dalam trafo memuai.

Oil Filled Transformer

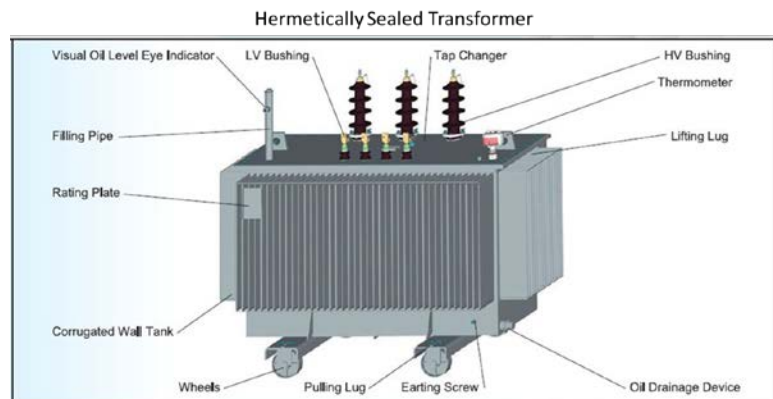


Oil Transformer with Conservator



Trafo, Kedap Udara (*Hermetically Sealed*)

Trafo kedap udara adalah desain trafo yang memiliki cairan isolasi dielektrik dalam tangki trafo yang sepenuhnya tertutup dan tidak ada kontak dengan atmosfer. Jenis trafo ini digunakan dalam aplikasi di mana trafo harus dipasang dalam kondisi iklim yang keras (asap, polusi, lingkungan berdebu, dll.) atau pengguna lebih memilih trafo dengan sedikit pemeliharaan.



Ada tiga jenis konstruksi trafo kedap udara:

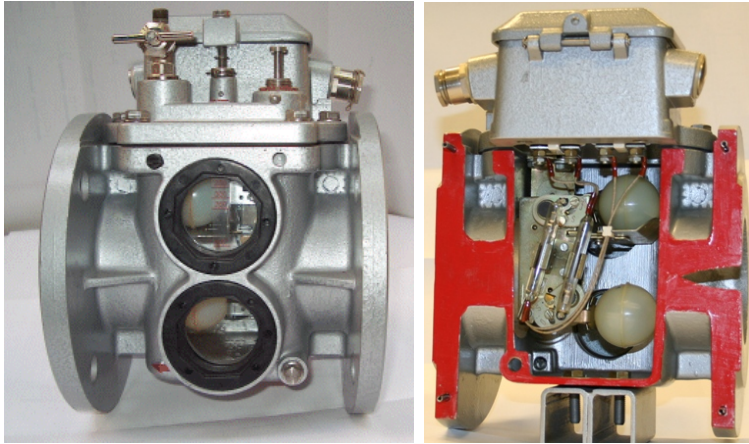
- Bantalan gas digunakan sebagai kompensasi untuk perubahan volume cairan akibat panas. Biasanya gas yang digunakan adalah nitrogen. Gas ini dipisahkan secara termal dari cairan dielektrik.
- Trafo diisi penuh dengan minyak dan dindingnya yang bergelombang digunakan sebagai kompensasi perubahan volume yang disebabkan oleh perbedaan suhu.
- Trafo memiliki kantong karet yang dipasang di tangki konservatori yang berfungsi untuk menampung perubahan volume dan pemisahan minyak dari atmosfer.

Bushing:

Bushing adalah perangkat yang diisolasi yang memungkinkan konduktor listrik melewati dengan aman melalui penghalang yang dibumikan yang berfungsi sebagai konduktor (*grounded conducting barrier*) seperti yang ada pada trafo atau pemutus sirkit. Tergantung pada desainnya, *bushing* dapat terbuat dari bahan porselen atau keramik dan dapat diisi dengan cairan yang diisolasi.

Relai Buchholz:

Relai Buchholz adalah alat pengaman yang dipasang pada beberapa trafo dan reaktor yang berisi minyak, dilengkapi dengan penampung minyak overhead eksternal yang disebut "konservator". Relai Buchholz digunakan sebagai alat proteksi yang peka terhadap efek kegagalan dielektrik di dalam peralatan.



Perangkat Deteksi Gas:

Perangkat deteksi gas dipasang pada trafo kedap udara yang serupa dengan relai Buchholz pada trafo dengan konservator. Ada berbagai jenis di pasaran, kadang-kadang disebut DGPT (D = Deteksi, G = Gas; P = *Pressure* /Tekanan; T = Temperatur) atau DMCR (D = Deteksi, M = Measurement/Pengukuran; C = *Control*; R = Relai). Perangkat ini kadang-kadang dilengkapi fitur deteksi gas, pengukuran tekanan, dan pengukuran suhu.



Tap Changer:

Tap changer adalah mekanisme trafo yang memungkinkan rasio variabel bukaan dipilih dalam langkah-langkah terpisah. Trafo yang dilengkapi dengan mekanisme ini memiliki rasio variabel bukaan ini dengan terhubung ke sejumlah titik akses yang dikenal sebagai keran (*tap*) yang terletak di sepanjang kumparan primer atau sekunder. *Tap changer* biasanya ditempatkan pada kumparan trafo tegangan tinggi (arus rendah) agar mudah untuk diakses dan untuk meminimalkan muatan arus selama pengoperasian.

Pengurang Kelembaban

Perangkat ini dipasang di lubang masuk saluran udara pada trafo dengan fitur pernapasan. Tujuannya adalah untuk mencegah udara lembab masuk ke dalam trafo. Program penggantian harus diatur sesuai dengan OEM dan kondisi ambien.



Trafo Pad Mount

Trafo ini memiliki *bushing* tertutup pada sisi primer dan sekunder. Trafo ini tidak memerlukan pagar khusus atau pelindung di sekelilingnya.



Trafo Kelas Utilitas / Trafo Gardu

Dibandingkan dengan trafo pad *mounted*, trafo ini memiliki *bushing* primer dan/atau sekunder yang terbuka, terpapar. Trafo ini memerlukan pagar atau pelindung khusus untuk alasan keamanan.



On-Load Tap Changer (OLTC):

Untuk jenis *On-Load Tap Changer* (OLTC), rasio bukaan dapat disesuaikan saat trafo diberi aliran listrik. Pemilihan keran pada jenis OLTC sering dilakukan melalui sistem otomatis.

No-Load Tap Changer (NLTC):

Untuk jenis *No-Load Tap Changer* (NLTC), trafo harus dimatikan aliran listriknya sebelum melakukan penyesuaian rasio bukaan. Pemilihan keran pada jenis NLTC biasanya dilakukan dengan sistem manual.

Pengukur Suhu Trafo:

Pengukur suhu ini berfungsi untuk mengukur suhu minyak teratas atau suhu kumparan. Alat ukur ini juga biasanya juga mencakup indikator suhu tinggi.



Pengukur Tekanan Trafo:

Pengukur tekanan ini berfungsi untuk mengukur tekanan selimut nitrogen di atas minyak. Alat ukur ini biasanya menunjukkan tekanan negatif dan positif. Tekanan dapat bervariasi dari sedikit negatif hingga sedikit positif karena suhu ambien dan kondisi pengoperasian. Untuk trafo tertutup, tekanan harus selalu dijaga sedikit positif.



