

## Sistem & Kontrol Pabrik

### Pusat Keahlian

### Kelistrikan



- PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –  
JOB AID  
J52 – Motor, Tegangan Rendah (LV)

## Job Aid – J52 – Motor, Tegangan Rendah (LV)

### Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
D	Untuk persetujuan COE Kelistrikan, berdasarkan job aid awal J50 untuk motor Tegangan Tinggi	07.03.2018	AL	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.....	12
7. Lembar Pengujian .....	16

### Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk motor asinkron tegangan rendah (LV, <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) dari jenis dan model motor tertentu untuk menggunakan pengaturan kerja ini dengan persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

Ruang lingkup pemeriksaan ini terbatas pada komponen-komponen kelistrikan motor. Komponen mekanis, seperti bantalan tidak termasuk. Komponen mekanis dicakup dalam program Pemeriksaan Mekanis untuk aset yang berputar.

Karena banyaknya jumlah motor Tegangan Rendah yang terpasang dan dioperasikan di fasilitas-fasilitas Cargill, direkomendasikan untuk membatasi lingkup dokumen ini untuk motor-motor Tegangan Rendah sebagai berikut: Hanya aset-aset hitam dan abu-abu yang:

- Sulit untuk diganti (mis. motor besar, motor di lokasi-lokasi yang sulit, dll.); ATAU
- Mahal (mis. motor besar, area yang diklasifikasikan, motor khusus, dll.); ATAU
- Tidak tersedia suku cadangnya; ATAU
- Akan menyebabkan *downtime* yang signifikan atau biaya produksi yang melebihi biaya pemeliharaan selama umur pakai motor

Pemilihan atas motor-motor tersebut akan berdasarkan pada penerimaan pemeliharaan yang dilaksanakan oleh tim RE setempat.

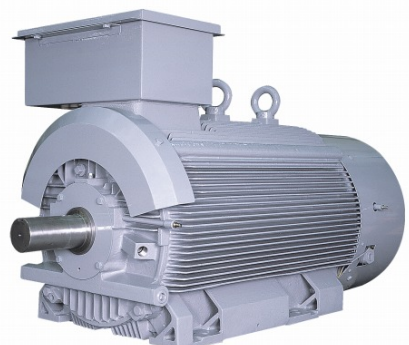
### Definisi

#### Motor, Tegangan Rendah (LV):

Motor tegangan rendah (LV) memiliki nilai tegangan < 1000 V, tergantung pada peraturan setempat yang berlaku. Tegangan biasanya untuk motor Tegangan Rendah yang digunakan di pabrik Cargill adalah 230V, 400V, 480V, dan 690V. Motor-motor tegangan rendah ini biasanya menggunakan lilitan kawat bundar yang tertutup enamel. Ini disebut koil *random-wound* atau *mush-wound*. Motor Tegangan Rendah hanya 1, 2 atau 3 putaran per slot dan sambungan-sambungan cincin akhir dirancang untuk memiliki mesin yang terhubung dengan suatu slot perbedaan tegangan rendah antara kabel-kabel yang juga bisa sangat acak di lokasi slot dan putaran 1 dapat berada dalam kontak *close* dengan putaran 3. Motor tegangan rendah biasanya menyertakan kotak pembagi (*junction box*) motor atau kotak terminal motor. Di beberapa wilayah geografi, *leads* motor akan terbuka di kotak pembagi motor dan kabel-kabel medan akan dihubungkan dengan *lugs* yang dibaut, diisolasi dengan pita isolasi kelistrikan, sementara di wilayah geografis lainnya kabel-kabel dihubungkan ke terminal di dalam kotak terminal motor.

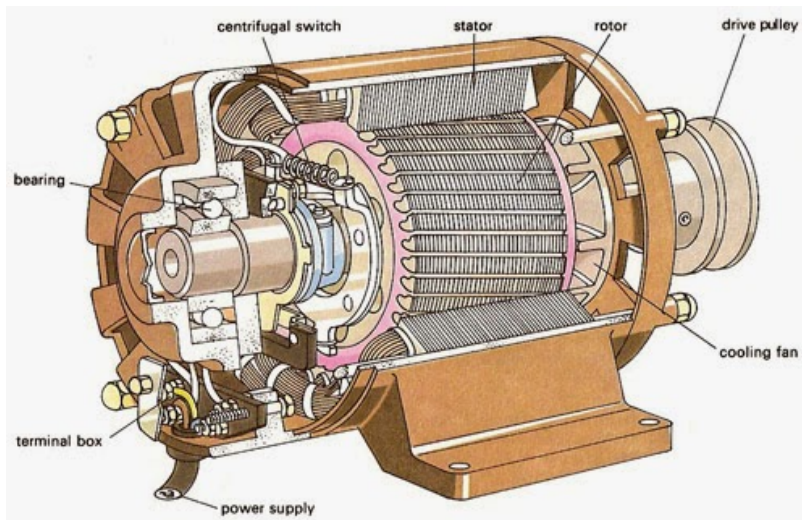


Motor, Tegangan Tinggi (HV): Motor tegangan tinggi (HV), kadang-kadang disebut sebagai motor tegangan menengah (MV), dengan tegangan hingga 13,8 kV atau bahkan lebih tinggi. Tegangan yang biasa digunakan di



