

Sistem & Kontrol Pabrik

Pusat Keahlian

Kelistrikan



- PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –
JOB AID
J18 – PENGUJIAN HV Switchgear/Switchboard

Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
A	Draft Awal	01.10.2015	Shermco	Draft
B	Tinjauan grup kecil	05.02.2018	AL, BJ, DV	Draft
C	Tanggapan-tanggapan dimasukkan	07.03.2018	Shermco	Draft
D	Penyelarasan dengan J16 dan J41	10.04.2018	AL	Draft

Daftar Isi

1. Lingkup.....	3
2. Definisi	3
3. Dokumen-dokumen Referensi	4
4. Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan	4
5. Urutan Pengujian	6
6. Nilai-nilai Pengujian.....	12
7. Lembar Pengujian	15

Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk *switchgear* dan *switchboards* Tegangan Tinggi (HV) (> 1000V), terlepas dari jenis dan modelnya. Karena ini adalah *job aid* yang bersifat umum, maka perlu untuk melihat juga panduan pemeliharaan dan pengoperasian (petunjuk pengujian dan pengoperasian OEM) mengenai jenis dan model *switchgear/switchboard* tertentu untuk menggunakan rencana kerja ini sesuai persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut. *Job aid* ini berlaku untuk *switchgear* dengan isolasi udara dan dengan isolasi gas (SF6).

Bagian *switchgear/switchboard* berikut ini bukan merupakan bagian dari lingkup dokumen ini:

- Pemutus Tegangan Tinggi (HV) (J16) (dengan isolasi udara, dengan isolasi SF6, minyak minimum)
- Relai proteksi (J41)

Job aid terpisah tersedia untuk bagian-bagian ini. Namun disarankan untuk melakukan pemeliharaan dan pemeriksaan peralatan sebagaimana disebutkan di atas secara bersamaan dengan pemeriksaan Pemutus Tegangan Tinggi (HV) dan relai proteksi.

Definisi

Switchgear dan switchboards HV dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis media isolasi dan kekuatan (*bracing*) bagian internalnya:

Switchgear, Live-Front:

Peralatan tiga fase, tegangan tinggi, yang menggabungkan sakelar penginterupsi beban yang dioperasikan secara manual, dengan bagian-bagian aktif (diberi aliran listrik) yang terbuka terhadap seseorang di bagian sisi pengoperasian peralatan. Berikut dengan sekering proteksi integral, *switchgear* ini dapat digunakan untuk mengisolasi, memisahkan, dan melindungi berbagai sirkit distribusi bawah tanah. Jenis *switchgear* ini biasanya dipasang pada bantalan dengan akses kabel melalui bagian bawah selubungnya (*enclosure*).

Switchgear, Dead-Front:

Peralatan tiga fase, tegangan tinggi, yang menggabungkan sakelar penginterupsi beban yang dioperasikan secara manual, tanpa bagian aktif (diberi aliran listrik) yang terbuka terhadap seseorang di bagian sisi pengoperasian peralatan. Sambungan-sambungan kabel biasanya dibuat dengan sambungan-sambungan siku dengan isolasi. Berikut dengan sekering proteksi integral, *switchgear* ini dapat digunakan untuk mengisolasi, memisahkan, dan melindungi berbagai sirkit distribusi bawah tanah. Jenis *switchgear* ini biasanya dipasang pada bantalan dengan akses kabel melalui bagian bawah selubungnya (*enclosure*).

Switchgear, dengan selubung logam (*Metal-enclosed/ME*):

Rakitan *switchgear* dengan selubung yang tertutup sepenuhnya di semua sisi dan bagian atasnya dengan lembaran logam (kecuali untuk lubang ventilasi dan jendela pemeriksaan) yang berisi perangkat sakelar sirkit daya primer atau perangkat penginterupsi, atau keduanya, dengan bus-bus dan sambungan-sambungan. Rakitan ini bisa mencakup perangkat kontrol dan tambahan. Akses ke bagian dalam selubung disediakan melalui pintu atau penutup yang dapat dilepas, atau keduanya.

