

Sistem & Kontrol Pabrik

Pusat Keahlian

Kelistrikan



– PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –
JOB AID
J8 – Pengujian Pemutus Sirkuit Daya LV

Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
A	Draft Awal	31.08.2017	COE	Draft
B	Tinjauan grup kecil	18.09.2017	BJ, DV, AL	Draft
C	Pertemuan F2F Dallas	11.04.2018	Shermco	Draft

Daftar Isi

1. Lingkup.....	3
2. Definisi	3
3. Dokumen-dokumen Referensi	5
4. Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan	5
5. Urutan Pengujian	6
6. Nilai-nilai Pengujian.....	13
7. Lembar Pengujian	16

Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk Pemutus Sirkuit Daya Tegangan Rendah (LV) (<1000V). Karena ini adalah *job aid* yang bersifat umum, maka perlu untuk melihat juga panduan pemeliharaan dan pengoperasian (petunjuk pengujian dan pengoperasian OEM) dari jenis dan model pemutus tertentu untuk menggunakan *job aid* sesuai dengan persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

Kabinet tempat pemutus sirkit LV dipasang (kabinet *switchgear* dan *switchboard*) bukan bagian dari lingkup *job aid* ini. Kabinet tempat pemutus sirkit LV dicakup dalam dokumen terpisah "Job Aid – J19 – LV Switchboard".

Definisi

Pemutus sirkit LV dapat diklasifikasikan berdasarkan konstruksinya:

Pemutus Sirkuit Daya LV (PCB/ACB):

PCB = Power Circuit Breaker menurut ANSI/IEEE C37 dan UL1066

ACB = Air Circuit Breaker (terminologi IEC)

Pemutus ini memiliki rangka terbuat dari logam, pemutus tegangan rendah dengan kemampuan beban sampai dengan 6000A. Pemutus ini biasanya memiliki unit *trip* elektronik yang menjadi satu kesatuan yang dapat menjalankan fungsi *tripping* untuk kondisi kesalahan (*fault*) waktu lama, waktu singkat, seketika, dan arde. Pemutus ini biasanya dipasang sehingga dapat dibongkar pasang (*racked in/out*). Pemutus ini dapat dibongkar rakitannya (*disassembled*) di lapangan untuk keperluan pemeliharaan.



Pemutus Sirkuit LV dengan Kasing Terisolasi (ICCB):

ICCB diatur dalam NEMA AB1/AB3 dan UL489

Pemutus sirkit dengan kasing terisolasi adalah pemutus sirkit dengan kasing cetakan yang memiliki mekanisme integral penyimpanan daya listrik 2 langkah. ICCB memiliki fungsi pemutus sirkit daya tegangan rendah dengan kasing plastik cetakan dan bukan kerangka logam. Pemutus ini biasanya memiliki unit *trip* elektronik integral yang memiliki fungsi *tripping* untuk kondisi kesalahan waktu lama, waktu singkat, seketika, dan arde. Pemutus ini dapat dipasang dengan dibaut atau dipasang sehingga dapat dibongkar pasang (*racked in/out*). Pemutus ini dapat dibongkar sebagian rakitannya (*disassembled*) di lapangan untuk keperluan pemeliharaan.



Catatan: Terminologi ICCB biasanya tidak digunakan dalam standar IEC.

Pemutus Sirkuit LV dengan Kasing Cetakan (MCCB):

ICCB diatur dalam NEMA AB1/AB3 dan UL489

Pemutus sirkit dengan kasing cetakan tradisional menggunakan unit *trip* elektromekanis (termal magnetik) yang dapat diperbaiki atau dipertukarkan. MCCB memberikan perlindungan dengan menggabungkan perangkat yang sensitif terhadap suhu dengan perangkat elektromagnetik sensitif terhadap arus. Kedua perangkat ini bekerja secara mekanis pada mekanisme *trip*.



