

## Sistem & Kontrol Pabrik

### Pusat Keahlian

### Kelistrikan



– PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –  
JOB AID  
J51 – GENERATOR TEGANGAN TINGGI

### Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
A	Persiapan Awal untuk pertemuan F2F	30.3.2018	Shermco	Draft
B	Pertemuan F2F di Dallas	09.04.2018	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 .....	5
6. Nilai-nilai Pengujian.....	9
7. Lembar Pengujian .....	15

### Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk generator 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) dari jenis dan model generator tertentu untuk menggunakan pengaturan kerja ini dengan persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

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

### Definisi

#### Generator:

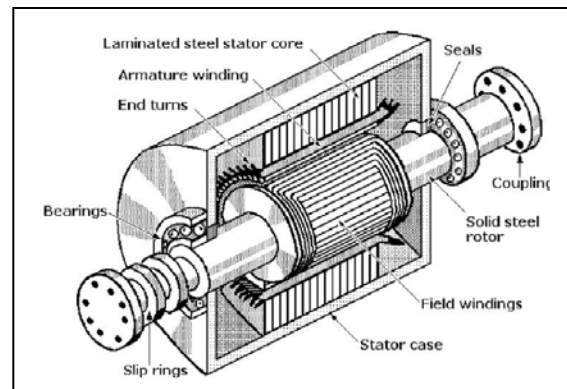
Generator adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik untuk digunakan pada sirkuit eksternal. Generator listrik bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik Faraday. Bagian penting dari prinsip ini adalah medan magnet. Medan magnet dihasilkan dari sumber daya DC dari Exciter yang merupakan bagian dari sistem generator.

#### Stator Generator

Stator terdiri dari semua bagian kelistrikan yang tidak berputar dari generator, termasuk lilitan generator yang memasok tegangan output.

#### Rotor Generator

Rotor atau koil medan dalam suatu generator menghasilkan fluks magnet yang penting untuk produksi tenaga listrik. Rotor adalah elektromagnet berputar yang membutuhkan sumber daya listrik DC (*Direct Current*) untuk membangkitkan medan magnet. Kekuatan ini berasal dari Exciter.

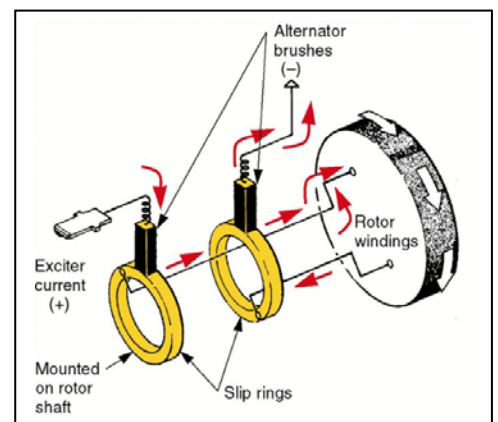


#### Exciter dengan Slip Rings

Dalam jenis sistem eksitasi ini, daya DC disuplai melalui seperangkat sikat dan *slip rings*.

#### Brushless Exciter

Dalam sistem eksitasi *brushless* ada *armature* yang berputar pada poros generator utama. Output *armature* diperbaiki oleh perangkat *solid state* yang juga berputar pada poros generator, dan arus diumpankan ke dalam coil rotor untuk membangkitkan generator. Karena *armature* dan rotor berada pada poros putar yang sama, sistem ini tidak memerlukan *slip rings*. Maka sistem ini mengurangi persyaratan pemeliharaan dan operasional. Semua



generator siaga menggunakan exciter tanpa sikat (*brushless*), serta sebagian besar generator lainnya di pabrik Cargill.

### Generator, Tegangan Rendah (LV):

Generator tegangan rendah (LV) memiliki nilai tegangan < 1000 V, tergantung pada peraturan setempat yang berlaku. Tegangan biasanya pada generator Tegangan Rendah yang digunakan di pabrik Cargill adalah 400V dan 480V. Generator Tegangan Rendah biasanya digunakan untuk daya listrik siaga.