Switchgear, *Metal-clad (MC)*:

Metal-clad switchgear adalah *switchgear* dengan selubung logam yang mengharuskan perangkat *switching* dan interupsi utama untuk ditarik (*drawout*). Perangkat ini dapat berupa pemutus sirkit (biasa) atau sakelar penginterupsi *load-break* (sambung-putus beban) (jarang). Pemutus arus selalu dioperasikan dengan cara kelistrikan. Diperlukan banyak penghalang (*barrier*), *shutters* elemen-elemen primer saat *interrupter* ditarik, dan juga diperlukan bus yang tertutup isolasi.

Switchgear, *Arc-Resistant*:

Switchgear tahan busur api adalah *switchgear* dengan selubung logam yang mencakup fitur mitigasi busur api listrik. Fitur-fitur ini dapat mencakup konstruksi yang kuat (konstruksi dinding ganda yang tahan terbakar), ventilasi untuk mengarahkan gas ke ruang pembuangan, kelopak penutup ventilasi yang dirancang untuk membuka di bawah tekanan dan mengeluarkan gas dengan aman, *racking* pintu tertutup dan pengoperasian perangkat penginterupsi, PTs, CPTs, dan sekering-sekering.

Switchboard:

Sebuah panel besar, kerangka, atau rakitan panel di mana pada bagian muka, punggung, atau keduanya, dipasang sakelar-sakelar, perangkat-perangkat proteksi arus berlebih, dan proteksi lainnya, bus-bus, serta biasanya instrumen-instrumen. *Switchboard* pada umumnya dapat diakses dari sisi belakang maupun dari sisi depan.

Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Thermografi (A3)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Standar Eksekusi PdM UE (A4)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Resistansi Isolasi (A8)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Resistensi Kontak (A9)
- Job aid – Pemutus Sirkit Tegangan Tinggi (HV) (J16)
- Job aid – Relai proteksi (J41)

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.
- 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 pemutus yang diuji ada dalam keadaan diisolasi dari semua sirkit beraliran listrik. Dengan demikian, proses LOTO yang tepat akan diperlukan untuk mendukung proses pengujian ini.

Pemeriksaan Visual (A0)

- Lampu senter
- Kamera digital untuk mengambil gambar semua kekurangan yang ditemukan
- Gambar kelistrikan
- Studi Sistem Kelistrikan

Pemeriksaan Fisik (A1)

- Bahan pembersih, termasuk kain pembersih dan alkohol terdenaturasi atau larutan pembersih yang setara. Sabut gosok Scotch-Brite atau yang setara.
- Pelumas kontak sesuai rekomendasi OEM
- Alat dan peralatan pengangkat dan bongkar muat (*racking*) khusus untuk perangkat penginterupsi (mis, pemutus, *vacuum interrupters*, dll.).
- Penyedot debu.

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Thermografi – lihat dokumen-dokumen sebagaimana direferensikan di atas
- Laporan pemeriksaan IR terakhir atas *switchgear/switchboard*, jika terdapat kekurangan-kekurangan yang didokumentasikan dalam laporan tersebut

Pemeriksaan Ultrasonik (A4)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Standar Eksekusi PdM UE v2.1 (A4) - lihat dokumen-dokumen sebagaimana direferensikan di atas
- Laporan pemeriksaan UE terakhir atas *switchgear/switchboard*, jika terdapat kekurangan-kekurangan yang didokumentasikan dalam laporan tersebut

Tes Resistansi Isolasi (A8)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk pengukuran Resistansi Isolasi

Uji Resistensi Kontak (A9)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk pengukuran Resistansi Kontak

Urutan Pengujian

Pemeriksaan Visual (A0)

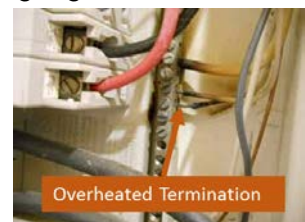
Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan pemeriksaan tersebut.

Pemeriksaan visual dilakukan untuk menilai kondisi keseluruhan *switchgear* dan *switchboard* Tegangan Tinggi dan untuk mendeteksi apakah ada masalah internal, seperti kelembaban, panas berlebih, kerusakan mekanis, keberadaan hewan pengerat, dll.

Switchgear Tegangan Tinggi selengkapnya dapat tetap diberi aliran listrik selama pelaksanaan tugas ini hanya jika ketentuan-ketentuan seperti jendela untuk melihat telah dipasang sehingga tetap terlindungi dan aman dari bahaya kelistrikan. Catatan: *switchgear/switchboard* Tegangan Tinggi harus tetap dalam keadaan tertutup selama pemeriksaan visual. Setiap pemeriksaan yang memerlukan pembukaan pintu harus dilakukan sebagai bagian dari Pemeriksaan Fisik.

