

## Sistem & Kontrol Pabrik

### Pusat Keahlian

### Kelistrikan



– PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –  
JOB AID  
J16 – PENGUJIAN Pemutus Sirkit HV

### Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
0.0	Draft Awal	06.06.15	D. Voss	Draft
0.1	Tanggapan-tanggapan dari pembahasan CoE	24.10.16	K. Beckmann	Draft
0.3	Revisi dengan grup besar	09.11.16		Draft
0.4	Edit Grup Besar	28.11.16	D. Voss	Draft
A	Adaptasi ke tata letak baru	03.09.2017	Shermco	Draft
B	Tinjauan grup kecil	05.02.2018	AL, DV	Draft
C	Ditambahkan rujukan ke A13	06.03.2018	Shermco	Draft
D	Pertemuan F2F Dallas	10.04.2018	Shermco	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.....	15
7. Lembar Pengujian .....	19

### Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk Pemutus Sirkit 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 pemutus tertentu untuk menggunakan rancangan kerja ini sesuai persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

Bagian-bagian berikut ini bukan bagian dari ruang lingkup dokumen ini:

- HV switchgear/switchboard (J18)
- Relai proteksi (J41)

*Job aid* terpisah tersedia untuk bagian-bagian ini. Namun direkomendasikan untuk melakukan pemeliharaan dan pemeriksaan terhadap peralatan sebagaimana disebutkan di atas bersamaan dengan pemeriksaan *switchgear/switchboard* dan relai proteksi.

### Definisi

Pemutus sirkit Tegangan Tinggi (HV) dapat diklasifikasikan berdasarkan media yang digunakan untuk memadamkan busur api:

#### Pemutus sirkit vakum

Pemutus ini menginterupsi arus dengan membuat dan memadamkan busur api dalam wadah vakum - alias "botol".

Pemutus sirkit vakum cenderung memiliki umur pakai lebih panjang antar perbaikan (*overhaul*) dari pada pemutus sirkit udara. Pemutus sirkit vakum sering digunakan pada *switchgear* tegangan menengah modern hingga 38.000 volt.

#### Pemutus sirkit udara

Pemutus sirkit udara dapat menggunakan gerakan udara untuk meniup untuk memadamkan busur api, atau sebagai alternatif, kontak-kontak dengan cepat diayunkan ke ruang kecil tertutup, yang akan melepaskan udara sehingga meniup untuk memadamkan busur api.

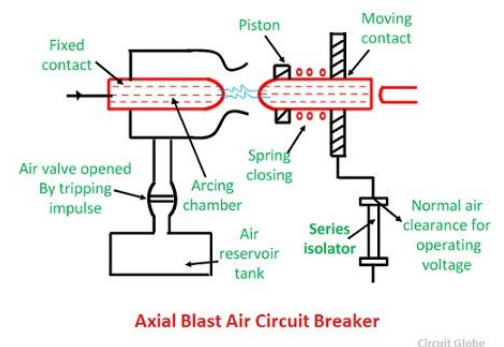
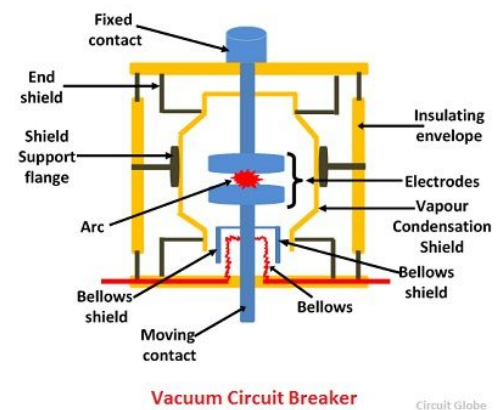
#### Pemutus sirkit SF<sub>6</sub>

Pemutus sirkit SF<sub>6</sub> memadamkan busur api di ruang yang diisi dengan gas sulfur heksafluorida. Terkadang busur api dibuat meregang dengan menggunakan medan magnet, dan kemudian mengandalkan kekuatan dielektrik dari sulfur heksafluorida (SF<sub>6</sub>) untuk memadamkan busur api yang dibuat meregang.