Bergantung pada aplikasi dan perlindungan yang diperlukan, MCCB akan menggunakan salah satu atau kombinasi elemen *trip* yang berbeda yang melindungi terhadap panas berlebih, korsleting, dan gangguan arde. Pemutus ini biasanya dipasang dengan dibaut dan tidak dapat diservis di lapangan. MCCB adalah perangkat pembatas arus dan daya listrik.

Unit Trip:

Komponen mandiri pemutus sirkit yang dapat dipertukarkan dan dapat diganti dalam kerangka pemutus sirkit oleh pengguna. Unit *trip* mengaktifkan mekanisme pelepas pemutus sirkit dan mengatur nilai arus pada pemutus sirkit kecuali jika digunakan *rating plug*.

Sebagian besar unit *trip* yang lebih baru menggunakan sistem elektronik dan menggunakan mikroprosesor untuk memproses sinyal arus dan akan membuka jika terjadi gangguan.

Dengan pemrosesan sinyal secara digital, unit *trip* ini menyediakan fungsi-fungsi perlindungan yang dapat dipilih berikut ini, biasanya disebut sebagai LSIG:

- fungsi *trip* tunda waktu lama (L) (Perangkat ANSI/IEEE No.: 51, relai kelebihan arus waktu AC);
- fungsi *trip* tunda waktu singkat (S) (Perangkat ANSI/IEEE No.: 51, relai kelebihan arus waktu AC);
- fungsi *trip* instan seketika (I) (Perangkat ANSI/IEEE No. 50, relai kelebihan arus seketika);
- fungsi *trip* gangguan arde (G) (Perangkat ANSI/IEEE No.: 51 N atau G, relai kelebihan arus gangguan arde waktu AC).

Rating Plug:

Komponen mandiri unit *trip* yang dapat diganti oleh pengguna. Unit *trip* berfungsi mengatur nilai arus pemutus sirkit.

Pickup Waktu Lama:

Arus di mana fungsi tunda waktu lama dimulai.

Tunda Waktu Lama:

Penundaan waktu yang disengaja dalam hal *tripping* kelebihan muatan listrik pada karakteristik waktu terbalik pemutus sirkit yang dapat disesuaikan. Posisi bagian waktu yang lama pada kurva *trip* biasanya dihitung dalam detik pada 600 persen dari pengaturan arusnya.

Pickup Waktu Singkat:

Arus di mana fungsi tunda waktu singkat dimulai.

Tunda Waktu Singkat:

Penundaan waktu yang disengaja dalam *tripping* pemutus sirkit antara kelebihan muatan listrik dan pengaturan *pickup* seketika.

Pengaturan Pickup Seketika:

Nilai nominal dari arus di mana pemutus sirkit yang dapat diputus akan dibuat pengaturannya untuk *trip* secara seketika tanpa program penundaan.

Pengaturan *Pickup* Gangguan Arde:

Nilai nominal dari arus gangguan arde di mana fungsi penundaan gangguan arde dimulai.

Penundaan Gangguan Arde:

Penundaan waktu yang disengaja dalam fungsi *tripping* pada pemutus sirkit ketika terjadi gangguan arde.

Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Termografi (A3)
- 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 Operabilitas Kelistrikan Pemutus (A14)
- Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Pengujian Operabilitas Mekanis Pemutus (A15)
- Job Aid LV Switchgear/Switchboard (J19)

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. Oleh karena itu, proses LOTO yang tepat harus ada di tempat untuk mendukung proses pengujian tersebut.

Pemeriksaan Visual (A0)

- Lampu senter.
- Kamera digital untuk mengambil gambar semua kekurangan yang ditemukan.

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

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

- Laporan pemeriksaan IR terakhir atas panel, jika terdapat kekurangan-kekurangan yang didokumentasikan dalam laporan tersebut.

Pengujian Resistensi Isolasi (A8)

- Megohmmeter resistensi isolasi (pada umumnya disebut *megger*) dengan kemampuan menyediakan setidaknya tegangan uji 1.000 VDC.