Pemeriksaan ini akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

1. Periksa penjangkaran, penjajaran, dan jarak bebas dari panel dan di sekitar panel
2. Periksa integritas dan kelengkapan pintu dan penutup. Pastikan semua kompartemen tertutup dengan baik
3. Melalui jendela pengintip (jika dipasang) periksa apakah terdapat tanda-tanda kerusakan dan panas berlebih di kompartemen kabel (mis. kontak berwarna biru / coklat / hitam, tanda adanya panas, isolasi rapuh / retak, deformasi termal pada bagian yang terbuat dari plastik, tanda terbakar, dll.).
4. Pastikan semua label identifikasi dan keselamatan sudah ada, lengkap dan dapat terbaca.
5. Lakukan verifikasi apakah alat ukur tegangan, arus, dan panel lainnya dapat berfungsi dengan baik.
6. Jika ada, untuk *switchgear* SF₆, lakukan verifikasi apakah pengukur SF₆ untuk masing-masing fase dapat berfungsi dengan baik statusnya.
7. Jika *switchgear/switchboard* dilengkapi dengan kompartemen Tegangan Rendah yang terpisah (kompartemen tegangan tambahan), buka pintunya dan periksa internal kompartemen tersebut untuk hal-hal sebagai berikut:
 - a. debu, kelembaban, bukti adanya hewan pengerat, rontokan, korosi, label kabel, kabel yang longgar, dll.
 - b. pemanas dan kipas kompartemen dapat dioperasikan dan berfungsi dengan baik, jika ada.



- c. Periksa apakah ada tanda-tanda kerusakan dan panas berlebih pada kabel-kabel dan peralatan kelistrikan lainnya di dalam panel (mis. kontak berwarna biru/coklat/hitam, tanda adanya panas, isolasi rapuh/retak, deformasi termal bagian yang terbuat dari plastik, tanda terbakar, dll.).

Persyaratan keamanan: Untuk membuka pintu pada panel saat panel diberi aliran listrik harus memakai APD busur api listrik yang tepat.

8. Periksa apakah ada indikasi *tripping* pada suatu perangkat proteksi, sekering yang putus atau indikator peringatan (mis. monitor gangguan arde, alarm *trip*).

Jika tidak terlihat adanya cacat secara visual, maka dinyatakan lulus pengujian.

Pemeriksaan ini harus didokumentasikan pada lembar pengujian.

Pastikan semua pintu kompartemen telah ditutup dan terkunci dengan baik pada akhir pemeriksaan.

Pemeriksaan Fisik (A1)

Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik. Pelaksana pemeriksaan harus menyadari jika terlihat adanya bukti visual yang terkait dengan kesalahan instalasi, kegagalan sub-perakitan peralatan, kondisi peralatan yang buruk, dan panas berlebih. Riwayat pengoperasian dan pemeliharaan perangkat harus diperoleh jika memungkinkan untuk membantu di area pemeriksaan yang ditargetkan.

Pemeriksaan fisik harus dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan visual selengkapny (A0) pada panel yang tidak diberi aliran listrik.

Pemeriksaan ini akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

- Pemeriksaan kondisi fisik dan mekanik. Perhatikan masalah utama kosmetik atau karat pada *gear*. Perhatikan juga apakah ada panel yang hilang, sekrup yang hilang, Kirk Keys yang rusak, dll.
- Pemeriksaan penjangkaran, penjajaran, pembumian dan jarak bebas.
- Verifikasi bahwa line-up switchgear bersih.
- Verifikasi bahwa ukuran sekering dan pemutus sesuai dengan gambar dan studi koordinasi, jika tersedia untuk ditinjau. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan hanya pada saat pengujian penerimaan. Namun, tugas ini harus dilakukan secara berkala untuk mendukung peningkatan studi sistem daya atau analisis busur api listrik.
- Verifikasi bahwa trafo arus dan tegangan dapat dioperasikan.
- Penegasan mengenai dapat berfungsinya dan urutan interlock kelistrikan dan mekanik. Biasanya *Kirk Keys*, *interlock* pintu dan kemungkinan perkabelan pada *gear* baru.
- Pemeriksaan isolasi apakah terdapat kerusakan fisik dan kontaminasi. Cari tanda-tanda adanya jejak, *skirt* yang rusak atau retak.
- Verifikasi bahwa penghalang dan *shutter* terpasang dan berfungsi dengan baik. Pemeriksaan ini harus mencakup uji pengoperasian mekanisme *shutter*.