Pengukur Level Minyak Trafo:

Pengukur ini berfungsi untuk mengukur level minyak. Biasanya ada tanda pada pengukur yang menunjukkan level 25° C, yang merupakan level minyak yang tepat untuk trafo pada suhu tersebut.

Mempertahankan level minyak yang tepat sangat penting karena jika level minyak turun di bawah level saluran masuk radiator, aliran sirkulasi alami melalui radiator akan berhenti, sehingga tidak ada pendinginan dan trafo akan menjadi terlalu panas.



Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Termografi (A3)

Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan

Persyaratan Umum:

- Perlu untuk menyediakan petunjuk pengujian dan pengoperasian OEM.
- Perlu dicatat bahwa banyak dari pengujian kelistrikan yang diuraikan dalam *job aid* ini memerlukan peralatan khusus dan dilaksanakan oleh para pekerja yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk menggunakan peralatan tersebut.

Dokumen ini bersifat rahasia dan merupakan milik Cargill. Dokumen ini tidak boleh direproduksi, disalin, atau isinya dikomunikasikan kepada pihak ketiga tanpa izin tertulis dari Cargill.

- Saat melakukan pengujian ini di lapangan, tindakan pencegahan untuk keselamatan yang tepat harus diterapkan sebelum melaksanakan pengujian.
 - APD: APD busur api listrik dan proteksi sengatan listrik wajib dikenakan ketika terpapar suatu sirkit beraliran listrik saat melaksanakan pengujian.
 - Analisis Bahaya Pra-Kerja (PJHA): Saat melaksanakan kegiatan pengujian atau pemeriksaan, isilah formulir PJHA dan mintalah personil yang bersangkutan menandatangani untuk kegiatan ini.
 - *Lock-Out/Tag Out* (LOTO): Sebagian besar uji terima atau pemeliharaan kelistrikan mempersyaratkan bahwa trafo yang diuji ada dalam keadaan diisolasi dari semua sirkit beraliran listrik. Oleh karena itu, proses LOTO yang tepat harus ada di tempat untuk mendukung proses pengujian tersebut.
- Kamera digital untuk mengambil gambar semua kekurangan yang ditemukan.

Pemeriksaan secara Visual (A0) dan Pemeriksaan Fisik (A1)

- Suku cadang seperlunya (mis. *Insert dehumidifier* baru, pengikat (*fastener*) untuk penutup, dll.)

Analisis Sampel Minyak (A2)

- Wadah untuk menguras minyak selama pelaksanaan pengambilan sampel.
- Kelengkapan dan alat penyambung untuk dihubungkan ke port sampel minyak.
- Kit sampel minyak (tabung fleksibel untuk mengambil sampel, wadah yang dapat ditutup rapat untuk sampel minyak, jarum (*syringe*) untuk sampel minyak, dll.).
- Alat pengukur suhu dan kelembaban.
- Lap kering dan bersih untuk digunakan jika ada ceceran minyak.

Pemeriksaan dengan Infra Merah (A3)

- Peralatan sebagaimana didefinisikan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Terpercaya Cargill untuk Termografi.”

Survei Emisi Ultrasonik (A4)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Terpercaya Cargill untuk Emisi Ultrasonik.”

Urutan Pengujian

Pemeriksaan secara Visual (A0) (selama operasi normal)

Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan pemeriksaan ini. Pemeriksaan ini dilaksanakan dalam keadaan di mana trafo diberi aliran listrik dan dalam kondisi pengoperasian normal.

Pemeriksaan akan mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

- Pemeliharaan ruangan: Lakukan pemeriksaan untuk memastikan apakah ventilasi dan sirkulasi udara berfungsi dengan baik di sekitar trafo.
- Penjangkaran dan pbumian yang tepat, bila dapat diakses: Evaluasi kondisi dan sambungan ke kabel pbumian dari kasing trafo ke koneksi sistem pbumian. Kabel pbumian tidak boleh ada yang terputus (*continuous*) dan bebas dari cacat. Sambungan harus kencang dan tidak menunjukkan adanya perubahan warna.
- Kebocoran dan tumpahan minyak, bila dapat diakses: Periksa apakah ada kebocoran minyak. Di sekitar *bushing* dan penetrasi yang terkait dengan trafo, rembesan minyak dari dalam trafo biasanya muncul dalam rupa perubahan warna pada permukaan yang dicat di sekitar *bushing* atau penetrasi. Tumpahan minyak harus dibersihkan untuk memungkinkan deteksi tumpahan minyak di masa yang akan datang. Jika area tersebut tidak dapat dibersihkan, ambil gambar untuk dapat membandingkan situasinya dengan temuan di masa mendatang.
- Kipas pendingin dapat berfungsi dengan baik, jika ada: Kipas pendingin trafo biasanya dikontrol dengan termostat sehingga dapat menyala dan mati berdasarkan pengaturan suhu. Jika kipas tidak berfungsi, maka harus dicatat dengan menyebutkan pengaturan termostat yang ada saat ditemukan (*as-found*). Sistem kemudian harus diperbaiki dengan melakukan penyesuaian pengaturan termostat agar sistem dapat berfungsi. Setelah dapat berfungsi, pengaturan termostat harus dikembalikan ke pengaturan semula dan pengaturan saat ditinggalkan (*as-left*) dicatat.
- Lakukan evaluasi kondisi cat dan kebersihan bagian luar kompartemen trafo dan sirip pendingin radiator. Pemeriksaan ini juga harus mencakup penilaian bahwa tidak ada hambatan aliran udara ke sirip pendingin radiator.
- Pantau suhu trafo, jika dapat diakses: Suhu trafo harus lebih rendah dari pada batas suhu operasi kumparan. Perlu mencari tahu apakah sensor yang ada adalah sensor batas atas suhu minyak atau sensor suhu kumparan. Perlu dicatat bahwa suhu minyak atas mungkin lebih rendah dari suhu kumparan. Dokumentasikan indikator suhu tinggi dan reset pada setiap pemeriksaan.
- Pantau tekanan trafo, bila dapat diakses dari selimut nitrogen di atas minyak. Alat ukur yang ada biasanya menunjukkan tekanan negatif dan positif. Tekanan dapat bervariasi dari sedikit negatif hingga sedikit positif karena suhu ambien dan kondisi pengoperasian. Untuk jenis trafo tertutup, tekanannya harus selalu dipertahankan sedikit positif.
- Pantau level minyak trafo, bila dapat diakses. Biasanya ada suatu tanda pada pengukur yang menunjukkan level 25° C, yang merupakan level minyak yang tepat untuk trafo pada suhu tersebut. Mempertahankan level minyak yang tepat sangat penting karena jika level minyak turun di bawah level saluran masuk radiator, aliran sirkulasi alami melalui radiator akan berhenti, sehingga tidak ada pendinginan dan trafo akan menjadi terlalu panas.
- Pelabelan busur api listrik/keselamatan/menurut undang-undang: Apakah semua kompartemen dilengkapi dengan tanda-tanda peringatan/label untuk keselamatan sebagaimana dipersyaratkan. Lakukan pengecekan misalnya untuk hal-hal sebagai berikut:
 - Label busur api listrik
 - Label bahaya sengatan listrik
 - Label peringatan untuk input ganda/*backpower*
 - Aturan keselamatan P3K
 - Pasal-pasal peraturan setempat yang berlaku