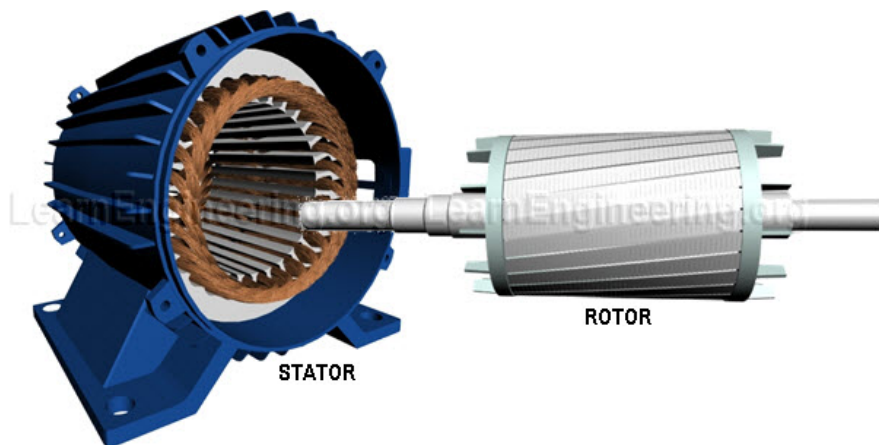
pabrik Cargill adalah 2300V, 4160V, dan 6.3kV. Motor tegangan tinggi menggunakan lilitan kawat tembaga penampang persegi panjang dengan isolasi enamel atau mika, tergantung pada level tegangannya. Lilitan ini dikenal dengan sebutan koil *form-wound*. Karena koil *form-wound* harus diisolasi secara sendiri-sendiri dan dibentuk dengan dimensi yang tepat, pembuatannya jauh lebih mahal. Motor tegangan tinggi biasanya menyertakan kotak terminal motor yang lebih besar untuk sambungan kabel.

### Motor Asinkron:



### Stator Motor:

Stator adalah komponen stasioner dari sistem elektromagnetik pada motor listrik. Energi mengalir melalui stator ke atau dari komponen yang berputar dari sistem.



Squirrel-Cage  
Motor

### Rotor Motor:

Rotor adalah komponen yang bergerak dari sistem elektromagnetik pada motor listrik. Rotasinya disebabkan oleh interaksi antara lilitan dan medan magnet yang menghasilkan torsi di sekitar poros rotor.

## Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi (A8)
- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Lilitan (A12)

## 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 membutuhkan peralatan khusus dan harus dilaksanakan oleh para pekerja yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk menggunakan peralatan tersebut.
- Saat melaksanakan 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): Kebanyakan pengujian penerimaan atau pemeliharaan kelistrikan mengharuskan motor yang diuji diisolasi dari semua sirkuit yang beraliran listrik. Dengan demikian, proses LOTO yang tepat akan diperlukan untuk mendukung proses pengujian ini.
- Kamera digital untuk mengambil gambar semua kekurangan yang ditemukan

### Pemeriksaan Visual (A0)

- Tidak ada persyaratan khusus

### Pengujian Resistensi Isolasi (A8)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi” dengan kemampuan menyediakan tegangan uji setidaknya 1.000 VDC

### Pengujian Resistensi Lilitan (A12)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Lilitan.”

### Pengujian Kontinuitas Pembumian / Ikatan (A18)

- Ohmmeter Resistensi Rendah Digital (DLRO) ATAU
- Tester arde clamp on (mis. Fluke 1630 atau sejenis)

## Urutan Pengujian

### Pemeriksaan Visual (A0) (selama operasi normal)

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

Pemeriksaan akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

- Periksa motor apakah ditemukan bukti adanya kelembaban atau penumpukan kotoran.
- Periksa motor apakah ditemukan bukti adanya kerusakan yang disebabkan oleh kontaminasi, bagian kendor atau benda asing
- Periksa saluran (*conduit*) dan kotak sambungan apakah ada kerusakan atau yang kendor.
- Verifikasi apakah *cable glands* telah terpasang dan dikencangkan dengan baik.
- Verifikasi apakah kotak sambungan tertutup dengan baik dan semua baut lengkap terpasang dan tidak ada terlihat kerusakan pada gasket (jika dipasang – bukan pada motor yang tahan ledakan atau debu).
- Verifikasi apakah lubang udara masuk (jika dipasang) tidak terhalang atau tersumbat.
- Dengarkan apakah ada suara-suara yang tidak biasa.
- Dengarkan dan/atau rasakan apakah ada getaran yang berlebihan.
- Carilah apakah ada kebocoran minyak di sekitar segel.
- Periksa melalui kaca pengintai level oli (jika ada) apakah takarannya tepat, bagaimana warnanya, atau ada kontaminasi.
- Periksa apakah ada bukti degradasi / korosi pada pondasi, pelat dudukan, baut-baut penjangkar, dll.
- Periksa status filter (jika dipasang).
- Untuk motor berpendingin air, periksa aliran sistem pendingin air, tekanan air, dll.
- Periksa integritas *grouting* dan alas.
- Verifikasi apakah *bonding strap* di lokasi tersebut terpasang dengan baik, jika ada.
- Jika dipasang, verifikasi apakah isolator lokal (LWS/SWS) terpasang dengan baik sebagaimana dipersyaratkan dalam praktek kerja terkemuka (kedekatan dengan motor, dapat berada di antara isolator lokal dan motor mudah ditelusuri tidak membingungkan)
- Verifikasi apakah papan nama terpasang pada motor dan datanya dapat terbaca.
- Verifikasi apakah TAG identifikasi motor (nomor peralatan) ada dan terpasang dengan baik. TAG identifikasi harus terpasang pada lokasinya dan bukan pada motor.

