

Sistem & Kontrol Pabrik

Pusat Keahlian

Kelistrikan



– PROGRAM PEMELIHARAAN KELISTRIKAN (EMP) –
JOB AID
J15 – Baterai, Rapat dan Berventilasi

Riwayat Perubahan

Perubahan-perubahan sebagai berikut telah dibuat atas dokumen ini.

Versi	Perubahan	Tanggal	Penyusun	Status
A	Persiapan awal untuk pertemuan F2F	15.9.2017	Shermco	Draft
B	Tinjauan grup kecil	02.10.2017	BJ, DV, AL	Draft
C	Tanggapan-tanggapan Dimasukkan	06.10.2017	Shermco	Draft
D	Versi <i>cleaned up</i>	02.01.2018	AL	Draft
E	Tanggapan-tanggapan tambahan diatasi	03.01.2018	Shermco	Draft
F	Tanggapan-tanggapan Dimasukkan	06.03.2018	Shermco	Draft
G	Versi <i>cleaned up</i> untuk ditinjau grup	20.04.2018	AL	Draft

Daftar Isi

1. Lingkup.....	3
2. Definisi	3
3. Dokumen-dokumen Referensi	5
4. Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan	6
5. Urutan Pengujian	8
6. Nilai-nilai Pengujian.....	17
7. Lembar Pengujian.....	21

Lingkup

Dokumen ini berlaku untuk baterai yang mendukung operasi *switchgear* dan aplikasi UPS. Karena ini adalah *job aid* yang bersifat umum, maka perlu untuk melihat juga panduan pemeliharaan dan pengoperasian (petunjuk pengujian dan pengoperasian OEM) mengenai sel baterai tertentu untuk menggunakan pengaturan kerja ini sesuai persyaratan-persyaratan sebagaimana diuraikan dalam panduan tersebut.

Untuk klarifikasi: Baterai-baterai sebagai berikut merupakan bagian dari lingkup ini:

- Baterai Rapat (*sealed*) (juga disebut sebagai baterai VRLA)
- Baterai Berventilasi (*vented*) (juga disebut sebagai baterai FLA)

Definisi

Baterai, Rapat (*Sealed*):

Baterai rapat, sering disebut sebagai baterai timbal-asam dengan katup pengatur (VRLA) yang menggunakan sistem katup satu arah, pelepas tekanan untuk mencapai teknologi "rekombinan". Ini berarti oksigen yang biasanya dihasilkan pada plat positif diserap oleh plat negatif. Hal ini menekan produksi hidrogen pada plat negatif. Sebagai gantinya dihasilkan air, yang mempertahankan kelembaban di dalam baterai. Baterai ini tidak perlu tambahan air, dan tidak boleh dibuka karena akan menyebabkan baterai kelebihan oksigen dari udara.



Baterai, Berventilasi (*Vented*):

Baterai berventilasi, sering disebut sebagai baterai timbal asam *flooded* (FLA), penyediaan lacks untuk rekombinasi gas yang dihasilkan selama pengoperasian normal. Untuk menghindari pecahnya wadah sel, gas ini dibuang melalui ventilasi (*vented*) dengan *flame arresters*, ke atmosfer. Baterai ini biasanya memiliki wadah bening sehingga elektrolit berbasis air dan pelat baterai dapat diperiksa dan dilakukan pemeliharaan.



Charger baterai:

Perangkat yang berfungsi menyediakan arus pengisian daya listrik mengambang dan dapat meratakan tegangan untuk suatu sel baterai.

Elektrolit:

Media di dalam baterai yang mengakomodasi pembentukan gas dan rekombinasi gas di dalam baterai selama siklus pengisian dan pelepasan muatan listrik (*discharge*) baterai.

Float Charge:

Tegangan mengambang (*float*) adalah tegangan di mana baterai dipertahankan setelah terisi penuh untuk mempertahankan kapasitasnya yang mana untuk itu sebagai kompensasinya terjadi pelepasan daya listrik pada baterai sekalipun tidak digunakan (*self-discharge*). Tegangan mengambang dihitung sesuai dengan spesifikasi tegangan mengambang dari pabrik pembuat dan jumlah selnya dan harus disesuaikan dengan benar untuk menghindari pengisian yang kurang (sulfasi) atau kelebihan pengisian (oksidasi, penguapan) pada sel. Penggunaan cadangan listrik melebihi batas tegangan yang direkomendasikan (*over discharge*) akan mengurangi umur pakai baterai.

Meratakan Daya Listrik:

Perataan (*equalizing*) adalah *overcharge* yang dilakukan pada baterai asam timbal *flooded* setelah terisi penuh. Ini membalikkan penumpukan efek kimia negatif seperti stratifikasi, suatu kondisi di mana konsentrasi asam lebih besar di bagian bawah baterai dari pada di bagian atas, dan sulfasi, yang dapat mengurangi kapasitas keseluruhan baterai dan membuat baterai tidak dapat digunakan saat kondisi ekstrem.

String Baterai:

String baterai mencakup satu rangkaian (string) sel / baterai atau lebih yang terhubung secara seri untuk menghasilkan tegangan / potensial yang dapat digunakan (mis. 6V, 12V, 24V, 48V, 110V, 480V).

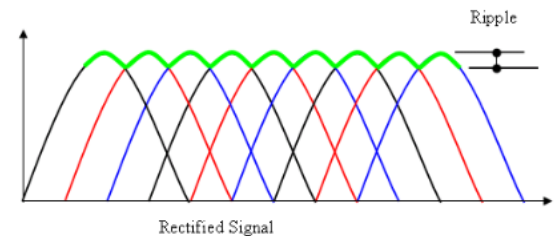
Bank Baterai:

Satu bank baterai memuat satu atau beberapa string baterai (yang disambung secara paralel). Sambungan paralel string-string baterai meningkatkan kapasitas bank baterai. Kapasitas suatu bank baterai diukur dalam Ah (Amper jam).

Arus riak:

Arus riak adalah pengukuran arus AC yang ada pada string baterai. Arus riak adalah produk samping dari konversi AC ke DC pada *charger* baterai. Arus ini biasanya sangat kecil tetapi nilainya bisa sangat tinggi sehingga tidak dapat diterima, ketika penyearah (*rectifier*) charger daya baterai mengalami kegagalan fungsi. Konsekuensi dari arus riak tinggi adalah mengakibatkan pemanasan di bagian internal baterai.

Jika penyearah pada charger daya mengalami gagal fungsi, arus riak akan menjadi arus frekuensi rendah. Hal ini dapat menaikkan tegangan mengambang di atas peringkat maksimum baterai pada puncaknya dan lebih rendah dari pada batas bawah tegangan mengambang dari tegangan minimum sirkit terbuka baterai. Hal ini akan menyebabkan pengisian dan pemakaian baterai berlebihan yang berulang, sehingga akan mengurangi umur pakai baterai. Riak frekuensi rendah juga dapat mengganggu *ohmic tester*. Jika suatu hasil pengukuran tidak stabil ini bisa menjadi tanda adanya arus riak frekuensi rendah. Untuk memverifikasi hal ini, matikan charger daya dan lihat apakah hasil pembacaan stabil.