Pengujian Resistensi Kontak / Sambungan (A9)

- Ohmmeter resistensi rendah digital (DLRO) (pada umumnya disebut *ducter*).

Pengujian Resistensi Sekering (A10)

- Ohmmeter resistensi rendah digital (DLRO) (pada umumnya disebut *ducter*).

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

- Bahan pembersih, termasuk kain pembersih dan alkohol terdenaturasi atau larutan pembersih yang setara. Sabut penggosok Scotch-Brite atau yang setara.
- Alat dan peralatan pengangkat dan *racking* khusus untuk pemutus.
- Sumber daya listrik variabel untuk keperluan *trip*, *close*, *charge*, dan *pickup*.
- Penyedot debu.
- Pelumasan, gemuk yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat atau Mobilgrease 28 (atau yang setara) jika tidak ada rekomendasi yang diberikan.
- Perangkat pengujian Injeksi Arus Primer yang mampu menyelesaikan semua operasi pengujian sesuai dengan persyaratan-persyaratan pabrik pembuat dan Cargill.
- (Opsional) Perangkat Uji Injeksi Arus Sekunder yang mampu menyelesaikan semua operasi pengujian sesuai dengan persyaratan-persyaratan pabrik pembuat dan Cargill.
- Daftar yang memuat pemutus dengan masing-masing pengaturan kelebihan bebannya dari Studi Sistem Kelistrikan.

Uji Operabilitas Mekanik (A15)

- Alat uji eksternal untuk mensimulasikan kondisi-kondisi *trip* – tergantung pada jenis dan model unit *trip* pemutus yang digunakan.

Urutan Pengujian

Pemeriksaan Visual (A0)

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

Pemeriksaan visual dilakukan untuk menilai kondisi keseluruhan Pemutus Tegangan Rendah dan untuk mendeteksi apakah ada masalah-masalah internal, seperti kelembaban, panas berlebih, kerusakan mekanis, keberadaan hewan pengerat, dll.

LV *Switchgear* seluruhnya hanya boleh tetap diberi aliran listrik selama tugas ini dikerjakan jika semua ketentuan seperti *viewing windows* telah dipasang untuk menjaga tetap aman

dari bahaya kelistrikan atau APD yang memadai telah disediakan untuk mencegah bahaya tersebut.

Pemeriksaan akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

1. Periksa apakah pintu dan penutup lengkap dan menyatu rapat. Pastikan semua kompartemen tercakup terlindungi / tertutup dengan benar dan memiliki pengencang atau pengunci yang sesuai.
2. Periksa apakah ada tanda-tanda kerusakan dan panas berlebih di kompartemen kabel (mis. kontak berwarna biru / coklat / hitam, adanya tanda panas, isolasi yang rapuh / retak, deformasi termal pada bagian plastik, tanda-tanda terbakar, dll.).
3. Catat dan reset alarm, target atau kode error.
4. Lakukan verifikasi apakah semua label identifikasi dan keamanan sudah terpasang, lengkap dan terbaca.

Jika tidak ada cacat yang terlihat dan dapat diamati, maka dinyatakan lulus pengujian. Hasil hasil pemeriksaan harus didokumentasikan pada lembar pengujian.

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

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

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

Persyaratan: Untuk perencanaan pemeriksaan IR atas suatu pemutus Tegangan Rendah, penting untuk memastikan bahwa pemutus tersebut diberi aliran listrik dan pada kondisi pengoperasian normal – lebih disukai dengan diberi muatan listrik tertinggi sebagaimana biasa (pemeriksaan IR tidak boleh dilakukan selama pabrik *shutdown*).

Batasan: Karena alasan konstruksinya, pemeriksaan IR mungkin terbatas hanya dilakukan pada bagian depan pemutus Tegangan Rendah. Namun, lebih disukai bahwa sambungan-sambungan kabel di kompartemen kabel juga dipantau, jika dapat diakses. Untuk mengevaluasi sambungan-sambungan kabel mungkin memerlukan pemasangan jendela IR sehingga tugas ini dapat dikerjakan dengan aman.