Job Aid – J4 – Trafo, Minyak (> 500kVA)

- Kompartemen terkunci (jika dipasang): Apakah semua pintu pada semua kompartemen listrik telah tertutup rapat dan semua telah terkunci dengan baik?
- Akses dan jalan keluar tidak terhalang – pintu dan lorong yang memungkinkan akses masuk dan keluar dari area di sekitar trafo ada dalam keadaan bebas dari halangan.
- Periksa apakah penampung minyak (jika ada) dalam keadaan bersih dan kosong. Setiap katup pembuangan harus dalam keadaan menutup dan terkunci kecuali jika dilengkapi dengan filter/alat penyaring.
- Pembatas yang memagari dan perangkat keamanan harus secara mekanis berfungsi dan aman. Tanda-tanda peringatan harus dipasang

Setiap kekurangan harus dicatat dan dilaporkan untuk menjadi perhatian manajemen yang bersangkutan agar dilakukan tindakan korektif.

Pemeriksaan Fisik (A1)

Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan pemeriksaan ini. Pemeriksaan ini dilaksanakan dalam keadaan di mana trafo diisolasi dan tidak diberi aliran listrik.

Pemeriksaan fisik dilakukan untuk menilai kondisi keseluruhan koneksi trafo yang dipasang di dalam kotak pembagi jaringan (*junction*) atau kompartemen dan untuk mendeteksi jika ada masalah internal, seperti tumpahan dan kebocoran minyak, panas berlebih, kerusakan mekanis di dalam kotak pembagi jaringan dan kompartemen, dll. Pemeriksaan ini hanya berlaku untuk trafo dengan kotak pembagi jaringan atau lebih tepatnya dipasang pada kompartemen.

Koneksi primer dan sekunder ke trafo harus diputus aliran listriknya selama tugas ini dikerjakan. Pekerja harus diminta untuk mengenakan APD busur api listrik yang tepat, seperti yang digambarkan pada penutup kompartemen trafo, sampai kondisi kerja yang aman secara kelistrikan tercipta. Setelah kondisi kerja yang aman tercipta, penutup dapat dilepas untuk dilakukan pemeriksaan fisik.

Kerjakan semua pemeriksaan sebagaimana diuraikan di bagian A0 di atas. Sebagai tambahan lakukan pemeriksaan atas hal-hal sebagai berikut:

- Kebocoran dan tumpahan minyak: Periksa apakah ada kebocoran minyak. Di sekitar *bushing* dan penetrasi yang terkait dengan trafo, rembesan minyak dari dalam trafo biasanya muncul berupa perubahan warna pada permukaan yang dicat di sekitar *bushing* atau penetrasi.
- Bukti adanya *tracking* dan korona: Terminasi dan *bushing* harus diperiksa apakah terdapat bukti adanya *tracking* dan korona.
- Periksa apakah ada kelembaban dan debu yang masuk ke dalam kompartemen. Pastikan bentuk gasket ada dalam kondisi baik.
- Bersihkan bagian eksterior trafo

Setiap kekurangan harus dicatat dan dilaporkan untuk menjadi perhatian manajemen yang bersangkutan agar dilakukan tindakan korektif.

Analisis Sampel Minyak (A2)

Pengambilan sampel minyak trafo hanya boleh dilakukan oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melakukan pengambilan sampel.

Pengambilan sampel pada trafo dapat dilaksanakan dalam keadaan diberi aliran listrik atau tidak diberi aliran listrik. Jika trafo tetap diberi aliran listrik, maka pekerja diharuskan untuk memakai APD busur api listrik yang tepat, seperti yang digambarkan pada kompartemen trafo ketika ada bahaya kelistrikan dan trafo harus dikonfigurasi untuk memungkinkan pengambilan sampel minyak saat diberi aliran listrik. Untuk memastikan keselamatan personil,

mungkin perlu untuk dilakukan pemasangan port sampel dan ekstensi port sampel. Biasanya untuk trafo yang dipasang pada bantalan, akan diperlukan tersedianya ekstensi port sampel.

Perhatian khusus diperlukan untuk trafo kedap udara untuk mencegah masuknya udara selama pengambilan sampel, terutama untuk trafo dengan dinding bergelombang tanpa bantalan gas. Trafo ini hanya boleh dilakukan pengambilan sampel ketika ada tekanan berlebih di dalamnya. Hanya sejumlah kecil minyak yang boleh diambil sampel. Mungkin diperlukan untuk mengisi ulang minyak selama atau lebih tepatnya setelah pengambilan sampel.

- Sampel minyak harus diambil dan dikirim dengan menggunakan prosedur, botol sampel minyak dan jarum penyedot yang disetujui oleh laboratorium analisis.
- Semua sampel minyak harus dikirim ke laboratorium minyak yang disetujui untuk dianalisis. Sampel minyak dapat memburuk kondisinya seiring dengan berlalunya waktu. Oleh karena itu, sampel minyak harus dikirim ke laboratorium minyak pada hari yang sama pengambilan sampel.
- Minimal, untuk masing-masing sampel minyak harus dilakukan analisis parameter kualitas minyak sebagai berikut:
 - Tegangan *breakdown* dielektrik
 - Kadar air
 - Faktor daya
 - Tegangan antar muka
 - Angka netralisasi asam
 - Kejernihan secara visual,
 - Warna,
 - Berat Jenis,
 - Oksidasi Inhibitor, dan
 - Senyawa furan.
- Minimal, untuk masing-masing sampel minyak harus dilakukan analisis gas terlarut sebagai berikut (DGA):
 - Hidrogen (H₂)
 - Oksigen (O₂)
 - Nitrogen (N₂)
 - Metana (CH₄)
 - Asetilena (C₂H₂)
 - Etilen (C₂H₄)
 - Etana (C₂H₆)
 - Karbon monoksida (CO)
 - Karbon dioksida (CO₂)
 - Total gas yang mudah terbakar

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

Pemeriksaan ini harus dilakukan sesuai dengan "Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Thermografi"

Untuk perencanaan pemeriksaan IR trafo, penting untuk memastikan bahwa trafo diberi aliran listrik dan bekerja pada kondisi normal – lebih disukai pada kondisi dengan diberi beban tertinggi sebagaimana biasa (pemeriksaan IR tidak boleh dilakukan selama pabrik *shutdown*).

Karena alasan konstruksinya, untuk dapat melindungi keselamatan personil semaksimal mungkin pada pemeriksaan IR atas koneksi trafo akan sulit dicapai. Maka, pemeriksaan IR dibatasi pada kasing trafo dan sirip radiator. Namun, lebih disukai bahwa sambungan-sambungan kabel di kompartemen kabel juga dipantau. Untuk keperluan melakukan evaluasi sambungan-sambungan kabel tersebut mungkin akan perlu memasang jendela IR untuk mengakomodasi agar tugas tersebut dapat dikerjakan dengan aman.