- Uji jalan (*exercise*) semua komponen aktif. *CPT disconnects*, *Kirk Key interlocks*, sakelar, dll.
- Pemeriksaan perangkat penunjuk mekanis bahwa dapat berfungsi dengan baik. Pemeriksaan ini akan termasuk posisi *rack in/out*, jika tidak dilakukan saat melakukan pengujian perangkat secara satu demi satu.
- Verifikasi bahwa semua filter sudah terpasang dan ventilasi dalam keadaan bersih. Pemeriksaan ini harus mencakup evaluasi apakah perlu mengganti filter.
- Pemeriksaan visual dan mekanik atas trafo instrumen. Cari apakah ada retak, jejak atau kerusakan isolasi. Periksa klip sekering, jika ada.
- Pemeriksaan trafo daya kontrol atau tidak ada. Biasanya pemeriksaan apakah ada sekering yang putus dan mencari jika ada retak, jejak atau kerusakan isolasi. Periksa klip sekering, jika ada.

Jika ada cacat yang tidak dapat segera diperbaiki maka perangkat tersebut harus dihentikan penggunaannya. Perbaikan selubung *switchgear* Tegangan Tinggi hanya boleh dilakukan oleh personil yang terlatih dan berkompeten dan dilakukan sesuai dengan persyaratan-persyaratan pabrik pembuatnya atau industri.

Jika secara visual tidak ditemukan adanya cacat, maka dinyatakan lulus pengujian. Pemeriksaan harus didokumentasikan pada lembar pengujian.

Biasanya *gear* SF6 sepenuhnya tertutup rapat. Jika OEM merekomendasikan untuk mengambil sampel gas dan hanya jika *port* sampel disediakan, ambil sampel gas. Gunakan rekomendasi OEM yang berlaku untuk mengambil sampel dan menganalisis hasilnya.

Jika dari kondisi secara keseluruhan bisa dijamin, bersihkan *switchgear* dan catat pelaksanaan pembersihan pada lembar data.

- Pembersihan harus mencakup pembersihan seluruh minyak pelumas dan endapan yang ada dari permukaan *racking*. Direkomendasikan agar Anda menggunakan kain bebas serat dan alkohol terdenaturasi untuk membersihkan gemuk yang lama atau permukaan kontak.
 - Saat membersihkan kontak atau permukaan yang mengalirkan arus, kain abrasif, seperti kain ampelas, dll. tidak boleh digunakan karena efek yang berpotensi merugikan pada permukaan. Dalam banyak hal, permukaan kontak listrik dari sakelar ini dilapisi dan penggunaan bahan abrasif untuk membersihkan permukaan akan menghilangkan atau merusak lapisan itu. Dalam hal di mana kain dan alkohol tidak efektif, Shermco merekomendasikan untuk menggunakan produk Scotch-Brite yang sangat halus dan dengan tekanan ringan untuk membersihkan permukaan kontak.
 - Setelah pelumas lama dibersihkan dan permukaan bersih, oleskan lapisan pelumas baru tipis saja pada lokasi sebagaimana direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya dengan menggunakan pelumas yang direkomendasikan. Oleskan "lapisan pelumas tipis saja" diulangi di sini untuk memberikan penekanan karena terlalu banyak minyak pelumas, terutama pada permukaan kontak, dapat mengganggu operabilitasnya.
 - Gemuk sebaiknya tidak digunakan pada permukaan kontak *arcing*.