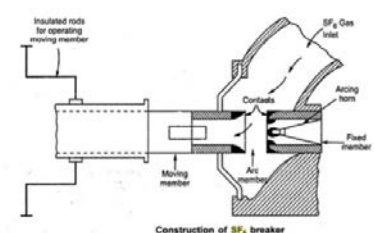
Dokumen ini bersifat rahasia dan merupakan milik Cargill. Dokumen ini tidak boleh dikomunikasikan kepada pihak ketiga tanpa izin tertulis dari Cargill

Versi D

Halaman 3 dari 19

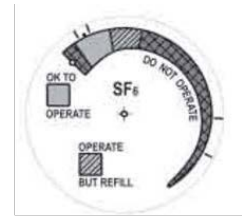


#### SF<sub>6</sub> Circuit Breaker



### Pengukur SF<sub>6</sub>

Sebuah pengukur yang menginformasikan status operabilitas pemutus yang menggunakan SF<sub>6</sub> sebagai mekanisme pemadaman untuk pemutus. Mungkin ada satu pengukur yang dipasang pada setiap fase pemutus.



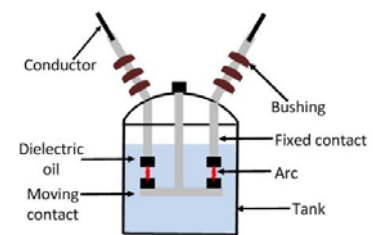
Typical SF<sub>6</sub> Gas Gage

### Pemutus sirkit minyak curah (Bulk Oil)

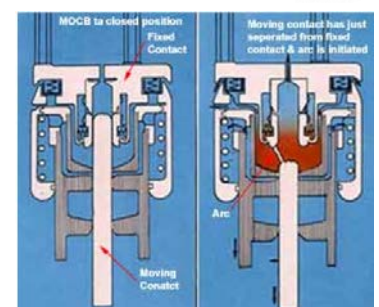
Pemutus sirkit ini mengandalkan berbagai jenis minyak isolasi baik sebagai media isolasi ataupun media pemadam busur api.

### Minimum Oil Circuit Breaker atau MOCB

Jenis pemutus sirkit dengan minyak minimum ini menggunakan minyak sebagai media interupsi. Namun, tidak seperti pada pemutus sirkit minyak curah, pemutus sirkit minyak minimum menempatkan unit interupsi di ruang isolasi pada bagian yang berpotensi langsung. Minyak isolasi hanya tersedia di ruang interupsi. Fitur MOCB ini dirancang untuk mengurangi kebutuhan minyak, dan oleh karena itu pemutus ini disebut pemutus sirkit minyak minimum (MOCB).



Oil Circuit Breaker



CATATAN: Pemutus sirkit tegangan tinggi hampir selalu menggunakan sensor arus dan relai proteksi terpisah, dari pada mengandalkan sensor kelebihan arus termal atau magnetik *built-in*.

## Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Thermografi (A3)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Standar Pelaksanaan PdM UE (A4)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi (A8)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Resistensi Kontak (A9)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Kelistrikan (A14)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Mekanik (A15)
- Job aid – HV switchgear/switchboard (J18)
- 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 sirkuit 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 sirkuit 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

### Analisis Sampel Minyak (A2) – Hanya Untuk Pemutus Sirkuit Minyak

- Kit Ekstraksi Sampel Minyak sesuai dengan ketentuan ASTM D 923 atau IEC 60567.
- Kit Pengambilan Sampel Minyak yang Disetujui sesuai dengan standar yang akan digunakan.

### Pemeriksaan infra merah (A3)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Thermografi – lihat dokumen sebagaimana direferensikan di atas.
- Laporan pemeriksaan IR terakhir mengenai pemutus, jika ada kekurangan-kekurangan yang didokumentasikan dalam laporan.

### Pemeriksaan Ultrasonik (A4)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Standar Pelaksanaan PdM UE v2.1 (A4) – lihat dokumen yang direferensikan di atas.
- Laporan pemeriksaan UE terakhir mengenai pemutus, jika ada kekurangan-kekurangan yang didokumentasikan dalam laporan.