Saat membuka tutup trafo ketika trafo diberi aliran listrik diwajibkan untuk mengenakan APD busur api listrik dan sengatan listrik yang tepat seperti yang digambarkan pada tutup trafo.

1. Lakukan survei IR pada kasing trafo dan sirip radiator.
 - a. Periksa level minyak. Level minyak tidak boleh lebih rendah dari setengah tabung silang atas radiator. Trafo dengan konservator harus terisi penuh hingga tangki konservator.
 - b. Lakukan evaluasi profil suhu sirip radiator. Suhu yang lebih hangat di bagian atas dan suhu yang lebih dingin di bagian bawah menunjukkan sirkulasi alami yang tepat dari cairan isolasi.
2. Periksa semua sambungan ke trafo, baik internal ke kompartemen dan eksternal ke trafo. Buka pintu kompartemen kabel (atau jendela IR) dan periksa semua sambungan trafo di kompartemen kabel. Buka pada kompartemen HV hanya boleh dibuka jika aman untuk dilakukan – cara yang lebih disukai adalah dengan memasang jendela IR.
3. Periksa konduktor paralel apakah terdapat perbedaan suhu yang mengindikasikan ketidakseimbangan arus (kemungkinan karena kondisi peletakan yang salah)

Tutup kompartemen kabel (atau jendela IR) sebelum Anda pindah ke langkah berikutnya – pastikan semua pengancing pada pintu telah menutup dan terkunci.

Survei Emisi Ultrasonik (UE) (A4)

Pemeriksaan ini harus dilakukan sesuai dengan "Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Emisi Ultrasonik." Pengujian emisi ultrasonik hanya berlaku untuk sambungan pada tegangan 1000 V ke atas. Meskipun UE dapat dilakukan dalam semua kondisi cuaca, UE akan menemukan adanya cacat lebih mudah dalam kondisi kelembaban tinggi.

Dalam perencanaan pemeriksaan UE pada trafo, penting untuk memastikan bahwa trafo dalam keadaan diberi aliran listrik dan beroperasi pada kondisi normal – lebih disukai pada saat dengan beban tertinggi sebagaimana dalam pengoperasian biasanya (pemeriksaan UE tidak boleh dilakukan selama pabrik *shutdown*).

Karena alasan konstruksinya, untuk dapat melindungi keselamatan personil semaksimal mungkin pada pemeriksaan sambungan-sambungan trafo akan sulit dicapai. Lebih dipilih melakukan pemantauan sambungan-sambungan kabel di kompartemen kabel. Untuk keperluan melakukan evaluasi sambungan-sambungan kabel tersebut mungkin akan perlu memasang jendela UE untuk mengakomodasi agar tugas tersebut dapat dikerjakan dengan aman.

1. Lakukan survei UE pada sambungan-sambungan trafo.
2. Buka pintu kompartemen kabel (atau port UE) dan periksa semua sambungan pada semua trafo di kompartemen kabel (tergantung pada jenis konstruksinya, sebuah trafo mungkin memiliki satu pintu untuk kompartemen kabel primer dan satu pintu untuk kompartemen kabel sekunder atau satu pintu tunggal untuk digunakan bersama pada kompartemen kabel). Kompartemen HV hanya boleh dibuka jika aman untuk dilakukan – cara yang lebih dipilih adalah dengan memasang port UE.
3. Tutup kompartemen kabel (atau jendela-jendela) sebelum Anda pindah ke langkah berikutnya – pastikan semua pengancing pada pintu telah menutup dan terkunci.

Nilai-nilai Pengujian

Analisis minyak (A2)

Batas Kualitas Minyak: Kualitas minyak harus dipantau dan dilihat kecenderungannya dalam upaya untuk evaluasi terhadap sistem isolasinya atas kelayakan (*acceptability*), penuaan, dan degradasi kondisinya. Untuk keperluan ini dilakukan dengan cara memonitor tegangan *breakdown* dielektrik, kadar air minyak, faktor disipasi/daya minyak, angka netralisasi asam, tegangan antar muka, kejernihan visual, dan warna. Di bawah ini tersedia tabel batas-batas kualitas sampel minyak untuk minyak mineral, FR3, dan Silikon:

Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Trafo Minyak				
Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Kualitas Minyak (sampai dengan 69kV) ¹				
Pengujian	Standar ²	Minyak Mineral - Batas-batas Kualitas Minyak		
Tingkat Kekritisan:		Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Kondisi secara visual	ASTM D 1524 (ISO 2049)	Cerah, jernih, dan bebas partikel	Warna gelap	Partikel tersuspensi
Warna ⁴	ASTM D 1500 (ISO 2049)	< 0,5	0,5 - 3,5	>3,5
Tegangan Breakdown Dielektrik (kV) minimum ³	ASTM D 877 (EN 60156)	> 26 (>30)	Tidak Ada	< 26 (< 30)
Tegangan Breakdown Dielektrik (kV) @ celah 1mm	ASTM D 1816	> 23	Tidak Ada	< 26
Tegangan Breakdown Dielektrik (kV) @ celah 2mm	ASTM D 1816	> 40	Tidak Ada	< 26
Kandungan Air @ 60°C (ppm)	ASTM D 1533 (EN 60814)	< 35	Tidak Ada	> 35
Faktor Daya PF @ 25°C (%)	ASTM D 924 (EN 60247)	< 0,5	Tidak Ada	> 0,5
Faktor Daya PF @ 100°C (%)	ASTM D 924	< 5,0	Tidak Ada	> 0,5
Tegangan Antarmuka IFT (mN/m atau dynes/cm)	ASTM D971 / D2285	> 25	Tidak Ada	< 25
(Asam) Angka Kenetralan (mg KOH/g)	ASTM D 974 (EN 62021)	< 0,20 (< 0,3)	Tidak Ada	> 0,2 (> 0,3)
Berat Jenis (Kerapatan Relatif) @ 15°C	ASTM D 1298	0,84 - 0,91	< 0,84	> 0,91
Inhibitor Oksidasi (DBPC) (%) ⁵		> 0,2	0,1 hingga 0,2	< 0,1
2FAL Furan untuk Trafo ⁵ 55°C (ppb)		0 - 100	101 - 250	> 250
Catatan: ¹ Nilai-nilai dalam tabel ini didasarkan pada NETA 2005, Tabel 100.4.1 dan IEEE C57.106-2002 Panduan untuk Penerimaan dan pemeliharaan Minyak Isolasi pada Peralatan, Tabel 1, 5 dan 7 ² Alternatif standar IEC diberikan dalam tanda kurung - nilai-nilai pengujian terkait dengan NETA 2005 Tabel 100.4.1 ³ IEEE STD 637-1985 Panduan untuk Reklamasi Minyak Isolasi dan Kriteria untuk penggunaannya, Tabel 1 ⁴ NETA menyarankan dalam hal tidak tersedia konsesus standar nilai 3,5 yang lebih mirip kuning gelap. sementara IEEE menyarankan nilai 0,5 untuk minyak baru, mana yang cerah dan jernih ⁵ Tidak termasuk dalam tabel NETA; nilai-nilai didasarkan pada SD Myers				

Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Kualitas Minyak Trafo			
Pengujian	FR3 - Batas-batas Kualitas Minyak*		
Tingkat Kekritisan:	Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Visual	Jernih, Bebas partikel	Warna Gelap	Partikel tersuspensi
Warna	< 0,5	> 0,5	> 0,5
Tegangan Breakdown Dielektrik (kV)	> 26	< 26	< 26
Kandungan Air (ppm)	< 200	> 200	> 200
PF @ 25° C (%)	< 0,5	> 0,5	> 0,5
IFT (dynes/cm)	---	---	---
Kenetralan Asam (mg KOH/gm)	< 0,5	> 0,5	> 0,5
Berat Jenis, 60/60	0,920 hingga 0,925	< 0,92 dan > ,925	< 0,92 dan > ,925
Inhibitor Oksidasi (DBPC)	< 0,3	0,15 hingga 0,3	< 0,15
2FAL Furan untuk Trafo 55°C	< 450	451 hingga 750	> 751
IEEE C57.121 - 1988 Panduan untuk Penerimaan dan Pemeliharaan Cairan Hidrokarbon yang Tidak Mudah Terbakar dalam Trafo, Tabel 3			

Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Kualitas Minyak Trafo			
Pengujian	Silikon - Batas-batas Kualitas Minyak*		
Tingkat Kekritisan:	Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Visual	Jernih, Bebas partikel	Warna Gelap	Partikel tersuspensi
Warna	< 0,5	> 0,5	> 0,5
Tegangan Breakdown Dielektrik (kV)	> 30	< 30	< 30
Kandungan Air (ppm)	< 70	> 70	> 70
PF @ 25° C (%)	< 0,2	> 0,2	> 0,2
IFT (dynes/cm)	---	---	---
Kenetralan Asam (mg KOH/gm)	< 0,1	> 0,1	> 0,1
Berat Jenis, 60/60	0,960 hingga 0,965	< 0,960 dan > ,965	< 0,96 dan > ,965
Inhibitor Oksidasi (DBPC)	0,3 hingga 0,28	< 0,28	< 0,15
2FAL Furan untuk 55°C Trafo	< 450	451 hingga 750	> 751
IEEE C57.111 - 1989 Panduan untuk Penerimaan Cairan Insulasi Silikon dan Pemeliharaannya pada Trafo, Tabel 3			

Dokumen ini bersifat rahasia dan merupakan milik Cargill. Dokumen ini tidak boleh direproduksi, disalin, atau isinya dikomunikasikan kepada pihak ketiga tanpa izin tertulis dari Cargill.

Batas-batas Gas Utama: Di bawah ini adalah tabel batas-batas gas utama untuk minyak mineral, FR3, dan Silikon:

Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Trafo Minyak

Batas-batas Penerimaan Cargill - Trafo Minyak DGA				
Gas Utama	Minyak Mineral - Batas-batas Gas Utama (ppm)			
	Tingkat Kekritisan	Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Hidrogen	H ₂	< 100	100 hingga 1800	> 1800
Oksigen	O ₂	< 3500	3501 hingga 7000	> 7000
Metana	CH ₄	< 120	120 hingga 1000	> 1000
Etana	C ₂ H ₂	< 65	65 hingga 150	> 150
Etilen	C ₂ H ₄	< 50	50 hingga 200	> 200
Asetilen	C ₂ H ₆	< 35	35 hingga 80	> 80
Karbon Monoksida	CO	< 350	350 hingga 1400	> 1400
Karbon Dioksida	CO ₂	< 2500	2500 hingga 10000	> 10000
TDCG	TDCG	< 720	720 hingga 4630	> 4630
* Jika terdapat beberapa indikasi masalah maka perlu diambil tindakan dengan segera.				
Tabel ini didasarkan pada informasi yang disediakan dalam ANSI / IEEE C57.104				

Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill - Trafo Minyak

Batas-batas Penerimaan Cargill - Trafo Minyak DGA				
Gas Utama	FR3 - Batas-batas Gas Utama (ppm)			
	Tingkat Kekritisan	Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Hidrogen	H ₂	< 100	100 hingga 1800	> 1800
Oksigen	O ₂	< 3500	3501 hingga 7000	> 7000
Metana	CH ₄	< 120	120 hingga 1000	> 1000
Etana	C ₂ H ₂	< 65	65 hingga 250	> 250
Etilen	C ₂ H ₄	< 50	50 hingga 200	> 200
Asetilen	C ₂ H ₆	< 35	35 hingga 80	> 80

Dokumen ini bersifat rahasia dan merupakan milik Cargill. Dokumen ini tidak boleh direproduksi, disalin, atau isinya dikomunikasikan kepada pihak ketiga tanpa izin tertulis dari Cargill.

Job Aid – J4 – Trafo, Minyak (> 500kVA)

Karbon Monoksida	CO	< 350	350 hingga 1400	> 1400
Karbon Dioksida	CO ₂	< 2500	2500 hingga 10000	> 10000
TDCG	TDCG	< 720	720 hingga 4630	> 4630
* Jika terdapat beberapa indikasi masalah maka perlu diambil tindakan dengan segera.				
Tabel ini didasarkan pada informasi yang disediakan dalam ANSI / IEEE C57.104				

Batas-batas Penerimaan Cargill - Trafo Minyak DGA				
Gas Utama	Silikon - Batas-batas Gas Utama (ppm)			
	Tingkat Kekritisian	Tidak Ada Kekurangan	Tinggi	Kritis
Hidrogen	H ₂	< 100	100 hingga 1800	> 1800
Oksigen	O ₂	< 3500	3501 hingga 7000	> 7001
Metana	CH ₄	< 120	120 hingga 1000	> 1000
Etana	C ₂ H ₂	< 65	65 hingga 150	> 150
Etilen	C ₂ H ₄	< 50	50 hingga 200	> 200
Asetilen	C ₂ H ₆	< 35	35 hingga 80	> 80
Karbon Monoksida	CO	< 350	350 hingga 1000	> 1000
Karbon Dioksida	CO ₂	< 2500	2500 hingga 20000	> 20000
TDCG	TDCG	< 720	720 hingga 4630	> 4630
* Jika terdapat beberapa indikasi masalah maka perlu diambil tindakan dengan segera.				
Tabel ini didasarkan pada informasi yang disediakan dalam ANSI / IEEE C57.104				

Rasio Gas Utama: Jika ditemukan bahwa konsentrasi gas utama telah melampaui batas normal, teknik analisis lain harus dipertimbangkan untuk menentukan potensi masalah pada trafo. Teknik ini akan melibatkan penghitungan rasio gas utama dan membandingkan rasio-rasio ini dengan batas-batas yang disarankan. Beberapa teknik yang paling umum digunakan termasuk penerapan rasio-rasio Doernenburg dan rasio-rasio Rogers.