### Generator, Tegangan Tinggi (HV):

Generator tegangan tinggi (HV), kadang-kadang disebut sebagai generator tegangan menengah (MV), dengan tegangan hingga 20 kV. Generator ini biasanya digunakan untuk menghasilkan daya listrik untuk menjalankan fasilitas, atau mengimbangi penggunaan utilitas offset.

## Dokumen-dokumen Referensi

- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Thermografi (A3)
- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi (A8)
- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Lilitan (A12)
- Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Uji Kontinuitas Pembumian (A18)

## 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 generator 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

### Pemeriksaan Infra Merah (A3)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Thermografi

### Pengujian PD Offline (A5)

- Surge tester yang juga mampu mengukur *discharge* sebagian (misalnya Baker DX, Electrom DX atau sejenisnya)

### Pengujian Resistensi Isolasi (A8)

- Peralatan sebagaimana ditentukan dalam “Standar Pelaksanaan Kerja Unggul Terpercaya Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi” dengan kemampuan menyediakan setidaknya tegangan uji 5.000 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 generator diberi aliran listrik dan dalam kondisi pengoperasian normal.

Pemeriksaan akan mencakup, namun tidak terbatas pada:

- Periksa generator apakah ditemukan bukti adanya kelembaban atau penumpukan kotoran.
- Periksa generator 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* / konektor 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 generator yang tahan ledakan atau debu).
- Verifikasi apakah lubang udara masuk (jika dipasang) tidak terhalang atau tersumbat.

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.

- 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).
- Periksa integritas *grouting* dan alas.
- Verifikasi apakah *bonding strap* di lokasi tersebut terpasang dengan baik.
- Verifikasi apakah papan nama terpasang pada generator dan datanya dapat terbaca.
- Verifikasi apakah TAG identifikasi generator (nomor peralatan) terpasang dengan baik.
- Kotak sambungan tidak ada hal-hal yang dikompromikan.

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

### Pemeriksaan Infra Merah (A3)

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

Direkomendasikan untuk melakukan tugas ini bersamaan dengan pemeriksaan Visual (A0) atas generator. Tugas ini tidak bersifat wajib, tetapi direkomendasikan, karena mencakup mode kegagalan tambahan.

Prosedur pengujian:

Poin-poin sebagai berikut biasanya dapat diperiksa dengan menggunakan kamera IR:

- a. Bantalan
- b. Gesekan pada kipas
- c. Permukaan panas pada generator menunjukkan potensi masalah internal
- d. Ruang pendingin yang terhalang/tersumbat
- e. Kabel kelebihan beban
- f. Pemanas ruang kerja saat macet

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

### Urutan Uji Generator Off-Line:

Pengujian selanjutnya harus dilaksanakan ketika generator dalam keadaan *off-line* dan dalam kondisi kerja yang aman secara kelistrikan. Pemeriksaan ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memiliki kualifikasi / terampil seperti teknisi listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan

pemeriksaan ini. Pengujian harus dilaksanakan pada terminal-terminal output generator dengan kabel keluar atau bus yang tidak disambungkan.