Persyaratan untuk keselamatan: Untuk membuka penutup yang terkait dengan pemutus pada saat pemutus diberi aliran listrik adalah wajib mengenakan APD busur api dan sengatan listrik yang tepat seperti yang digambarkan pada pemutus dan/atau *switchgear*.

Prosedur pengujian:

1. Laksanakan survei IR atas pemutus Tegangan Rendah dengan mengevaluasi profil suhu permukaan pemutus.

2. Periksa semua sambungan ke pemutus, baik pada bagian internal ke kompartemen dan bagian eksternal ke pemutus. Buka pintu kompartemen kabel (atau jendela IR) dan periksa semua sambungan pemutus, jika ada.

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

Pengukuran Resistensi Isolasi (A8)

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.

Pengukuran resistensi isolasi harus dikerjakan setelah semua tugas pemeliharaan lainnya telah dilaksanakan, pemutus telah dibersihkan dan sebelum pemutus dimasukkan ke dalam *switchboard*. Tegangan uji harus sesuai dengan data yang dipublikasikan oleh pabrik pembuat atau sebagaimana ditentukan dalam standar pelaksanaan kerja RE untuk pengujian resistensi isolasi (A8).

Resistensi Isolasi untuk Peralatan Listrik	
Angka Peringkat Peralatan dalam Volt AC	Tegangan Uji yang Direkomendasikan dalam Volt DC
Kurang dari 250	500
250 hingga 600	1000
600 hingga 00	1000

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 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 ditutup selama satu menit.
4. Pengujian harus dilakukan sebagaimana diuraikan dalam *Job Aid* untuk pengukuran resistensi isolasi (A8) terhadap 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 tersedia 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 gagal memenuhi standar yang dapat diterima harus segera dihentikan penggunaannya sampai diperbaiki atau diganti.

Pengukuran Resistensi Kontak (A9)

Pengujian ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti teknisi listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan pengujian ini.

Pengujian ini perlu dilakukan sebanyak dua kali:

1. Pengukuran resistensi kontak sebagaimana ditemukan ("*As Found*") harus dikerjakan sebelum dilakukan perbaikan atas pemutus tersebut.
2. Pengukuran kontak saat ditinggalkan ("*As Left*") harus dikerjakan setelah dilakukan perbaikan atas pemutus tersebut.

Pengujian harus dilakukan sebagaimana diuraikan dalam pengukuran resistensi kontak standar pelaksanaan kerja RE (A9) terhadap 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 atas semua sambungan yang dibaut pada perangkat (sisi beban dan sisi saluran) dan bandingkan nilai-nilainya dengan hasil-hasil pengukuran sambungan terkait pada fase-fase lainnya.
- Ukur resistensi kontak di masing-masing kutub dengan pemutus dalam posisi tertutup dan bandingkan nilainya dengan hasil pengukuran dari kutub lainnya.

Bandingkan hasil-hasil pembacaan resistensi antara fase-fase pemutus dan antara hasil-hasil pembacaan pemutus yang serupa. Nilai-nilai penerimaan untuk selisihnya diberikan di bagian Nilai-nilai pengujian di bawah ini.

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

Pengukuran Resistensi Sekering (A10)

Jika pemutus dilengkapi dengan sekering pembatas arus, lakukan pengukuran resistensi sekering dan catat hasil-hasilnya pada lembar data.

Pengukuran resistensi sekering diambil dengan DLRO. Pilihan arus pada DLRO tidak boleh melebihi peringkat arus sekering. Jika pengaturan DLRO arus melebihi peringkat sekering, sekering akan meledak.

Toleransi sekering resistensi harus sesuai dengan bagian Nilai-nilai Uji di bawah ini.

