

**Kendaraan bermotor berpenggerak listrik kategori L –
Sistem penyimpanan energi listrik mampu-isi-ulang /
Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) –
Persyaratan keselamatan**

Pengguna dari RSNI ini diminta untuk menginformasikan adanya hak paten dalam dokumen ini, bila diketahui, serta memberikan informasi pendukung lainnya (pemilik paten, bagian yang terkena paten, alamat pemberi paten dan lain-lain)

Daftar isi

| | |
|---|-----|
| Daftar isi..... | i |
| Prakata..... | iii |
| 1 Ruang lingkup | 1 |
| 2 Acuan normatif | 1 |
| 3 Istilah dan definisi | 1 |
| 4 Pengujian keselamatan REESS | 5 |
| 4.1 Prosedur umum | 5 |
| 4.2 Getaran | 5 |
| 4.3 Pengujian kejut termal dan siklus termal..... | 6 |
| 4.4 Pengujian mekanis | 6 |
| 4.5 Ketahanan api | 7 |
| 4.6 Perlindungan hubung singkat eksternal | 8 |
| 4.7 Perlindungan pengisian berlebih..... | 9 |
| 4.8 Perlindungan pengosongan berlebih | 9 |
| 4.9 Perlindungan suhu berlebih | 10 |
| 4.10 Perlindungan arus berlebih (<i>Overcurrent protection</i>)..... | 10 |
| 4.11 Perlindungan suhu rendah (<i>Low-temperature protection</i>) | 11 |
| 4.12 Pengelolaan gas yang diemisikan dari REESS..... | 11 |
| 4.12.4. Penentuan emisi hidrogen | 11 |
| 4.13 Peringatan jika terjadi kegagalan operasional dari kontrol kendaraan yang mengatur pengoperasian REESS yang aman | 12 |
| 4.14 Peringatan jika terjadi kejadian termal di dalam REESS..... | 12 |
| 4.15 <i>Thermal propagation</i> | 12 |
| 4.16 Peringatan ketika terdapat kegagalan pada REESS..... | 14 |
| Lampiran A (normatif) Metode pengukuran resistansi isolasi dari REESS untuk pengujian berbasis komponen..... | 15 |
| Lampiran B (normatif) Prosedur pengujian REESS | 19 |
| Lampiran C (normatif) Pengujian getaran | 21 |
| Lampiran D (normatif) Pengujian kejut termal dan siklus termal | 23 |
| Lampiran E (normatif) Pengujian jatuh mekanis untuk REESS yang bisa dilepas..... | 24 |
| Lampiran F (normatif) Kejut Mekanis | |
| Lampiran G (normatif) Ketahanan terhadap api..... | 26 |
| Lampiran H (normatif) Perlindungan hubung singkat eksternal..... | 31 |
| Lampiran I (normatif) Perlindungan pengisian berlebih..... | 33 |
| Lampiran J (normatif) Perlindungan pengosongan berlebih..... | 36 |

RSNI3 8872:2024

| | |
|---|----|
| Lampiran K (normatif) Perlindungan suhu berlebih | 39 |
| Lampiran L (normatif) Proteksi Arus Berlebih..... | 43 |
| Lampiran M (normatif) Karakteristik utama..... | 44 |
| Lampiran N (normatif) Penentuan emisi hidrogen selama prosedur pengisian REESS..... | 48 |
| Lampiran O (Informatif) Perbandingan SNI dengan acuan UNR 136..... | 64 |
| Bibliografi..... | 67 |

Prakata

SNI 8872:2024, *Kendaraan bermotor berpenggerak listrik kategori L – Sistem penyimpanan energi listrik mampu-isi-ulang / Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) – Persyaratan keselamatan*, yang dalam bahasa Inggris berjudul *Electric vehicles category L – Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) – Safety requirements*, merupakan standar revisi dari SNI 8872:2019, *Kendaraan bermotor berpenggerak listrik kategori L – Sistem penyimpanan energi listrik mampu-isi-ulang / Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) – Persyaratan keselamatan*. Standar ini disusun dengan jalur pengembangan sendiri yang mengacu pada UNR 136 dan UNR 136 Amd.1, dan ditetapkan oleh BSN Tahun 2024

Perubahan dalam SNI ini meliputi:

1. Penyesuaian nomor pasal dan lampiran
2. Penambahan istilah dan definisi
3. Penambahan prosedur pengujian getaran (lihat 4.2.1)
4. Penambahan persyaratan terkait *venting* untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka pada syarat mutu untuk uji Getaran (lihat 4.2.2), uji kejutan termal dan siklus termal (lihat 4.3.2), Uji jatuh untuk REESS yang bisa dilepas (lihat 4.4.4.1), Uji kejutan mekanis (lihat 4.4.4.2), Uji hubung singkat eksternal (lihat 4.6.2), Uji pengisian berlebih (lihat 4.7.2), uji pengosongan berlebih (lihat 4.8.2), uji suhu berlebih (lihat 4.9.2)
5. Ketentuan baru terkait arus berlebih (lihat 4.10)
6. Perubahan judul pasal terkait penentuan emisi hidrogen (lihat 4.12)
7. Penambahan ketentuan terkait peringatan jika terjadi kegagalan operasional dari kontrol kendaraan yang mengatur pengoperasian REESS yang aman (lihat 4.13)
8. Ketentuan baru terkait peringatan jika terjadi kejadian termal di dalam REESS (lihat 4.14)
9. Ketentuan baru terkait *thermal propagation* lihat (lihat 4.15)
10. Ketentuan baru terkait peringatan ketika terdapat kegagalan pada REESS (lihat 4.16)
11. Perubahan prosedur untuk melakukan siklus standar (lihat B.1 pada Lampiran B)
12. Penambahan prosedur untuk penyesuaian SOC (lihat B.1 pada Lampiran B)
13. Penambahan jenis media pembakar menggunakan LPG pada lampiran G terkait ketahanan terhadap api
14. Perubahan prosedur dan penambahan alternatif pengujian berbasis kendaraan pada :
 - a. Perlindungan pengisian berlebih (lihat lampiran I)
 - b. Perlindungan pengosongan berlebih (lihat lampiran J)
 - c. Perlindungan suhu berlebih (lihat lampiran K)
15. Penambahan lampiran terkait pengujian proteksi arus Berlebih (lihat Lampiran L);
16. Pemutakhiran referensi UN Regulation yang pada bibliografi (lihat Bibliografi).

RSNI3 8872:2024

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 43-02, Kendaraan jalan raya bertenaga listrik. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 31 Juli 2024 di Jakarta yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (stakeholders) terkait, yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal _____ sampai dengan _____ dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari standar ini dapat berupa Hak Kekayaan Intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

Kendaraan bermotor berpenggerak listrik kategori L – Sistem penyimpanan energi listrik mampu-isu-ulang / *Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS)* – Persyaratan keselamatan

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan keselamatan berkenaan dengan Sistem Penyimpanan Energi Listrik Isi Ulang / *Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS)* kendaraan kategori L dengan kecepatan desain maksimum lebih dari 6 km/h, yang dilengkapi dengan sebuah penggerak listrik (*electric power train*), tidak termasuk kendaraan yang terhubung secara permanen ke jaringan listrik.

Standar ini tidak mencakup persyaratan keselamatan kendaraan pascakecelakaan.

Standar ini tidak berlaku untuk baterai yang kegunaan utamanya adalah mensuplai daya untuk menghidupkan mesin dan/atau penerangan dan/atau sistem alat bantu kendaraan lainnya.

2 Acuan normatif

Pada standar ini tidak terdapat acuan normatif yang digunakan

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dokumen ini, istilah dan definisi berikut ini berlaku

3.1 api

emisi nyala api dari perangkat yang diuji, percikan dan pancaran tidak akan dianggap sebagai api.

3.2

baterai traksi tipe terbuka

tipe baterai yang membutuhkan pengisian ulang dengan cairan dan menghasilkan gas hidrogen yang dilepaskan ke atmosfer

3.3

bagian aktif (*live parts*)

bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dialiri listrik dalam kondisi operasi normal

3.4

***breakout harness* (kabel untuk pengujian)**

kabel konektor yang dihubungkan untuk tujuan pengujian ke REESS pada sisi traksi pemutus otomatis.

3.5

bus tegangan tinggi

rangkaian listrik, termasuk sistem sambungan untuk mengisi daya REESS yang beroperasi pada tegangan tinggi, yang terhubung secara galvanis satu sama lain, terhubung secara galvanis ke sasis listrik dan tegangan maksimum antara setiap bagian aktif dan sasis listrik atau bagian konduktif yang terekspos adalah ≤ 30 V AC dan ≤ 60 V DC, hanya komponen atau

bagian dari rangkaian listrik yang beroperasi pada tegangan tinggi diklasifikasikan sebagai bus tegangan tinggi.

3.6

C Rate dari nC

arus konstan dari perangkat yang diuji, yang membutuhkan 1/n jam untuk mengisi atau melepaskan arus pada perangkat yang diuji antara 0 persen dari *state of charge* dan 100 persen dari *state of charge*.

3.7

elektrolit yang mudah terbakar

elektrolit yang mengandung zat-zat yang diklasifikasikan sebagai Kelas 3 "cairan yang mudah terbakar" di bawah "Rekomendasi UN tentang Pengangkutan Barang Berbahaya – Regulasi Model (Revisi 17 dari Juni 2011), Volume I, Bab 2.3".

3.8

kategori kendaraan

penggolongan /pengklasifikasian kendaraan bermotor menurut SNI 1825

3.9

kebocoran elektrolit

keluarnya elektrolit dari REESS dalam bentuk cairan

3.10

kompartemen penumpang

ruang untuk akomodasi penumpang, dibatasi dengan setidaknya 4 hal berikut: atap, lantai, dinding samping, pintu, outside glazing, sekat depan dan sekat belakang, atau pintu belakang, serta oleh pembatas dan penutup yang disediakan untuk melindungi penumpang dari kontak langsung dengan komponen aktif bertegangan tinggi.

3.11

kondisi pengoperasian normal

mode dan kondisi pengoperasian yang dapat ditemui secara wajar selama pengoperasian kendaraan yang umum termasuk mengemudi pada kecepatan yang diizinkan secara peraturan perundang-undangan, parkir dan kondisi di tengah kemacetan, serta pengisian daya menggunakan pengisi daya yang kompatibel dengan port pengisian daya tertentu yang terpasang pada kendaraan. Kondisi ini tidak termasuk kondisi saat kendaraan rusak, baik karena tabrakan, puing-puing jalan atau vandalisme, jatuh tidak disengaja, terkena api atau terendam air, atau dalam kondisi saat servis dan atau ketika perawatan diperlukan atau sedang dilakukan.

3.12

kondisi tegangan spesifik

kondisi bahwa tegangan maksimum dari rangkaian listrik yang terhubung secara galvanis antara bagian bertegangan AS dan bagian bertegangan lainnya (AS atau AB) sebesar ≤ 30 V AB (rms) dan ≤ 60 V AS.

3.13

konektor

perangkat yang menyediakan koneksi mekanis dan pemutusan konduktor listrik bertegangan tinggi ke komponen pasangan yang sesuai termasuk *casing*-nya.

3.14

kontak langsung

kontak orang dengan bagian aktif bertegangan tinggi (*high voltage live parts*)

3.15**ledakan**

pelepasan energi secara tiba-tiba yang cukup untuk menyebabkan gelombang tekanan dan/atau proyektil yang dapat menyebabkan kerusakan struktural dan/atau fisik di sekitar perangkat yang diuji.

3.16**mode mengemudi aktif yang memungkinkan**

mode kendaraan saat penerapan tekanan ke pedal akselerator (atau aktivasi kontrol yang setara) atau pelepasan sistem rem akan menyebabkan penggerak bertenaga listrik untuk menggerakkan kendaraan

3.17**pabrikasi**

badan atau lembaga yang bertanggung jawab untuk semua aspek persyaratan baterai dan untuk memastikan kesesuaian produk

3.18**pecah**

pembukaan melalui selubung rakitan sel fungsional yang dibuat atau diperbesar oleh suatu peristiwa, cukup besar untuk jari uji berdiameter 12 mm (IPXXB) untuk menembus dan melakukan kontak dengan bagian aktif (lihat Lampiran 3).

3.19**pemutus otomatis**

perangkat yang ketika dipicu, secara konduktif memisahkan sumber energi listrik dari sisa sirkuit tegangan tinggi dari rangkaian tenaga listrik.

3.20**penggerak bertenaga listrik**

rangkaian listrik yang mencakup motor traksi, dan mungkin termasuk REESS, sistem konversi energi listrik, konverter elektronik, harness kabel dan konektor yang terkait, dan sistem kopleng untuk mengisi REESS.