Job aid – J15 – Baterai

Nilai Kapasitas:

Nilai kapasitas adalah besarnya daya yang tersedia di baterai. Nilai kapasitas dinyatakan dalam Ah (Ampere jam). Nilai kapasitas menggambarkan kemampuan baterai untuk mengirimkan arus pada arus kondisi terisi penuh pada laju pelepasan daya dan suhu elektrolit tertentu selama waktu tertentu sampai dengan titik akhir tertentu tegangan pelepasan daya (*discharge voltage*). Faktor kegagalan fungsi dan penuaan akan mengurangi nilai kapasitas daya baterai dari waktu ke waktu.

Perlu diperhatikan bahwa arus dan waktu pelepasan daya (discharge) tidak dapat secara langsung dilihat dari kapasitas baterai, tetapi perlu merujuk tabel yang disediakan oleh pabrik pembuatnya: Contoh di bawah ini menunjukkan bahwa sebuah baterai 100 Ah dapat menghasilkan 12,3 A selama 8 jam (sama dengan 98,4 Ah), tetapi hanya 51,1 A untuk 1 jam (sama dengan 51,1 Ah). Pengetahuan mengenai pabrik pembuat baterai penting untuk membuat perencanaan uji beban.

	8 hr Amp-Hr Ratings*	Nominal Rates @ 77°F (25°C) and 1.215 Specific Gravity (includes connector voltage drop)									
		1 min	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	6 hr	8 hr	12 hr
1.75	50	74.7	49.8	37.7	26.0	16.8	12.7	10.4	7.7	6.2	4.4
	75	112.1	74.7	56.6	39.1	25.1	19.1	15.6	11.6	9.3	6.7
	100	149.5	99.6	75.5	51.1	33.5	25.5	20.8	15.4	12.3	8.9
	120	190.9	127.1	96.0	66.2	40.8	30.1	24.5	18.3	14.8	10.8
	150	224.2	149.4	113.2	78.1	50.3	38.2	31.2	23.1	18.5	13.3
	200	299.0	199.2	151.0	104.2	67.0	50.9	41.6	30.8	24.7	17.8

Flame arrestor:

Flame Arrestor memungkinkan gas di dalam sel baterai untuk mengalir keluar. *Flame arrestor* yang terbuat dari bahan berpori berfungsi sebagai penghalang percikan api atau nyala api untuk masuk ke dalam sel dan menyebabkan ledakan internal.



Berat jenis

Kerapatan elektrolit dalam sel baterai dinyatakan dengan rasio kerapatan elektrolit dan kerapatan air murni. Berat jenis 1,260 berarti bahwa berat elektrolit sama dengan 1,26 berat air. Berat jenis tergantung pada kondisi pengisian baterai – sel baterai yang terisi penuh akan memiliki berat jenis yang tinggi (mis. 1,260), sedangkan sel baterai yang terisi daya listrik sebagian akan memiliki berat jenis yang lebih rendah (mis. 1.110). Pengukuran berat jenis bersifat sensitif terhadap suhu.

Dokumen-dokumen Referensi

- Job Aid J13 - "Charger Daya Baterai"
- Job Aid J14 - "UPS"
- Job Aid J23 - "Ruang Listrik"

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

- Standar Pelaksanaan Kerja Cargill Unggul Terpercaya untuk Termografi (A3)
- IEEE 450-2-2010: *Praktek yang Direkomendasikan untuk Pemeliharaan, Pengujian dan Penggantian Baterai Asam Timbal untuk Aplikasi Stasioner*
- IEEE 1188-2005: *Praktek yang Direkomendasikan untuk Pengujian Pemeliharaan dan Penggantian Baterai Asam Timbal dengan Katup Pengatur untuk Aplikasi Stasioner*
- IEEE 1106-2005: *Praktek yang Direkomendasikan untuk Instalasi, Pengujian Pemeliharaan dan Penggantian Baterai Vented Nickel-Cadmium untuk Aplikasi Stasioner*
- IEC 60896-2-1 “Baterai timbal-asam stasioner – Persyaratan-persyaratan umum dan metode pengujian Bagian 2: Jenis dengan katup pengatur”.
- IEC 61427: 2005-05, “Baterai dan sel sekunder untuk sistem energi fotovoltaik (PVES) – Persyaratan-persyaratan umum dan metode pengujian”

Alat-alat dan bahan-bahan yang diperlukan

General requirements:

- Perlu untuk menyediakan petunjuk pengujian dan pengoperasian OEM.
- Perlu dicatat bahwa banyak dari pengujian kelistrikan yang diuraikan dalam *job aid* ini memerlukan peralatan khusus dan dilaksanakan oleh para pekerja yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk menggunakan peralatan tersebut.
- Saat melakukan pengujian ini di lapangan, tindakan pencegahan untuk keselamatan yang tepat harus diterapkan sebelum melaksanakan pengujian.
 - APD: APD busur api listrik dan proteksi sengatan listrik wajib dikenakan ketika terpapar suatu sirkuit beraliran listrik saat melaksanakan pengujian.
 - Analisis Bahaya Pra-Kerja (PJHA): Saat melaksanakan kegiatan pengujian atau pemeriksaan, isilah formulir PJHA dan mintalah personil yang bersangkutan menandatangani untuk kegiatan ini.
- APD tambahan yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan atas baterai-baterai didasarkan pada jenis sistem baterai dan tugas yang dilaksanakan. Pilih APD yang tepat untuk tugas tersebut. APD harus tahan bahan kimia:
 - Lakukan Pengukuran Tegangan – Kacamata Keselamatan, sarung tangan pelindung asam dan APD lainnya yang diperlukan di lokasi. Jika tegangan lebih tinggi dari 100VDC, diperlukan sarung tangan isolasi.
 - Interaksi dengan Elektrolit – Ini termasuk melakukan pengukuran/pembacaan berat jenis, menambahkan air, memindahkan sel baterai, memindahkan *flame arrestor*, dll. Kacamata keselamatan, penutup sepatu boot, *goggle*, pelindung wajah, pakaian kerja, sarung tangan pelindung asam, dan APD lainnya yang diperlukan di lokasi yang wajib dikenakan.