### Uji Resistensi Isolasi (A8)

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

### Uji Resistensi Kontak (A9)

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

### Uji Integritas Vakum (A13) – Hanya Untuk Pemutus Sirkit Vakum

- Alat Pengujian Botol Vakum DC atau AC

### Uji Operabilitas Kelistrikan, Penyesuaian, Kalibrasi (A14)

- Perangkat uji *Breaker Timing*.
- Sumber daya variabel untuk *trip*, *close*, *charge*, dan *pickup*.
- Bahan pembersih, termasuk kain pembersih bebas serat, dan alkohol terdenaturasi atau pelarut pembersih yang disetujui pabrik pembuatnya. Sabut gosok Scotch-Brite atau yang setara.
- Alat dan peralatan khusus untuk mengangkat dan pemasangan di rak (*racking*) untuk menangani pemutus.
- Pelumasan, pelumas yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya atau Mobilgrease 28 jika tidak ada rekomendasi yang diberikan.
- Penyedot debu.

### Uji Operabilitas Mekanik (A15)

- (Opsional) Alat-alat khusus untuk pemeliharaan dan *racking*.
- Alat uji eksternal untuk mensimulasikan kondisi-kondisi *trip* – tergantung pada jenis dan model relai proteksi pemutus

## Urutan Pengujian

### Pemeriksaan Visual (A0)

Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnisi listrik. Pemeriksaan visual dilakukan untuk menilai kondisi keseluruhan Pemutus 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. Pemeriksaan ini hanya akan berlaku untuk sistem yang mudah terlihat. Tidak boleh ada penutup atau pintu pada kompartemen Tegangan Tinggi yang dilepas atau dibuka yang akan membuat terpapar komponen Tegangan Tinggi yang beraliran listrik. Tidak boleh ada interlock yang diabaikan untuk mendapatkan akses ke kompartemen Tegangan Tinggi.

Pemeriksaan ini akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

1. Jika berlaku, verifikasi integritas dan kelengkapan pintu, penutup, dan interlock terkait. Pastikan semua kompartemen tertutup dengan benar.
2. Periksa apakah terdapat tanda-tanda kerusakan, panas berlebih, jejak, dan korona pada 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.).
3. Verifikasi apakah semua label identifikasi dan keselamatan sudah ada, lengkap, dan dapat terbaca.

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

4. Verifikasi tekanan, suhu, dan level wadah media isolasi.
5. Ketika tersedia untuk pemutus SF<sub>6</sub>, lakukan verifikasi apakah pengukur SF<sub>6</sub> untuk masing-masing fase dapat berfungsi dengan baik.
6. Jika tersedia untuk pemutus minyak minimum tertutup, lakukan verifikasi apakah level dan kejernihan minyak tepat dan dalam kondisi baik
7. Lakukan verifikasi apakah semua perangkat pemeliharaan telah siap tersedia untuk melakukan perbaikan dan pengoperasian pemutus

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

### Analisis Sampel Minyak (A2) – hanya untuk pemutus sirkit minyak

Catatan: pengujian ini tidak berlaku untuk pemutus minyak minimum.

Tugas ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehniisi listrik untuk melakukan ekstraksi sampel minyak.

Jika direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya, sampel harus diambil dari minyak yang digunakan untuk media isolasi dan pemadam api

1. Ambil sampel minyak isolasi sesuai dengan ASTM D 923 atau IEC 60567
2. Lakukan verifikasi apakah level minyak dalam tangki dan busung sudah tepat.
3. Lakukan verifikasi apakah ventilasi untuk pernafasan dalam keadaan bersih.

Hasil-hasil analisis sampel minyak harus dibandingkan apakah sesuai dengan standar industri yang berlaku untuk jenis minyak dan peralatan tertentu.

### Pemeriksaan Infra Merah (A3)

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

Pembatasan: Karena konstruksinya untuk keselamatan semaksimal mungkin personil yang melaksanakannya, pemeriksaan IR akan sulit dicapai pada Pemutus 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-jendela IR yang terpasang sesuai dengan Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Thermografi:

1. Periksa semua sambungan pada semua pemutus Tegangan Tinggi
2. Periksa bagian depan Pemutus Tegangan Tinggi.

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



### Pemeriksaan Ultrasonik (A4)

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

Untuk perencanaan pemeriksaan UE pada *switchgear*, penting untuk memastikan bahwa pemutus 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 akan sulit dicapai pada beberapa Pemutus Tegangan Tinggi.