3.21**penghalang proteksi listrik**

bagian yang memberikan proteksi terhadap kontak langsung dengan bagian bertegangan tinggi.

3.22**perangkat yang diuji**

REESS lengkap atau subsistem dari REESS yang diuji berdasarkan standar ini.

3.23**rangkaian listrik**

rakitan bagian aktif bertegangan tinggi yang terhubung dan dirancang untuk mendapatkan energi listrik dalam operasi normal.

3.24***rechargeable electrical energy etorage system (REESS)*****sistem penyimpanan energi listrik isi ulang (SPLIU)**

pak baterai kendaraan listrik atau sistem penyimpanan energi yang dapat diisi ulang yang menyediakan energi listrik untuk tenaga penggerak listrik, dapat mencakup sistem yang diperlukan untuk dukungan fisik, manajemen termal, kontrol elektronik dan selengkap.

3.25

REESS yang bisa dilepas

suatu REESS, yang dengan sengaja dapat dilepaskan dari kendaraan oleh pengguna kendaraan untuk pengisian *off-board*.

3.26

saluran masuk (inlet) kendaraan

perangkat pada kendaraan yang dapat diisi daya secara eksternal, tempat konektor kendaraan dimasukkan untuk tujuan menyalurkan energi listrik dari sumber daya listrik eksternal.

3.27

sel

unit elektrokimia terbungkus tunggal yang mengandung satu elektroda positif dan satu elektroda negatif yang menunjukkan perbedaan tegangan di kedua terminalnya dan digunakan sebagai alat penyimpanan energi listrik yang dapat diisi ulang

3.28

selungkup

bagian yang menyelungkupi unit internal dan memberikan perlindungan terhadap kontak langsung dari segala arah akses.

3.29

state of charge

SOC

muatan listrik yang tersedia dalam perangkat yang diuji dinyatakan sebagai persentase dari kapasitas pengenalnya.

3.30

subsistem REESS

setiap rakitan komponen REESS yang menyimpan energi. Subsistem REESS dapat mencakup atau tidak mencakup seluruh sistem manajemen REESS.

3.31

tegangan kerja

nilai tertinggi dari tegangan rms rangkaian listrik, yang ditentukan oleh pabrikan, yang dapat terjadi di antara setiap bagian konduktif dalam kondisi rangkaian terbuka atau dalam kondisi operasi normal. Jika rangkaian listrik terpisah oleh isolasi galvanik, tegangan kerja didefinisikan untuk masing-masing rangkaian yang terpisah.

3.32

tegangan tinggi

klasifikasi komponen atau rangkaian listrik, jika tegangan kerjanya > 60 V dan ≤ 1500 V AS atau > 30 V dan ≤ 1000 V AB *root mean square* (rms).

3.33

thermal event

kondisi ketika suhu di dalam REESS secara signifikan lebih tinggi daripada suhu operasi maksimum (sebagaimana ditetapkan oleh produsen).

3.34

thermal runaway

peningkatan suhu sel yang tidak terkendali yang disebabkan oleh reaksi eksotermik di dalam sel.

3.35***thermal propagation***

kejadian berurutan dari *thermal runaway* dalam REESS yang dipicu oleh *thermal runaway* dari sebuah sel di REESS tersebut

3.36**tingkat perlindungan IPXXB**

perlindungan dari kontak dengan bagian bertegangan tinggi yang disediakan oleh penghalang proteksi listrik atau penutup dan diuji menggunakan *Jointed Test Finger (IPXXB)*

CATATAN seperti yang dijelaskan pada lampiran 3 UNR 136

3.37**tingkat perlindungan IPXXD**

perlindungan dari kontak dengan bagian bertegangan tinggi yang disediakan oleh penghalang proteksi listrik atau penutup dan diuji menggunakan kawat uji (*test wire*) (IPXXD)

CATATAN seperti yang dijelaskan pada lampiran 3 UNR 136

3.38**tipe kendaraan**

kelompok kendaraan yang tidak berbeda dalam aspek-aspek penting seperti:

- (a) Pemasangan penggerak bertenaga listrik dan bus bertegangan tinggi yang terhubung secara galvanis;
- (B) Sifat dan tipe penggerak bertenaga listrik dan komponen bertegangan tinggi yang terhubung secara galvanis.

3.39***venting***

pelepasan kelebihan tekanan internal dari sel atau subsistem REESS atau dari REESS dengan cara yang didesain untuk mencegah terjadinya pecah atau ledakan

4 Pengujian keselamatan REESS**4.1 Prosedur umum**

Prosedur untuk melakukan siklus standar dalam Lampiran B harus diterapkan.

4.2 Getaran**4.2.1. Prosedur pengujian**

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran C pada standar ini.

REESS yang lulus uji getaran pada ketiga arah X, Y, dan Z yang saling tegak lurus dapat dipasang pada orientasi apa pun pada kendaraan.

4.2.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.3 Pengujian kejut termal dan siklus termal

4.3.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran D pada standar ini.

4.3.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.4 Pengujian mekanis

4.4.1. Uji jatuh untuk REESS yang bisa dilepas

4.4.1.1 Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran E pada standar ini.

4.4.1.2 Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.4.2. Kejut mekanis

4.4.2.1 Prosedur pengujian

Pengujian ini berlaku untuk kendaraan dengan dudukan tengah dan / atau samping.

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran F pada standar ini.

4.4.2.2 Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.5 Ketahanan api

4.5.1. Prosedur pengujian

Pengujian ini berlaku hanya untuk kendaraan dengan ruang penumpang.

Pengujian ini diperlukan untuk REESS yang mengandung elektrolit yang mudah terbakar.

Pengujian harus dilakukan pada satu sampel uji.

Atas pilihan pabrikan, pengujian dapat dilakukan dengan salah satu:

(a) Pengujian berbasis kendaraan sesuai dengan 4.5.1.1, atau

(b) Pengujian berbasis komponen sesuai dengan 4.5.1.2

4.5.1.1 Pengujian berbasis kendaraan

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran G dengan mempertimbangkan G.3.2.1. pada Lampiran G.

Kesesuaian atas REESS yang diuji sesuai dengan pasal ini harus dibatasi pada kesesuaian untuk tipe kendaraan tertentu.

4.5.1.2 Pengujian berbasis komponen

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran G dengan mempertimbangkan G.3.2.2. pada Lampiran G.

4.5.2. Syarat mutu

Selama pengujian, perangkat yang diuji tidak menunjukkan bukti ledakan.

4.6 Perlindungan hubung singkat eksternal

4.6.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran H pada standar ini.

4.6.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.7 Perlindungan pengisian berlebih

4.7.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran I dari standar ini.

4.7.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.8 Perlindungan pengosongan berlebih

4.8.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran J dari standar ini.

4.8.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.9 Perlindungan suhu berlebih

4.9.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran K dari standar ini.

4.9.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.10 Perlindungan arus berlebih (*Overcurrent protection*)

Pengujian ini diperlukan untuk REESS pada kendaraan yang memiliki kemampuan mengisi daya dengan menggunakan suplai listrik AS eksternal.

4.10.1. Prosedur pengujian

Pengujian harus dilakukan sesuai dengan Lampiran L dari standar ini.

4.10.2. Syarat mutu

Selama pengujian, tidak boleh terjadi:

- a. Kebocoran elektrolit;
- b. Pecah (berlaku hanya untuk REESS bertegangan tinggi);
- c. *Venting* (untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka);
- d. Api;
- e. Ledakan.

Bukti terdapatnya *venting* pada REESS harus diverifikasi hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang.

Bukti kebocoran elektrolit harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji. Cara yang tepat harus digunakan untuk memastikan apakah ada kebocoran elektrolit dari REESS akibat pengujian. Bukti terdapatnya *venting* harus diverifikasi dengan inspeksi visual tanpa membongkar bagian apa pun dari perangkat yang diuji.

Kontrol proteksi arus berlebih pada REESS harus menghentikan pengisian atau suhu yang

diukur pada selubung REESS harus distabilkan, sehingga gradien suhu bervariasi kurang dari 4°C selama 2 h setelah tingkat pengisian arus berlebih maksimum tercapai.

Untuk REESS tegangan tinggi, resistansi isolasi yang diukur setelah pengujian yang sesuai dengan Lampiran A pada standar ini, tidak boleh kurang dari 100 Ω/V .

4.11 Perlindungan suhu rendah (*Low-temperature protection*)

Pabrikan REESS harus menyediakan, atas permintaan Lembaga Penilaian Kesesuaian (LPK) jika diperlukan, dokumentasi berikut yang menjelaskan kinerja keselamatan tingkat sistem atau tingkat subsistem kendaraan untuk menunjukkan bahwa REESS memantau dan mengendalikan operasi REESS dengan tepat pada suhu rendah di batas batas keamanan REESS:

- (a) Diagram sistem;
- (b) Penjelasan tertulis mengenai batas bawah suhu untuk pengoperasian REESS yang aman;
- (c) Metode pendeteksian suhu REESS;
- (d) Tindakan yang diambil ketika suhu REESS berada pada atau lebih rendah dari batas bawah untuk pengoperasian REESS yang aman.

4.12 Pengelolaan gas yang diemisikan dari REESS.

4.12.1. Dalam pengoperasian kendaraan termasuk pada saat mengalami kegagalan, penumpang kendaraan tidak boleh terkena lingkungan yang berbahaya yang disebabkan oleh emisi dari REESS.

4.12.2. Baterai traksi tipe terbuka harus memenuhi persyaratan 4.12.4, berkaitan dengan emisi hidrogen.

4.12.3. Untuk REESS selain baterai traksi tipe terbuka, persyaratan pada pasal 4.12.1. dianggap terpenuhi, jika seluruh persyaratan pada pasal-pasal berikut dipenuhi: pasal 4.2. (getaran), pasal 4.3. (kejut termal dan siklus termal), pasal 4.6. (perlindungan hubung singkat eksternal), pasal 4.7. (perlindungan pengisian berlebih), pasal 4.8. (Perlindungan pengosongan berlebih), pasal 4.9. (proteksi suhu berlebih) dan pasal 4.10. (proteksi arus berlebih).

4.12.4. Penentuan emisi hidrogen

4.12.4.1 Pengujian ini harus dilakukan pada semua kendaraan yang dilengkapi dengan baterai traksi tipe terbuka.

4.12.4.2. Pengujian harus dilakukan sesuai dengan metode dalam Lampiran N standar ini. Pengambilan sampel dan analisis hidrogen harus ditentukan sebelumnya. Metode analisis lain dapat disetujui jika terbukti memberikan hasil yang setara.

4.12.4.3. Selama prosedur pengisian normal dengan kondisi yang diberikan di Lampiran N, emisi hidrogen harus di bawah 125 g selama 5h, atau di bawah $25 \times t_2$ g selama t_2 (dalam h).

4.12.4.4. Selama pengisian yang dilakukan oleh pengisi daya menunjukkan kegagalan (ketentuan yang diberikan dalam **Lampiran N**, emisi hidrogen harus di bawah 42 g. Pengisi daya harus membatasi kegagalan tersebut hingga maksimum 30 min.

4.12.4.5. Semua operasi yang terkait dengan pengisian REESS harus dikontrol secara otomatis, termasuk penghentian pengisian.

4.12.4.6. Kontrol manual atas fase pengisian tidak diijinkan.

4.12.4.7. Pengoperasian normal penyambungan dan pemutusan ke sumber listrik atau pemadaman listrik tidak akan mempengaruhi sistem kontrol dari fase pengisian.

4.12.4.8. Kegagalan penting dalam pengisian (*Important charging failures*) harus ditunjukkan secara permanen. Kegagalan penting dalam pengisian adalah kegagalan yang dapat menyebabkan kegagalan pengisi daya saat pengisian nanti.

4.12.4.9. Pabrikan harus menunjukkan, kesesuaian kendaraan dalam manual pemilik dengan persyaratan ini.

4.12.4.10. Kesesuaian untuk jenis kendaraan berdasarkan emisi hidrogen dapat diperluas ke berbagai jenis kendaraan dengan model yang sama, sesuai dengan definisi model yang diberikan dalam Lampiran N - Apendiks 2.