- Jika tidak ada rekomendasi pelumas yang ditentukan oleh pabrik pembuat, Mobilgrease 28 harus digunakan pada permukaan kontak.
- Pembersihan permukaan isolasi tidak boleh menggunakan pelarut yang dapat meninggalkan residu. Direkomendasikan untuk menggunakan kain bebas serat dengan alkohol terdenaturasi untuk membersihkan permukaan isolasi.
- Pembersihan permukaan kompartemen harus mencakup penggunaan penyedot debu, diikuti dengan menyeka permukaan dengan kain bebas serat dan alkohol terdenaturasi.
- Bersihkan slot-slot ventilasi semua pintu dengan penyedot debu. Jika perlu bantu pembersihan dengan kuas. Hanya gunakan penyedot debu saja – jangan gunakan kompresor udara (untuk mencegah agar debu tidak tertiuap ke bagian dalam *switchboard*)

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

Kualifikasi: Pemeriksaan ini mempersyaratkan untuk dilaksanakan oleh seseorang yang memiliki kualifikasi sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Thermografi.

Pembatasan: Karena konstruksinya untuk keselamatan semaksimal mungkin personil yang melaksanakannya, pemeriksaan IR sulit dicapai pada *Switchgear* Tegangan Tinggi.

Pemeriksaan IR dibatasi hanya dengan melalui pemasangan jendela IR. Tidak direkomendasikan untuk membuka *switchgear* Tegangan Tinggi saat sedang diberi aliran listrik.

Prosedur pengujian: Periksa peralatan berikut ini melalui jendela IR yang terpasang sesuai dengan Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Thermografi:

1. Semua sambungan di kompartemen kabel.
2. Bagian internal kompartemen Tegangan Rendah (kompartemen tegangan tambahan) – jika dipasang
3. Sekering-sekering pada sirkit utama

Pelaporan: Semua kekurangan yang ditemukan selama pemeriksaan IR harus didokumentasikan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Thermografi dalam laporan pemeriksaan IR terpisah. Oleh karena itu, hasil IR tidak perlu dilaporkan dalam lembar pengujian dokumen ini.

Pemeriksaan Ultrasonik (A4)

Kualifikasi: Pemeriksaan ini mempersyaratkan untuk dilaksanakan oleh seseorang yang memiliki kualifikasi sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Emisi Ultrasonik (A4).

Untuk perencanaan pemeriksaan UE pada *switchgear*, penting untuk memastikan bahwa *switchgear* diberi aliran listrik dan beroperasi pada kondisi normal – lebih dipilih pada saat

ada beban tertinggi biasanya (pemeriksaan UE tidak boleh dilakukan selama *shutdown* pabrik).

Pembatasan: Karena konstruksinya untuk keselamatan semaksimal mungkin personil yang melaksanakannya, pemeriksaan UE sulit dicapai.

Jika cukup terlihat, periksa sambungan-sambungan kelistrikan yang dibaut apakah terdapat korona dan busur api (*arcing*) dengan menggunakan survei emisi ultrasonik.

Bagian-bagian berikut ini biasanya dapat dimonitor dengan UE:

1. Sambungan kabel
2. Pemutus Tegangan Tinggi (HV)
3. Sambungan yang dibaut

Persyaratan keselamatan: Tidak direkomendasikan untuk membuka penutup pada *switchgear* Tegangan Tinggi saat *gear* diberi aliran listrik. Pemeriksaan ini diminta dilakukan melalui lubang pengintai UE untuk menghindari interaksi yang tidak perlu dengan sistem Tegangan Tinggi.

Pengukuran Resistensi Isolasi (A8)

Pengujian ini hanya boleh dilaksanakan oleh orang yang memiliki kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik.

Tegangan uji harus sesuai dengan data yang dipublikasikan pabrik pembuat atau sebagaimana ditentukan dalam standar pelaksanaan kerja RE untuk pengujian resistensi isolasi (A8).

Peringkat Nominal Peralatan (Volt)	Tegangan Pengujian yang Direkomendasikan (DC)
2500	1000
5000	2500
8000	5000
15000	5000
25000	5000
34000	5000
46000 ke atas	5000

Urutan Pengujian:

1. Pengukuran resistensi isolasi harus dilakukan pada akhir Pemeriksaan Fisik (A1).
2. Lakukan uji resistensi isolasi fase ke fase dan fase ke arde pada bus *switchgear* selama satu menit.
3. Pengujian harus dilaksanakan sebagaimana diuraikan dalam *Job Aid* untuk pengukuran resistensi isolasi (A8) apakah sesuai dengan kriteria penerimaan sebagaimana disebutkan dalam dokumen tersebut.