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

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 sesuai dengan urutan sebagaimana ditentukan dalam uji Operabilitas Kelistrikan A14.
2. Lakukan pengujian resistensi isolasi antara *lug* primer dan *lug* sekunder untuk masing-masing fase dengan pemutus pada posisi terbuka.
3. Lakukan uji resistensi isolasi fase ke fase dan fase ke arde dengan pemutus sirkit dalam posisi ditutup selama satu menit.



4. 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. Pengujian ini akan memverifikasi sambungan pemutus ke *switchgear* dan status kontak sakelar internal.

1. Pengukuran resistensi kontak "Saat Ditemukan" harus dilakukan sebelum pemutus dibersihkan.
2. Pengukuran kontak "Saat Ditinggalkan" harus dilakukan setelah pemutus dibersihkan.

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

### Prosedur pengujian:

- Pengukuran resistensi kontak harus dilakukan sesuai dengan urutan sebagaimana ditentukan dalam uji Operabilitas Kelistrikan A14.
- Ukur resistensi sambungan dari semua sambungan yang dibaut pada perangkat (sisi beban dan sisi saluran) dan bandingkan nilai-nilainya dengan hasil-hasil pengukuran dari sambungan-sambungan terkait di fase-fase yang lain.
- Ukur resistensi kontak di seberang masing-masing kutub dengan pemutus dalam posisi tertutup dan bandingkan nilainya dengan hasil pengukuran kutub-kutub lainnya

Bandingkan hasil-hasil pembacaan resistensi antara fase-fase pemutus dan antara hasil-hasil pembacaan pemutus serupa. Nilai-nilai penerimaan dalam hal ada perbedaan diberikan di bagian Nilai-nilai Pengujian di bawah ini.

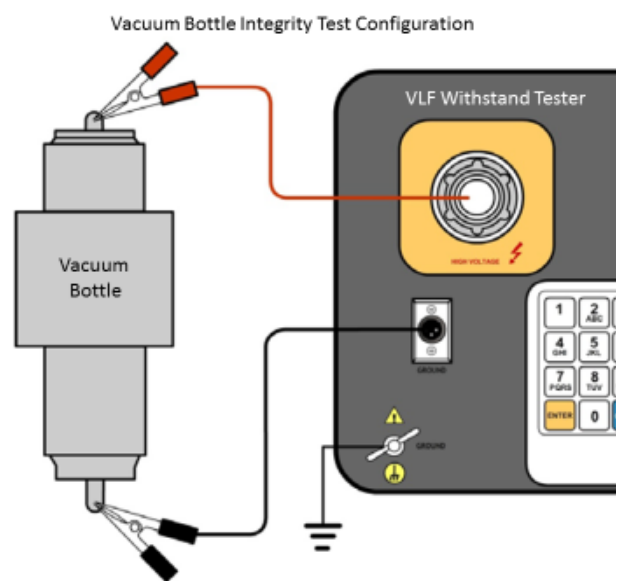
Pelaporan: Semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian Resistensi Kontak harus didokumentasikan sebagaimana ditentukan sesuai standar yang dapat diterima oleh pabrik pembuatnya. Peralatan yang tidak memenuhi standar yang dapat diterima harus segera dihentikan penggunaannya sampai diperbaiki atau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

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

### Uji Integritas Botol Vakum (A13) – Hanya Untuk Pemutus Sirkit Vakum

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

- Pengujian ini harus dilaksanakan sesuai dengan “Standar Pelaksanaan Pengujian Integritas Botol Vakum” Cargill (A13).
- Pengukuran resistensi isolasi harus dilakukan sesuai dengan urutan sebagaimana ditentukan dalam uji Operabilitas Kelistrikan A14.
- Sebelum melaksanakan suatu pengujian integritas botol vakum, botol harus dibersihkan sampai bebas dari kontaminasi dengan kain tanpa serat. Sangat penting bahwa seluruh permukaan di bagian luar botol harus bersih dari semua kotoran, debu, minyak, dll.
- Dengan pemutus dalam kondisi terbuka, satu per satu periksa masing-masing botol dengan menghubungkan tester atau mesin *hi-pot* di seberang *studs (bars)* primer di sisi *disconnect fingers*. Sambungkan ke arde dua jalur botol lainnya dan sisi beban dari *stud* primer, kerangka, dan kabel sekunder.
- Naikkan tegangan *hi-pot* ke tegangan uji yang sesuai sebagaimana ditentukan dalam dokumentasi pabrik pembuat dan pertahankan selama durasi sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuat. Jika tidak terjadi *breakdown* selama salah satu dari ketiga pengujian *hi-pot*, uji botol vakum dinyatakan lulus dan pemutus dapat digunakan. Jika terjadi *breakdown* pada sebuah botol vakum, maka harus diganti.