4.13 Peringatan jika terjadi kegagalan operasional dari kontrol kendaraan yang mengatur pengoperasian REESS yang aman

REESS atau sistem kendaraan harus memberikan sinyal untuk mengaktifkan peringatan yang ditentukan dalam subpasal 4.16 pada saat terjadi kegagalan operasional dari kendali kendaraan (misalnya sinyal masukan dan keluaran ke sistem manajemen REESS, sensor dalam REESS, dll) yang mengatur pengoperasian REESS secara aman. Pabrikan REESS atau kendaraan harus menyediakan dokumentasi berikut yang menjelaskan kinerja keselamatan pada tingkat sistem atau tingkat subsistem kendaraan:

- a. diagram sistem yang mengidentifikasi semua kendali kendaraan yang mengelola operasi REESS. Diagram harus mengidentifikasi komponen apa yang digunakan untuk menghasilkan peringatan akibat kegagalan operasional kendali kendaraan untuk melakukan satu atau lebih operasi dasar.
- b. Penjelasan tertulis yang menjelaskan pengoperasian dasar kendali kendaraan yang mengatur pengoperasian REESS. Penjelasan tersebut harus mengidentifikasi komponen sistem kendali kendaraan, memberikan gambaran fungsi dan kemampuan dalam mengelola REESS, serta memberikan diagram logika dan deskripsi kondisi yang akan memicu terjadinya peringatan.

4.14 Peringatan jika terjadi kejadian termal di dalam REESS.

REESS atau sistem kendaraan harus memberikan sinyal untuk mengaktifkan peringatan yang ditentukan dalam subpasal 4.16 jika terjadi kejadian termal di REESS (seperti yang ditentukan oleh pabrikan). Pabrikan REESS atau kendaraan harus menyediakan, dokumentasi berikut yang menjelaskan kinerja keselamatan pada tingkat sistem atau tingkat subsistem kendaraan:

- a. Parameter dan tingkat ambang batas terkait yang digunakan untuk mengindikasikan kejadian termal (misalnya suhu, laju kenaikan suhu, tingkat SOC, penurunan tegangan, arus listrik, dll.) untuk memicu peringatan.
- b. Diagram sistem dan penjelasan tertulis yang menjelaskan sensor dan pengoperasian kendali kendaraan untuk mengelola REESS jika terjadi peristiwa termal.

4.15 Thermal propagation (propagasi termal)

Untuk REESS yang mengandung elektrolit yang mudah terbakar, penumpang kendaraan tidak boleh terpapar pada lingkungan berbahaya yang disebabkan oleh *thermal propagation*

yang dipicu oleh hubung singkat internal yang menyebabkan *single cell thermal runaway*.

Untuk memastikan hal ini, persyaratan pada pasal 4.15.1. dan 4.15.2. harus dipenuhi

CATATAN Pabrikan bertanggung jawab atas kebenaran dan integritas dokumentasi yang diserahkan, dan bertanggung jawab penuh atas keselamatan penumpang terhadap dampak buruk yang timbul dari thermal propagation yang disebabkan oleh hubung singkat internal.

Uji ini berlaku hanya untuk kendaraan dengan kompartemen penumpang saja.

4.15.1 REESS atau sistem kendaraan harus memberikan sinyal untuk mengaktifkan indikasi peringatan dini di dalam kendaraan untuk memungkinkan penumpang untuk keluar atau 5 min sebelum adanya situasi berbahaya di dalam kompartemen penumpang yang disebabkan oleh propagasi termal yang dipicu oleh hubung singkat internal yang menyebabkan *single cell thermal runaway* seperti api, ledakan, atau asap. Persyaratan ini dianggap terpenuhi jika propagasi termal tidak menimbulkan situasi berbahaya bagi penumpang kendaraan. Pabrikan REESS atau pabrikan kendaraan harus menyediakan dokumentasi yang menjelaskan kinerja keselamatan pada tingkat sistem atau tingkat subsistem kendaraan sebagai berikut:

4.15.1.1 Parameter (misalnya suhu, tegangan, atau arus listrik) yang memicu indikasi peringatan.

4.15.1.2 Deskripsi sistem peringatan

4.15.2 REESS atau sistem kendaraan harus memiliki fungsi atau karakteristik dalam sel atau REESS yang dimaksudkan untuk melindungi penumpang kendaraan (sebagaimana dijelaskan dalam pasal 4.15.) dalam kondisi yang disebabkan oleh propagasi termal yang dipicu oleh hubung singkat internal yang menyebabkan *single cell thermal runaway*. Pabrikan REESS atau pabrikan kendaraan harus menyediakan dokumentasi yang menjelaskan kinerja keselamatan pada tingkat sistem atau tingkat subsistem kendaraan sebagai berikut:

4.15.2.1 Analisis pengurangan risiko menggunakan metodologi standar industri yang sesuai, yang mendokumentasikan risiko terhadap penumpang kendaraan yang disebabkan oleh propagasi termal yang dipicu oleh hubung singkat internal yang menyebabkan *single cell thermal runaway* dan mendokumentasikan pengurangan risiko sebagai hasil dari implementasi mitigasi fungsi atau karakteristik risiko yang teridentifikasi.

4.15.2.2 Diagram sistem dari semua sistem dan komponen fisik yang relevan. Sistem dan komponen yang relevan adalah sistem dan komponen yang berkontribusi terhadap perlindungan penumpang kendaraan dari efek berbahaya yang disebabkan oleh propagasi termal yang dipicu oleh *single cell thermal runaway*.

4.15.2.3 Diagram yang menunjukkan pengoperasian fungsional sistem dan komponen yang relevan, mengidentifikasi semua fungsi atau karakteristik mitigasi risiko.

4.15.2.4 Untuk setiap fungsi atau karakteristik mitigasi risiko yang teridentifikasi diperlukan hal berikut:

4.15.2.4.1 Uraian tentang strategi operasinya;

4.15.2.4.2 Identifikasi sistem fisik atau komponen yang mengimplementasikan fungsi tersebut

4.15.2.4.3 Satu atau lebih dokumen teknik berikut yang relevan dengan desain pabrikan yang menunjukkan efektivitas fungsi mitigasi risiko:

- a. Pengujian yang dilakukan , meliputi prosedur yang digunakan dan kondisi serta data yang dihasilkan
- b. Analisis atau metodologi simulasi yang divalidasi dan data yang dihasilkan.

4.16 Peringatan ketika terdapat kegagalan pada REESS

REESS atau sistem kendaraan harus memberikan sinyal untuk mengaktifkan peringatan kepada pengemudi ketika kendaraan berada pada mode mengemudi aktif, ketika terjadi hal-hal yang dijelaskan pada 4.13, 4.14, dan 4.15 jika dapat diterapkan.

CATATAN 1 Dalam hal peringatan optikal, ketika *tell-tale* aktif cukup terang untuk dapat dilihat oleh pengemudi baik dalam kondisi berkendara siang hari maupun malam hari, ketika pengemudi telah beradaptasi dengan kondisi cahaya jalan sekitar.

CATATAN 2 *Tell tale* dapat berupa simbol lampu indicator pada dashboard kendaraan

CATATAN 3 Tell-tale tersebut aktif sebagai pengecekan fungsi lampu baik saat sistem propulsi berada pada posisi "On" atau saat sistem propulsi berada pada posisi antara "On" dan "Start" yang ditetapkan oleh produsen sebagai posisi pengecekan (check position). Persyaratan ini tidak berlaku untuk tanda atau teks yang ditampilkan secara umum.

Lampiran A (normatif)

Metode pengukuran resistansi isolasi dari REESS untuk pengujian berbasis komponen

A.1 Metode Pengukuran

Pengukuran tahanan isolasi harus dilakukan dengan memilih metode pengukuran yang sesuai dari yang tercantum dalam A.1.1 sampai A.1.2 pada lampiran ini, tergantung pada muatan listrik dari bagian aktif atau resistansi isolasi, dll.

Pengukuran megohmmeter atau osiloskop adalah alternatif yang tepat terhadap prosedur yang dijelaskan di bawah ini untuk mengukur resistansi isolasi. Dalam hal ini, dapat diperlukan untuk menonaktifkan sistem pemantauan resistansi isolasi terpasang.

Rentang sirkuit listrik yang akan diukur harus diklarifikasi terlebih dahulu, menggunakan diagram sirkuit listrik, dll. Jika rangkaian bertegangan tinggi diisolasi secara galvanis satu sama lain, resistansi isolasi harus diukur untuk setiap sirkuit listrik.

Jika tegangan operasi perangkat yang diuji (U_b , Gambar A.1) tidak dapat diukur (misalnya karena terputusnya sirkuit listrik yang disebabkan oleh kontaktor utama atau operasi sekring), pengujian dapat dilakukan dengan perangkat uji yang dimodifikasi untuk memungkinkan pengukuran tegangan internal (hulu kontaktor utama).

Selain itu, modifikasi yang diperlukan untuk mengukur resistansi isolasi dapat dilakukan, seperti pelepasan penutup untuk mencapai bagian aktif, menggambar garis pengukuran, mengubah perangkat lunak, dll.

Dalam kasus di mana nilai yang diukur tidak stabil dikarenakan pengoperasian sistem pemantauan resistansi isolasi, dll, modifikasi yang diperlukan untuk melakukan pengukuran dapat dilakukan, seperti dengan menghentikan operasi perangkat yang bersangkutan atau melepaskannya. Selain itu, ketika perangkat dilepas, satu set gambar akan digunakan untuk membuktikan bahwa resistansi isolasi antara bagian bertegangan dan sambungan *ground* yang ditentukan oleh pabrikan sebagai titik untuk dihubungkan ke sasis listrik ketika dipasang pada kendaraan tetap tidak berubah.

Modifikasi ini harus tidak mempengaruhi hasil pengujian.

Perhatian sepenuhnya harus dilakukan pada saat melakukan hubung singkat dan kejut listrik, karena hal ini dapat memerlukan operasi langsung dari sirkuit tegangan tinggi.

A.1.1 Metode pengukuran menggunakan tegangan AS dari sumber eksternal

A.1.1.1 Instrumen pengukuran

Instrumen pengujian resistansi isolasi yang mampu memberikan tegangan DC lebih tinggi dari tegangan nominal perangkat yang diuji harus digunakan.

A.1.1.2 Metode pengukuran

Instrumen pengujian resistansi isolasi harus dihubungkan diantara bagian aktif dan koneksi pembumian. Kemudian, resistansi isolasi harus diukur.

Jika sistem memiliki beberapa rentang tegangan (misalnya karena *boost converter*) dalam sirkuit yang terhubung secara galvanis dan beberapa komponen tidak dapat menahan tegangan kerja seluruh rangkaian, resistansi isolasi antara komponen-komponen tersebut dan koneksi pembumian dapat diukur secara terpisah dengan menerapkan setidaknya setengah dari tegangan kerjanya dengan komponen tersebut diputus.

A.1.2 Metode pengukuran menggunakan perangkat yang diuji sebagai sumber tegangan AS

A.1.2.1 Kondisi pengujian

Tingkat tegangan dari perangkat yang diuji selama pengujian harus sekurang-kurangnya sebesar tegangan operasi nominal dari perangkat yang diuji.

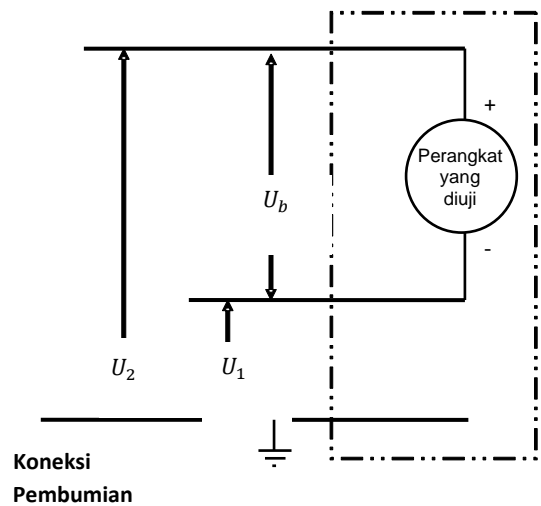
A.1.2.2 Instrumen pengukuran

Voltmeter yang digunakan dalam pengujian ini harus mengukur nilai DC dan harus memiliki resistansi internal minimal 10 MΩ.

A.1.2.3 Metode pengukuran

A.1.2.3.1 Langkah pertama

Tegangan diukur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan tegangan operasi perangkat yang diuji (U_b , Gambar 1) dicatat. U_b harus sama dengan atau lebih besar dari tegangan operasi nominal perangkat yang diuji.



Gambar A.1 – Langkah pertama metode pengukuran resistansi isolasi

A.1.2.3.2 Langkah kedua

Ukur dan catat tegangan (U_1) antara kutub negatif dari perangkat yang diuji dan koneksi pembumian (Gambar A.1).