- Pengukuran Impedansi atau *Load Bank* - Kacamata keselamatan, sarung tangan pelindung asam dan APD lainnya yang diperlukan di lokasi. Jika tegangan lebih tinggi dari 100VDC, diperlukan sarung tangan isolasi.
- Torsi atau Tempat Penyambungan – Kacamata keselamatan, peralatan dengan isolasi untuk sesuai dengan tegangannya, sarung tangan pelindung asam dan APD lainnya yang diperlukan di lokasi. Jika tegangan lebih tinggi dari 100VDC, diperlukan sarung tangan isolasi.
- Kit tumpahan harus berada dalam jarak 7,6 meter dari area kerja saat melakukan pekerjaan pada bank baterai
- Konfirmasi pencuci mata dan *shower* keselamatan berada dalam jarak 7,6 meter dari area kerja dan berfungsi pada saat melakukan pekerjaan pada bank baterai, terutama pada saat melakukan pekerjaan pada baterai berventilasi

Pemeriksaan Visual (A0)

- Lampu senter
- Kamera digital
- Cermin telescoping (untuk mengakses bagian-bagian yang tak terlihat di rak baterai)

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

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

Pengujian Baterai (A6)

- Semua alat yang digunakan saat melaksanakan pekerjaan pada atau di dekat bank baterai harus merupakan alat berisolasi yang disetujui. Alat-alat yang hanya sekedar dililit selotip tidak diizinkan.
- Voltmeter impedansi rendah digital
- Hygrometer, biasanya digunakan untuk mengukur berat jenis. Penggunaan higrometer manual akan dengan kompensasi suhu sementara hygrometer digital secara otomatis mengukur suhu elektrolit dan dengan kompensasi berat jenis.
- Perangkat uji baterai Resistensi Ohmic Internal, misalnya:
 - Alber Cellcorder – Pengukuran resistensi DC
 - Midtronics – Pengukuran konduktansi AC
 - Megger - Pengukuran impedansi sel
 - Tester Baterai Fluke 500 Series



Resistensi sambungan (A9)

- Ohmmeter Resistensi Rendah Digital (DRLO), biasa disebut sebagai micro-ohmmeter.
- Kunci momen (opsi)

Uji Operabilitas Sistem / Beban (A19)

- Bank beban dengan kabel.

Bank beban harus memiliki ukuran sebesar beban nominal sistem yang akan diuji.

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

Direkomendasikan untuk menggunakan bank beban otomatis yang menyediakan arus konstan dengan pengukuran tegangan keseluruhan dan peringatan yang dapat diprogram dan batas berhenti.

- Multimeter digital. Lebih dipilih perekam tegangan multisaluran yang akan digunakan untuk memonitor secara terus-menerus semua tegangan sel selama pengujian berlangsung.

Urutan Pengujian

Pemeriksaan Visual A0 (selama operasi normal)

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

Pemeriksaan visual dilakukan untuk menilai kondisi keseluruhan baterai dan untuk mendeteksi apakah ada masalah di bagian internal, seperti tumpahan dan kebocoran elektrolit, panas berlebih, kerusakan mekanis, dll. Pekerja harus mengenakan APD yang tepat, untuk perlindungan bahaya listrik. serta perlindungan bahaya khusus baterai, sebagaimana diuraikan di atas.

Pemeriksaan akan mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

- Pemeliharaan Kebersihan: Periksa untuk memastikan ventilasi dan sirkulasi udara berfungsi dengan baik di sekitar rangkaian baterai.
- Penjangkaran dan pbumian yang tepat, bila dapat diakses: Evaluasi kondisi dan sambungan-sambungan kabel pbumian dari rak baterai ke sambungan sistem pbumian. Kabel arde harus tidak terputus dan bebas dari cacat. Sambungan harus kencang dan tidak menunjukkan adanya perubahan warna.
- Lakukan verifikasi integritas struktural rak baterai (tidak ada bagian struktural yang rusak karena korosi, bagian logam terlindungi dengan cat atau pelapis, pengencang (mur/baut) rak terpasang dengan baik, tidak terlihat adanya kerusakan seperti retakan pada isolator rel)
- Lakukan verifikasi kondisi ambien di ruangan dan verifikasi apakah pendingin dan kipas berfungsi dengan baik, jika ada: AC dan kipas pendingin ruang baterai biasanya dikontrol dengan termostat sehingga akan hidup dan mati berdasarkan pengaturan suhu. Jika kipas tidak berfungsi, harus dicatat disertai dengan catatan mengenai posisi pengaturan termostat saat ditemukan. Kemudian jalankan (*exercise*) sistem dengan menyesuaikan pengaturan termostat yang akan membuat sistem beroperasi. Dengan pengoperasian selanjutnya, pengaturan termostat harus dikembalikan ke pengaturan semula dan catat pengaturan saat ditinggalkan. Periksa apakah ada kejadian terkena sinar matahari langsung dan apakah ada faktor eksternal yang mempengaruhi ambien di dalam ruangan.

- Pemasangan label busur api listrik / keselamatan / wajib berdasarkan undang-undang: Apakah semua kompartemen telah dipasang label dengan baik yang memberikan peringatan / label keselamatan yang diperlukan. Periksa mis. untuk yang hal-hal berikut ini:
 - Label busur api listrik
 - Label bahaya sengatan listrik
 - Label peringatan umpan ganda / *backpower*
 - Aturan keselamatan P3K
 - Pasal-pasal peraturan setempat
- Kompartemen terkunci – jika berlaku: Apakah semua pintu dari semua kompartemen kelistrikan telah tertutup dengan benar dengan semua pengancing menutup dan terkunci?
- Akses dan keluar tidak terhalang – pintu dan lorong yang memungkinkan akses bersih bebas halangan untuk masuk dan keluar dari area di sekitar baterai.
- Periksa bagian luar kasing sel (wadah): Jejak atau akumulasi yang berkerak merupakan bukti kebocoran elektrolit. Tanda-tanda korosi pada sambungan terminal, sambungan antar sel, dan rak juga merupakan indikasi adanya kebocoran elektrolit. Periksa apakah ada retak dan krasing (jaringan retak halus). Wadah akan mengalami retak karena titik panas, sinar matahari, dampak mekanis atau pengaruh kimia. Periksa apakah ada kerusakan segel dan penutup wadah. Periksa apakah terdapat tonjolan (wadah yang mengembung).
- Masing-masing sel harus dilabeli dengan angka unik untuk dapat membandingkan hasil-hasil pengukuran yang dilakukan pada waktu yang berbeda. Nomor sel harus digunakan pada semua pengukuran atas masing-masing sel. Sel harus diberi nomor mulai dari terminal positif bank ke terminal negatif.
- Periksa kondisi sel bagian internal (seperti yang terlihat). Periksa pelat, pemisah batang bus internal positif dan negatif dan sambungan-sambungan ke masing-masing pelat, bagian internal dari *post* (kutub).

Pemeriksaan untuk baterai berventilasi akan mencakup pemeriksaan tambahan sebagai berikut:

- Periksa level elektrolit. Sel-sel *flooded* memiliki tabung transparan atau tembus pandang, sehingga level elektrolit dapat dengan mudah dibandingkan dengan level yang direkomendasikan dengan tanda pada sel (tanda maksimum dan minimum). Perhatikan apakah ketinggian air baterai telah sesuai rekomendasi. Hanya air suling yang boleh ditambahkan ke suatu baterai jika diperlukan penambahan air. Periksa apakah terdapat cincin horizontal deposit putih di dekat level elektrolit.
- Periksa pelat-pelat apakah ada retak, bagian yang rusak atau jatuh dan leveling pelat dan *post* (kutub).
- Periksa pelat-pelat positif. Pelat positif biasanya yang pertama kali mengalami aus dan terletak di bagian tengah tabung. Pelat tersebut mestinya berwarna coklat tua atau hitam. Jika berkilau adalah bukti sulfasi atau kurang pengisian (*undercharge*). Cari apakah terdapat retakan, pecahan dan potongan yang tergantung di bagian samping. Ini

menunjukkan bahwa sel mungkin perlu diganti dan mungkin sel-sel lain juga memiliki masalah yang sama.