Untuk motor di area-area yang diklasifikasikan lakukan pemeriksaan tambahan sebagai berikut:

- Motor diberi peringkat untuk zona tersebut (mis. C1 Div1/2 dan C2 Div1/2 untuk NA atau Zona ATEX 1,2 dan 21,22 untuk Eropa)
- Kotak sambungan tidak ada hal-hal yang dikompromikan untuk instalasi Ex-d / tahan api (jalur api tidak terhalang – mis. oleh silikon atau segel karet eksternal tambahan)
- *Cable glands* sesuai dengan peringkat motor (terutama untuk selubung Ex-d / tahan api).

Setiap kekurangan harus dicatat dan dilaporkan ke manajemen yang bersangkutan untuk diambil tindakan korektif.

### Resistensi Isolasi (A8)

Pemeriksaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan “Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi (A8)”.

Pengujian ini harus dilakukan dari starter motor, yang akan mencakup pengujian kabel-kabel yang bersangkutan dan isolator lokal (LWS/SWS) – jika dipasang. Jika ditemukan adanya masalah sebagai hasil dari pengujian, sirkit harus dilepas sambungannya pada kotak distribusi motor dengan komponen-komponen sirkit (mis., kabel, motor) diuji secara terpisah untuk menentukan komponen yang bermasalah.

Pengaturan untuk pengukuran resistensi isolasi:

1. Isolasi spesimen uji
  - a. Menetapkan kondisi kerja yang aman secara kelistrikan.
  - b. Buka kompartemen-kompartemen terminasi yang bersangkutan pada starter motor.
  - c. Verifikasi apakah kapasitor motor dan arrester lonjakan, jika ada, tidak tersambung dan sirkit-sirkit daya ke motor terkunci (*locked out*) di stater motor tetapi tidak dibumikan (biasanya sirkit-sirkit tegangan tinggi dibumikan selama proses LOTO).
  - d. Verifikasi bahwa tidak ada trafo tegangan di sirkit starter motor.
  - e. Jika dipasang, pastikan isolator lokal ada dalam posisi tertutup (motor tidak boleh terkunci (*locked out*) di lapangan jika pengujian dilakukan dari starter motor).
  - f. Tempatkan penghalang untuk pencegahan atau tempatkan petugas untuk memastikan orang-orang lain menyadari dan terlindungi dari pengujian ini.
  - g. Jika motor tersambung ke *variable frequency drive* (VFD), sambungkan peralatan uji pada sisi beban VFD dan lepaskan sambungan kabel-kabel motor dari VFD (lihat juga catatan 2 di bawah ini).
2. Lebih dipilih untuk menguji dengan kabel-kabel motor yang tersambung ke starter motor. Jika ini tidak dapat dilakukan, maka jalankan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Beri identifikasi kabel-kabel sehingga memungkinkan pemasangan kembali kabel-kabel tersebut secara benar di terminal setelah selesai pengujian.
  - b. Lepaskan kabel dari starter motor.
3. Catat kelembaban dan suhu ambien sebelum melakukan suatu pengujian resistensi isolasi.



4. Sesuaikan megohmmeter ke tegangan uji yang sesuai.

Pengujian Pemeliharaan Resistensi Isolasi Mesin Berputar	
Tegangan Lilitan (Volt) <sup>a</sup>	Tegangan Uji Minimum Yang Direkomendasikan (DC)
< 1000	500
<p>a. Nilai tegangan baris ke baris untuk mesin ac 3 fase, tegangan baris ke pembumian untuk mesin satu fase dan nilai tegangan langsung untuk mesin dc atau lilitan medan (<i>field windings</i>)</p> <p>Nilai didasarkan pada IEEE Std. 43-2013</p> <p>Nilai diberikan selama satu menit pada suhu 40 derajat Celsius</p>	

5. Sambungkan megohmmeter ke salah satu dari ketiga fase (perhatikan bahwa tidak perlu mengukur ketiga fase secara terpisah, karena ketiganya saling berhubungan melalui sambungan-sambungan di kotak sambungan motor dan lilitan motor).
6. Ukur resistensi isolasi dari fase ke arde selama 10 menit, catat setelah 30 detik, 60 detik dan kemudian setiap menit sekurang-kurangnya untuk membuat profil resistensi isolasi.
7. Hitung DAR (rasio nilai 1 menit dibagi dengan nilai 30 detik) dan PI (rasio nilai 10 menit dibagi dengan nilai 1 menit).
8. Jika pengujian selesai, lepaskan megohmmeter dari sirkit-sirkit uji
9. Singkirkan penghalang untuk pencegahan dan sambungkan kembali kabel-kabel motor ke starter motor, jika dilepas untuk pengujian.
10. Sambungkan kembali ke terminal dan kencangkan semua sambungan kabel dan tutup kompartemen-kompartemen kabel. Pastikan semua pengancing di pintu menutup dan terkunci.

*Catatan: Langkah 9 dan 10 tidak perlu dilakukan ketika pengujian A12 dijalankan langsung setelah pengujian A11.*

Hasil-hasil pembacaan untuk resistensi isolasi, PI dan DAR harus sejalan dengan batas-batas yang diberikan pada bagian di bawah ini.