A.1.2.3.3 Langkah ketiga

Ukur dan catat tegangan (U_2) antara kutub positif dari perangkat yang diuji dan koneksi

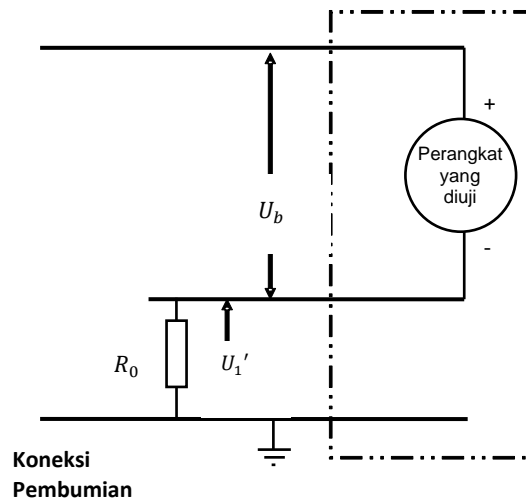
pembumian (Gambar A.1).

A.1.2.3.4 Langkah keempat

Jika U_1 lebih besar dari atau sama dengan U_2 , masukkan resistensi standar yang diketahui (R_o) antara kutub negatif perangkat yang diuji dan koneksi pembumian. Dengan R_o terpasang, ukur tegangan (U_1') antara kutub negatif dari perangkat yang diuji dan koneksi pembumian (lihat Gambar A.2).

Hitung isolasi listrik (R_i) sesuai dengan rumus berikut:

$$R_i = R_o \times U_b \times (1/U_1' - 1/U_1)$$

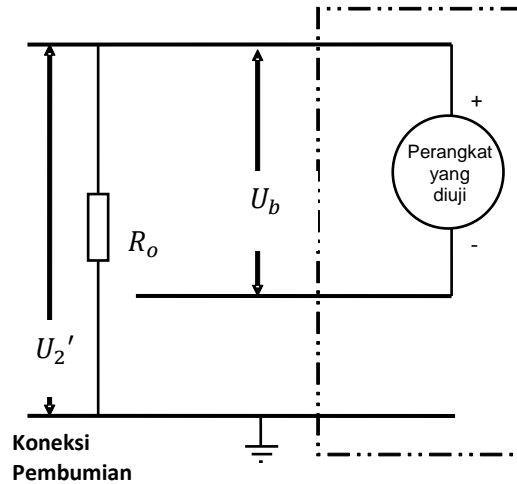


Gambar A.2 – Langkah keempat metode pengukuran resistansi isolasi untuk U_1 lebih besar dari U_2

Jika U_2 lebih besar dari U_1 , masukkan resistensi standar yang diketahui (R_o) antara kutub positif dari perangkat yang diuji dan koneksi pembumian. Dengan R_o terpasang, ukur tegangan (U_2') antara kutub positif perangkat yang diuji dan koneksi pembumian (lihat Gambar A.3).

Hitung isolasi listrik (R_i) sesuai dengan rumus berikut:

$$R_i = R_o \times U_b \times (1/U_2' - 1/U_2)$$



Gambar A.3 – Langkah keempat metode pengukuran resistansi isolasi untuk U_2 lebih besar dari U_1

A.1.2.3.5 Langkah kelima

Nilai isolasi listrik R_i (dalam Ω) dibagi dengan tegangan nominal dari perangkat yang diuji (dalam V) menghasilkan resistansi isolasi (dalam Ω/V).

CATATAN Resistansi standar yang diketahui R_o (dalam Ω) harus menjadi nilai resistansi isolasi minimum yang disyaratkan (dalam Ω/V) dikalikan dengan tegangan nominal dari perangkat yang diuji plus/minus 20 persen (dalam V). R_o tidak harus bernilai persis sama karena persamaan tersebut berlaku untuk setiap R_o ; namun, nilai R_o dalam kisaran ini harus memberikan resolusi yang baik untuk pengukuran tegangan.

Lampiran B (normatif)

Prosedur pengujian REESS

B.1 Prosedur untuk melakukan siklus standar

Siklus standar akan dimulai dengan pengosongan standar yang diikuti oleh pengisian standar.

Siklus standar harus dilakukan pada suhu kamar $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pengosongan standar:

Tingkat pengosongan: Prosedur pengosongan termasuk kriteria pemutusan harus ditentukan oleh pabrikan. Jika tidak ditentukan, maka akan dilakukan pengosongan dengan arus 1C untuk REESS utuh dan subsistem REESS utuh.

Batas pengosongan (tegangan akhir): Ditentukan oleh pabrikan

Untuk kendaraan utuh, prosedur pengosongan yang menggunakan dinamometer harus ditentukan oleh pabrikan. Penghentian pengosongan akan dilakukan sesuai dengan kendali kendaraan

Waktu istirahat setelah pengosongan: Minimum 15 min

Pengisian standar:

Prosedur pengisian termasuk kriteria pemutusan harus ditentukan oleh pabrikan. Jika tidak ditentukan, maka akan dilakukan pengisian dengan arus C/3.

Pengisian dilanjutkan hingga dihentikan secara normal. Penghentian pengisian harus sesuai dengan Lampiran B subpasal B.2.2 untuk subsistem REESS atau REESS.

Untuk kendaraan utuh yang dapat diisi dayanya oleh sumber eksternal, prosedur pengisian daya menggunakan pasokan tenaga listrik eksternal harus ditentukan oleh pabrikan. Untuk kendaraan utuh yang dapat diisi dayanya dari sumber energi *on-board*, prosedur pengisian daya menggunakan dinamometer harus ditentukan oleh pabrikan. Penghentian pengisian sesuai dengan kontrol kendaraan.

B.2 Prosedur untuk penyesuaian SOC

B.2.1 Penyesuaian SOC akan dilakukan pada suhu sekitar $20 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk pengujian berbasis kendaraan dan $22 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk pengujian berbasis komponen.

B.2.2 SOC dari perangkat yang diuji harus disesuaikan menurut salah satu prosedur berikut sebagaimana berlaku. Jika prosedur pengisian daya yang berbeda memungkinkan, REESS harus diisi daya menggunakan prosedur yang menghasilkan SOC tertinggi:

- a. Untuk kendaraan dengan REESS yang dirancang untuk diisi daya secara eksternal, REESS harus diisi daya hingga SOC tertinggi sesuai dengan prosedur yang ditetapkan oleh produsen untuk pengoperasian normal hingga proses pengisian daya berakhir secara normal;
- b. Untuk kendaraan dengan REESS yang dirancang untuk diisi daya hanya oleh sumber energi pada kendaraan, REESS harus diisi daya hingga SOC tertinggi yang dapat dicapai dengan pengoperasian kendaraan secara normal. Pabrikan harus memberikan saran tentang mode pengoperasian kendaraan untuk mencapai SOC ini;
- c. Jika REESS atau subsistem REESS digunakan sebagai Perangkat yang Diuji, Perangkat yang Diuji akan diisi dayanya hingga SOC tertinggi sesuai dengan prosedur yang ditetapkan oleh produsen untuk penggunaan normal hingga proses pengisian daya berakhir secara normal. Prosedur yang ditetapkan oleh produsen untuk pembuatan, servis, atau pemeliharaan dapat dianggap tepat jika prosedur tersebut mencapai SOC yang setara dengan prosedur dalam kondisi operasi normal. Jika Perangkat yang Diuji tidak mengendalikan SOC sendiri, SOC akan diisi dayanya hingga tidak kurang dari 95 persen dari SOC operasi normal maksimum yang ditetapkan oleh produsen untuk konfigurasi spesifik perangkat yang diuji.

B.2.3 Bila kendaraan atau subsistem REESS diuji, SOC tidak boleh kurang dari 95 persen dari SOC menurut subpasal B.2.1 dan B.2.2 di atas, untuk REESS yang dirancang untuk diisi daya secara eksternal dan tidak boleh kurang dari 90 persen dari SOC menurut subpasal B.2.1 dan B.2.2 di atas. Untuk REESS yang dirancang untuk diisi daya hanya oleh sumber energi pada kendaraan. SOC akan dikonfirmasi dengan metode yang disediakan oleh produsen.

Lampiran C (normatif)

Pengujian getaran

C.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja keselamatan REESS dalam kondisi getaran yang kemungkinan akan dialami oleh REESS selama operasi normal kendaraan.

C.2 Instalasi / Pemasangan

C.2.1. Pengujian ini harus dilakukan dengan REESS lengkap atau dengan subsistem REESS. Jika pabrikan memilih untuk menguji dengan subsistem REESS, pabrikan harus menunjukkan bahwa hasil pengujian dapat mewakili kinerja REESS lengkap sehubungan dengan kinerja keselamatannya dalam kondisi yang sama. Jika unit manajemen elektronik untuk REESS tidak terintegrasi dalam selungkup yang menyelungkupi sel, maka unit manajemen elektronik dapat dihilangkan dari instalasi pada perangkat yang diuji jika diminta oleh pabrikan.

C.2.2. perangkat yang diuji harus diamankan dengan kuat ke platform mesin getaran sedemikian rupa untuk memastikan bahwa getaran ditransmisikan secara langsung ke perangkat yang diuji.

Perangkat yang diuji harus dipasang dengan titik pemasangan aslinya seperti yang terpasang di kendaraan, jika titik tersebut ada pada perangkat yang diuji.

C.3 Prosedur

C.3.1 . Kondisi pengujian umum

Ketentuan berikut berlaku untuk perangkat yang diuji:

- Pengujian harus dilakukan pada suhu sekitar 22 ± 5 °C;
- Pada awal pengujian, SOC harus diatur sesuai dengan Lampiran B pasal B.2;
- Pada awal pengujian, semua perangkat proteksi yang mempengaruhi fungsi perangkat yang diuji yang sesuai dengan hasil pengujian harus beroperasi.

C.3.2 Prosedur pengujian

perangkat yang diuji harus diberi getaran yang memiliki bentuk gelombang sinusoidal dengan sapuan logaritmik dari 7 Hz sampai 200 Hz dan kembali ke 7 Hz dalam durasi 15 min.

Siklus ini harus diulang 12 kali dengan total 3 h dalam arah vertikal dari orientasi pemasangan REESS seperti yang ditetapkan oleh pabrikan.

Korelasi antara frekuensi dan percepatan harus seperti yang ditunjukkan pada Tabel C.1 dan Tabel C.2.

Tabel C.1 - Frekuensi dan percepatan (massa kotor perangkat yang diuji kurang dari 12 kg)

| Frekuensi [Hz] | Percepatan [m/s^2] |
|--|------------------------------------|
| 7 s.d 18 | 10 |
| 18 s.d kisaran 50 ¹⁾ | secara bertahap naik dari 10 ke 80 |
| 50 s.d 200 | 80 |
| ¹⁾ Amplitudo kemudian dipertahankan pada 0,8 mm (total perjalanan/ <i>excursion</i> 1,6 mm) dan frekuensi ditingkatkan hingga terjadi percepatan maksimum | |

Tabel C.2 - Frekuensi dan percepatan (massa kotor perangkat yang diuji 12 kg atau lebih)

| Frekuensi [Hz] | Percepatan [m/s^2] |
|--|------------------------------------|
| 7 s.d 18 | 10 |
| 18 s.d kisaran 25 ¹⁾ | Secara perlahan naik dari 10 ke 20 |
| 25 s.d 200 | 20 |
| ¹⁾ Amplitudo kemudian dipertahankan pada 0,8 mm (total perjalanan/ <i>excursion</i> 1,6 mm) dan frekuensi ditingkatkan hingga terjadi akselerasi maksimum | |

Atas permintaan pabrikan, profil uji getaran ditentukan oleh pabrikan kendaraan, diverifikasi untuk aplikasi kendaraan dan disepakati dengan Lembaga Penilaian Kesesuaian (LPK) dapat digunakan sebagai pengganti korelasi frekuensi - percepatan pada Tabel C.1 atau Tabel C.2. kesesuaian dari REESS yang diuji sesuai dengan kondisi ini harus dibatasi pada **instalasi** untuk tipe kendaraan tertentu.

Setelah getaran, siklus standar seperti yang dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak dihambat oleh perangkat yang diuji.

Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan dari lingkungan pengujian.

Lampiran D (normatif)

Pengujian kejut termal dan siklus termal

D.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi ketahanan REESS terhadap perubahan suhu yang tiba-tiba. REESS harus menjalani sejumlah siklus suhu tertentu, yang dimulai pada suhu lingkungan diikuti oleh siklus suhu tinggi dan rendah. Ini mensimulasikan perubahan suhu lingkungan yang cepat yang kemungkinan akan dialami oleh REESS selama umur pakainya.

D.2 Pemasangan / instalasi

Pengujian ini harus dilakukan dengan REESS lengkap atau dengan subsistem REESS. Jika pabrikan memilih untuk menguji dengan subsistem REESS, pabrikan harus menunjukkan bahwa hasil pengujian dapat mewakili kinerja REESS lengkap sehubungan dengan kinerja keselamatannya dalam kondisi yang sama. Jika unit manajemen elektronik untuk REESS tidak terintegrasi dalam selungkup yang menyelungkupi sel, maka unit manajemen elektronik dapat dihilangkan dari instalasi pada perangkat yang diuji jika diminta oleh pabrikan.