- Periksa pelat-pelat negatif. Pelat negatif lebih tipis dari pada pelat positif dan posisinya berada di luar tabung. Pelat ini mestinya memiliki warna timah yang bersih dari atas ke bawah. Warna merah muda menunjukkan adanya kontaminasi tembaga.
- Periksa apakah ada sedimen. Akumulasi bahan berwarna abu-abu di bawah pelat negatif disertai dengan sedimen berwarna hitam jarang merupakan indikasi dari kondisi pengisian daya yang kurang. Sedimen berwarna hitam yang berlebih di bawah pelat positif sementara ada sedikit sedimen di bagian negatif mengindikasikan kondisi pengisian yang berlebihan (*overcharge*) atau suhu berlebih. Jika terdapat sedimen yang berlebih hingga menutupi bagian bawah tabung, menandakan bahwa baterai telah melewati banyak sekali siklus pengisian atau dioperasikan pada suhu tinggi.
- Lakukan verifikasi apakah terdapat *flame arrestor* dan bagaimana kondisinya. Jangan lepaskan *flame arrestor* untuk melakukan pengukuran berat jenis.

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

Pemeriksaan Infra Merah (A3)

Pemeriksaan ini harus dilaksanakan sesuai dengan "Standar Pelaksanaan Kerja RE Cargill untuk Thermografi"

Untuk perencanaan pemeriksaan IR baterai, penting untuk memastikan bahwa bank baterai beraliran listrik dan beroperasi pada kondisi normal – Lebih dipilih pada saat dengan beban tertinggi biasanya (pemeriksaan IR tidak boleh dilakukan selama *shutdown* pabrik). Direkomendasikan untuk melakukan pemeriksaan IR selama pelaksanaan uji beban pada tingkat pelepasan (*discharge*) yang tinggi.

Beberapa bank baterai dipasang dalam suatu *enclosure*. Untuk membuka suatu penutup pada sistem baterai saat dialiri daya harus mengenakan APD busur api listrik yang tepat seperti yang digambarkan untuk *enclosure* tersebut.

1. Evaluasi profil suhu sel-sel baterai.
2. Periksa semua sambungan untuk baterai – kabel keriting, ukuran kabel-kabel sambungan dan sambungan kabel ke *post* / kutub baterai.
3. Evaluasi perbedaan suhu antara sel-sel baterai dalam suatu rangkaian baterai (*string*).

Tutup semua kompartemen yang sebelumnya dibuka untuk pelaksanaan pengujian – pastikan semua pengancing pada pintu telah menutup dan terkunci.

Pengujian Baterai (A6)

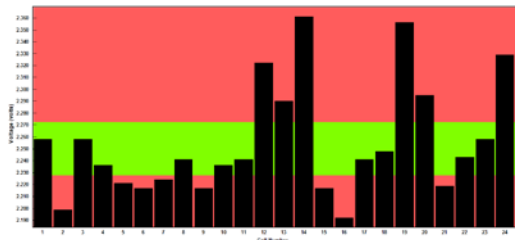
Pengujian ini hanya boleh dilaksanakan oleh seseorang yang memenuhi kualifikasi / terampil seperti tehnik listrik atau oleh seseorang yang telah mendapatkan pelatihan khusus untuk melaksanakan pemeriksaan ini. Pemeriksaan ini dilaksanakan dalam keadaan di mana baterai beraliran listrik.

Tiga pengukuran berbeda akan dilaksanakan pada masing-masing baterai – tegangan sel, berat jenis dan impedansi sel untuk menentukan kondisi fisik masing-masing sel dalam bank baterai.

Direkomendasikan untuk melakukan pengujian baterai bersama dengan pengujian *charger* daya baterai sebagaimana diuraikan dalam Job Aid J13.

Urutan pengujian:

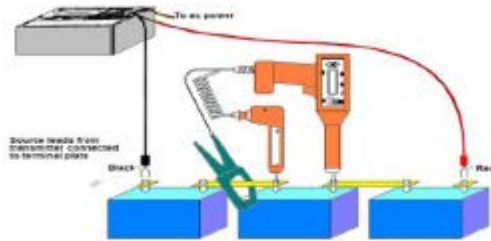
- Pengujian baterai harus dilaksanakan setelah pemeriksaan visual (A0). Ini akan memastikan bahwa semua sel telah diberi nomor dan bahwa semua baterai memiliki level elektrolit yang tepat. Penyesuaian level elektrolit dengan air suling akan berdampak pada pengukuran berat jenis.
- Baterai harus diuji dalam kondisi mengambang normal dengan baterai terisi penuh. Ini penting untuk evaluasi tegangan sel, berat jenis dan impedansi internal, karena nilai-nilai ini tergantung pada keadaan pengisian. Pastikan *charger* daya baterai diatur pada pengisian mengambang yang tepat sebagaimana ditentukan untuk bank baterai tersebut. Pengisian daya yang salah dapat menyebabkan sulfasi (pengisian daya kurang) atau oksidasi dan penguapan (pengisian daya berlebihan).
- Tegangan Sel – Catat tegangan sel dari masing-masing sel. Tegangan diukur pada *post* (kutub) masing-masing sel dengan voltmeter impedansi rendah. Semua sel harus ada dalam batas-batas seperti yang ditentukan pada bagian di bawah ini. Pengukuran ini akan memverifikasi apakah tegangan rangkaian baterai (*string*) seimbang. Sel dengan tegangan rendah akan bertindak sebagai beban untuk sel-sel di sekitarnya.



- Berat Jenis (hanya untuk tipe baterai berventilasi atau *flooded*) – Ukur berat jenis masing-masing sel. Pengukuran ini biasanya dilakukan dengan menggunakan Hygrometer. Semua sel harus ada dalam batas-batas seperti yang ditentukan pada bagian di bawah ini. Berat jenis adalah pengidentifikasi apakah ada kontaminasi dan stratifikasi (pemisahan campuran cairan – dalam hal ini asam dan air). Pengukuran

berat jenis bersifat sensitif terhadap suhu dan harus dikompensasi dengan suhu. Untuk itu juga akan perlu mengukur suhu masing-masing sel baterai.

- Nilai impedansi sel / Nilai Ohmik Internal – Mengukur nilai ohmik internal atau nilai impedansi sel dalam masing-masing sel baterai. Perangkat pengujian khusus harus digunakan untuk melakukan pengujian ini. Perangkat pengujian yang berbeda akan menggunakan metode yang berbeda untuk mendapatkan pengukuran impedansi (resistansi, konduktansi, dan impedansi) dan dapat terus digunakan jika setiap kali pengujian digunakan perangkat pengujian yang sama. Perhatikan bahwa hasil-hasil yang didapatkan dari metode pengujian yang berbeda adalah tidak dapat dibandingkan. Direkomendasikan untuk mengukur semua sel dengan sumber AC umum (lihat gambar di bawah). Pengukuran dengan sumber DC hanya akan mengukur jalur resistif sel baterai, tetapi bukan impedansi selengkapannya. Impedansi sel dihitung dengan membagi tegangan yang diukur dengan arus yang diukur.