1. Isolasi generator
  - a. Menetapkan kondisi kerja yang aman secara kelistrikan
  - b. Buka kompartemen-kompartemen terminasi pada generator dan isolasi masing-masing lilitan.
  - c. Buang arus (*short out*) semua RTD dan termokopel yang bersangkutan sebelum pengujian.
  - d. Pastikan kapasitor generator dan *surge arrester*, jika ada, telah dilepas sambungannya (*disconnected*).
  - e. Tempatkan penghalang untuk pencegahan atau menempatkan petugas untuk memastikan orang-orang lain menyadari dan terlindungi dari pengujian ini.
2. Catat semua data papan nama generator.
3. Catat kelembaban dan suhu ambien sebelum melaksanakan pengujian.
4. Laksanakan semua pengujian yang berlaku untuk setiap perangkat lilitan dalam urutan sebagaimana ditunjukkan.
  - a. Resistensi Isolasi (A8) (Rotor dan Stator)
  - b. Resistensi Lilitan (A12) (Rotor dan Stator)
  - c. Pengujian Surge dan Off-Line PD (A5) (hanya Stator)
5. Setelah pengujian selesai, lepaskan semua peralatan dan alat.
6. Lepaskan *shorting jumper* dari RTD dan termokopel.
7. Singkirkan penghalang untuk pencegahan dan sambungkan kembali kabel-kabel ke generator.
8. Sambungkan kembali ke terminal dan kencangkan semua sambungan kabel dan tutup kompartemen-kompartemen kabel. Pastikan semua pengancing pada pintu menutup dan terkunci.

Pengujian surge dan Offline PD (A5) – Pengujian ini dilakukan untuk mencari apakah ada kerusakan pada sistem isolasi koil dan *lead*. Diasumsikan kurang efektif pada mesin dengan lilitan acak (*random wound*). *Partial discharge* (PD) akan mendeteksi kerusakan isolasi lebih awal dibandingkan dengan pengukuran resistensi isolasi. Pengujian ini harus dilakukan dalam kombinasi dengan pengujian lonjakan listrik. Hasil-hasil pembacaan PD baik dalam pC ataupun dalam mV. Hasil uji lonjakan listrik adalah rasio antara nilai-nilai puncak ke puncak dari hasil-hasil pembacaan yang berbeda pada lilitan yang sama dari waktu ke waktu (EAR = Error Ratio) dan perbandingan bentuk gelombang antara tiga lilitan. Ini membutuhkan interpretasi bentuk gelombang. Hasil-hasil pembacaan untuk PD dan denyut lonjakan harus sesuai dengan batas-batas sebagaimana diberikan pada bagian di bawah ini.

Resistensi Isolasi (A8) – Pemeriksaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan “Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Pengujian Resistensi Isolasi (A8)”. Pilih tegangan uji yang sesuai per tabel yang ditunjukkan.

Pengujian Pemeliharaan Resistensi Isolasi Mesin Berputar	
Tegangan Lilitan (Volt) <sup>a</sup>	Tegangan Uji Minimum Yang Direkomendasikan (DC)
< 1000	500
1000 – 2500	500 – 1000
2501 – 5000	1000 – 2500
5000 – 12000	2500 – 5000
> 12000	5000 – 10000
<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>	

Ukur resistensi isolasi untuk masing-masing lilitan stator dan medan putar utama dari fase ke arde selama 10 menit, catat setelah 30 detik, 60 detik dan kemudian setiap menit setidaknya untuk membuat profil resistensi isolasi. Hitung DAR (rasio nilai 1 menit dibagi dengan nilai 30 detik) dan PI (rasio nilai 10 menit dibagi dengan nilai 1 menit).

Resistensi Lilitan (A12) – Pemeriksaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan "Standar Pelaksanaan Kerja Cargill untuk Pengujian Resistensi Lilitan (A12)". Ukur resistensi lilitan pada hal-hal sebagai berikut:

- Stator masing-masing fase.
- Lilitan medan putar utama.

Catat hasil-hasil pengukuran tersebut. Hitung nilai rata-rata dari ketiga hasil pembacaan dan bandingkan masing-masing hasil pembacaan dengan nilai rata-rata. Hasil-hasil pembacaan harus dalam batas-batas sebagaimana disebutkan dalam bagian di bawah ini.