D.3 Prosedur

D.3.1 Kondisi pengujian umum

Kondisi berikut berlaku untuk perangkat yang diuji pada awal pengujian:

- a. SOC harus diatur sesuai dengan Lampiran B pasal B.2;
- b. Semua perangkat proteksi, yang akan mempengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan yang sesuai dengan hasil pengujian harus beroperasi.

D.3.2 Prosedur pengujian

perangkat yang diuji harus disimpan selama setidaknya enam jam pada suhu uji yang sama dengan $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau lebih tinggi jika diminta oleh pabrikan, diikuti dengan penyimpanan selama setidaknya enam jam pada suhu uji yang sama dengan $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau lebih rendah jika diminta oleh pabrikan. Interval waktu maksimum antara suhu uji ekstrem harus 30 min. Prosedur ini harus diulangi sampai minimal total 5 siklus selesai dilakukan, setelah itu perangkat yang diuji harus disimpan selama 24 h pada suhu sekitar $22 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Setelah penyimpanan selama 24 h, siklus standar sebagaimana dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak dihambat oleh perangkat yang diuji.

Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan dari ruang pengujian.

Lampiran E (normatif)

Pengujian jatuh mekanis untuk REESS yang bisa dilepas

E.1 Tujuan

Mensimulasikan beban tumbukan mekanis yang mungkin terjadi pada saat jatuh yang tidak diinginkan setelah pelepasan REESS

E.2 Prosedur

E.2.1 Kondisi pengujian umum

Ketentuan berikut berlaku untuk REESS yang dilepas pada awal pengujian:

- a. Sesuaikan SOC dengan setidaknya 90 persen dari nilai kapasitas seperti yang ditentukan dalam Lampiran M, Bagian 1, Nomor 3.4.3. atau Lampiran M, Bagian 2, Nomor 1.4.3.
- b. Pengujian harus dilakukan pada $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

E.2.2 Prosedur Pengujian

REESS yang dilepas, dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 1,0 m (diukur dari sisi bawah REESS) ke lantai beton horizontal yang halus atau jenis lantai lainnya dengan kekerasan yang setara.

REESS yang dilepas harus dijatuhkan enam kali dari semua sisi baterai yang berbeda seperti yang diputuskan oleh Lembaga Penilaian Kesesuaian (LPK). Pabrikan dapat memutuskan untuk menggunakan REESS yang berbeda untuk setiap uji jatuh.

Segara setelah penghentian uji jatuh, siklus standar seperti dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak dihambat.

Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan dari lingkungan pengujian.

Lampiran F (normatif)

Kejut Mekanis

F.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja keselamatan REESS pada kejut mekanis yang dapat terjadi selama jatuh pada bagian sisi samping dari posisi diam atau parkir.

F.2 Pemasangan / instalasi

F.2.1. Pengujian ini harus dilakukan dengan REESS lengkap atau dengan subsistem REESS. Jika pabrikan memilih untuk menguji dengan subsistem REESS, pabrikan harus menunjukkan bahwa hasil pengujian dapat mewakili kinerja REESS lengkap sehubungan dengan kinerja keselamatannya dalam kondisi yang sama.

F.2.2. perangkat yang diuji harus terpasang pada perlengkapan uji dengan dudukan yang sesuai dan disediakan untuk pemasangan REESS atau subsistem REESS ke kendaraan.

F.3 Prosedur

F.3.1 Kondisi pengujian umum

Kondisi dan persyaratan berikut berlaku untuk pengujian:

- Pengujian harus dilakukan pada suhu sekitar $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.
- Pada awal pengujian, SOC harus diatur sesuai dengan Lampiran B pasal B.2.
- Pada awal pengujian, semua perangkat proteksi yang mempengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan yang sesuai dengan hasil pengujian, harus beroperasi.

F.3.2 Prosedur pengujian

perangkat yang diuji harus diamankan ke mesin pengujian dengan menggunakan alat pemasangan yang *rigid* yang akan mendukung semua permukaan pemasangan dari perangkat yang diuji.

perangkat yang diuji dengan

- Massa kotor kurang dari 12 kg harus diberikan kejut setengah sinus dari akselerasi puncak 1.500 m/s^2 dan durasi pulsa 6 milisekon.
- Massa kotor 12 kg atau lebih harus diberikan kejut setengah sinus dari percepatan puncak 500 m/s^2 dan durasi pulsa 11 milisekon.

Untuk kedua perangkat yang diuji harus dikenai tiga kejut pada arah positif diikuti oleh tiga kejut pada arah negatif dari masing-masing tiga posisi pemasangan yang saling tegak lurus dari perangkat yang diuji untuk total 18 kejut.

Segera setelah penghentian uji kejut mekanis, siklus standar seperti dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak dihambat.

Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan dari lingkungan pengujian.

Lampiran G (normatif)

Ketahanan terhadap api

G.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi ketahanan REESS, terhadap paparan api dari luar kendaraan yang disebabkan, seperti, tumpahan bahan bakar dari kendaraan (baik kendaraan itu sendiri atau kendaraan terdekat). Situasi ini akan membuat pengemudi dan penumpang memiliki cukup waktu untuk evakuasi.

G.2 Pemasangan / instalasi

Pengujian ini harus dilakukan dengan REESS lengkap atau dengan subsistem REESS. Jika pabrikan memilih untuk menguji dengan subsistem REESS, pabrikan harus menunjukkan bahwa hasil pengujian dapat mewakili kinerja REESS lengkap sehubungan dengan kinerja keselamatannya dalam kondisi yang sama. Jika unit manajemen elektronik untuk REESS tidak terintegrasi dalam selungkup yang menyelungkupi sel, maka unit manajemen elektronik dapat dihilangkan dari pemasangan pada perangkat yang diuji jika diminta oleh pabrikan. Jika subsistem REESS yang sesuai didistribusikan ke seluruh kendaraan, pengujian dapat dilakukan pada setiap subsistem REESS yang sesuai.

G.3 Prosedur

G.3.1 Kondisi pengujian umum

Persyaratan dan ketentuan berikut berlaku untuk pengujian:

- a. Pengujian harus dilakukan pada suhu minimal 0 °C;
- b. Pada awal pengujian, SOC harus diatur sesuai dengan Lampiran B pasal B.2;
- c. Pada awal pengujian, semua perangkat proteksi yang mempengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan sesuai untuk hasil pengujian harus beroperasi.

G.3.2 Prosedur pengujian

Pengujian berbasis kendaraan atau pengujian berbasis komponen harus dilakukan atas pertimbangan pabrikan:

G.3.2.1 Pengujian berbasis kendaraan

Perangkat yang diuji harus dipasang pada perlengkapan pengujian yang mensimulasikan sedekat mungkin dengan kondisi pemasangan aktual; tidak ada bahan mudah terbakar yang digunakan dengan pengecualian bahan yang merupakan bagian dari REESS.

Metode di mana perangkat yang diuji dipasang pada perlengkapan uji harus sesuai dengan persyaratan saat pemasangan dalam kendaraan. Dalam hal REESS dirancang untuk penggunaan kendaraan tertentu, bagian kendaraan yang mempengaruhi jalur rambat api harus dipertimbangkan.

G.3.2.2 Pengujian berbasis komponen

Pada pengujian berbasis komponen, pabrikan dapat memilih uji bakar menggunakan kolam bensin atau uji bakar menggunakan LPG

perangkat yang diuji harus ditempatkan di atas meja berkisi yang diposisikan di atas pan, sesuai dengan posisi desain pabrikan.

Meja berkisi harus dibuat dari batang baja, berdiameter 6-10 mm, dengan jarak di antaranya 4-6 cm. Jika diperlukan, batang baja bisa ditopang dengan bagian baja yang rata.

G.3.3. Uji bakar menggunakan kolam bensin disiapkan untuk pengujian berbasis kendaraan dan pengujian berbasis komponen. Api yang dipaparkan terhadap perangkat yang diuji harus diperoleh dengan membakar bahan bakar komersial untuk motor bakar cetus api (selanjutnya disebut "bahan bakar") dalam pan. Jumlah bahan bakar harus mencukupi untuk memungkinkan terjadinya nyala api, dalam kondisi pembakaran bebas, untuk membakar selama proses pengujian.

Api harus menutupi seluruh area pan selama pemaparan api. Dimensi pan harus ditentukan untuk memastikan bahwa sisi-sisi dari perangkat yang diuji terpapar nyala api. Oleh karena itu, pan harus melebihi dimensi horisontal perangkat yang diuji sedikitnya 20 cm, tetapi tidak lebih dari 50 cm. Dinding samping dari pan tidak boleh lebih tinggi dari 8 cm di atas permukaan bahan bakar pada awal pengujian.

G.3.3.1 Pan yang diisi bahan bakar harus ditempatkan di bawah perangkat yang diuji sedemikian rupa sehingga jarak antara permukaan bahan bakar di pan dan bagian bawah perangkat yang diuji sesuai dengan desain ketinggian perangkat yang diuji di atas permukaan jalan pada massa tanpa muatan jika subpasal G.3.2.1. diterapkan atau sekitar 50 cm jika subpasal G.3.2.2. diterapkan. Baik pan, atau perlengkapan pengujian, atau keduanya, harus dapat dipindahkan dengan bebas.

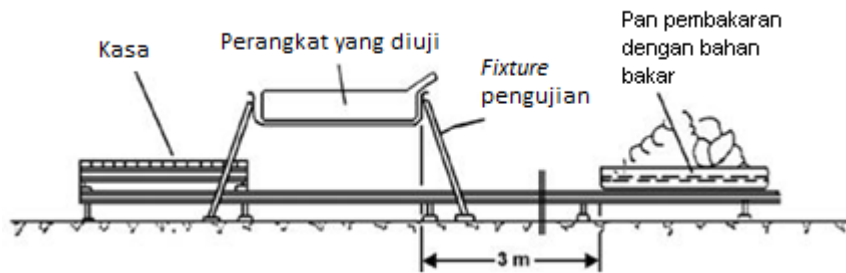
G.3.3.2 Selama pengujian fase C, pan harus ditutupi oleh kasa. Kasa harus ditempatkan 3 cm \pm 1 cm di atas permukaan bahan bakar yang diukur sebelum penyalaan bahan bakar. Kasa harus terbuat dari bahan tahan api, sebagaimana ditentukan dalam Lampiran G - Apendiks 1. Tidak boleh ada celah di antara bata api dan bata api tersebut harus ditopang di atas pan bahan bakar sedemikian rupa sehingga lubang pada bata api tidak terhalang. Panjang dan lebar bingkai harus 2 cm hingga 4 cm lebih kecil dari dimensi bagian dalam pan sehingga ada celah antara 1 cm hingga 2 cm di antara bingkai dan dinding pan untuk ventilasi. Sebelum pengujian, kasa harus setidaknya mempunyai suhu lingkungan. Bata api bisa dibasahi untuk menjamin kondisi pengujian yang berulang.

G.3.3.3 Jika pengujian dilakukan di udara terbuka, perlindungan angin yang memadai harus disediakan dan kecepatan angin pada ketinggian panci tidak boleh melebihi 2.5 km/h.

G.3.3.4 Pengujian harus terdiri dari tiga fase B-D, jika bahan bakar sekurang-kurangnya berada pada suhu 20 °C. Jika tidak, maka pengujian harus terdiri dari empat fase A-D.

G.3.3.4.1 Fase A: Pemanasan awal (Gambar G.1)

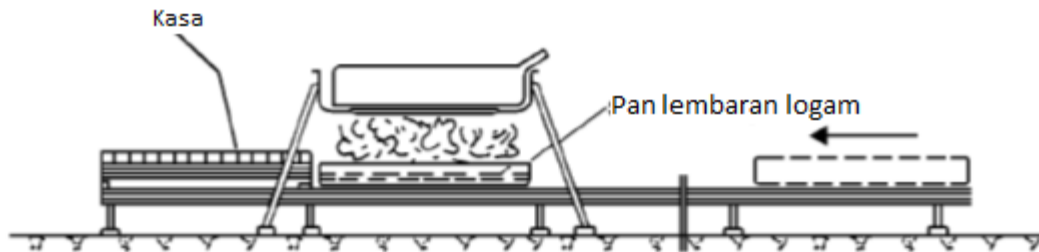
Bahan bakar dalam pan harus dinyalakan pada jarak setidaknya 3 m dari perangkat yang diuji. Setelah 60 s pemanasan awal, pan harus ditempatkan di bawah perangkat yang diuji. Jika ukuran pan terlalu besar untuk dipindahkan tanpa beresiko menumpahkan cairan, dll maka perangkat yang diuji dan alat uji dapat dipindahkan di atas pan sebagai gantinya.