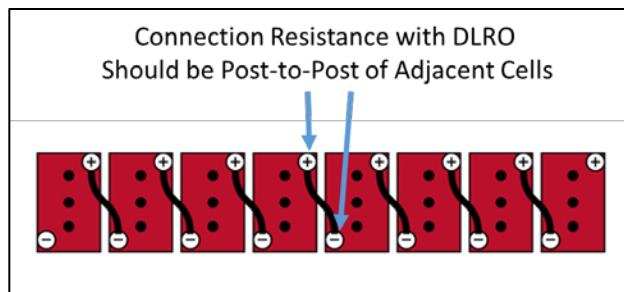


Beberapa tester baterai akan secara langsung menampilkan impedansi yang diukur. Pengujian impedansi sel bukanlah pengujian absolut. Nilai-nilai hasil pengujian harus dibandingkan antara sel-sel baterai dalam sebuah rangkaian baterai (*string*) dan dilaksanakan dengan cara demikian selanjutnya (*trend*) dari waktu ke waktu.

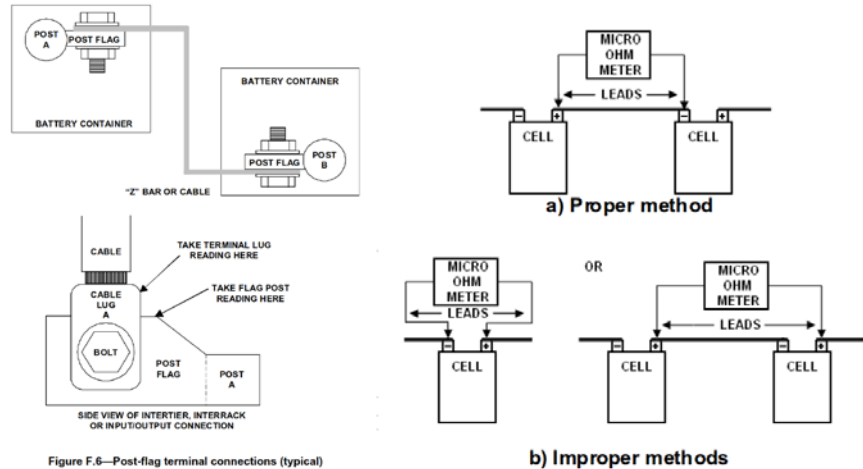
Semua nilai dari hasil-hasil pengukuran harus didokumentasikan pada protokol uji untuk memungkinkan dilihat kecenderungannya dari perbandingan hasil-hasil antar pemeriksaan. Kekurangan yang terdeteksi selama pengujian harus dibuat untuk menjadi perhatian pada protokol pengujian.

Uji Resistensi Sambungan (A9)

Ukur resistensi sambungan sel ke sel dan terminal. Sambungan-sambungan antar sel adalah sambungan-sambungan mekanis yang dipengaruhi oleh getaran, kelembapan, korosi, dan efek pemanasan yang meluas.



- Catat resistensi sambungan pada kutub positif ke kutub negatif dari sel yang tersambung dengannya.
- Pastikan pengukuran dilakukan dari kutub ke kutub – jangan lakukan pengukuran pada *lug* kabel atau baut sambungan. Jangan sertakan impedansi baterai internal dalam pengukuran (lihat contoh di bawah)



- DLRO 10-amp harus digunakan untuk mengukur sambungan ini. Jika didapatkan resistansi sambungan tinggi, periksa torsi – torsi yang berlebihan akan mendegradasi sambungan. Jika torsi sudah tepat tetapi nilainya tinggi, bongkar dan periksa permukaan kontak untuk kemudian dilakukan perataan permukaannya.
- Dalam beberapa hal tidak mungkin secara fisik untuk mengukur impedansi. Dalam hal tersebut, kita akan memeriksa nilai torsi sambungan. Perhatikan bahwa torsi yang berlebihan akan mendegradasi sambungan.

Uji Beban / Operabilitas Sistem (A19)

Pengujian ini juga dikenal sebagai pengujian kapasitas. 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 di mana baterai beraliran listrik.

Uji beban dapat mengukur kapasitas sebenarnya dari sistem baterai. Uji beban dapat diterapkan sebagai:

- Uji penerimaan (untuk menentukan dasar untuk suatu bank baterai kapan perlu diservis). Uji penerimaan akan menetapkan dasar untuk tren pengujian kinerja di masa depan.
- Uji kinerja (untuk menentukan kapasitas aktual yang tersisa dari umur pakai bank baterai)
- Uji layanan (untuk memverifikasi kemampuan bank baterai untuk memenuhi siklus tugasnya)

Job aid – J15 – Baterai

Metode pengujian yang direkomendasikan adalah metode pengujian dengan penyesuaian waktu.

Catatan penting: Perlu dipastikan bahwa sistem yang biasanya dipasok oleh sistem baterai tersebut tidak terganggu selama pengujian. Jika sistem yang dipasok memerlukan untuk disediakannya cadangan dan tidak dapat dimatikan selama pengujian, maka sistem cadangan alternatif harus disediakan selama pengujian (mis. paket baterai cadangan).

Urutan pengujian:

- Pengujian baterai harus dilaksanakan setelah pemeriksaan visual (A0). Ini akan memastikan bahwa semua sel telah diberi nomor dan bahwa semua baterai memiliki level elektrolit yang tepat. Penyesuaian level elektrolit dengan air suling akan berdampak pada pengukuran berat jenis.
- Lakukan perataan (*equalize*) baterai dan kemudian mengembalikannya ke kondisi mengambang selama minimal 72 jam sebelum pengujian. Ini akan memastikan bahwa bank baterai terisi penuh. Di awal pengujian, *charger* daya baterai harus beroperasi pada kondisi mengambang normal.
- Catat arus mengambang dari *string* baterai dan tegangan mengambang dari masing-masing sel baterai sebelum pengujian.
- Tentukan parameter uji:
 - a) Laju Pelepasan (*Discharge Rate*): Adalah arus konstan di mana uji beban akan dilaksanakan selama waktu tertentu untuk mencapai tegangan stop suatu sel. Laju pelepasan harus diambil dari data OEM. Pabrik pembuat baterai biasanya menerbitkan grafik dengan laju pelepasan arus konstan dalam Amps tergantung pada tegangan stop sel paling ujung dan waktu pelepasan. Lihat contoh di bawah ini. Harap dicatat bahwa hubungan ketiga nilai tersebut tidak linier.