Jika tidak tersedia tegangan uji dari pabrik pembuat, tegangan uji harus sesuai dengan tabel di bawah ini. Jika tidak tersedia durasi pengujian dari pabrik pembuat, durasi pengujian harus dilakukan selama 1 menit.

Tegangan Pengujian Integritas Botol Vakum				
ANSI C37.60	IEC 60694	Nilai tegangan ketahanan Frekuensi Daya	Tegangan uji lapangan, 75% dari nilai tegangan ketahanan Frekuensi Daya AC atau DC	
Nilai Tegangan	Nilai Tegangan		AC kV RMS	DC kV
	12	28	21	30
	17,5	38	29	40
15,5		50	38	53
	24	50	38	53
27		60	45	64
	36	70	53	74
38		80	60	85

Tabel disediakan dari "Pemutus Sirkit Botol Vakum - Panduan Aplikasi dan Pengujian," revisi 1, tertanggal Februari 2016, Vanguard Instruments Company, Inc.

Pelaporan: Semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian Botol Vakum 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.

### Uji Operabilitas Kelistrikan, Penyesuaian, Kalibrasi (A14)

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

Pengujian ini akan digunakan hanya untuk melakukan verifikasi apakah pemutus sirkit dapat berfungsi dengan baik. Relai-relai proteksi biasanya dipasang di kompartemen Tegangan Rendah dari *switchgear/switchboard* terkait. Pengujian relai-relai proteksi diuraikan dalam dokumen terpisah. Biasanya kedua komponen diuji secara terpisah, tetapi pada saat bersamaan.

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.

Lakukan verifikasi apakah peralatan pengangkat dan pemindahan yang tepat tersedia untuk digunakan dalam melakukan pemeliharaan pemutus arus. Peralatan yang dirancang untuk menangani berat dan bentuk pemutus harus selalu digunakan. Berhati-hatilah dengan posisi punggung Anda saat memindahkan atau mengangkat pemutus sirkit.

Lakukan verifikasi apakah mekanisme *racking* berfungsi dengan baik, jika ada. Pemutus daya Tegangan Tinggi harus selalu dilakukan bongkar muat (*racking in and out*) pada bus mati (tidak diberi aliran listrik). Pemutus harus dimuat (*racked in*) pada posisi telah tersambung sebelum daya listrik dipulihkan kembali. Demikian juga, pemutus harus

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

dibongkar (*racked out*) pada posisi tidak tersambung sebelum daya listrik dipulihkan kembali.

Persyaratan keselamatan: Jika pemutus harus dilakukan bongkar atau muat (*racking in or out*) pada bus yang diberi aliran listrik, prosedur / pemeriksaan sebagai berikut harus diselesaikan sebelum melakukan pekerjaan bongkar muat (*racking*).

- Pastikan Anda memiliki izin kerja yang diperlukan dan telah mendapatkan persetujuan yang diperlukan.
- Kenakan APD yang sesuai sebagaimana diuraikan dalam izin kerja untuk melakukan baik untuk membongkar atau memuat pemutus.
- Batasi akses personil hanya untuk yang dibutuhkan untuk tugas membongkar atau memuat pemutus.