Jika sistem gagal lulus pengujian, kabel dan motor harus diukur secara terpisah:

1. Lepaskan kabel di kedua sisi (pada starter motor dan pada kotak sambungan motor).
2. Lakukan pengukuran kabel motor sesuai petunjuk dalam *job aid* untuk pengujian kabel – perhatikan bahwa jika ujung-ujung kabel tidak dijaga sepanjang waktu selama pengujian pastikan untuk menempatkan penjagaan kelistrikan yang tepat yaitu barikade tanda bahaya setidaknya 1 m (4') di semua arah.
3. Isolasi di dalam kotak sambungan motor atas masing-masing lilitan motor.
4. Lakukan pengukuran secara berurutan masing-masing dari lilitan motor untuk memungkinkan perbandingan antar fase. Lilitan yang tidak diuji harus dibumikan ke titik yang sama dengan inti stator atau bodi rotor.



Ambil tindakan yang tepat tergantung pada komponen yang mengalami gangguan (motor atau kabel).

### Resistensi Lilitan (A12)

Pemeriksaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan “Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Pengujian Resistensi Lilitan (A12)”.

Pengujian ini harus dilaksanakan dari starter motor, yang akan mencakup pengujian kabel-kabel yang bersangkutan dan isolator lokal (LWS, SWS) – jika dipasang. Jika ditemukan adanya masalah sebagai hasil dari pengujian, sirkit harus dilepas sambungannya pada kotak distribusi motor dengan komponen-komponen sirkit (mis., kabel, motor) diuji secara terpisah untuk menentukan komponen yang bermasalah.

Sebelum melaksanakan uji kelistrikan ini, lakukan verifikasi bahwa kapasitor-kapasitor motor dan arester lonjakan, jika ada, telah dilepaskan sambungannya dan bahwa motor terkunci (*locked out*) pada starter motor (perhatikan bahwa isolator lokal perlu dinyalakan untuk pengujian ini).

Pengaturan untuk uji resistensi lilitan:

1. Isolasi spesimen uji.
  - a. Menetapkan kondisi kerja yang aman secara kelistrikan.
  - b. Buka kompartemen-kompartemen terminasi yang bersangkutan untuk memungkinkan akses ke sambungan-sambungan kabel.
  - c. Tempatkan penghalang untuk pencegahan atau tempatkan petugas untuk memastikan orang-orang lain menyadari dan terlindungi dari pengujian ini.
2. Lebih dipilih untuk menguji dengan kabel-kabel motor yang tersambung ke starter motor. Jika ini tidak dapat dilakukan, maka jalankan langkah-langkah sebagai berikut:
  - a. Beri identifikasi kabel-kabel sehingga memungkinkan pemasangan kembali kabel-kabel tersebut secara benar di terminal setelah selesai pengujian.
  - b. Lepaskan kabel dari starter motor.
3. Catat informasi yang berlaku untuk motor tersebut
  - a. Lilitan motor (delta atau wye)
  - b. Tegangan tersambung (jika ada)
  - c. Lilitan multi kecepatan (jika ada)
4. Catat kelembaban dan suhu ambien sebelum melakukan pengujian resistensi lilitan.
5. Ukur resistensi lilitan fase ke fase untuk masing-masing pasangan fase motor dan catat hasil-hasil pengukurannya.
6. Hitung nilai rata-rata dari ketiga hasil pembacaan dan bandingkan masing-masing hasil pembacaan dengan nilai rata-rata. Hasil-hasil pembacaan harus ada dalam batas-batas sebagaimana disebutkan dalam bagian di bawah ini.
7. Ketika pengujian selesai, lepaskan instrumen dari sirkit pengujian
8. Singkirkan penghalang untuk pencegahan dan sambungkan kembali kabel-kabel motor ke starter motor, jika dilepas untuk pengujian.

9. Sambungkan kembali ke terminal dan kencangkan semua sambungan kabel dan tutup kompartemen-kompartemen kabel (atau jendela-jendela). Pastikan semua pengancing di pintu menutup dan terkunci.
10. Hanya setelah semua langkah di atas selesai dilakukan, lepaskan kontrol LOTO, jika ada, dan kembalikan motor untuk dioperasikan dan digunakan di masa mendatang.

Dalam hal sistem gagal lulus pengujian, motor harus diukur secara terpisah pada kotak sambungan motor.

Koreksi suhu untuk pengukuran resistensi lilitan tidak diperlukan, karena perbedaan-perbedaan antara hasil-hasil pembacaan dibandingkan.

### Uji Kontinuitas Pembumian / Ikatan (A18):

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kontinuitas dan kecukupan ikatan (*bonding*) dari elemen-elemen struktural dan kasing motor dengan sistem pembumian dan permukaan-permukaan konduktif di sekitar motor.

Pengujian ini mencakup melakukan pengukuran resistensi titik ke titik dari kasing motor ke arde struktural di sekitar motor dan sistem saluran atau baki kabel yang bersangkutan.

Pengujian ini dilakukan dengan tester arde atau ohmmeter resistensi rendah digital.

Penggunaan multimeter biasa tidak direkomendasikan karena besarnya resistensi yang diukur adalah kecil.

- Ukur dengan ohmmeter resistensi rendah digital dari suatu bagian permukaan motor yang bersih ke titik-titik sebagai berikut:
  - Terminal pembumian utama (jika dapat diakses)
  - Permukaan konduktif (logam) di sekitar motor (misalnya rak pipa, kolom atau balok penyangga struktural, tangki, sistem pipa, dll.)
  - *Raceway* (saluran atau baki kabel)

Alternatif: Jika dipasang *bonding strap* ekuipotensial di lokasi tersebut, maka uji resistensi arde dapat dilakukan dengan menjepitkan tester arde pada *bonding strap*.