Resistensi isolasi bersifat sensitif terhadap suhu. Saat membandingkan hasil-hasil pembacaan dengan data sebelumnya atau menentukan kriteria lulus / gagal, Anda harus

melakukan koreksi suhu. Tabel konversi resistensi isolasi disediakan dalam *Job Aid* untuk pengukuran resistensi isolasi (A8).

Pelaporan: Semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian Resistensi Isolasi harus didokumentasikan sebagaimana ditentukan sesuai standar yang dapat diterima Cargill. Peralatan yang tidak memenuhi standar yang dapat diterima harus segera dihentikan penggunaannya sampai diperbaiki atau diganti.

Pengukuran Resistensi Kontak (A9)

Pengujian ini hanya boleh dilaksanakan oleh orang yang memiliki kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik.

1. Pengukuran resistensi kontak harus dilakukan untuk masing-masing bus internal dari satu ujung bus ke ujung bus yang lain.

Catatan: Tidak perlu membongkar switchboard/switchgear untuk memungkinkan pengukuran ini. Pelaksanaan pengukuran ini dapat diabaikan untuk pengukuran pada switchgear yang memiliki bar bus yang terletak di kompartemen yang terpisah dan tertutup. Pengukuran ini biasanya hanya dilakukan pada panel-panel isolasi udara terbuka.

2. Selain itu, pengukuran resistensi kontak harus dilakukan dari suatu bus melalui sambungan di sisi jalur dari masing-masing perangkat *switchgear*.

Pengujian harus dilaksanakan sebagaimana diuraikan dalam *Job aid* untuk pengukuran resistensi kontak / sambungan (A9) apakah memenuhi kriteria penerimaan sebagaimana disebutkan dalam dokumen tersebut.

Jika ditemukan adanya sambungan-sambungan yang longgar selama penyelidikan, kecangkan kembali sambungan-sambungan tersebut dan lakukan pengukuran resistensi kontak yang terkait hingga didapatkan hasil yang memuaskan.

Prosedur pengujian:

- Bandingkan semua nilai resistansi sambungan yang dibuat yang menyimpang dari nilai-nilai yang serupa pada bus terkait lainnya.
- Bandingkan hasil-hasil pembacaan resistensi sambungan dari sambungan-sambungan bus untuk masing-masing perangkat satu sama lain.

Nilai-nilai penerimaan dalam hal ada perbedaan diberikan di bagian di bawah ini.

Pelaporan: Semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian Resistensi Kontak harus didokumentasikan sebagaimana ditentukan sesuai standar yang dapat diterima pabrik pembuat. Peralatan yang tidak memenuhi standar yang dapat diterima harus segera dihentikan penggunaannya sampai diperbaiki atau diganti.

Nilai-nilai Pengujian

Pemeriksaan Visual (A0)

Pedoman umum berikut ini harus dipertimbangkan hanya sebagai kriteria minimum untuk penentuan tingkat kekritisan alat ukur panel secara visual. Tegangan-tegangan untuk masing-masing fase harus berada dalam batas-batas yang diberikan dalam tabel di bawah ini. Beban dan faktor daya *switchboard/switchgear* harus diperhitungkan untuk evaluasi hasil-hasil pembacaan tegangan karena ini dapat mengubah penilaian tingkat kekritisan temuan (misalnya penurunan tegangan sebesar -5% memiliki tingkat kekritisan yang lebih tinggi pada suatu sistem yang hanya dibebani sebagian dibandingkan dengan suatu sistem yang beroperasi pada beban penuh).

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - HV switchboard/switchgear

Level tegangan			
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
% dari Tegangan nominal	< $\pm 5\%$	-5% ... +5%	-10% ... +5%
% ketidakseimbangan	< $\pm 1\%$	$\pm 1\%$.. $\pm 2\%$	> $\pm 2\%$
Referensi: IEC 60364 dan EN50160			

Arus fase dari suatu sistem simetris pada sirkit tertentu harus berada dalam jarak 2% satu sama lain.

Semua pengukuran frekuensi harus dalam batas-batas sebagaimana diberikan dalam tabel di bawah ini.