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

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan ikatan (*bonding*) yang kontinyu dan memadai dari elemen-elemen struktural dan kasing generator dengan sistem pembumian dan permukaan konduktif di sekitar generator. Pengujian ini mencakup melakukan pengukuran resistensi dari titik ke titik pada kasing generator ke arde struktural di sekitar generator dan sistem saluran atau baki kabel yang bersangkutan.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tester arde atau ohmmeter resistensi rendah digital. Penggunaan multimeter biasa tidak direkomendasikan karena nilai resistensi yang yang diukur kecil.

Ukur dengan ohmmeter resistensi rendah digital dari suatu bagian permukaan casing generator yang bersih ke titik-titik sebagai berikut:

- Terminal pembumian utama (jika dapat diakses)
- Permukaan konduktif (logam) di sekitar generator (misalnya rak pipa, kolom atau balok penyangga struktural, tangki, sistem pipa, dll.)

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.



- *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*.

### Nilai-nilai Pengujian

Tabel-tabel sebagai berikut memberikan gambaran tentang berbagai mekanisme kegagalan, gejalanya dan uji-uji untuk pendeteksian yang digunakan untuk dapat menemukannya.

#### Mekanisme Kegagalan Lilitan Rotor

Mekanisme Kegagalan	Gejala	Pengujian Deteksi	Jenis Lilitan
Putaran lilitan kutub korsleting	Tingkat getaran rotor tinggi yang berubah dengan tingkat eksitasi.	Pemantauan getaran	Rotor kutub menonjol
Lilitan kutub longgar yang mengarah ke gangguan arde	Tingkat getaran tinggi saat start dan stop.	Pemantauan getaran	Rotor kutub menonjol
Kegagalan sambungan antar koil karena kelenturan	Hilangnya eksitasi dan sinkronisme.	Pemeriksaan visual untuk menemukan bukti retak.	Rotor kutub menonjol
Penjajaran tidak tepat dan tidak seimbang	Ketidakseimbangan rotor tinggi dan keausan bantalan	Pemantauan getaran, analisis signature arus dan analisis gemuk / minyak.	Semua rotor
Kerusakan karena termal	Perubahan warna dan delaminasi isolasi	Pemeriksaan visual	Kutub menonjol, rotor bundar & luka
Kontaminasi	Korsleting putaran lilitan atau gangguan arde dikombinasikan dengan oli / gemuk / debu.	Resistensi isolasi, uji lonjakan, pemeriksaan visual	Rotor kutub menonjol, bundar & lilit

#### Mekanisme Kegagalan Lilitan Stator

Mekanisme Kegagalan	Gejala	Pengujian Deteksi
Impregnasi yang tidak memadai	Discharge Sebagian	PD online & offline, Tan $\delta$ , Faktor Daya
Kegagalan Lapisan Stress Tegangan	Discharge sebagian, ozon	PD online & offline, pemeriksaan visual, Tan $\delta$ , Faktor Daya
Gerakan Koil	Discharge sebagian, ozon, pasak longgar	PD online, pemeriksaan visual
Kerusakan karena termal	Discharge sebagian, perubahan warna dan delaminasi isolasi	PD online & offline, pemeriksaan visual, Tan $\delta$ , Faktor Daya
Siklus Termal (Start yang berlebihan)	Discharge sebagian, putaran lilitan stator korsleting, ujung	PD online & offline, pemeriksaan visual, Tan $\delta$ , Faktor Daya

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 – J51 – Generator Tegangan Tinggi