Jika setiap nilai hasil pengukuran ada di bawah batas yang diberikan pada bagian di bawah ini, maka dinyatakan lulus pengujian.

### Pengujian Kelistrikan Tambahan (MCA Offline)

MCA (*Motor Circuit Analysis*) Offline adalah serangkaian uji kelistrikan lebih lanjut yang akan memberikan diagnosa yang lebih baik tentang status lilitan stator dan kondisi rotor.

Pengujian-pengujian ini tergantung pada pabrik pembuatnya dan membutuhkan peralatan dan kualifikasi uji khusus.

Hanya teknisi yang telah mendapatkan pelatihan khusus menggunakan peralatan uji tersebut yang diperbolehkan untuk melakukan pengujian ini.

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.

Dengan peralatan uji khusus dimungkinkan untuk melakukan pengujian-pengujian standar sebagaimana disebutkan di atas, yang dapat dilakukan dengan peralatan uji standar, yang biasanya tersedia di bengkel listrik. Pengujian offline direkomendasikan untuk pemeriksaan rutin, tetapi tidak wajib. Jika MCA offline tidak digunakan untuk pemeriksaan rutin, maka harus diterapkan untuk evaluasi lebih lanjut jika ditemukan adanya hal-hal yang mencurigakan selama pemeriksaan standar pada motor.

Rangkaian pengujian MCA offline sebagai berikut diperbolehkan untuk pemeriksaan di Cargill:

### A. Alltest Pro

Tujuan utama dari Alltest Pro adalah untuk mendeteksi adanya cacat isolasi yang mengindikasikan berkembangnya korsleting lilitan, korsleting lilitan yang telah ada, kontaminasi lilitan dan gangguan rotor. Alltest Pro melakukan pengukuran-pengukuran berikut:

- Pengujian resistensi isolasi
- Resistensi lilitan
- Induktansi
- Impedansi
- Sudut fase Fi
- Respons frekuensi arus I/F
- Kapasitansi ke pembumian diukur dengan DC
- Faktor Disipasi
- RIC (*Rotor Influence Check*)

Karena pengukuran resistensi isolasi Alltest Pro sangat dasar, direkomendasikan untuk terlebih dahulu melakukan pengukuran resistensi isolasi (A8) dengan perangkat pengukuran resistensi isolasi terpisah seperti yang disebutkan dalam bagian di atas. Alltest Pro tidak dapat mengukur PI dan DAR.

Alltest Pro menggantikan pengukuran Resistensi Lilitan (A12).

### B. PDMA (MCE)

Tujuan utama dari PDMA adalah untuk mendeteksi cacat isolasi ke arde, gangguan rotor dan korsleting lilitan kemudian. PDMA melakukan pengukuran-pengukuran sebagai berikut:

- Resistensi isolasi (termasuk uji DAR, PI dan *Step Voltage*)
- Resistensi lilitan
- Induktansi
- Kapasitansi ke pembumian diukur dengan DC  
RIC (*Rotor Influence Check*)

PDMA menggabungkan pengukuran resistensi isolasi sepenuhnya. PDMA menggantikan pengukuran resistensi isolasi (A8) dan pengukuran Resistensi Lilitan (A12).

## Nilai-nilai Pengujian

### Pengujian Resistensi Isolasi (A8)

Saat membandingkan hasil-hasil pembacaan dengan data sebelumnya atau menentukan kriteria lulus / gagal, nilai-nilai resistensi isolasi harus dikoreksi untuk suhunya. Menurut IEEE 43, koreksi suhu harus mencapai 40° C.

**Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Peralatan Berputar**

Resistensi Isolasi Lilitan		
Nilai Resistensi Isolasi	Level Isolasi	Tingkat Kekritisan
2 Megohm atau kurang	Buruk	Kritis
2-5 Megohm	Kritis	Tinggi
5-10 Megohm	Abnormal	
10-50 Megohm	Baik	Tidak ada kekurangan
50-100 Megohm	Sangat baik	
100 Megohm atau lebih	Istimewa	

**Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Peralatan Berputar**

Indeks Polarisasi Lilitan			
Peringkat Kelas Termal	Indeks Polarisasi		
Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Memadai	Dipertanyakan
Kelas A	> 1,5	NA	< 1,5
Kelas B	> 2,0	1,5 .. 2,0	< 1,5
Kelas F	> 2,0	1,5 .. 2,0	< 1,5
Kelas H	> 2,0	1,5 .. 2,0	< 1,5

**Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Peralatan Berputar**

Rasio Absorpsi Dielektrik (DAR) dan PI			
Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Memadai	Dipertanyakan
DAR	> 1,6	1,25 .. 1,6	< 1,25
Kriteria ini diambil dari rekomendasi dalam IEEE Std 43-2000			

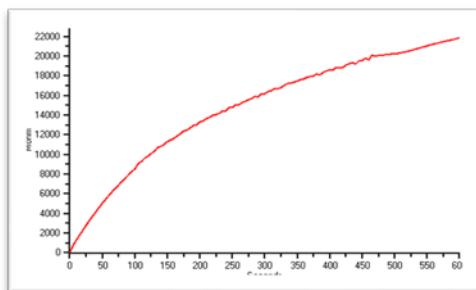
Jika resistensi isolasi di atas 5 GOhm, maka nilai untuk PI dan DAR harus menjadi tren dari pada menggunakan tabel di atas.