Gambar G.1 Fase A: Pemanasan awal

G.3.3.4.2 Fase B: Pemaparan langsung terhadap api (Gambar G.2)

perangkat yang diuji harus terpapar dari bahan bakar yang dibakar secara bebas selama 70 s.

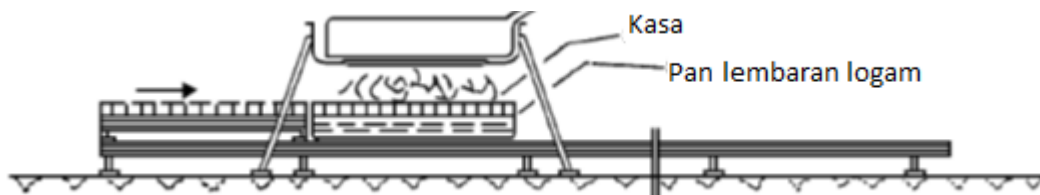


Gambar G.2 Fase B: Pemaparan langsung terhadap api

G.3.3.4.3 Fase C: Pemaparan tidak langsung terhadap api (Gambar G.3)

Segera setelah fase B selesai, kasa harus ditempatkan di antara pan pembakaran dan perangkat yang diuji. perangkat yang diuji harus terpapar api yang telah tereduksi, selama 60 s berikutnya.

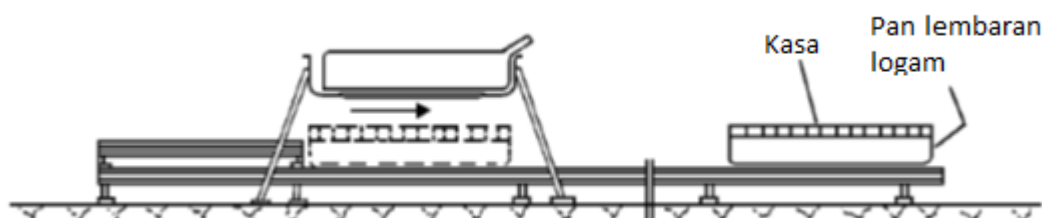
Sebagai pengganti pengujian fase C , sesuai pertimbangan pabrikan pengujian fase B dapat dilanjutkan dengan tambahan waktu 60 s.



Gambar G.3 Fase C: Pemaparan tidak langsung terhadap api

G.3.3.4.4 Fase D: Akhir dari pengujian (Gambar G.4)

Wajan pembakaran yang ditutup dengan kasa harus dipindahkan kembali ke posisi yang dijelaskan dalam fase A. Tidak ada pemadaman yang harus dilakukan pada perangkat yang diuji. Setelah melepas panci, perangkat yang diuji harus diamati sampai suhu permukaan perangkat yang diuji turun menjadi suhu lingkungan atau telah berkurang selama minimal 3 h.



Gambar G.4 Fase D: Akhir pengujian

G.3.4 Pengaturan uji bakar menggunakan LPG burner untuk pengujian berbasis komponen

G.3.4.1 perangkat yang diuji harus ditempatkan pada peralatan uji, pada posisi yang dimaksudkan oleh desain pabrik.

G.3.4.2 Pembakar LPG harus digunakan untuk menghasilkan api yang mengenai perangkat yang diuji. Tinggi api harus sekitar 60 cm atau lebih, tanpa perangkat yang diuji.

G.3.4.3 Suhu nyala api harus diukur secara terus-menerus oleh sensor suhu. Suhu rata-rata harus dihitung, setidaknya setiap detik selama durasi paparan api, sebagai rata-rata aritmatika suhu yang diukur oleh semua sensor suhu yang memenuhi persyaratan lokasi yang dijelaskan dalam pasal G.3.4.4.

G.3.4.4 Semua sensor suhu harus dipasang pada ketinggian 5 ± 1 cm di bawah titik terendah permukaan luar perangkat yang diuji saat diorientasikan sebagaimana dijelaskan dalam G.3.4.1. Setidaknya satu sensor suhu harus ditempatkan di bagian tengah perangkat yang diuji, dan setidaknya empat sensor suhu harus ditempatkan dalam jarak 10 cm dari tepi perangkat yang diuji ke arah bagian tengahnya dengan jarak yang hampir sama antara sensor.

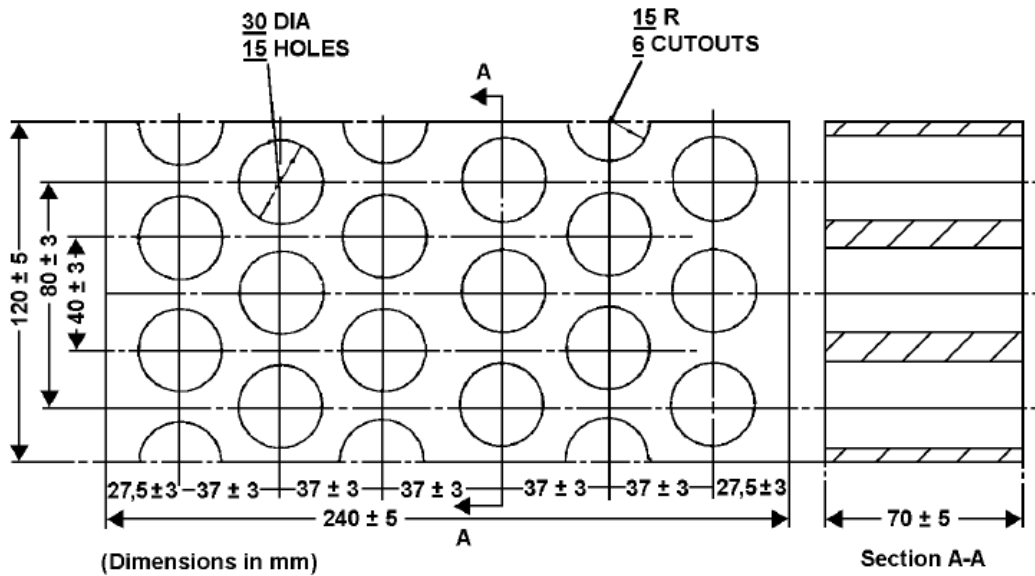
G.3.4.5 Bagian bawah perangkat yang diuji harus terkena api merata secara langsung dan seluruhnya oleh pembakaran bahan bakar. Api pembakar LPG harus melebihi proyeksi horizontal Alat Uji setidaknya 20 cm.

G.3.4.6 Suhu rata-rata 800 °C harus dicapai dalam waktu 30 s dan dipertahankan antara 800°C sampai dengan 1.100 °C. perangkat yang diuji kemudian harus dipaparkan ke api selama 2 min.

G.3.4.7 Setelah terkena paparan api secara langsung, perangkat yang diuji harus diamati hingga suhu permukaan perangkat yang diuji turun ke suhu ruangan atau telah turun selama minimum 3 h.

Apendiks 1

G.4 Dimensi dan data teknis dari batubata



- Ketahanan api: (Seger-Kegel) SK 30
- Kadar Al₂O₃: 30 % - 33 %
- Porositas terbuka (Po): 20 % - 22 % volume
- Densitas: 1.900 - 2.000 kg/m³
- Luas lubang efektif : 44,18 %

Gambar G.5 Dimensi dan data teknis dari batu bata

Lampiran H (normatif)

Perlindungan hubung singkat eksternal

H.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi performa dari perlindungan hubung singkat untuk mencegah REESS dari kerusakan lebih lanjut yang disebabkan oleh arus hubung singkat.

H.2 Instalasi

Pengujian ini harus dilakukan baik dengan kendaraan lengkap atau REESS lengkap atau dengan subsistem REESS. Jika pabrikan memilih untuk menguji dengan subsistem REESS, perangkat yang diuji harus dapat memberikan tegangan nominal keseluruhan dan pabrikan harus menunjukkan bahwa hasil pengujian dapat mewakili kinerja REESS lengkap sehubungan dengan kinerja keselamatannya dalam kondisi yang sama. Jika unit manajemen elektronik untuk REESS tidak terintegrasi dalam selungkup yang menyelungkupi sel, maka unit manajemen elektronik dapat dihilangkan dari instalasi pada perangkat yang diuji jika diminta oleh pabrikan.

H.3 Prosedur

H.3.1 Kondisi pengujian umum

Kondisi berikut berlaku untuk pengujian :

- a. Pengujian harus dilakukan pada suhu ruangan $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau pada suhu yang lebih tinggi sesuai permintaan pabrikan;
- b. Pada awal tes, SOC harus diatur sesuai Lampiran B pasal B.2;
- c. Pada awal pengujian, semua perangkat proteksi yang akan memengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan yang sesuai dengan hasil pengujian harus beroperasi.
- d. Untuk pengujian dengan kendaraan lengkap, *breakout harness* (kabel untuk pengujian) dihubungkan ke lokasi yang ditentukan produsen dan sistem perlindungan kendaraan yang relevan dengan hasil pengujian harus beroperasi.

H.3.2 Hubung singkat

Pada awal pengujian, semua kontaktor utama yang sesuai untuk pengisian dan pengosongan harus ditutup untuk mewakili mode mengemudi aktif yang memungkinkan, serta mode untuk mengaktifkan pengisian daya eksternal. Jika ini tidak dapat diselesaikan dalam satu pengujian, maka dua atau lebih pengujian harus dilakukan.

Untuk pengujian dengan REESS lengkap atau subsistem REESS, terminal positif dan negatif dari perangkat yang diuji harus dihubungkan satu sama lain untuk menghasilkan hubung singkat. Koneksi yang digunakan untuk ini harus memiliki resistansi tidak melebihi 5 m Ω .

Untuk pengujian dengan kendaraan lengkap, hubung singkat dilakukan pada *breakout harness*. Sambungan yang digunakan untuk membuat hubungan arus pendek (termasuk kabel) harus memiliki resistansi tidak melebihi 5 m Ω .

Kondisi hubung singkat harus dilanjutkan sampai operasi fungsi perlindungan REESS mengakhiri (*terminate*) arus hubung singkat, atau setidaknya satu jam setelah suhu yang

diukur pada selungkup perangkat yang diuji telah stabil, dengan variasi perubahan suhu kurang dari 4 °C hingga 1 h.

H.3.3 Siklus standar dan periode pengamatan

Segera setelah pemutusan hubung singkat, siklus standar seperti dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak terhambat oleh perangkat yang diuji.

Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan dari lingkungan pengujian.

Lampiran I (normatif)

Perlindungan pengisian berlebih

I.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja dari perlindungan pengisian berlebih untuk mencegah REESS dari kerusakan lebih lanjut yang disebabkan oleh SOC yang terlalu tinggi.

I.2 Instalasi

Pengujian ini harus dilakukan, dalam kondisi operasi standar, baik dengan kendaraan lengkap atau REESS lengkap. Sistem tambahan yang tidak mempengaruhi hasil pengujian dapat dihilangkan dari perangkat yang diuji.

Pengujian dapat dilakukan dengan memodifikasi perangkat yang diuji selama modifikasi tersebut tidak mempengaruhi hasil pengujian.

I.3 Prosedur

I.3.1 Kondisi pengujian umum

Persyaratan dan ketentuan berikut berlaku untuk pengujian:

- a. Pengujian harus dilakukan pada suhu sekitar $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau pada suhu lebih tinggi jika diminta oleh pabrikan;
- b. SOC REESS harus disesuaikan di sekitar tengah rentang operasi normal dengan operasi normal yang direkomendasikan oleh pabrikan, seperti mengemudikan kendaraan atau menggunakan pengisi daya eksternal. Penyesuaian yang akurat tidak diperlukan selama operasi normal REESS diaktifkan;
- c. Untuk pengujian berbasis kendaraan pada kendaraan yang memiliki sistem konversi energi on-board (misalnya mesin pembakaran internal, sel bahan bakar, dll.), isi bahan bakar untuk memungkinkan pengoperasian sistem konversi energi tersebut;
- d. Pada awal pengujian, semua perangkat proteksi yang akan mempengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan yang sesuai dengan hasil pengujian harus beroperasi. Semua kontaktor utama yang relevan untuk pengisian daya harus ditutup.

I.3.2 Pengisian

Prosedur pengisian daya REESS untuk pengujian berbasis kendaraan harus sesuai dengan pasal I.3.2.1. dan I.3.2.2. dan harus dipilih sesuai dengan moda operasi kendaraan yang relevan dan fungsionalitas sistem proteksi. Sebagai alternatif, prosedur pengisian daya REESS untuk pengujian berbasis kendaraan harus sesuai dengan pasal I.3.2.3. Untuk pengujian berbasis komponen, prosedur pengisian daya harus sesuai dengan pasal I.3.2.4.