Rasio-rasio Doernenburg dan rasio-rasio Rogers diakui dalam ANSI/IEEE C57.104 dan setara dengan "Rasio-rasio Gas Dasar" dalam standar IEC. Metode evaluasi yang diterapkan untuk rasio-rasio Doernenburg dan rasio-rasio Rogers menggunakan rasio-rasio gas sebagai berikut: CH₄/H₂, C₂H₂/C₂H₄, C₂H₂/CH₄, C₂H₆/C₂H₂ dan C₂H₄/C₂H₆. Penggunaan rasio-rasio tersebut terjamin karena tingkat yang bervariasi dari gas yang mudah terbakar yang dihasilkan dengan variasi suhu dan energi untuk mode kesalahan yang berbeda. Rasio-rasio tersebut juga memungkinkan tingkat yang berbeda karena gas larut ke dalam minyak mineral. Diagnosis kesalahan dilakukan melalui skema sederhana berdasarkan rentang rasio-rasio tersebut.

Di bawah ini adalah tabel batas-batas rasio gas utama untuk cairan isolasi yang sudah lama penggunaannya:

Deskripsi Rasio Gas Utama		Rasio-rasio Doernenberg				Rasio-rasio Rogers		
		R1 - Metana/Hidrogen	R2 - Asetilen/Etilen	R3 - Asetilen/Metana	R4 - Etana/Asetilen	R1 - Metana/Hidrogen	R2 - Asetilen/Etilen	R5 - Etilen/Etana
Jenis Kesalahan		CH ₄ /H ₂	C ₂ H ₂ /C ₂ H ₄	C ₂ H ₂ /CH ₄	C ₂ H ₆ /C ₂ H ₂	CH ₄ /H ₂	C ₂ H ₂ /C ₂ H ₄	C ₂ H ₄ /C ₂ H ₆
T 1	Kesalahan Termal < 300° C					0,1 < R1 < 1,0	R2 < 0,1	1,0 < R5 < 3,0
T 2	Kesalahan Termal 300-700° C	1,0 < R1	R2 < 0,75	R3 < 0,3	0,4 < R4	1,0 < R1	R2 < 0,1	1,0 < R5 < 3,0
T 3	Kesalahan Termal > 700° C					1,0 < R1	R2 < 0,1	3,0 < R5
D 1	Energi Rendah / Pelepasan Sebagian	R1 < 0,1		R3 < 0,3	0,4 < R4	R1 < 0,1	R2 < 0,1	R5 < 1,0
D 2	Pelepasan Energi Tinggi	0,1 < R1 < 1,0	0,75 < R2	0,3 < R3	R4 < 0,4	0,1 < R1 < 1,0	1,0 < R2 < 3,0	3,0 < R5

Di bawah ini adalah tabel batas-batas rasio gas utama untuk cairan isolasi sudah lama penggunaannya dari EN-IEC 60599.

Deskripsi Rasio Gas Utama		Tabel Penafsiran DGA dari EN-IEC 60599		
		Asetilen/Etilen	Metana/Hidrogen	Etilen/Etana
Jenis Kesalahan		$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_4}{C_2H_6}$
PD	Pelepasan Sebagian (lihat Catatan 3 & 4)	NS ¹⁾	< 0,1	< 0,2
D1	Pelepasan pada energi rendah	> 1,0	0,1 – 0,5	> 1,0
D2	Pelepasan pada energi tinggi	0,6 – 2,5	0,1 – 1,0	> 2,0
T1	Kesalahan Termal: $t < 300^\circ C$	NS ¹⁾	> 1 namun NS ¹⁾	< 1,0
T2	Kesalahan Termal: $300^\circ C < t < 700^\circ C$	< 0,1	> 1,0	1,0 - 4,0
T3	Kesalahan Termal: $t > 700^\circ C$	< 0,2 ²⁾	> 1,0	> 4,0

Catatan 1 - Di beberapa negara, digunakan rasio C₂H₂/C₂H₆, bukan rasio CH₄/H₂. Di beberapa negara, juga digunakan batas-batas rasio yang sedikit berbeda.
 Catatan 2 - Rasio di atas adalah penting dan hanya perlu dihitung jika setidaknya salah satu gas memiliki konsentrasi dan laju kenaikan Gas di atas nilai-nilai biasanya.

Dokumen ini bersifat rahasia dan merupakan milik Cargill. Dokumen ini tidak boleh direproduksi, disalin, atau isinya dikomunikasikan kepada pihak ketiga tanpa izin tertulis dari Cargill.

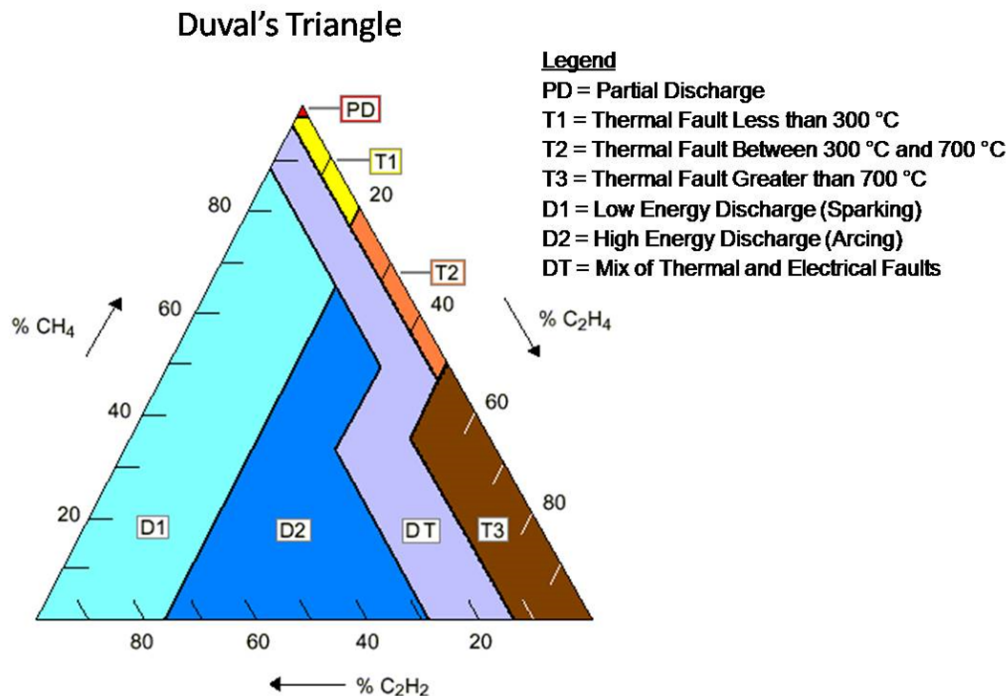
Catatan 3 - $\text{CH}_4/\text{H}_2 < 0,2$ untuk pelepasan sebagian pada instrumen trafo.

Catatan 4 - Pola dekomposisi gas yang mirip dengan pelepasan sebagian telah dilaporkan sebagai hasil dekomposisi lapisan tipis minyak antara laminasi inti yang terlalu panas pada suhu 140°C ke atas.

¹⁾ NS = Non signifikan berapa pun nilainya.

²⁾ Nilai peningkatan jumlah C_2H_2 dapat menunjukkan bahwa spot suhu panas lebih tinggi dari pada 1.000°C.

Teknik lain yang berguna untuk melakukan evaluasi rasio gas utama adalah dengan menggunakan Model Segitiga Duval.