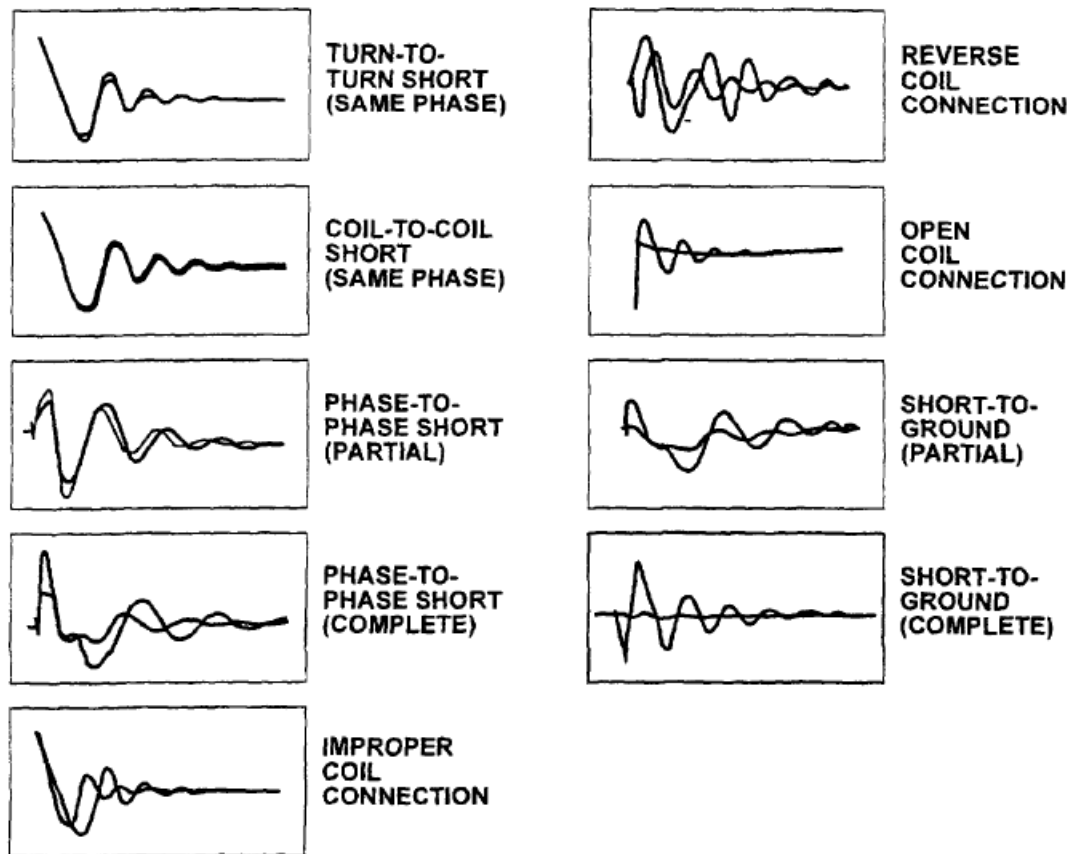
Mekanisme Kegagalan	Gejala	Pengujian Deteksi
	lilitan longgar	
Kontaminasi	Discharge sebagian, bubuk putih di area PD dengan kombinasi minyak / lemak / debu	PD online & offline, Resistensi Isolasi, PI, dc potensial tinggi, Tan $\delta$ , Faktor Daya, pemeriksaan visual

### Uji PD Offline dan uji lonjakan (A5)

Kriteria Tingkat Kekritisn Cargill – Peralatan Berputar			
Partial Discharge (PD)			
Tingkat Kekritisn:	Tidak ada kekurangan	Memadai	Dipertanyakan
Dasar	< 100 %	< 100 %	> 100 %
Tidak Seimbang	< 50% ??	< 50% ??	> 50% ??
Kriteria ini akan digunakan dengan membandingkan nilai-nilai dasar dan ketidakseimbangan antara hasil-hasil pengukuran lilitan. Tren harus digunakan untuk menentukan frekuensi pengujian.			

Kriteria Tingkat Kekritisn Cargill - Peralatan Berputar			
Surge Pulse Pengujian			
Tingkat Kekritisn:	Tidak ada kekurangan	Memadai	Dipertanyakan
EAR	< 10 %	NA	> 10 %
Kriteria ini tidak diambil dari standar yang diketahui saat ini.			