I.3.2.1 Pengisian daya berdasarkan pengoperasian kendaraan

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan dalam mode mengemudi aktif yang memungkinkan:

- a. Untuk kendaraan yang dapat diisi dayanya oleh sumber energi di dalam kendaraan

(misalnya pemulihan energi, sistem konversi energi di dalam kendaraan), kendaraan harus dikendarai dengan dinamometer sasis. Pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis (misalnya simulasi berkendara menuruni bukit terus-menerus) yang akan menghasilkan arus pengisian daya setinggi yang dapat dicapai secara wajar harus ditentukan, jika perlu, melalui konsultasi dengan produsen.

- b. REESS harus diisi dayanya oleh pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis sesuai dengan pasal I.3.2.1.(a). Pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis harus dihentikan ketika kontrol proteksi pengisian daya berlebih kendaraan menghentikan arus pengisian daya REESS atau suhu REESS distabilkan sedemikian rupa sehingga suhunya bervariasi dengan gradien kurang dari 2 °C selama 1 h. Jika fungsi interupsi otomatis dari kontrol proteksi pengisian daya berlebih kendaraan gagal beroperasi, atau jika tidak ada fungsi kontrol tersebut, pengisian daya harus dilanjutkan hingga suhu REESS mencapai 10 °C di atas suhu operasi maksimum yang ditetapkan oleh produsen.
- c. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana dijelaskan pada Lampiran B pasal B.1 harus dilakukan, jika tidak dilarang oleh kendaraan, dengan pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis.

I.3.2.2 Pengisian daya melalui suplai listrik eksternal (pengujian berbasis kendaraan)

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan untuk kendaraan yang dapat diisi secara eksternal:

- a. Inlet kendaraan untuk penggunaan normal, jika ada, harus digunakan untuk menghubungkan peralatan suplai listrik eksternal. Komunikasi kontrol pengisian daya dari peralatan suplai listrik eksternal harus diubah atau dinonaktifkan untuk memungkinkan pengisian daya yang ditentukan dalam pasal I.3.2.2 poin (b) di bawah ini;
- b. REESS harus diisi oleh peralatan suplai listrik eksternal dengan arus pengisian maksimum yang ditentukan oleh pabrik pembuat. Pengisian harus dihentikan ketika kontrol proteksi pengisian berlebih kendaraan menghentikan arus pengisian REESS. Jika kontrol proteksi pengisian berlebih kendaraan gagal beroperasi, atau jika tidak ada kontrol tersebut, pengisian harus dilanjutkan hingga suhu REESS mencapai 10 °C di atas suhu operasi maksimum yang ditentukan oleh pabrik pembuat. Jika arus pengisian tidak dihentikan dan suhu REESS tetap kurang dari 10 °C di atas suhu operasi maksimum, pengoperasian kendaraan harus dihentikan 12 h setelah dimulainya pengisian oleh peralatan suplai listrik eksternal;
- c. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana diuraikan dalam pada Lampiran B pasal B.1 harus dilakukan, jika tidak dilarang oleh kendaraan, dengan pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis untuk pengosongan daya dan dengan peralatan suplai listrik eksternal untuk pengisian daya.

I.3.2.3 Pengisian daya dengan menghubungkan *breakout harness* (pengujian berbasis kendaraan)

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan, baik untuk kendaraan yang dapat diisi daya secara eksternal maupun kendaraan yang hanya dapat diisi dayanya oleh sumber energi di dalamnya dan yang mana pabrik menyediakan informasi untuk menyambungkan *breakout harness* ke lokasi tepat di luar REESS yang mengizinkan pengisian daya REESS:

- a. *Breakout harness* dihubungkan ke kendaraan sebagaimana ditentukan oleh pabrik pembuat. Pengaturan *trip* arus/tegangan dari peralatan pengisian-pengosongan daya

eksternal harus setidaknya 10 persen lebih tinggi dari batas arus/tegangan Perangkat yang Diuji. Peralatan suplai listrik eksternal dihubungkan ke *breakout harness*. REESS harus diisi dayanya oleh suplai daya listrik eksternal dengan arus pengisian maksimum yang ditentukan oleh pabrik pembuat;

- b. Pengisian daya akan dihentikan saat kontrol proteksi pengisian daya berlebih kendaraan menghentikan arus pengisian daya REESS. Jika kontrol proteksi pengisian daya berlebih kendaraan gagal beroperasi, atau jika tidak ada kontrol tersebut, pengisian daya akan dilanjutkan hingga suhu REESS mencapai 10 °C di atas suhu operasi maksimum yang ditetapkan oleh produsen. Jika arus pengisian daya tidak dihentikan dan suhu REESS tetap kurang dari 10 °C di atas suhu operasi maksimum, pengoperasian kendaraan akan dihentikan 12 h setelah dimulainya pengisian daya oleh peralatan suplai listrik eksternal;
- c. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana dijelaskan pada Lampiran B pasal B.1 (untuk kendaraan lengkap) harus dilakukan, jika tidak dilarang oleh kendaraan tersebut.

I.3.2.4 Pengisian dengan suplai listrik eksternal (pengujian berbasis komponen)

Prosedur berikut berlaku untuk pengujian berbasis komponen :

- a. Peralatan pengisian/pengosongan daya eksternal harus dihubungkan ke terminal utama REESS. Batas kontrol pengisian daya peralatan uji harus dinonaktifkan;
- b. REESS harus diisi oleh peralatan pengisian/pengosongan eksternal dengan arus pengisian maksimum yang ditentukan oleh pabrik pembuat. Pengisian harus dihentikan ketika kontrol perlindungan pengisian berlebih REESS menghentikan arus pengisian REESS. Jika kontrol perlindungan pengisian berlebih REESS gagal beroperasi, atau jika tidak ada kontrol tersebut, pengisian harus dilanjutkan hingga suhu REESS mencapai 10 °C di atas suhu operasi maksimum yang ditentukan oleh pabrik pembuat. Dalam kasus di mana arus pengisian tidak dihentikan dan suhu REESS tetap kurang dari 10 °C di atas suhu operasi maksimum, pengisian harus dihentikan 12 h setelah dimulainya pengisian oleh peralatan pasokan listrik eksternal;
- c. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana dijelaskan dalam B.1 pada Lampiran B harus dilakukan, jika tidak dilarang oleh REESS, dengan peralatan pengisian-pengosongan daya eksternal.

I.3.3 Pengujian akan diakhiri dengan periode pengamatan selama 1 h pada kondisi suhu sekitar lingkungan pengujian.

Lampiran J (normatif)

Perlindungan pengosongan berlebih

J.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja perlindungan pengosongan berlebih untuk mencegah REESS dari kejadian parah yang disebabkan oleh SOC yang terlalu rendah.

J.2 Instalasi

Pengujian ini harus dilakukan dalam kondisi operasi standar, baik dengan kendaraan lengkap atau dengan REESS lengkap. Sistem tambahan yang tidak memengaruhi hasil pengujian dapat dihilangkan dari perangkat yang diuji.

Pengujian dapat dilakukan dengan perangkat uji yang dimodifikasi selama modifikasi tersebut tidak memengaruhi hasil pengujian.

J.3 Prosedur

J.3.1 Kondisi pengujian umum

Persyaratan dan ketentuan berikut berlaku untuk pengujian:

- a. Pengujian harus dilakukan pada suhu sekitar $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau pada suhu lebih tinggi jika diminta oleh pabrikan;
- b. SOC REESS harus disesuaikan pada level rendah, dan dalam rentang operasi normal, dengan operasi normal yang direkomendasikan oleh produsen, seperti mengemudikan kendaraan atau menggunakan pengisi daya eksternal. Penyesuaian yang akurat tidak diperlukan selama operasi normal REESS diaktifkan;
- c. Untuk pengujian berbasis kendaraan pada kendaraan dengan sistem konversi energi terpasang (misalnya mesin pembakaran internal, sel bahan bakar, dsb.), kurangi energi listrik dari sistem konversi energi terpasang tersebut, misalnya dengan menyesuaikan level bahan bakar hingga hampir kosong tetapi cukup sehingga kendaraan dapat memasuki mode memungkinkan pengendalian aktif (*active driving possible mode*);
- d. Pada awal pengujian, semua perangkat perlindungan yang akan memengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan relevan terhadap hasil pengujian harus beroperasi.

J.3.2 Pengosongan

Prosedur untuk mengosongkan REESS untuk pengujian berbasis kendaraan harus sesuai dengan pasal J.3.2.1. dan J.3.2.2. Sebagai alternatif, prosedur untuk mengosongkan REESS untuk pengujian berbasis kendaraan harus sesuai dengan pasal J.3.2.3. Untuk pengujian berbasis komponen, prosedur pengosongan harus sesuai dengan pasal J.3.2.4.

J.3.2.1 Pengosongan melalui operasi pengemudian kendaraan

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan dalam mode mengemudi aktif yang memungkinkan:

- a. Kendaraan harus dikendarai dengan dinamometer sasis. Pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis (misalnya simulasi pengendaraan terus-menerus dengan kecepatan tetap) yang akan menghasilkan daya pengosongan konstan yang dapat dicapai secara wajar harus ditentukan, jika perlu melalui konsultasi dengan pabrikan;
- b. REESS akan dikosongkan oleh pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis sesuai dengan pasal J.3.2.1.(a). Pengoperasian kendaraan pada dinamometer sasis akan dihentikan ketika kontrol proteksi pengosongan muatan berlebih kendaraan menghentikan arus pengosongan REESS atau suhu REESS distabilkan sedemikian rupa sehingga suhu bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h. Jika kontrol proteksi pengosongan muatan berlebih gagal beroperasi, atau jika tidak ada kontrol tersebut, maka pengosongan muatan akan dilanjutkan hingga REESS dilepaskan hingga 25 persen dari level tegangan nominalnya;
- c. Segera setelah penghentian pengosongan, satu pengisian standar diikuti oleh pengosongan standar sebagaimana dijelaskan pada lampiran B pasal B.1 harus dilakukan jika tidak dilarang oleh kendaraan.

J.3.2.2 Pengosongan oleh peralatan listrik tambahan (pengujian berbasis kendaraan).

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan dalam kondisi stasioner:

- a. Kendaraan harus dialihkan ke mode operasi stasioner yang memungkinkan konsumsi energi listrik dari REESS oleh peralatan listrik tambahan. Mode operasi tersebut harus ditentukan, jika perlu, melalui konsultasi dengan produsen. Peralatan (misalnya ganjal roda) yang mencegah pergerakan kendaraan dapat digunakan sebagaimana mestinya untuk memastikan keselamatan selama pengujian;
- b. REESS akan pengosongan oleh pengoperasian peralatan listrik, pendingin udara, pemanas, penerangan, peralatan audio-visual, dll., yang dapat dinyalakan di bawah kondisi yang diberikan dalam pasal J.3.2.2.(a). Pengoperasian akan dihentikan ketika kontrol perlindungan pengosongan muatan berlebih kendaraan menghentikan arus pengosongan REESS atau suhu REESS distabilkan sedemikian rupa sehingga suhu bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h. Jika kontrol perlindungan pengosongan muatan berlebih gagal beroperasi, atau jika tidak ada kontrol seperti itu, maka pengosongan muatan akan dilanjutkan hingga REESS dikosongkan hingga 25% dari level tegangan nominalnya;
- c. Segera setelah penghentian pengosongan, satu pengisian standar diikuti oleh pengosongan standar sebagaimana dijelaskan pada lampiran B pasal B.1 harus dilakukan jika tidak dilarang oleh kendaraan.

J.3.2.3 Pengosongan REESS menggunakan resistor pengosongan (pengujian berbasis kendaraan)

Prosedur ini berlaku untuk kendaraan yang pabrik pembuatnya menyediakan informasi untuk menyambungkan *breakout harness* ke lokasi tepat di luar REESS yang memungkinkan pengosongan REESS:

- a. Hubungkan *breakout harness* ke kendaraan seperti yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya. Atur kendaraan ke mode berkendara aktif;
- b. Sebuah resistor pelepasan dihubungkan ke *breakout harness* dan REESS akan dikosongkan pada tingkat pengosongan dalam kondisi operasi normal sesuai dengan informasi yang diberikan oleh pabrik. Sebuah resistor dengan daya pelepasan 1 kW dapat digunakan;
- c. Pengujian harus dihentikan saat kontrol proteksi pengosongan muatan berlebih kendaraan menghentikan arus pengosongan muatan REESS atau suhu REESS distabilkan sehingga suhu bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h. Jika fungsi interupsi pengosongan muatan otomatis gagal beroperasi, atau jika tidak ada fungsi tersebut, maka pengosongan muatan harus dilanjutkan hingga REESS dikosongkan hingga 25% dari level tegangan nominalnya;
- d. Segera setelah penghentian pengosongan, satu pengisian standar diikuti oleh pengosongan standar sebagaimana dijelaskan pada lampiran B pasal B.1 harus dilakukan jika tidak dilarang oleh kendaraan.