Rasio CO_2/CO juga digunakan sebagai indikator adanya dekomposisi termal selulosa. Tingkat CO_2 yang terbentuk biasanya akan 7 hingga 20 kali lebih tinggi dari pada CO . Oleh karena itu, akan dianggap normal jika rasio CO_2/CO di atas 7. Jika rasio CO_2/CO adalah 5 atau kurang, mungkin ada masalah. Jika degradasi selulosa adalah masalahnya, CO , H_2 , metana (CH_4), dan etana (C_2H_6) juga akan meningkat secara signifikan. Pada titik ini, direkomendasikan untuk melakukan pengujian furan tambahan. Jika rasio CO_2/CO adalah 3 atau kurang dengan peningkatan furan, selulosa mengalami penurunan kualitas yang parah dan cepat dan maka harus dipertimbangkan untuk menghentikan penggunaan trafo dan untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut.

Batas-batas suhu untuk pemeriksaan IR (A3)

Sebagaimana yang diberikan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Thermografi (A3)”

Batas-batas kenaikan suhu

Batas-batas kenaikan suhu harus digunakan untuk mengatur alarm suhu trafo. Dalam hal tidak tersedia rekomendasi OEM untuk masing-masing, nilai-nilai berikut dapat digunakan:

Persyaratan untuk	Batas-batas kenaikan suhu K
Cairan isolasi atas	60
Rata-rata kumparan (dengan resistensi kumparan bervariasi): - Sistem pendingin ON dan OF - Sistem pendingin OD	65 70
Spot panas kumparan	78

Berkenaan dengan persyaratan kenaikan suhu normal, tidak boleh melebihi suhu ambien sebagai berikut:


- + 40 °C setiap saat;
- + 30 °C rata-rata bulanan, pada bulan terpanas;
- + 20 °C rata-rata tahunan

CATATAN:


Suhu rata-rata harus diperoleh dari data meteorologi sebagai berikut (lihat IEC 60076-1):

- *Suhu rata-rata bulanan: Setengah dari jumlah rata-rata maksimum harian dan rata-rata minimum harian selama bulan tertentu, selama bertahun-tahun;*
- *Suhu rata-rata tahunan: Satu per dua belas dari jumlah suhu rata-rata bulanan.*

Lembar Pengujian



POWER TRANSFORMER TESTS



CUSTOMER _____

ADDRESS _____

USER _____

PAGE _____

JOB # _____

CMMS # _____

DATE _____ TEMPERATURE _____ °F HUMIDITY _____ %

SUBSTATION _____

EQPT. LOCATION _____

CIRCUIT ID _____

TEST STATUS _____

Nameplate Data

Serial Number _____

Manufacturer _____

Winding Material Cu

Allowed Error 1 %

Year 3

Phases 3

Reason _____

Weight 2

Class _____

Coolant OIL

Oil Volume _____ GAL

Oil Temp _____ °C

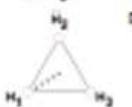
BIL _____ kV

Impedance _____ %


Weather _____

Tank Type SEALED

Rot Highside



Rot Lowside



	Voltage (kV)	kVA	Rated I	Taps	Nominal	Charger	Tap Setting
Primary				5	3	Off Load	
Secondary				1			

Diagram # 3 (ANSI) Test Frequency 60 Comments: _____

High Side Tape To Low Side Nominal Turns Ratio Tests

#	H TAP	Voltage H/L	Test V	TTR	$H_1 - H_2 / X_1 - X_2$				$H_2 - H_1 / X_2 - X_1$				$H_3 - H_2 / X_3 - X_2$				
					Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	
1																	

High Side Nominal To Low Side Tape Turns Ratio Tests

#	Tap H/L	Voltage H/L	Test V	TTR	$H_1 - H_2 / X_1 - X_2$				$H_2 - H_1 / X_2 - X_1$				$H_3 - H_2 / X_3 - X_2$				
					Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	Actual TTR	% Error	I exc mA	Phase (Deg)	
1	Nominal	0	0														

Transformer Overall Tests - Two Winding

Test No.	INSULATION TESTED	Test Mode	Test Lead Connections	TEST kV	Capacitance C (pF)	Power Factor %		Equip		Insulation Rating
						Measured	@ 20°C	Corr Factor	mA	
1	$C_{HG} + C_{HL}$	GST-GND	H L G							
2	C_{HG}	GSTp-RD	H L G							
3	C_{HL}	UST-R	H L G							
4	C_{HL}'		Test 1 Minus Test 2							
5	$C_{LG} + C_{HL}$	GST-GND	L H G							
6	C_{LG}	GSTp-RD	L H G							
7	C_{HL}	UST-R	L H G							
8	C_{HL}'		Test 5 Minus Test 6							
9	C_{HG}'		C_{HG} Minus H Bushings							
10	C_{LG}'		C_{LG} Minus L Bushings							

TEST EQUIPMENT USED: _____

TESTED BY: Karl Albrecht

COPYRIGHT © 2002-2017 POWERCL, INC.

www.powercl.com

90000, Form 00000-0

POWER TRANSFORMER TESTS



PAGE _____

Transformer - Bushing C1 Tests												
Test No.	Cdg	Test Mode	Test kV	Nameplate		Capacitance C (pF)	Power Factor %			Circuit		Insul. Rating
				PF	Cap. (pF)		Measured	@ 20°C	Corr Factor	mA	Watts	
1	H1	UST-R										
2	H2	UST-R										
3	H3	UST-R										
4	X1	UST-R										
5	X2	UST-R										
6	X3	UST-R										

Transformer - Bushing C2 Tests												
Test No.	Cdg	Test Mode	Test kV	Nameplate		Capacitance C (pF)	Power Factor %			Direct		Insul. Rating
				pf	Cap. (pF)		Measured	@ 20°C	Corr Factor	mA	Watts	
1	H1	GST _g -R										
2	H2	GST _g -R										
3	H3	GST _g -R										
4	X1	GST _g -R										
5	X2	GST _g -R										
6	X3	GST _g -R										

Transformer - X2 Hot Collar Tests								
Test No.	Cdg	Designation	Test Mode	Test kV		Direct		Insulation Rating
						mA	Watts	
1	H1		GST-GND					

Transformer - X2 Surge Arresters													
	Location	Serial #	Mfr	Overall Catalog	Unit Catalog	Type	Rated kV	ORDER	Test Mode	Test kV		Eqv	Insul. Rating
												mA	Watts
1									GST-GND				
2									GST-GND				
3									GST-GND				