Discharge Rates in Amperes** to 1.75Vpc at 25°C (77°F)*

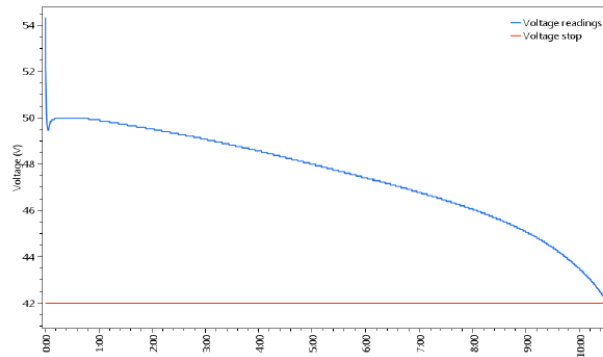
TYPE*	NOM Ah CAP*	Minutes			Hours							
		1	15	30	1	1.5	2	3	4	5	8	12
EC-5	200	220	172	138	100	80	67	51	42	35	25	18.1
EC-7	270	330	258	207	150	118	98	73	59	49	33	24.0
EC-9	350	440	344	276	200	157	130	97	78	65	44	31.0
EC-11	440	550	430	345	250	197	163	122	98	82	56	39.0

Constant Current Discharge Ratings – Amperes @ 77°F (25°C)

Operating Time to End Point Voltage (in hours)

End Point Volts/Cell	.083	.25	.50	.75	1	2	3	5	8	10	12	20	24	72	100
1.90	230	170	116	90	72.5	41.5	30.7	20.2	13.4	11.0	9.4	6.00	5.08	1.82	1.32
1.85	260	185	128	99	79.0	44.0	32.5	21.8	14.5	11.9	10.1	6.39	5.40	1.92	1.40
1.80	310	205	136	103	82.5	47.3	34.7	22.7	15.2	12.4	10.6	6.60	5.58	1.97	1.43
1.75	371	228	146	111	88.0	49.0	36.0	23.6	15.8	12.8	10.8	6.74	5.68	2.01	1.46

- b) Durasi: Adalah waktu di mana suatu pengujian harus dijalankan pada arus pelepasan tertentu untuk mencapai tegangan stop suatu sel baterai yang dipublikasikan. Penentuan durasi harus diambil dari data OEM. Lihat contoh di atas. Untuk metode pengujian dengan penyesuaian waktu, direkomendasikan waktu minimal 1 jam. Lebih lanjut direkomendasikan untuk memilih durasi pengujian yang berada dalam rentang desain teknis siklus tugas sistem baterai (mis. jangan menjalankan pengujian 1 jam jika baterai dirancang untuk memberikan cadangan selama 12 jam).
- c) Batas berhenti: Adalah tegangan di mana uji beban dengan arus konstan harus dihentikan. Batas berhenti harus diambil dari data OEM. Lihat contoh di atas.
- Lepaskan charger baterai dari sirkit dan sambungkan bank beban atau muat ke *string* baterai. Atur bank beban untuk menarik arus konstan dari bank baterai sebagaimana ditentukan pada langkah di atas. Bank beban harus ditempatkan di luar ruang baterai selama pengujian. Kabel-kabel bank beban harus berukuran yang mampu untuk menangani arus uji yang dipilih.



- Ukur masing-masing sel individu selama durasi pengujian, pada awal, pada interval waktu reguler dan pada akhir pengujian.
- Setiap sel yang turun di bawah 1V dianggap mendekati pembalikan polaritas dan harus segera di-*jumper* (dikeluarkan dari pengujian) untuk menghindari efek buruk pada pengujian. Pengujian harus dihentikan jika ada suatu sel yang turun sampai di bawah batas berhenti (tegangan stop). Waktu maksimum yang diizinkan untuk mem-*bypass* sel yang lemah adalah 6 menit. *Bypass* sel membutuhkan perhitungan ulang atas tegangan stop pengujian (tegangan *string* minimum).
- Uji beban selesai ketika tegangan terminal dari *string* baterai mencapai tegangan *string* minimum (lihat gambar di bawah) atau jika durasi pengujian telah berlalu. Tegangan *string* minimum adalah tegangan sel minimum (batas berhenti) dikalikan dengan jumlah sel dalam *string*.
- Hitung kapasitas bank baterai dengan rumus yang diberikan di bawah ini dan bandingkan dengan kapasitas desain.

Bank baterai dinyatakan lulus pengujian jika kapasitas bank di atas nilai seperti yang disebutkan di bawah nilai-nilai pengujian di bagian di bawah ini dan tegangan *string* tidak turun di bawah tegangan *string* minimum dan tidak ada suatu sel yang turun di bawah batas berhenti yang dipilih untuk pengujian tersebut.

Pelaporan hasil pengujian: Kecuali jika nilai-nilai pengujian langsung dilaporkan dengan alat pengukur, lembar pengujian dalam dokumen ini harus digunakan.

- **Kolom data pertama** pada lembar data diberi label 'Awal Pengujian'. Di bawah kolom ini, tegangan baterai dari masing-masing pengujian harus dicatat dengan *charger* daya pada posisi dimatikan. Pengujian ini dilakukan tanpa tegangan pengisian dan tanpa beban.
- **Kolom kedua** lembar data diberi label 'Waktu'. Catat waktu di mana sel turun di bawah tegangan stop seperti yang disebutkan di bawah nilai-nilai pengujian pada bagian di bawah ini.
- **Kolom ketiga dari lembar data** diberi label '*Jumped Out*'. Dalam kolom ini catat jika sel baterai dikeluarkan (*jumped out*) dari *string* baterai dengan Ya atau Tidak.
- **Kolom keempat lembar data** digunakan untuk mencatat "Tegangan" setelah bank dilakukan pengisian. Cara terbaik untuk melakukan pengujian ini adalah pada hari berikutnya jika Anda berada di lokasi yang sama selama beberapa hari. Pengujian ini dilakukan dengan *charger* daya dalam mode mengambang. Sering kali tidak mungkin menunggu sampai baterai terisi daya. Dalam hal tersebut tempatkan *charger* daya kembali on line, tulis waktu di mana pengukuran dilakukan dan catat tegangan-tegangan setelah waktu tersebut.

Perhatikan bahwa masing-masing tegangan sel diukur pada awal pengujian dan masing-masing sel dipantau sehingga waktu untuk masing-masing sel dicatat ketika sel tersebut turun sampai di bawah tegangan stop sebagaimana disebutkan dalam nilai pengujian pada bagian di atas. **Sangat penting untuk terus mengukur tegangan-tegangan masing-masing sel selama pengujian sehingga waktu aktual tercatat ketika sel terlemah turun hingga di bawah tegangan stop.**

Perhitungan kapasitansi bank baterai (metode penyesuaian waktu):

Kapasitansi suatu bank baterai dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C = (T_a \times 100) / (T_s \times K_T)$$

Dimana

C = % kapasitansi pada suhu 25° C

T_a = waktu aktual (dalam menit) dari pengujian untuk tegangan sel akhir yang ditentukan

T_s = nilai waktu (dalam menit) dari pengujian untuk tegangan sel akhir yang ditentukan

K_T = faktor koreksi waktu pada tabel di atas.

Baterai sangat sensitif terhadap suhu. Tabel berikut memberikan faktor koreksi nilai K_T yang direkomendasikan untuk suhu-suhu selain 25° C .