Interpretasi *signature* denyut dari lilitan-lilitan yang berbeda: Denyut harus pada amplitudo yang sama dan harus sinkron. Pengukuran ini dipengaruhi oleh posisi rotor. Penentuan lulus/gagal akan didasarkan pada pola-pola sebagaimana dipublikasikan.



Pola PD. Sumber: Perbaikan Mesin Kelistrikan Sistem Angkutan Laut, S6260-BJ-GTP-010, revisi 2005.

#### 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

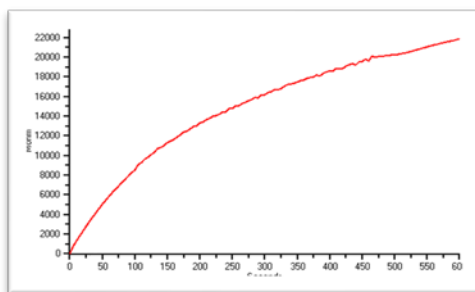
Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill - Peralatan Berputar			
Rasio Absorpsi Dielektrik (DAR) dan PI			
Tingkat Kekritisan:	Tidak ada kekurangan	Memadai	Dipertanyakan
DAR	> 1,6	1,25 .. 1,6	< 1,25
Kriteria ini diambil dari rekomendasi dalam IEEE Std 43-2000			

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

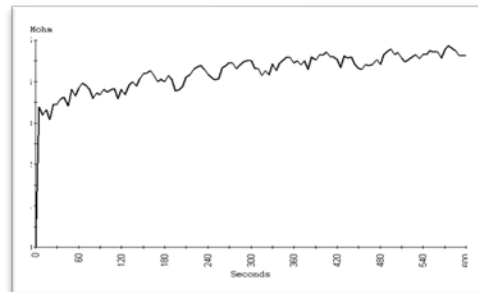
Jika sebuah generator baru, dibersihkan atau diperbaiki yang telah disimpan selama beberapa waktu, nilai resistensi isolasinya kurang dari 10 megohm, mungkin penyebabnya adalah karena lilitannya lembab dan perlu dikeringkan.

Jika generator 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 generator tersebut dapat kembali dioperasikan untuk digunakan.

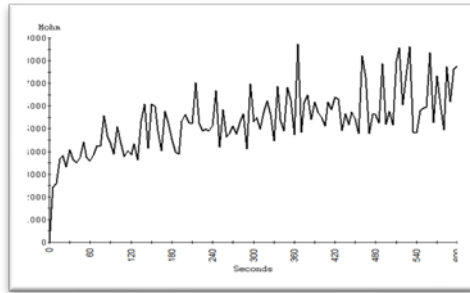
Resistensi Isolasi dari waktu ke waktu harus dievaluasi dengan menggunakan pola-pola di bawah ini:



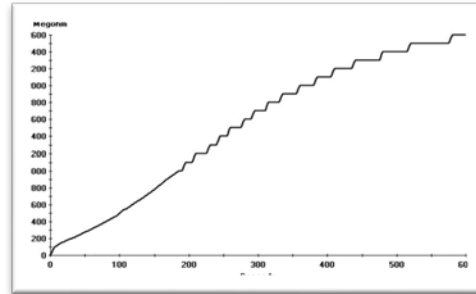
*Pola 1: Kondisi baik*



*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 selalu 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 Generator:			
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 generator 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 generator terkait, gunakan kriteria yang disajikan dalam tabel. Pastikan hasil-hasil pembacaan dilakukan koreksi suhu hingga 40° C saat membandingkan dengan hasil-hasil dari pengujian-pengujian sebelumnya.			


## Job Aid – J51 – Generator Tegangan Tinggi

### 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 generator 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.			