Uji Operabilitas Kelistrikan (A14)

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

Pelaksana pengujian harus menyadari atas adanya bukti visual yang terkait dengan kesalahan pemasangan, kegagalan sub-perakitan peralatan, kondisi peralatan yang buruk, dan panas berlebih. Riwayat pengoperasian dan pemeliharaan perangkat harus didapatkan jika memungkinkan untuk membantu di area pemeriksaan yang ditargetkan.

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

Verifikasi operasi mekanisme *racking*, jika ada. Jika memungkinkan, bongkar muat (*racked in and out*) pemutus daya Tegangan Rendah harus dilakukan dalam keadaan *bus* dimatikan (tidak diberi aliran listrik). Pemutus harus dimuat (*racked in*) pada posisi yang tersambung sebelum listrik dialirkan kembali. Demikian juga, pemutus harus dibongkar (*racked out*) pada posisi terputus sambungannya sebelum listrik dialirkan kembali.

Persyaratan keselamatan: Jika pemutus harus dilakukan bongkar atau muat (*racked in or out*) pada bus yang beraliran listrik, maka prosedur / pemeriksaan sebagai berikut harus diselesaikan sebelum mengerjakan bongkar atau muat (*racked in or out*) tersebut.

- Pastikan Anda memiliki izin kerja yang diperlukan dan mendapatkan persetujuan yang diperlukan.
- Kenakan APD yang sesuai sebagaimana diuraikan dalam izin kerja untuk melaksanakan pekerjaan bongkar atau muat (*racking in* atau *racking out*) pemutus.
- Batasi akses personil hanya untuk hal-hal yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan bongkar atau muat (*racking in* atau *racking out*).

Prosedur pengujian: Lakukan pengujian sesuai dengan Uji Operabilitas Kelistrikan Cargill yang termuat pada Standar Pelaksanaan Pemutus (A14):

1. Catat kondisi-kondisi sebagaimana ditemukan (*as found*) (terutama *counter* operasi atau suatu penanda pada unit *trip*)
2. Jika pemutus tidak *rackable*, letakkan pemutus dalam kondisi aman secara kelistrikan. Lepaskan pemutus dari kompartemen *switchgear* (jika pemutus *rackable*)
3. Verifikasi pengoperasian mekanisme *racking*.
4. Verifikasi apakah sel-nya adalah cocok dan elemennya sesuai.
5. Sebelum membersihkan unit tersebut, lakukan pengujian sebagaimana ditemukan (*as found*) atas resistensi kontak dan resistensi sekering (lihat A9 dan A10)
6. Bongkar rakitan *arc chutes*; Periksa *arc chutes* apakah terdapat keretakan dan tanda-tanda pemanasan. *Arc chutes* pada jenis pemutus yang lama mungkin menggunakan bahan asbes. Oleh karena itu perlu hati-hati dan tindakan

pencegahan saat menangani dan membuang pecahan *arc chutes* yang mungkin terbuat dari asbes.

7. Lakukan pemeriksaan bagian kontak yang bergerak dan diam mengenai kondisi, keausan, dan keselarasannya.
8. Bersihkan unit tersebut sesuai dengan rekomendasi dari pabrik pembuatnya. Bersihkan slot ventilasi semua pintu dengan penyedot debu. 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*).
9. 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).
10. Periksa sambungan pembumian pemutus
11. Verifikasi fungsi-fungsi *trip*, tutup dan anti-pompa pada pemutus melalui sirkuit *trip* dan tutup.
12. Lakukan pengujian unit *trip*. Metode yang disukai adalah dengan pengujian injeksi primer pada pemutus *rack out*. Pengujian injeksi sekunder dipertimbangkan jika pemutus tidak dapat dilepas (*rack out*). Jika dilakukan pengujian injeksi sekunder, maka perlu mempertimbangkan untuk memeriksa apakah CT terbaca dengan benar (mis. dengan pemeriksaan silang dengan menggunakan *clamp on meter* atau pengukur daya yang terpasang tetap ketika pemutus kembali dioperasikan).
 - o fungsi *trip* waktu tunda lama (L);
 - o fungsi *trip* waktu tunda singkat (S);
 - o fungsi *trip* instan/seketika (I); dan/atau
 - o fungsi *trip* gangguan arde (G).
13. Lakukan pengujian Tegangan *Pickup* untuk *shunt trip*.
14. Lakukan pengujian resistensi isolasi (A8)
15. Catat hasil-hasil pembacaan *counter* operasi saat ditinggalkan (*as left*) dan resistensi kontak (A9).
16. Pasang kembali pemutus ke kompartemen *switchgear*.
17. Verifikasi apakah motor pengecasan, sakelar pemutus motor, sekering daya kontrol, dan *motor cutoff* dapat berfungsi dengan baik.
18. Lakukan pengujian-pengujian kelistrikan lainnya, sebagaimana berlaku. Pengujian-pengujian lain ini dapat mencakup pengujian indikator *blown fuse*, alarm bel dengan atau tanpa penguncian, verifikasi fungsi kelistrikan perangkat-perangkat lain di luar pemutus, serta indikasi-indikasi dan target-target.