Job aid – J15 – Baterai

Suhu Awal (°C)	Faktor Koreksi K_T	Suhu Awal (°C)	Faktor Koreksi K_T	Suhu Awal (°C)	Faktor Koreksi K_T
5	0.684	22	0.966	30	1.045
10	0.790	23	0.977	31	1.054
15	0.873	24	0.986	32	1.063
16	0.888	25	1.000	33	1.072
17	0.902	26	1.006	34	1.081
18	0.916	27	1.015	35	1.090
19	0.929	28	1.025	40	1.134
20	0.942	29	1.036	45	1.177
21	0.954				

Tabel ini dirancang untuk sel dengan berat jenis 1,215. Untuk sel dengan berat jenis yang berbeda silahkan merujuk ke pabrik pembuat sel.

Jika suhu operasi sistem di atas atau di bawah 25° C, faktor koreksi perlu diterapkan pada baik A) hasil-hasil pengujian atau ke B) arus yang diterapkan untuk menentukan kapasitas sebenarnya dari sistem. (Referensi IEEE-1188-2005).

Nilai-nilai Pengujian

Pemeriksaan visual (A0)

Tabel di bawah ini diambil dari Job Aid Ruang Kelistrikan (J23).

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill			
Kondisi ruang ambien			
	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Kelembaban ¹	< 50%	50 – 95%	> 95%
Suhu	5 - 25°C	25 - 40°C 0 - 5°C	> 40°C < 0°C
¹ Berdasarkan kriteria desain Cargill dalam spesifikasi teknik terperinci dan dokumen BP: LV switchboard spec 95%, E-Room BP 50%			

Suhu di ruang baterai sebaiknya dijaga sekitar 25 derajat Celsius (perhatikan bahwa pada dasarnya kapasitas baterai VLRA adalah setengah untuk setiap delapan derajat di atas 25 derajat Celsius).

Uji Baterai (A6)

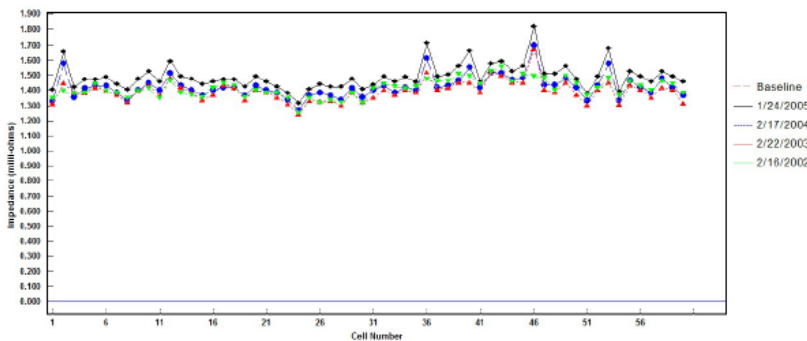
Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill – Pengujian Baterai

Tingkat Kekritisan	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Suhu Sel ⁴	TIDAK ADA	TIDAK ADA	TIDAK ADA
Tegangan Sel ¹	< 1% dan $\pm 0.05V$ dari nilai yang ditentukan	<TIDAK ADA	>1% selisih dan $\pm 0.05V$ dari nilai yang ditentukan
Berat Jenis ³	dalam 0.015 dari desain	Turun > 0.015	Turun 0.02
Impedansi Sel Internal	<25% selisih ²	TIDAK ADA	>25% selisih ²

¹ Dihitung menggunakan spesifikasi tegangan mengambang dari pabrik pembuat dan jumlah sel
² Peningkatan resistansi atau impedansi 25% di atas dasar awal (100%) atau sel-sel terkait menunjukkan penurunan kinerja sekitar 80%.
³ Nilai absolut dari berat jenis tergantung pada pabrik pembuatnya. Nilai-nilai biasanya berada di rentang 1,260 - 1,280.
⁴ Suhu hanya digunakan untuk kompensasi tetapi tidak sebagai kriteria tingkat ketritisan langsung

Pengukuran berat jenis bersifat sensitif terhadap suhu dan harus dikompensasi dengan suhu referensi untuk memungkinkan perbandingan antar satu pemeriksaan dengan pemeriksaan berikutnya. Dalam hal tidak tersedia nilai lainnya, berat jenis harus dikompensasi hingga 27° C (80° F). Perhitungan kompensasinya adalah 0,004 untuk setiap selisih 5,5° C (10° F).

Bagan di bawah ini menunjukkan contoh tren dan perbandingan pengukuran-pengukuran impedansi sel internal dari semua sel dari string baterai dari waktu ke waktu.



Job aid – J15 – Baterai

Uji Resistensi Sambungan (A9)

Kriteria Penerimaan Cargill – Uji Resistensi Sambungan

Uji Kelistrikan	Tingkat Kekritisannya:	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Resistensi Sambungan	Sambungan antar sel string baterai	< 50% Variasi	> 50% Variasi	> 50% Variasi
Tabel ini diambil dari informasi dalam ANSI/NETA MTS - 2015				

Kriteria tingkat kekritisannya menurut IEEE 450:

- Nilai dasar untuk resistansi kabel antar sel baterai lebih dari 1000 Ah: $20\mu\Omega$.
- Untuk baterai yang lebih kecil mungkin resistensinya lebih besar tetapi dalam konsensus umum adalah sekitar $20\mu\Omega$.
- Nilai maksimum yang diijinkan adalah: $\leq 120\%$ dari nilai dasar (sesuai IEEE 450) atau $150\mu\Omega$.

Nilai torsi:

Rekomendasi dari pabrik pembuat harus digunakan untuk nilai torsi pada kutub baterai. Hindari torsi berlebihan untuk sambungan-sambungan – hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada post/kutub.

Angka torsi biasanya berada dalam rentang 2-8 Nm (20-70 lb).

Uji beban / pengoperasian sistem (A19)

Ambang batas standar untuk lulus uji beban adalah 80% dari nilai tegangan. Tegangan ini juga dikenal sebagai tegangan stop untuk pengujian. Nilai ini dapat digunakan jika tidak tersedia nilai OEM. Lihat tabel di bawah ini sebagai contoh tentang cara mengambil tegangan stop dari data OEM.