## Lembar Pengujian



**GENERATOR POLARIZATION INDEX (PI) TEST**



OWNER \_\_\_\_\_ PAGE 108

ADDRESS \_\_\_\_\_ JOB # FORMS - ALL

CUSTOMER Example Customer Company ASSET ID \_\_\_\_\_

ADDRESS \_\_\_\_\_

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

SUBSTATION GENERATORS POSITION AUTOMATED

---

**GENERATOR NAMEPLATE DATA:**

GENERATOR MFR. \_\_\_\_\_ MODEL NO. \_\_\_\_\_ S/N \_\_\_\_\_

KVA \_\_\_\_\_ KW \_\_\_\_\_ VOLTS (KV) \_\_\_\_\_ AMPS \_\_\_\_\_ PHASE \_\_\_\_\_ FREQUENCY \_\_\_\_\_ RPM \_\_\_\_\_

GENERATOR CONTROL MFR. \_\_\_\_\_ MODEL NO. \_\_\_\_\_ S/N \_\_\_\_\_

GOVERNOR MFR. \_\_\_\_\_ YEAR MANUF. \_\_\_\_\_ TYPE CHOOSE

VOLTAGE REG. MFR. \_\_\_\_\_ FRAME TYPE \_\_\_\_\_ OTHER \_\_\_\_\_

---


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

CORE/COIL TEMPERATURE \_\_\_\_\_ °C Use Instrument PI Value: ☐ INSULATION TYPE DRY


MINUTES	PHASE A TO B			PHASE B TO C			PHASE C TO A		
	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									
2.00									
3.00									
4.00									
5.00									
6.00									
7.00									
8.00									
9.00									
10.00									
POLARIZATION INDEX									

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

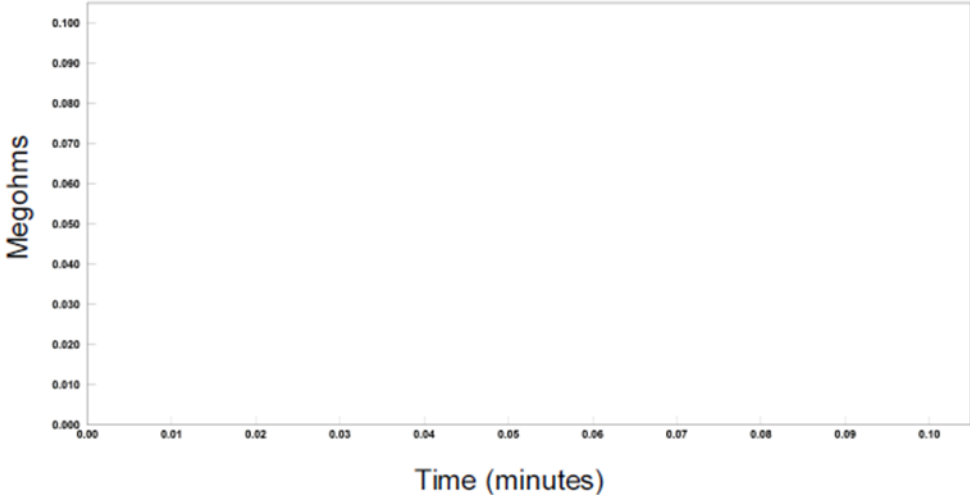
Copyright © 2002-2014 POWERDB, INC. www.powerdb.com REVISED 10/15/2012



GENERATOR POLARIZATION INDEX (PI) TEST

  
PAGE 109

### Polarization Index



PHASE A TO GROUND: Red Square	PHASE A TO B: Orange Star
PHASE B TO GROUND: Blue Circle	PHASE B TO C: Purple Down Triangle
PHASE C TO GROUND: Green Triangle	PHASE C TO A: Grey Diamond

COMMENTS:

DEFICIENCIES:


COPYRIGHT © 2002-2014 POWERDB, INC.

www.powerdb.com


REVISED 10/15/2012



# Job Aid – J51 – Generator Tegangan Tinggi



## GENERATOR 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 POWERDB, INC.

www.powerdb.com

32303, REVISED 4/22/2005