Persyaratan pengujian:

- Pastikan pemutus dijalankan (*exercised*) setidaknya 5 kali selama siklus pemeliharaan selengkapanya.
- Lakukan verifikasi apakah sistem kelistrikan dapat berfungsi dengan baik (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.).

Laporkan semua kekurangan yang ditemukan selama pengujian pemeliharaan. Peralatan yang tidak lulus 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 Operabilitas Mekanik (A15)

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

Uji apakah sistem mekanis dapat berfungsi dengan baik harus dilakukan setelah dilakukan pemeriksaan visual (A0). Tujuan dari uji operabilitas mekanis ini adalah untuk menjalankan (*exercise*) pemutus melalui sistem *trip* untuk memastikan bahwa pemutus dan fungsi perlindungannya masih bekerja dengan baik. Tidak perlu untuk memeriksa arus *trip*, waktu tunda atau waktu *travel* pemutus secara persisnya. Uji jalan (*exercise*) pemutus ini akan memverifikasi sirkuit *trip* selengkapnya, termasuk *output* relai, koil *trip*, mekanisme *trip* mekanis dan kontak utama pemutus. Tidak dipersyaratkan untuk melakukan bongkar muat (*rack in or out*) pemutus untuk uji jalan ini, tetapi direkomendasikan untuk menguji pemutus baik dalam posisi uji/*racked out* atau pada bus mati (tidak dialiri listrik).

Persyaratan keamanan: Dalam pelaksanaan *racking* pemutus dan *switching* pemutus pada bus yang diberi aliran listrik wajib untuk menggunakan APD busur api listrik dan sengatan listrik yang tepat seperti yang digambarkan pada pemutus dan/atau switchgear. Untuk pemutus dengan peringkat busur api listrik tinggi, mungkin perlu dipertimbangkan untuk mengerjakannya secara jarak jauh.

Persyaratan pengujian: Penting untuk melakukan uji jalan (*exercise*) pemutus melalui sirkuit *trip*. Prosedur yang tepat akan tergantung pada merek dan modelnya. Beberapa instalasi dilengkapi dengan rilis *trip* elektronik yang bekerja secara elektrik melalui koil *trip*. Jika tidak, koil *trip* harus diberi aliran listrik/diputus aliran listriknya secara langsung untuk pengujian ini.

Catatan untuk Pencegahan: Pelaksanaan pengujian ini mempersyaratkan bahwa personil yang melaksanakan pengujian telah terbiasa dengan semua kontrol dan sirkuit pelindung yang terkait dengan perangkat.