Constant Current Discharge Ratings – Amperes @ 77°F (25°C)

Operating Time to End Point Voltage (in hours)

End Point Volts/Cell	.083	.25	.50	.75	1	2	3	5	8	10	12	20	24	72	100
1.90	230	170	116	90	72.5	41.5	30.7	20.2	13.4	11.0	9.4	6.00	5.08	1.82	1.32
1.85	260	185	128	99	79.0	44.0	32.5	21.8	14.5	11.9	10.1	6.39	5.40	1.92	1.40
1.80	310	205	136	103	82.5	47.3	34.7	22.7	15.2	12.4	10.6	6.60	5.58	1.97	1.43
1.75	371	228	146	111	88.0	49.0	36.0	23.6	15.8	12.8	10.8	6.74	5.68	2.01	1.46

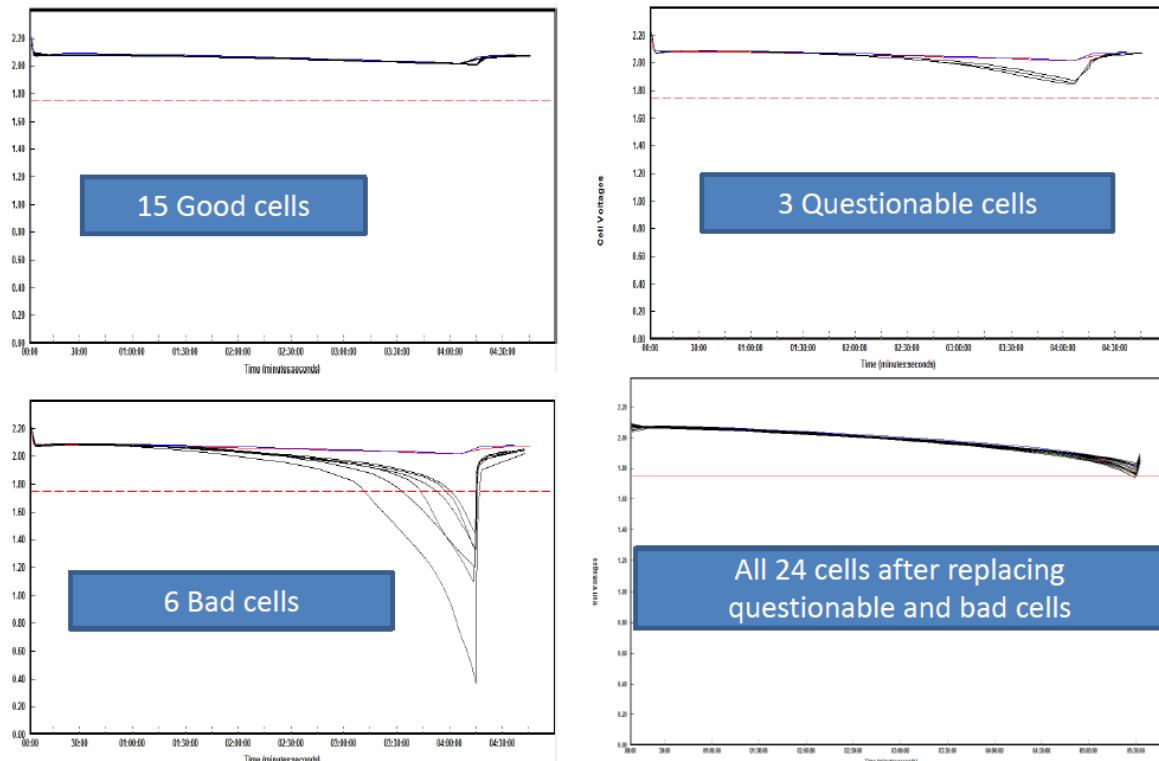
Harap dicatat bahwa kriteria tegangan stop dipilih dengan mengacu pada arus dan durasi pengujian.

Job aid – J15 – Baterai

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill – Uji Beban Baterai

Tingkat Kekritisan	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Kapasitas bank baterai dalam % dari nominal kapasitas	> 90%	80 .. 90%	< 80%
Hasil-hasil pengukuran kapasitas harus dibandingkan dengan hasil-hasil pengukuran dasar, dilakukan selama uji penerimaan. Dalam hal tidak tersedia nilai ini, gunakan kapasitas berdasarkan desain teknisnya.			

Gambar di bawah ini menunjukkan empat contoh pengukuran tegangan masing-masing sel selama uji beban.



Baterai yang mengalami penurunan hingga di bawah tegangan stop selama pengujian harus diganti. Baterai yang memiliki kapasitas rendah yang kritis juga harus diganti.

Arus riak:

Kriteria Tingkat Kekritisan Cargill – Uji Beban Baterai

Tingkat Kekritisan	Tidak ada kekurangan	Tinggi	Kritis
Arus Riak	<5A untuk setiap kapasitas 100Ah	Tidak Ada	>5A untuk setiap kapasitas 100Ah
Rekomendasi didasarkan pada standar IEEE. Arus riak dapat diukur di mana saja dalam <i>string</i> seri. Dalam <i>string</i> paralel, perlu diukur pada output charger daya.			

Lembar Pengujian



SUBSTATION BATTERY INSPECTION



CUSTOMER _____ PAGE _____
 ADDRESS _____ JOB # _____
 USER _____ CMMS # _____
 EQPT. LOCATION _____
 DATE _____ TEMPERATURE _____ °F HUMIDITY _____ % CIRCUIT ID _____
 SUBSTATION _____ TEST STATUS _____

NAMEPLATE DATA

MANUFACTURER _____ NUMBER OF CELLS _____ CELL VOLTAGE _____
 CATALOG NO. _____ CELL TYPE _____ AMP HOUR RATING _____
 OVERALL BATTERY _____ SPECIFIC GRAVITY _____ BATTERY TEMP. _____ °C
 BUS VOLTAGE _____ VDC RANGE _____

OTHER _____

BATTERY CHARGE STATUS: ☐ CHARGED ☐ DISCHARGED ☐ EQUALIZED TEMPERATURE CORRECTED READINGS: ☐ YES ☐ NO

CELL	CELL VOLTAGE	SPECIFIC GRAVITY	CELL IMPEDANCE	TORQUE CONNECTION
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

CELL	CELL VOLTAGE	SPECIFIC GRAVITY	CELL IMPEDANCE	TORQUE CONNECTION
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				

Job aid – J15 – Baterai



SUBSTATION BATTERY LOAD TEST



CUSTOMER _____ PAGE _____
ADDRESS _____ JOB # _____
USER _____ CMMS # _____

DATE _____ TEMPERATURE _____ °F HUMIDITY _____ % EQPT. LOCATION _____
CIRCUIT ID _____
SUBSTATION _____ TEST STATUS _____

NAMEPLATE DATA

MANUFACTURER: _____ NUMBER OF CELLS: _____ CELL VOLTAGE: _____
CATALOG NO.: _____ CELL TYPE: _____ 1/2 MP HOUR RATING: _____
OVERALL BATTERY _____
BUS VOLTAGE: _____ VDC SPECIFIC GRAVITY RANGE: _____ BATTERY TEMP.: _____ °C
LOAD TEST DURATION: _____ TEST CURRENT: _____ OTHER: _____
BATTERY CHARGE STATUS: ☐ CHARGED ☐ DISCHARGED ☐ EQUALIZED TEMPERATURE CORRECTED READINGS: ☐ YES ☐ NO

CELL				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				

CELL				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				

COMMENTS: _____
DEFICIENCIES: _____

TEST EQUIPMENT USED: _____ TESTED BY: _____

COPYRIGHT © 2002-2017 POWERDB, INC.

www.powerdb.com

10150, Form Schema 0, REVISED 8/4/2011

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

Versi G

Halaman 22 dari 22

Tgl. 03 Feb. 21