Prosedur pengujian: Lakukan pengujian sesuai dengan Pengujian Operabilitas Kelistrikan Cargill mengenai Standar Eksekusi Pemutus (A14):

1. Catat kondisi-kondisi saat ditemukan (terutama *counter* pengoperasian)
2. Jika pemutus tidak dapat dilakukan bongkar muat (*rackable*), letakkan pemutus dalam kondisi aman secara kelistrikan. Lepaskan pemutus dari kompartemen *switchgear* (jika pemutus dapat dilakukan bongkar muat/*rackable*).
3. Lakukan verifikasi apakah mekanisme *racking* dapat berfungsi dengan baik
4. Lakukan verifikasi apakah sel dan elemen sesuai.
5. Sebelum melakukan pembersihan unit tersebut, lakukan pengujian saat ditemukan (*as found*) atas resistensi kontak (lihat A9)
6. Lakukan verifikasi waktu *trip* saat ditemukan
7. Bongkar rakitan *arc chutes*; Periksa *arc chutes* apakah terdapat retak dan bukti pemanasan. *Arc chutes* pada pemutus yang lebih tua mungkin menggunakan bahan asbes. Kehati-hatian dan tindakan pencegahan harus dilakukan saat menangani dan membuang pecahan *arc chutes* yang rusak yang mungkin mengandung bahan asbes.
8. Periksa bagian kontak yang bergerak dan stasioner mengenai kondisi, keausan, dan kesejajarannya.
9. Bersihkan unit tersebut sesuai dengan rekomendasi dari pabrik pembuatnya. Bersihkan bagian luar pemutus dengan penyedot debu atau kain bebas serat. Jika perlu gunakan kuas agar pembersihan lebih maksimal hasilnya. Gunakan hanya penyedot debu saja – jangan gunakan kompresor udara (untuk mencegah agar debu tidak tertiuap ke bagian dalam switchboard).
10. Lumasi pemutus (bersihkan pelumas lama yang terlihat dengan kain bebas serat dan alkohol terdenaturasi dan oleskan gemuk kembali pada semua bagian yang bergerak secara mekanis).
11. Periksa sambungan pembumian pemutus
12. Verifikasi fungsi-fungsi kelistrikan *trip*, tutup dan anti-pompa pada pemutus melalui sirkuit *trip* dan tutup.
13. Periksa waktu *trip* saat ditinggalkan dari pemutus tersebut.
14. Lakukan Uji Tegangan *Pickup* untuk *shunt trips*
15. Lakukan uji resistensi isolasi (A8)
16. Lakukan uji integritas botol vakum (A13)

17. Catat hasil-hasil pembacaan *counter* pengoperasian saat ditinggalkan dan resistensi kontak (A9).
18. Pasang kembali pemutus ke kompartemen *switchgear*
19. Lakukan verifikasi apakah motor pengisian, sakelar pemutus motor, sekering daya kontrol, dan *cutoff* motor dapat berfungsi dengan baik.
20. Lakukan pengujian kelistrikan lainnya, sebagaimana berlaku. Pengujian-pengujian lain ini mungkin mencakup pengujian fungsi kelistrikan pada perangkat-perangkat lain di luar pemutus, serta indikasi-indikasi dan target-target.

Untuk pemutus SF<sub>6</sub>: Untuk pemutus SF<sub>6</sub>, beberapa produsen merekomendasikan untuk melakukan pengambilan sampel gas secara berkala dan melakukan analisis gas apakah ada dalam batas-batas yang dapat diterima. Gunakan rekomendasi OEM yang berlaku untuk mengambil sampel dan menganalisis hasilnya.

### Persyaratan pengujian:

- Pastikan pemutus dilakukan uji jalan (*exercise*) setidaknya 5 kali selama siklus pemeliharaan selengkapannya.
- Verifikasikan pengoperasian listrik (mis., fungsi *trip* dan *close*) dari semua sumber input yang tersedia (sakelar kontrol, input otomatis eksternal, relai eksternal, Internet, sistem kontrol, *interlock* dengan pemutus lainnya, dll.).

**Catatan: Jika direkomendasikan oleh pabrik pembuat, buka / tutup pemutus secara pelan-pelan dan periksa apakah ada ikatan, gesekan, perataan kontak, dan penetrasi. Pastikan urutan kontak sesuai dengan data yang dipublikasikan oleh pabrik pembuat. Dalam hal tidak tersedia data yang dipublikasikan oleh pabrik pembuat, lihat ANSI C37.04.**

Laporkan semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian pemeliharaan. Peralatan yang tidak memenuhi standar yang dapat diterima harus segera dihentikan penggunaannya sampai diperbaiki atau diganti.