Prosedur pengujian: Lakukan pengujian sesuai dengan Uji Operabilitas Mekanis Cargill yang termuat pada Standar Pelaksanaan Pemutus (A15)

1. Lakukan verifikasi apakah semua perangkat pemeliharaan tersedia untuk pelaksanaan servis dan pengoperasian pemutus.
2. Catat kondisi-kondisi sebagaimana ditemukan (terutama *counter* pengoperasian)
3. Dengan pemutus pada posisi terpasang (*racked in*), lakukan pengujian-pengujian sebagai berikut:
 - a. *Trip* dan *close* pemutus dengan sakelar control.
 - b. Jalankan *trip* pemutus dengan unit *trip* (ini mungkin perlu menggunakan perangkat uji injeksi sekunder).
 - c. Jalankan *trip* pemutus dengan relai proteksi, jika ada.
 - d. Lakukan verifikasi untuk indikasi-indikasi apakah posisinya sudah benar.
4. Catat hasil pembacaan *counter* pengoperasian sebagaimana saat ditinggalkan.

Persyaratan pengujian:

- Pastikan pemutus dijalankan (*exercised*) setidaknya 5 kali selama siklus pemeliharaan selengkapannya.
- Jika pemutus dilengkapi dengan *counter*, catat angka yang terbaca sebagaimana saat ditinggalkan (*As Left*) dalam laporan. Jika *counter* tidak berfungsi, coba perbaiki dan catat hasil-hasilnya dalam laporan. Jika tidak dilengkapi dengan *counter*, catat dalam laporan.

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

Nilai-nilai Pengujian

Pengujian Resistensi Isolasi (A8)

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

Kriteria Tingkat Kekritisannya Cargill - Pemutus LV

Pengujian Resistensi Isolasi			
Angka Peringkat Peralatan (V)	Tingkat Kekritisannya Resistensi Isolasi (Megohms)		
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
250	> 25	< 25	< 10
251 hingga 1000	> 100	< 100	< 50
Tabel ini diambil dari informasi yang termuat dalam ANSI/NETA MTS - 2015			

Uji Resistensi Kontak (A9) dan Uji Resistensi Sekering (A10)

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

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Pemutus LV				
Pengujian Resistensi Kontak dan Sekering				
Pengujian Kelistrikan	Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis *
Resistensi Kontak:		< 50% Variasi	> 50% Variasi	> 200 microhm
Resistensi Sekering:		< 15% Variasi	> 15% Variasi	> 200 microhm
Tabel ini diambil dari informasi yang termuat dalam ANSI/NETA MTS - 2015				
* Nilai 200 mikrohmm didasarkan pada konsensus dalam data Cargill.				

Nilai penurunan mikrohmm atau millivolt tidak boleh lebih tinggi dari pada rentang level normal seperti yang ditunjukkan dalam data yang dipublikasikan pabrik pembuatnya. Jika tidak tersedia data dari pabrik pembuat, periksa apakah ada nilai penyimpangan dari kutub yang berdekatan atau pemutus yang serupa yang lebih dari 50 persen dari pada nilai terendah.

Resistensi sekering dapat diterima apabila hasil-hasil pengukuran berada dalam rentang 15% dari nilai terendah. Jika hasil suatu pengukuran sekering berada di luar toleransi ini, harus dilakukan tindakan korektif, seperti misalnya penggantian sekering.

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

Semua waktu dan fungsi pengoperasian harus dijalankan sesuai dengan spesifikasi pabrik pembuat. Jika tidak tersedia spesifikasi dari pabrik pembuat, maka kriteria yang direkomendasikan adalah sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja RE untuk Pengujian Operabilitas Kelistrikan Pemutus (A14) dan Standar Pelaksanaan Kerja RE untuk Pengujian Operabilitas Mekanik Pemutus (A15).

Setiap cacat yang ditemukan selama pengujian-pengujian ini yang tidak dapat segera diperbaiki akan memerlukan evaluasi bahayanya yang akan dilakukan oleh Cargill dan konsultan sebagaimana sesuai sebelum diambil keputusan untuk diberi aliran listrik kembali.

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


Contoh masalah *arc chute*:




Uji Operabilitas Mekanik (A15)

Hasil pengujian ini akan menentukan LULUS/GAGAL. Jika pemutus tidak mengalami *trip* atau terlalu lambat untuk *trip*, kekurangan ini harus dicatat dan pemutus harus diservis (Uji Operabilitas Kelistrikan sepenuhnya – A14) atau diganti. Pemutus yang tidak lulus uji operabilitas mekanik tidak boleh digunakan lagi.