Jika sebuah motor baru, dibersihkan atau diperbaiki yang telah disimpan selama beberapa waktu, nilai resistensi isolasinya kurang dari 10 megohm, mungkin penyebabnya adalah karena lilitannya lembab dan perlu dikeringkan.

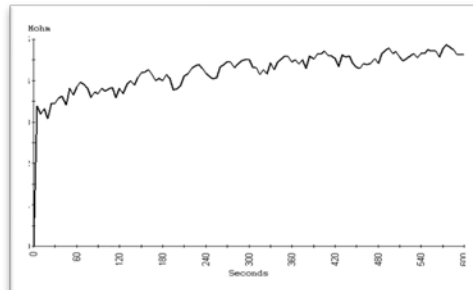
Jika motor tersebut telah beroperasi untuk jangka waktu yang lama, resistensi isolasi minimumnya dapat turun ke level kritis. Selama nilai hasil pengukuran yang didapatkan tidak turun di bawah nilai resistensi isolasi minimum yang dapat diterima untuk boleh dialirkannya listrik kembali untuk mesin berputar sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan

Kerja untuk pengujian resistensi isolasi, maka motor tersebut dapat kembali dioperasikan untuk digunakan.

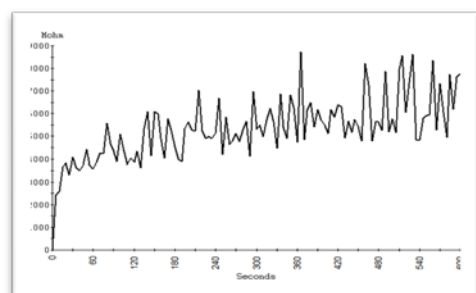
Profil Resistensi Isolasi harus dievaluasi dengan menggunakan pola-pola di bawah ini:



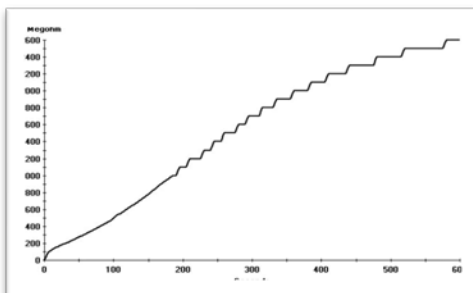
*Pola 1: Kondisi baik*



*Pola 2: Kelembaban*



*Pola 3: Kontaminasi*



*Pola 4: Penggetasan*

Penempatan pada tingkat kekritisitas yang *lebih tinggi selalu* diserahkan atas pertimbangan oleh analis sendiri. Parameter yang dapat mempengaruhi penempatan tingkat kekritisitas akan meliputi namun tidak terbatas pada:

- Hasil-hasil dari pengujian-pengujian lainnya (mis., pengujian Indeks Polarisasi (PI), pengujian Rasio Absorpsi Dielektrik, dll.).
- Perubahan-perubahan dari hasil-hasil pengujian sebelumnya.

Informasi lebih lanjut tentang cara menafsirkan hasil-hasil pengujian dan koreksi suhu diberikan dalam standar pelaksanaan kerja RE Cargill terkait.

### Pengujian Resistensi Lilitan (A12)

#### Kriteria Tingkat Kekritisitas Cargill - Pengujian Resistensi Lilitan

Resistensi Lilitan Trafo:			
Tingkat Kekritisitas	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis*
Resistensi Lilitan**:	< 5% Variasi	5%-10% Variasi	> 10% Variasi
* Adanya beberapa indikasi mengenai suatu masalah dari uji-uji motor lainnya diperlukan untuk menyatakan harus diambil tindakan dengan segera.			
** Ketika melakukan perbandingan dengan nilai-nilai hasil pengukuran sebelumnya dari lilitan yang sama, kriterianya harus berada dalam 5%. Ketika melakukan perbandingan dengan lilitan motor terkait, gunakan kriteria yang disajikan dalam tabel.			

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 – J52 – Motor, Tegangan Rendah (LV)

### Pengujian Kontinuitas Pembumian / Ikatan (A18)

#### Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill – Pengukuran Resistensi Arde Lokal

Ikatan Arde			
Pengukuran Resistensi			
Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Resistensi Titik ke Titik jika ada <i>bonding strap</i> lokal	< 0,5 ohms	-	> 0,5 ohms
Resistensi Titik ke Titik jika TIDAK ADA <i>bonding strap</i> lokal*	< 0,5 ohms	0,5 – 5 Ohm	> 5 ohms
* Tanpa <i>bonding strap</i> lokal, sambungan pada rumah motor ke peralatan lainnya yang tersambung ke arde dapat dilakukan melalui batang pembumian. Dalam hal ini nilai yang lebih tinggi dapat diterima; namun dalam banyak hal diharapkan hasil-hasil pengujian yang jauh lebih rendah.			