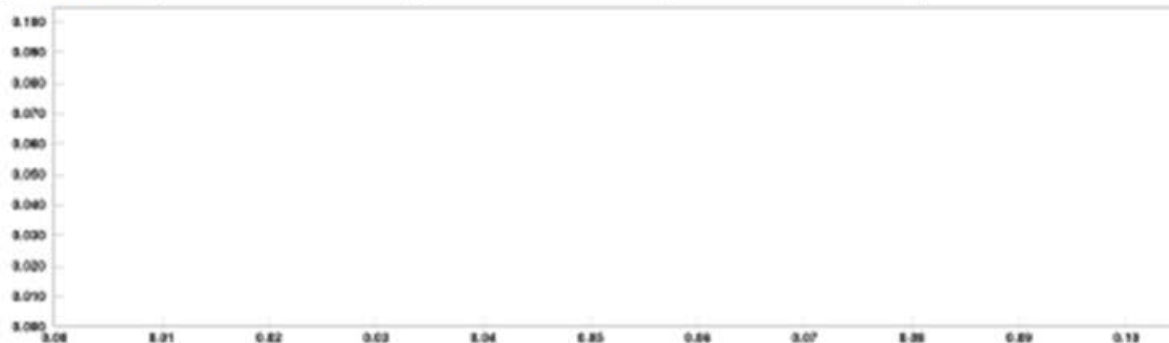
Transformer - Exciting Current Tests																	
Connections:			Phase A: Enter connection					Phase B: Enter connection					Phase C: Enter connection				
	DETC	LTC	TEST kV	L(R) / C (pF)	mA	Equivalent @ 10 kV mA Watts	Test kV	L(R) / C (pF)	mA	Equivalent @ 10 kV mA Watts	TEST kV	L(R) / C (pF)	mA	Equivalent @ 10 kV mA Watts	IR		
1																	
2																	
3																	

POWER TRANSFORMER TESTS



PAGE _____

Polarization Index						
Test Voltage:				Settings:		
High to Low + Ground		KVDC/Leakage to Low + Ground		JIS Instrument PI / DAR Value		Cone/Coil Temperature: _____ °C
Low to High + Ground		KVDC		Enter TCF Manually: <input type="checkbox"/>		Dry: _____ Liquid: _____
Minutes	High to Low + Ground		Low to High + Ground		Tertiary to Low + Ground	
	Reading (megohms)	Corrected Value (megohms)	Reading (megohms)	Corrected Value (megohms)	Reading (megohms)	Corrected Value (megohms)
0.25						
0.50						
0.75						
1.00						
2.00						
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						
9.00						
10.00						
P.I.						
D.A.R.						



High Voltage Winding Resistance								Unit: Ohms	
#	Tap	Current (Amps)	Voltage	Measured Resistance			Reading Stability %	Winding Difference %	Make/Break
				H ₁ - H ₂	H ₂ - H ₃	H ₃ - H ₄			
1	1		0						
2	2		0						
3	Nominal		0						
4	4		0						
5	5		0						

POWER TRANSFORMER TESTS



PAGE

Low Voltage Winding Resistance								Order _____	
								Constant Factor _____	
#	Tap	Current (Amps)	Voltage	Measured Resistance			Reading Stability %	Winding Difference %	Name/Trade
				$R_1 - R_2$	$R_2 - R_3$	$R_3 - R_1$			
1	Normal		0						


Transformer - Inspection					
Description	Condition	Note	Description	Condition	Note
Compare Nameplate To Open			Verify Alarm, Control, Trip Operation		
Physical/chemical inspection			Verify Cooling Fan/Pump Operation		
Inspect Radiator			Inspect Connections - Chromalox		
Turn On/Off Point			Inspect Connections - Torque		
Recharge, Adjustments, Grounding			Inspect Connections - Oil Sample		
PCB Content Labeling			Verify Liquid Levels - Tanks/Reservoirs		
Remove Shipping Braces			Verify Tank Positive Pressure		
Cleanliness of Core/Coils/Tank			Verify Presence of Surge Arresters		
Cleanliness of Bushings			Verify Neutral Tap Position as Spec		
Verify Name, Control, Trip Settings			Nothing		

Transformer - Gases					
Description	Reading	Note	Description	Reading	Note
Winding Temperature			Gasent Level On TC		
Winding Oil Temperature			Gasent Level Full		
Condens Temperature			Main Tank Pressure PSI		
Condens Oil Temperature			Gas Bottle Pressure PSI		
Condens Oil Level			Nothing		


COMMENTS: _____

REMARKS: _____

Job Aid – J4 – Trafo, Minyak (> 500kVA)



TWO-WINDING TRANSFORMER



CUSTOMER SAMPLE FORMS COMPANY PAGE _____

ADDRESS _____ JOB # FORMS-ALL

USER SAMPLE FORMS COMPANY

OWNER REPRESENTATIVE _____ TELEPHONE _____

DATE 5/7/2008 TEMPERATURE _____ °F HUMIDITY _____ % EQPT. LOCATION _____

SUBSTATION _____ TRANSFORMERS _____ POSITION _____ GENERAL

NAMEPLATE DATA

MANUFACTURER _____ YR MFR _____ SERIAL NO. _____

IMPEDANCE _____ % CAPACITY _____ GALLONS _____ TYPE _____ CATALOG NUMBER _____

KVA _____ / _____ / _____ CLASS ☐ OA ☐ FA ☐ FOA ☐ FOW ☐ OW ☐ FOW ☐ _____

PRIMARY	VOLTS	CONNECTIONS	WINDING MATERIAL
PRIMARY	/	<input checked="" type="radio"/> DELTA <input type="radio"/> WYE <input type="radio"/> SINGLE PHASE	<input type="radio"/> ALUMINUM <input type="radio"/> COPPER
SECONDARY	/ 0	<input type="radio"/> DELTA <input checked="" type="radio"/> WYE <input type="radio"/> SINGLE PHASE	<input type="radio"/> ALUMINUM <input type="radio"/> COPPER

TAP VOLTAGES _____

TAP POSITION _____

TAP POSITION LEFT _____ (☐ VOLTS ☐ PERCENT)

MEDIUM TYPE ☐ SILICONE ☐ OIL ☐ AIR ☐ PCB ☐ RTEMP ☐ WESCOL ☐ GAS ☐ _____

INSULATING MEDIUM ☐ LIQUID-FILLED ☐ GAS-FILLED ☐ AIR ☐ FIELD SAMPLE ☐ YES ☐ NO

PRESSURE _____ PSI ☐ _____ MEDIUM LEVEL _____ CAPACITY ☐ GALLONS ☐ _____

TEMPERATURE RISE _____ °C MAXIMUM TEMPERATURE INDICATOR _____ °C

TEMPERATURE GAUGE _____ °C MAXIMUM TEMPERATURE INDICATOR RESET TO _____ °C

WINDING TEMPERATURE _____ °C FAN SET TO _____ °C

ENVIRONMENTAL DATA

WEATHER CONDITIONS _____ AMBIENT TEMPERATURE _____ HUMIDITY _____ %

LOCATED ON ☐ POLE ☐ PAD ☐ INDOOR ☐ OUTDOOR

VISUAL INSPECTION

FANS ☐ GOOD ☐ FAIR ☐ POOR EXPLAIN: _____

CONTROLS ☐ GOOD ☐ FAIR ☐ POOR EXPLAIN: _____

CONTROL VOLTAGE _____ VOLTS

PAINT ☐ GOOD ☐ FAIR ☐ POOR EXPLAIN: _____

CONNECTIONS ☐ GOOD ☐ FAIR ☐ POOR EXPLAIN: _____

GROUNDING ☐ GOOD ☐ FAIR ☐ POOR EXPLAIN: _____

LEAKS ☐ LIQUID ☐ GAS ☐ AIR ☐ NONE DETECTED ☐ YES DESCRIBE: _____

DESCRIBE OPERATING ENVIRONMENT _____