Lembar Pengujian



LOW-VOLTAGE CIRCUIT BREAKER



CUSTOMER: _____

ADDRESS: _____

USER: _____

DATE: _____ TEMPERATURE: _____ °F HUMIDITY: _____ %

SUBSTATION: _____

EQPT. LOCATION: _____

CIRCUIT ID: _____

TRST STATUS: _____

PAGE: _____

JOB #: _____

CHMR #: _____

MANUFACTURER: _____

BREAKER TYPE: _____

BREAKER CAT. NO: _____

FRAME SIZE AMPERE: _____

SERIAL NUMBER: _____

INTERRUPTING RATING: _____

TRIP UNIT TYPE: _____

TRIP UNIT CATALOG NO: _____

RTING PLUS CAT. NO / CT: _____

CHARGE MOTOR VOLTAGE: _____

OPERATION: ☐ E.O. ☐ M.O.

MOUNTING: ☐ D.O. ☐ R.L.

ZONE INTLK: ☐ YES ☐ NO

THERMAL MEMORY: ☐ ON ☐ OFF ☐ N/A

Visual & Mechanical Inspection

RACKING DEVICE: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A Note No.: _____

CONTACT FINGER: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A

MAIN AND ARcing CONTACT: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A

Visual & Mechanical Inspection

ARC CHUTES: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A Note No.: _____

AUXILIARY DEVICE: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A

GROUND CONNECTION: ☐ Sat ☐ Unsat ☐ N/A

SETTINGS AS FOUND			
	SETTING	DELAY	PT
LONG TIME			
SHORT TIME			
INSTANTANEOUS			
GROUND			

SETTINGS AS LEFT			
	SETTING	DELAY	PT
LONG TIME			
SHORT TIME			
INSTANTANEOUS			
GROUND			

TRIP CURVE NO: Phase _____ Ground _____

FUNCTION	RATED AMPERES	MAG. TRIP	TRIP AMPERES	TOLERANCE		POLE 1		POLE 2		POLE 3	
				MINIMUM	MAXIMUM	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT
LONG TIME	LTPU	%	%								
SHORT TIME	STPU	%	%								
INSTANTANEOUS	IPU	%	%								
GROUND FAULT	GPPU	%	%								

ISOLATION RESISTANCE 1,000 Ω/V	POLE 1 (MGZ (P1-P2))		POLE 2 (MGZ (P2-P3))		POLE 3 (MGZ (P1-P3))	
	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT
LINE TO LINE						
LINE TO GROUND						
LINE TO LOAD						

POLE	PUSH RESISTANCE		BOLTING CORN. RESISTANCE
	AS FOUND	AS LEFT	
POLE 1			
POLE 2			
POLE 3			

CONTACT RESISTANCE	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT	AS FOUND	AS LEFT
MICROHM						

CONTROL WIRING RESISTANCE: ☐ SAT ☐ UNSAT ☐ N/A

BLIND PLATE RESISTANCE: ☐ SAT ☐ UNSAT ☐ N/A

ELECTRICAL OPERATING: ☐ SAT ☐ UNSAT ☐ N/A

SAF DEPT REPLACED: ☐ YES ☐ NO ☐ N/A

TERMINALS: ☐ SAT ☐ UNSAT ☐ N/A

PICK-UP VOLTAGE TEST		
	RATED VOLTAGE	PICK-UP RANGE
SHUNT TRIP		
CLOSE COIL		

PICK-UP VOLTAGE	

COMMENTS: _____

DEFICIENCIES: _____

TEST EQUIPMENT USED: _____

TESTED BY: Paul Alvord

COPYRIGHT © 2002-2017 POWER8, INC. www.power8.com 19314-LOC_91, Park Shaws 9, REVISED 1/2/2014