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - HV switchboard/switchgear

Penyimpangan frekuensi			
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
% dari frekuensi nominal	$\pm 0\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$
Frekuensi nominal biasanya 50Hz atau 60Hz, tergantung pada geografi Referensi: EN 61000-2-2			

Jika tersedia, konten harmonik untuk tegangan dan arus harus diperiksa. Biasanya konten harmonik ditampilkan sebagai THD (total distorsi harmonik), dengan THD (U) untuk tegangan dan THD (I) untuk arus. Faktor daya harus diperiksa dan dibandingkan dengan faktor daya target dari sistem tersebut. Faktor daya harus selalu tertinggal (induktif). Faktor daya utama menunjukkan kompensasi berlebih dan biasanya akan menghasilkan tegangan berlebih pada bus bus.

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - HV switchboard/switchgear

Harmonic content Measurement			
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
THD (U)	<5%	5% - 8%	>8%
THD (I)			
THD = total distorsi harmonik Referensi: EN 61000-2-2			

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 – J18 – Pengujian HV Switchgear/Switchboard

Pemeriksaan Fisik (A1)

Kriteria penerimaan untuk pengambilan sampel gas SF₆ dalam hal tidak tersedia nilai-nilai OEM. Pengambilan sampel gas hanya boleh dilakukan jika direkomendasikan oleh OEM.

Kriteria Penerimaan Cargill – Pengujian Gas SF₆

Pengujian	Metode	Tidak ada kekurangan	Batas-batas Penggunaan
Kelembaban	Hygrometer	< 200 ppm	≥ 200 ppm > 50 microhms
Produk samping dekomposisi SF ₆	ASTM D2685	< 500 ppm	≥ 500 ppm
Udara	ASTM D2685	< 5000 ppm	≥ 5000 ppm
Kontak hemispherical <i>breakdown</i> dielektrik	Celah 2,54 mm (0,1") pada tekanan atmosfer	> 13,5 kV	11,5 – 13,5 kV

Tabel ini diambil dari informasi dalam ANSI/NETA MTS – 2017 (Tabel 100.13)

Uji Resistensi Isolasi (A8)

Pedoman umum berikut ini harus dipertimbangkan hanya sebagai kriteria minimum untuk penentuan tingkat kekritisan resistensi isolasi. Pedoman ini berlaku untuk pengukuran dasar serta analisis komparatif perangkat sejenis. Di bawah ini adalah kriteria tingkat kekritisan yang terkait dengan pengukuran resistensi isolasi:

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Switchgear Tegangan Tinggi

Peringkat Nominal Peralatan (V)	Tingkat Kekritisan untuk Resistensi Isolasi (Megohm)		
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
1000 hingga 2499	> 100	< 100	< 50
2500 hingga 4999	> 500	< 500	< 250
5000 hingga 7999	> 1500	< 1500	< 500
8000 hingga 14999	> 2500	< 2500	< 1000
15000 hingga 24999	> 5000	< 5000	< 2500
25000 hingga 33999	> 10000	< 10000	< 5000
34000 hingga 45999	> 100000	< 100000	< 50000
46000 ke atas	> 100000	< 100000	< 50000

Tabel ini diambil dari informasi dalam ANSI/NETA MTS - 2017

Uji Resistensi Kontak (A9)

Pedoman umum berikut ini harus dipertimbangkan hanya sebagai kriteria minimum untuk penentuan tingkat kekritisan resistensi kontak. Pedoman ini berlaku untuk pengukuran dasar serta analisis komparatif perangkat sejenis. Di bawah ini adalah kriteria tingkat kekritisan yang terkait dengan pengukuran resistensi kontak:

Job aid – J18 – Pengujian HV Switchgear/Switchboard

Kriteria Penerimaan Cargill - Pengujian Pemutus Tegangan Tinggi

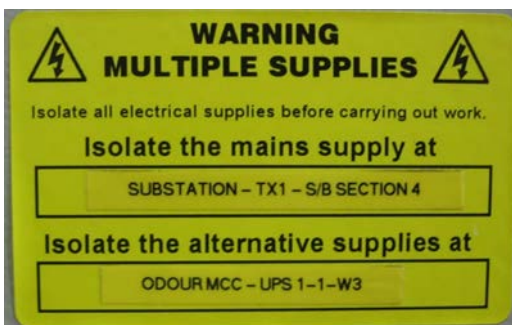
Pengujian Kelistrikan	Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Resistensi Kontak:	Pemutus Tegangan Tinggi	< 50% Variasi	> 50% Variasi	> 50 microhm

Tabel ini diambil dari informasi dalam ANSI/NETA MTS - 2017


Nilai penurunan mikrohm atau millivolt tidak boleh melebihi ketinggian level dari rentang normal sebagaimana ditunjukkan dalam data yang dipublikasikan pabrik pembuatnya. Jika data dari pabrik pembuat tidak tersedia, lakukan penelitian apakah terdapat nilai-nilai yang menyimpang dari kutub-kutub yang berdekatan atau pemutus serupa yang lebih dari 50 persen dari nilai terendah.