### Uji Operabilitas Mekanik (A15)

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

Uji pengoperasian mekanis harus dilakukan setelah pemeriksaan visual (A0). Tujuan dari uji pengoperasian mekanis adalah untuk melakukan uji jalan (*exercise*) pemutus melalui sistem *trip* untuk memastikan apakah pemutus dan fungsi proteksinya masih berkerja dengan baik. Tidak diperlukan untuk memeriksa arus *trip*, waktu tunda atau waktu *travel* pemutus secara persisnya. Uji jalan pemutus akan memverifikasi sirkit *trip* selengkapannya, termasuk *output* relai, koil *trip*, mekanisme *trip* mekanis dan kontak-kontak utama pemutus. Tidak diperlukan untuk membongkar muat (*rack in or out*) pemutus untuk uji jalan ini, tetapi direkomendasikan untuk menguji pemutus baik dalam posisi uji / dibongkar (*racked out*) atau pada bus mati (tidak dialiri listrik).

Persyaratan keselamatan: Untuk melakukan bongkar muat (*racking*) pemutus dan *switching* pemutus pada bus yang diberi aliran listrik harus dilakukan dengan menggunakan APD

busur api listrik dan sengatan listrik yang tepat sebagaimana digambarkan pada pemutus dan/atau *switchgear*. Untuk pemutus dengan peringkat busur api listrik tinggi, perlu dipertimbangkan untuk melakukannya secara jarak jauh.

Persyaratan pengujian: Penting untuk melakukan uji jalan pemutus melalui sirkit *trip*. Prosedur persisnya akan tergantung pada buatan dan modelnya. Beberapa instalasi dilengkapi dengan pelepas *trip* elektronik yang bekerja secara elektrik melalui koil *trip*. Jika tidak, koil *trip* harus diberi aliran listrik / diputus aliran listriknya secara langsung untuk keperluan pengujian ini.

Catatan untuk Pencegahan: Pengujian ini mempersyaratkan untuk hanya boleh dilakukan oleh orang yang telah terbiasa dengan semua kontrol dan sirkit proteksi yang terkait dengan perangkat tersebut.

Prosedur pengujian: Laksanakan pengujian sesuai dengan Pengujian Operabilitas Mekanis pada Standar Eksekusi Pemutus Cargill (A15)

1. Lakukan verifikasi apakah semua perangkat pemeliharaan telah tersedia untuk melakukan perbaikan dan pengoperasian pemutus.
2. Catat kondisi-kondisi saat ditemukan (terutama *counter* pengoperasian)
3. Lakukan verifikasi apakah mekanisme *racking* dapat berfungsi dengan baik, jika ada.
4. Dengan pemutus pada posisi pengujian, lakukan pengujian-pengujian sebagai berikut:
  - a. Jalankan *trip* dan *close* pemutus dengan menggunakan sakelar kontrol
  - b. Jalankan *trip* pemutus dengan mengoperasikan masing-masing relai proteksinya
  - c. Lakukan verifikasi apakah indikasi-indikasi posisi sudah benar
5. Catat hasil-hasil pembacaan *counter* pengoperasian saat ditinggalkan.

Persyaratan pengujian:

- Pastikan pemutus dilakukan uji jalan (*exercise*) setidaknya 5 kali selama siklus pemeliharaan selengkapnya.
- Jika pemutus dilengkapi dengan *counter*, catat nilai "Saat Ditinggalkan" dalam laporan. Jika *counter* tidak berfungsi, coba perbaiki dan catat hasil-hasilnya dalam laporan. Jika tidak ada *counter*, catat dalam laporan.

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



## Nilai-nilai Pengujian

### Pemeriksaan Visual (A0)

Di bawah ini adalah contoh-contoh jejak dan korona.



### Analisis Sampel Minyak (A2)

Sampel harus diuji untuk hal-hal sebagai berikut.

1. Tegangan *breakdown* dielektrik: ASTM D 877 dan/atau ASTM D 1816
2. Warna: ANSI/ASTM D 1500
3. Ukur faktor daya atau faktor disipasi sesuai dengan ASTM D 924.
4. Tegangan antar muka: ANSI/ASTM D 971 atau ANSI/ASTM D 2285
5. Kondisi Visual: ASTM D 1524

Catatan: Sampel minyak hanya boleh diambil dari pemutus sirkit Minyak Curah, tetapi untuk Pemutus Sirkuit Minyak Minimum tidak diambil sampel.



Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill – Pemutus Tegangan Tinggi			
Batas-batas Tingkat Kekritisan Cargill – Kualitas Minyak (sampai dengan 35kV)			
Pengujian	Minyak Mineral – Batas-batas Kualitas Minyak*		
Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Visual	Bersih, bebas dari partikel	Warna Gelap	Partikel Tersuspensi
Warna	< 0,5	> 0,5	> 0,5
Tegangan <i>Breakdown</i> Dielektrik (kV) celah 1mm	> 26	< 26	< 26
Kandungan Air Water (ppm)	< 35	> 35	> 35
PF @ 25° C (%)	< 0,5	> 0,5	> 0,5
IFT (dynes/cm)	> 25	< 25	< 25
IEEE C57.106-1991 Panduan untuk Penerimaan dan Pemeliharaan Minyak Isolasi pada Peralatan, Tabel 5			

#### 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 - Pemutus 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 – J16 – Pengujian Pemutus Sirkuit HV

**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 50 microhm didasarkan pada konsensus dalam data Cargill.				

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.

### Uji Integritas Botol Vakum (A13)

Ini adalah pengujian untuk menentukan lulus / gagal. Jika dalam serangkaian pengujian terjadi *trip*, maka botol vakum dinyatakan gagal pengujian integritas. Jika tidak ada bukti adanya bahaya yang teramati pada akhir total waktu penerapan tegangan selama uji integritas, maka botol vakum dianggap lulus uji.

### Uji Operabilitas Kelistrikan, Penyesuaian, Kalibrasi (A14)

Semua fungsi waktu dan pengoperasian harus dijalankan sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuat. Jika tidak tersedia spesifikasi pabrik pembuat, maka kriteria yang direkomendasikan diberikan dalam Pengujian Operabilitas Kelistrikan Cargill mengenai Standar Eksekusi Pemutus (A14) dan Pengujian Operabilitas Mekanis Cargill mengenai Standar Eksekusi Pemutus (A15).

Kriteria penerimaan untuk pengambilan sampel gas SF<sub>6</sub> dalam hal tidak tersedia nilai-nilai OEM. Pengambilan sampel gas hanya boleh dilakukan jika direkomendasikan oleh OEM.

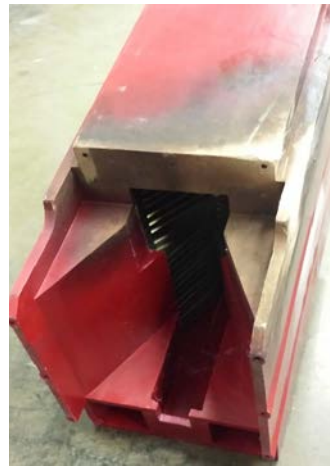
**Kriteria Penerimaan Cargill – Pengujian Gas SF<sub>6</sub>**

Pengujian	Metode	Tidak ada kekurangan	Batas-batas Penggunaan
Kelembaban	Hygrometer	< 200 ppm	≥ 200 ppm
Produk sampling dekomposisi SF <sub>6</sub>	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)			

Setiap cacat yang ditemukan dalam penyelesaian pengujian-pengujian ini jika tidak dapat segera diperbaiki akan memerlukan evaluasi bahaya oleh Cargill dan berkonsultasi dengan orang-orang yang tepat sebelum diambil suatu keputusan untuk diberi aliran listrik kembali.

Cacat yang dianggap aman untuk diberi aliran listrik kembali harus dibuatkan rencana tertulis untuk perbaikannya yang mencakup risiko-risiko yang dihadapi dan garis waktu penyelesaiannya.

Contoh masalah *arc chute*:



### Uji Operabilitas Mekanik (A15)

Ini adalah pengujian untuk menentukan LULUS / GAGAL. Jika pemutus gagal untuk *trip* atau terlalu lambat untuk *trip*, kekurangan tersebut harus dicatat dan pemutus harus diservis (Uji Operabilitas Kelistrikan selengkapannya – A14) atau diganti. Pemutus yang gagal atau tidak lulus pengujian operabilitas mekanik tidak boleh digunakan kembali.