### MCA Offline

#### A. Alltest Pro

Kriteria penerimaan untuk evaluasi motor tersedia *built in* pada peralatan uji. Untuk uraian selengkapnya dan terperinci, silahkan merujuk ke manual peralatan uji. Di bawah ini hanya ringkasan singkat mengenai kriteria penerimaan:

- Resistensi isolasi (> 5 MOhm untuk motor dengan nilai tegangan di bawah 600V dan > 100 MOhm untuk motor dengan nilai tegangan di atas 600V); menunjukkan isolasi ke arde yang buruk.
- Resistensi lilitan (dalam 5% rata-rata); menunjukkan sambungan-sambungan yang kendor, kabel putus dan ukuran kawat berbeda.
- Induktansi (dalam 5% rata-rata – pengukuran ini dipengaruhi oleh posisi rotor pada suatu rakitan motor – hasil-hasil pembacaan dari ketiga lilitan harus memiliki pola yang sama dengan pengukuran impedansi).
- Impedansi (dalam 3% rata-rata – pengukuran ini dipengaruhi oleh posisi rotor pada rakitan motor – hasil-hasil pembacaan dari ketiga lilitan harus memiliki pola yang sama dengan hasil-hasil pengukuran induktansi); perubahan pola menunjukkan kontaminasi lilitan, lilitan yang terlalu panas, ketidakseimbangan fase yang sangat besar atau kondisi batang rotor yang sangat buruk.
- Sudut fase Fi ( $\pm 1$  digit dari rata-rata dengan rotor terpasang): menunjukkan korsleting lilitan.
- Respons frekuensi arus I/F ( $\pm 2$  digit dari rata-rata dengan rotor terpasang): menunjukkan korsleting lilitan.
- Kapasitansi ke pembumian diukur dengan DC (nilai *trendable* dari waktu ke waktu dan sebanding antara motor-motor yang sejenis).
- Faktor Disipasi (penerimaan: baik < 5%, kuning 5-10%, merah > 10%)
- RIC (*Rotor Influence Check*) – pengujian ini mengharuskan memutar rotor di lapangan (secara terus-menerus hingga instrumen memverifikasi bahwa pengambilan data telah selesai)


### B. PDMA (MCE)

Kriteria penerimaan untuk evaluasi motor tersedia *built in* pada peralatan uji. Untuk uraian selengkapnya dan terperinci, silahkan merujuk ke manual peralatan uji. Di bawah ini hanya ringkasan singkat mengenai kriteria penerimaan:


- Resistensi isolasi (termasuk uji DAR, PI dan *Step Voltage* – harus berupa garis lurus).
- Resistensi lilitan (dalam 5%).
- Induktansi (dalam 5%, dipengaruhi oleh posisi rotor, pola yang sama dengan impedansi).
- Kapasitansi ke pembumian diukur dengan DC (nilai *trendable* dari waktu ke waktu dan sebanding antara motor-motor yang sejenis)
- RIC (*Rotor Influence Check*) – pengujian ini mengharuskan memutar rotor di lapangan.



## Lembar Pengujian



**MOTOR POLARIZATION INDEX (PI) TEST**



OWNER \_\_\_\_\_

ADDRESS \_\_\_\_\_

CUSTOMER Example Customer Company

ADDRESS \_\_\_\_\_

DATE 10/13/2014 AMBIENT TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °F HUMIDITY \_\_\_\_\_ %

SUBSTATION \_\_\_\_\_ ROTATING MACHINERY \_\_\_\_\_

PAGE 404

JOB # FORMS - ALL

ASSET ID \_\_\_\_\_

PLANT Example Plant

POSITION AUTOMATED

---

**NAMEPLATE DATA**

MANUFACTURER _____	SERIAL NO. _____	TYPE _____
FRAME _____	HORSEPOWER _____	VOLTAGE _____
PHASE _____	FREQUENCY _____ HZ	FULL LOAD CURRENT _____ AMPS
LOCKED ROTOR CURRENT _____ AMPS	RPM _____	POWER FACTOR _____
SERVICE FACTOR _____	TEMPERATURE RISE _____ °C	INSULATION CLASS _____
DATE MANUFACTURED _____	NEMA DESIGN _____	WEIGHT _____
SHAFT DIAMETER _____	LISTING <input type="checkbox"/> UL <input type="checkbox"/> CSA <input type="checkbox"/> OTHER	THERMALLY PROTECTED _____
OTHER INFORMATION _____		

---

CONNECTED EQUIPMENT \_\_\_\_\_ MOTOR TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °C

TEST VOLTAGE \_\_\_\_\_ KVDC Enter TCF Manually: ☐ TEMPERATURE CORRECTION FACTOR TO 20°C, TCF \_\_\_\_\_

Use Instrument PI Value: ☐

MINUTES	WINDING 1 TO FRAME - MEGOHMS			WINDING 2 TO FRAME - MEGOHMS			WINDING 3 TO FRAME - MEGOHMS		
	READING (megohms)	TEMP. CORR. FACTOR	20°C READING (megohms)	READING (megohms)	TEMP. CORR. FACTOR	20°C READING (megohms)	READING (megohms)	TEMP. CORR. FACTOR	20°C READING (megohms)
0.25									
0.50									
0.75									
1.00									
1.25									
1.50									
1.75									
2.00									
2.50									
3.00									
4.00									
5.00									
6.00									
7.00									
8.00									
9.00									
10.00									
P.I. NO.*									

\* POLARIZATION INDEX = 10 MINUTE READING / 1 MINUTE READING

COMMENTS: \_\_\_\_\_

DEFICIENCIES: \_\_\_\_\_

TEST EQUIPMENT USED: \_\_\_\_\_

TESTED BY: Default Administrator

COPYRIGHT © 2002-2014 POWERED, INC.