Pemeriksaan Visual (A0)


Contoh untuk pelabelan yang diperlukan pada *switchboard/switchgear* – harap diperhatikan bahwa ini hanya sekedar contoh kemungkinan label yang diperlukan berdasarkan peraturan setempat dan kebijakan Cargill. Persyaratan-persyaratan *switchboard/switchgear* yang harus dipenuhi akan ditentukan berdasarkan peraturan yang berlaku di lokasi setempat:



Lembar Pengujian



**DISTRIBUTION SWITCHGEAR
DATASHEET**



CUSTOMER _____

ADDRESS _____

USER _____

PAGE _____

JOB # _____

CMMS # _____

DATE _____ TEMPERATURE _____ °F HUMIDITY _____ %

SUBSTATION _____

EQPT. LOCATION _____

CIRCUIT ID _____

TEST STATUS _____

GENERAL INFORMATION

MANUFACTURER _____

SERIAL NO. _____

DWGS. _____

VOLTAGE CLASS _____

TYPE _____

CONSISTING OF: _____ TOTAL BREAKERS

_____ TOTAL INSTRUMENTS

_____ TOTAL RELAYS

Visual and Mechanical Inspection	Sat	Unsat	N/A	Note No.:
COMPARE NAMEPLATE DATA WITH DRAWINGS AND SPECIFICATIONS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
INSPECT PHYSICAL AND MECHANICAL CONDITION	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
INSPECT ANCHORAGE, ALIGNMENT, GROUNDING AND CLEARANCES	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
UNIT IS CLEAN, NO LOOSE PARTS, SHIPPING BRACES AND DOCUMENTATION REMOVED	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
VERIFY FUSE AND BREAKER SIZES CORRESPOND TO DRAWINGS AND COORDINATION STUDY	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
VERIFY CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMER RATIOS CORRESPOND TO DRAWINGS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
INSPECT BOLTED CONNECTIONS BY DLRO, TORQUE WRENCH OR INFRARED SURVEY	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
CONFIRM OPERATION AND SEQUENCE OF ELECTRICAL AND MECHANICAL INTERLOCKS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Visual and Mechanical Inspection			
VERIFY APPROPRIATE LUBRICATION OF CURRENT-CARRYING AND MECHANICAL PARTS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INSPECT INSULATORS FOR PHYSICAL DAMAGE AND CONTAMINATION	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VERIFY BARRIER AND SHUTTER INSTALLATION AND OPERATION	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
EXERCISE ALL ACTIVE COMPONENTS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INSPECT MECHANICAL INDICATING DEVICES FOR PROPER OPERATION	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VERIFY THAT FILTERS ARE IN PLACE AND VENTS ARE CLEAR	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VISUAL AND MECHANICAL INSPECTION OF INSTRUMENT TRANSFORMERS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INSPECT CONTROL POWER TRANSFORMERS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

INSULATION RESISTANCE

BUS SECTION	RESISTANCE IN MEGOHMS @ _____ KVDC									
	A-B	B-C	C-A	A-NEU.	B-NEU.	C-NEU.	A-GND	B-GND	C-GND	N-GND

OVERPOTENTIAL TEST

BUS SECTION	READINGS IN MICROAMPS @ _____ KVAC									
	A-B	B-C	C-A	A-NEU.	B-NEU.	C-NEU.	A-GND	B-GND	C-GND	N-GND

BUS CONNECTIONS

BUS SECTION		RESISTANCE IN MICRO-OHMS				
FROM	TO	A	B	C	N	G

COMMENTS: _____

DEFICIENCIES: _____

TEST EQUIPMENT USED: _____

TESTED BY: _____

COPYRIGHT © 2002-2018 POWERDB, INC.

www.powerddb.com

50950, Form Schema 0, REVISED 5/8/2013