www.powered.com

34929, REVISED 1/9/2013

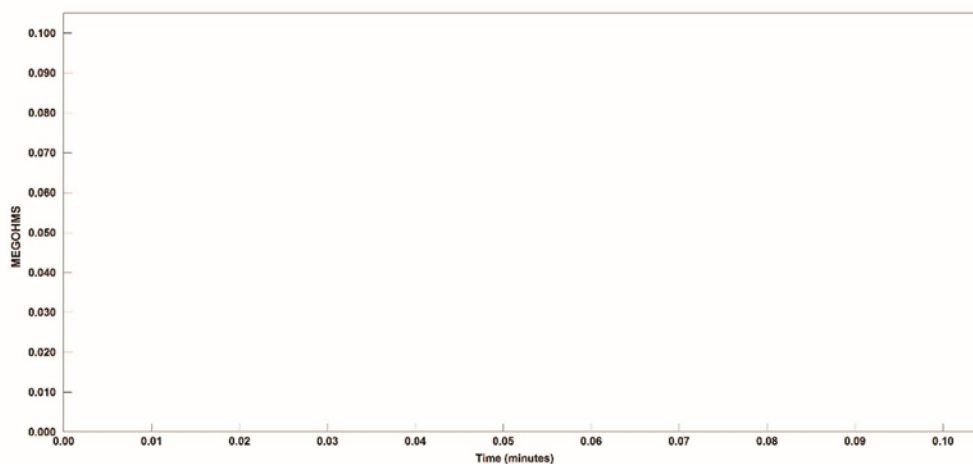


MOTOR POLARIZATION INDEX (PI) TEST



PAGE 405

POLARIZATION CURVE




Winding 1: Red Square  
Winding 2: Blue Circle  
Winding 3: Green Triangle

COMMENTS:


DEFICIENCIES:

--

# Job Aid – J52 – Motor, Tegangan Rendah (LV)



**MOTOR STATOR  
WINDING RESISTANCE TEST**



---

OWNER \_\_\_\_\_  
 ADDRESS \_\_\_\_\_  
 CUSTOMER Example Customer Company  
 ADDRESS \_\_\_\_\_  
 DATE 10/13/2014 AMBIENT TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °F HUMIDITY \_\_\_\_\_ %  
 SUBSTATION \_\_\_\_\_ ROTATING MACHINERY \_\_\_\_\_

PAGE 429  
 JOB # FORMS - ALL  
 ASSET ID \_\_\_\_\_  
 PLANT Example Plant  
 POSITION GENERAL

---

**NAMEPLATE DATA**

MANUFACTURER _____	SERIAL NO. _____	TYPE _____
FRAME _____	HORSEPOWER _____	VOLTAGE _____
PHASE _____	FREQUENCY _____ HZ	FULL LOAD CURRENT _____ AMPS
LOCKED ROTOR CURRENT _____ AMPS	RPM _____	POWER FACTOR _____
SERVICE FACTOR _____	TEMPERATURE RISE _____ °C	INSULATION CLASS _____
DATE MANUFACTURED _____	NEMA DESIGN _____	WEIGHT _____
SHAFT DIAMETER _____	LISTING <input type="checkbox"/> UL <input type="checkbox"/> CSA <input type="checkbox"/> OTHER	THERMALLY PROTECTED _____
OTHER INFORMATION _____		

---

$R_T$  = TOTAL WINDING RESISTANCE AT 85°C  
 $R_M$  = TOTAL WINDING RESISTANCE AT TEST TEMPERATURE  
 $T_S$  = TEMPERATURE FOR DESIRED RESISTANCE (85°C)  
 $T_M$  = AMBIENT TEMPERATURE  
 $T_K$  = TEMPERATURE RESISTANCE CONSTANT (°C)  
 COPPER = 234.5°C  
 DELTA WINDING MULTIPLIER = 3/2X  
 WYE WINDING MULTIPLIER = 3X

CONNECTED CONFIGURATION ☐ DELTA ☐ WYE  
 MOTOR TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °C

$$R_T = R_M \frac{T_S + T_K}{T_M + T_K}$$

	MEASURED RESISTANCE OHMS	RESISTANCE CORRECTED TO 85 °C, OHMS
PHASE A - T1 - T2		
PHASE B - T3 - T4		
PHASE C - T5 - T6		
TOTAL RESISTANCE		

COMMENTS: \_\_\_\_\_

DEFICIENCIES: \_\_\_\_\_

TEST EQUIPMENT USED: \_\_\_\_\_

TESTED BY: Default Administrator

COPYRIGHT © 2002-2014 POWERAB, INC.

www.powerab.com

32302, REVISED 4/22/2009



## GROUND POINT CONTINUITY TEST



OWNER \_\_\_\_\_ PAGE 163  
ADDRESS \_\_\_\_\_  
CUSTOMER Example Customer Company JOB # FORMS - ALL  
ADDRESS \_\_\_\_\_ ASSET ID \_\_\_\_\_  
DATE 10/13/2014 AMBIENT TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °F HUMIDITY \_\_\_\_\_ % PLANT Example Plant  
SUBSTATION GROUND MAT (EARTH) GROUNDING TESTS POSITION OTHER

General Description:

[illegible]

COMMENTS:	
DEFICIENCIES:	

TEST EQUIPMENT USED: \_\_\_\_\_ TESTED BY: Default Administrator

COPYRIGHT © 2002-2014 POWERDE, INC.

www.powerdb.com

24220, REVISED 11/21/2013