J.3.2.4 Pengosongan oleh peralatan eksternal (pengujian berbasis komponen).

Prosedur ini berlaku untuk pengujian berbasis komponen:

- a. Semua kontaktor utama yang relevan harus ditutup. Pengisian-Pengosongan eksternal harus dihubungkan ke terminal utama perangkat yang diuji;
- b. Pengosongan harus dilakukan dengan arus yang stabil dalam rentang operasi normal sebagaimana ditentukan oleh pabrikan;
- c. Pengosongan daya akan dilanjutkan hingga perangkat yang diuji (secara otomatis) menghentikan arus pengosongan REESS atau suhu perangkat yang diuji stabil sehingga suhu bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h. Jika fungsi interupsi otomatis gagal beroperasi, atau jika tidak ada fungsi tersebut, maka pengosongan daya akan dilanjutkan hingga perangkat yang diuji dikosongkan dayanya hingga 25% dari level tegangan nominalnya;
- d. Segera setelah penghentian pengosongan muatan, satu pengisian standar diikuti oleh pengosongan standar seperti yang dijelaskan dalam B.1 pada lampiran B harus dilakukan jika tidak dihambat oleh perangkat yang diuji.

J.3.3 Pengujian harus diakhiri dengan periode pengamatan 1 h pada kondisi suhu lingkungan sekitar pengujian.

Lampiran K (normatif) **Perlindungan suhu berlebih**

K.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja langkah-langkah perlindungan REESS terhadap panas berlebih di bagian dalam selama operasi. Dalam hal tidak diperlukan tindakan perlindungan khusus untuk mencegah REESS mencapai keadaan tidak aman karena suhu internal berlebih, pengoperasian yang aman ini harus ditunjukkan.

K.2 Pengujian dapat dilakukan dengan REESS lengkap sesuai dengan K.3 dan K.4 atau dengan kendaraan lengkap sesuai dengan K.5 dan K.6.

K.3 Instalasi untuk pengujian dilakukan menggunakan REESS lengkap

K.3.1 Sistem tambahan yang tidak mempengaruhi hasil pengujian dapat dihilangkan dari perangkat yang diuji. Pengujian dapat dilakukan dengan perangkat yang diuji yang dimodifikasi selama modifikasi tersebut tidak mempengaruhi hasil pengujian.

K.3.2 Jika REESS dilengkapi dengan fungsi pendingin dan REESS akan tetap berfungsi tanpa sistem pendingin bekerja, sistem pendingin harus dinonaktifkan untuk pengujian.

K.3.3 Suhu perangkat yang diuji harus diukur secara terus menerus di dalam selubung di dekat sel selama pengujian untuk memantau perubahan suhu. Sensor terpasang jika ada dapat digunakan. Pabrikan dan LPK harus menyetujui lokasi sensor suhu yang digunakan.

K.3.4 REESS harus ditempatkan dalam oven konvektif atau ruang iklim (*climatic chamber*). Jika diperlukan, untuk melakukan pengujian, REESS harus dihubungkan ke seluruh sistem kontrol kendaraan dengan kabel yang diperpanjang. Peralatan pengisian/pengosongan daya eksternal dapat dihubungkan di bawah pengawasan pabrikan kendaraan.

K.4 Prosedur pengujian untuk uji yang dilakukan menggunakan REESS lengkap

K.4.1 Pada awal pengujian, semua perangkat perlindungan yang memengaruhi fungsi perangkat yang diuji dan relevan dengan hasil pengujian harus beroperasi, kecuali untuk setiap penonaktifan sistem yang diterapkan sesuai dengan K.3.2.

K.4.2 perangkat yang diuji harus terus-menerus diisi dan dikosongkan oleh peralatan pengisian/pengosongan eksternal dengan arus yang akan meningkatkan suhu sel secepat mungkin dalam kisaran operasi normal sebagaimana ditentukan oleh pabrikan hingga akhir pengujian.

Sebagai alternatif, pengisian dan pengosongan dapat dilakukan dengan mengoperasikan/mengendarai kendaraan pada dinamometer sasis, cara mengoperasikan kendaraan untuk mencapai kondisi pada paragraf di atas harus ditentukan melalui konsultasi dengan pabrikan.

K.4.3 Suhu ruangan atau oven harus ditingkatkan secara bertahap, dari 20 ± 10 °C atau pada suhu yang lebih tinggi jika diminta oleh pabrikan, hingga mencapai suhu yang ditentukan sesuai dengan K.4.3.1. atau K.4.3.2 , dan kemudian dipertahankan pada suhu yang sama atau lebih tinggi, hingga akhir pengujian.

K.4.3.1 Jika REESS dilengkapi dengan tindakan perlindungan terhadap berlebihnya panas internal, suhu harus dinaikkan ke suhu yang ditentukan oleh pabrikan sebagai ambang batas suhu operasional untuk tindakan perlindungan tersebut, untuk memastikan bahwa suhu perangkat yang diuji akan meningkat sebagaimana ditentukan dalam K.3.2.

K.4.3.2 Jika REESS tidak dilengkapi dengan tindakan spesifik apapun terhadap berlebihnya panas internal, suhu harus dinaikkan ke suhu operasional maksimum yang ditentukan oleh pabrikan.

K.4.4 Akhir pengujian: Pengujian selesai ketika salah satu dari yang hal-hal di bawah ini terjadi:

- a. perangkat yang diuji menghambat dan/atau membatasi pengisian dan/atau pengosongan arus untuk mencegah kenaikan suhu;
- b. Suhu perangkat yang diuji distabilkan, yang berarti bahwa suhu bervariasi dengan perubahan kurang dari 4 °C selama 2 h;
- c. Kegagalan dalam syarat mutu yang ditentukan dalam pasal 4.9.2 pada standar ini

K.5 Instalasi untuk pengujian yang dilakukan menggunakan kendaraan lengkap

K.5.1 Berdasarkan informasi dari produsen, untuk REESS yang dilengkapi dengan fungsi pendinginan, sistem pendingin harus dinonaktifkan atau dalam kondisi yang berkurang secara signifikan untuk pengujian (untuk REESS yang tidak akan beroperasi jika sistem pendingin dinonaktifkan).

K.5.2 Suhu REESS harus diukur secara terus-menerus di dalam *casing* di sekitar sel selama pengujian untuk memantau perubahan suhu menggunakan sensor terpasang dan peralatan yang kompatibel menurut informasi yang disediakan pabrikan untuk membaca sinyal.

K.5.3 Kendaraan harus ditempatkan di ruang kontrol iklim yang diatur pada suhu antara 40 °C hingga 45 °C selama minimal 6 h.

K.6 Prosedur pengujian untuk pengujian yang dilakukan menggunakan kendaraan lengkap.

K.6.1 Kendaraan harus terus-menerus diisi dan dikosongkan dengan cara yang akan meningkatkan suhu sel REESS secepat mungkin dalam kisaran operasi normal sebagaimana ditetapkan oleh produsen hingga akhir pengujian.

Pengisian dan pengosongan akan dilakukan dengan mengoperasikan/mengendarai kendaraan pada dinamometer sasis, cara pengoperasian untuk mencapai kondisi pada paragraf diatas harus ditentukan melalui konsultasi dengan pabrikan.

Untuk kendaraan yang dapat diisi dayanya melalui catu daya eksternal, pengisian daya dapat dilakukan menggunakan catu daya eksternal jika peningkatan suhu yang lebih cepat diperkirakan terjadi.

K.6.2 Pengujian akan berakhir ketika salah satu dari hal berikut terpenuhi:

- a. Kendaraan menghentikan pengisian dan/atau pengosongan daya;
- b. Suhu REESS distabilkan sedemikian rupa sehingga suhunya bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h;
- c. Kegagalan kriteria penerimaan yang ditentukan dalam pasal 4.9.2;
- d. Tiga jam berlalu sejak dimulainya siklus pengisian/pengosongan daya dalam K.6.1

Lampiran L
(normatif)

Proteksi Arus Berlebih

L.1 Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja proteksi arus berlebih selama pengisian daya eksternal AS guna mencegah REESS dari kejadian serius/berbahaya yang disebabkan oleh tingkat arus pengisian daya yang berlebihan sebagaimana ditetapkan oleh produsen.

L.2 Kondisi pengujian

Pengujian harus dilakukan dengan kondisi berikut :

- a. Pengujian harus dilakukan pada suhu sekitar 20 ± 10 °C;
- b. SOC REESS harus disesuaikan di sekitar tengah rentang operasi normal dengan operasi normal yang direkomendasikan oleh produsen seperti mengemudikan kendaraan atau menggunakan pengisi daya eksternal. Penyesuaian yang akurat tidak diperlukan selama operasi normal REESS diaktifkan;
- c. Tingkat arus berlebih (dengan asumsi kegagalan peralatan suplai listrik AS eksternal) dan tegangan maksimum (dalam rentang normal) yang dapat diterapkan harus ditentukan, jika perlu, melalui konsultasi dengan produsen.

L.3 Uji arus berlebih

Uji arus berlebih harus dilakukan sesuai dengan L.4 atau L.5, sebagaimana berlaku dan sesuai dengan informasi pabrikan.

L.4 Arus berlebih pada saat pengisian daya oleh suplai listrik eksternal

Prosedur pengujian ini berlaku untuk pengujian berbasis kendaraan untuk kendaraan yang memiliki kemampuan pengisian daya melalui suplai listrik AS eksternal :

- a. Pengisian daya REESS oleh peralatan suplai listrik AS eksternal harus dimulai untuk mencapai arus pengisian normal tertinggi yang ditentukan oleh produsen. Arus pengisian daya kemudian ditingkatkan selama 5 s dari arus pengisian normal tertinggi ke level arus lebih yang ditentukan sesuai dengan paragraf L.2.(c) di atas. Pengisian daya kemudian dilanjutkan pada level arus berlebih ini;
- b. Pengisian daya harus dihentikan ketika fungsionalitas proteksi arus berlebih kendaraan menghentikan arus pengisian daya REESS atau suhu REESS distabilkan sedemikian rupa sehingga suhunya bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h;
- c. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana dijelaskan pada Lampiran B pasal B.1 harus dilakukan, jika tidak dihambat oleh kendaraan.

L.5 Arus berlebih saat pengisian menggunakan *breakout harness* (kabel untuk pengujian).

Prosedur pengujian ini berlaku untuk REESS untuk kendaraan yang memiliki kemampuan pengisian daya melalui suplai listrik AS eksternal dan yang produsennya menyediakan informasi untuk menyambungkan harness breakout ke lokasi tepat di luar REESS yang memungkinkan pengisian daya REESS:

- a. *Harness breakout* dihubungkan ke kendaraan atau REESS sebagaimana ditentukan oleh produsen;
- b. Peralatan suplai listrik eksternal beserta suplai arus berlebih dihubungkan ke breakout harness dan pengisian daya REESS dimulai untuk mencapai arus pengisian daya normal tertinggi yang ditentukan oleh produsen;
- c. Arus pengisian daya kemudian ditingkatkan selama 5 s dari arus pengisian daya normal tertinggi ke level arus berlebih yang ditentukan sesuai dengan L.2.(c) di atas. Pengisian daya kemudian dilanjutkan pada level arus berlebih ini;
- d. Pengisian daya harus dihentikan ketika fungsionalitas proteksi arus berlebih kendaraan menghentikan pengisian daya atau suhu Perangkat yang Diuji distabilkan sedemikian rupa sehingga suhu bervariasi dengan gradien kurang dari 4 °C selama 2 h;
- e. Segera setelah pengisian daya berakhir, satu siklus standar sebagaimana dijelaskan pada Lampiran B pasal B.1 harus dilakukan, jika tidak dihambat oleh kendaraan.

L.6 Pengujian akan diakhiri dengan periode pengamatan selama 1 h pada kondisi suhu lingkungan sekitar dari lingkungan pengujian.

Lampiran M
(normatif)

Karakteristik utama

Bagian 1 - Karakteristik utama kendaraan jalan raya atau sistem

1. Umum
 - 1.1. Pabrikasi (merk dari pabrikan):
 - 1.2. Tipe:
 - 1.3. Kategori kendaraan:
 - 1.4. Nama dagang jika ada:
.....
 - 1.5. Nama dan alamat pabrikan:
.....
 - 1.6. Jika ada, nama dan alamat perwakilan pabrikan:
 - 1.7. Gambar teknik dan/atau foto dari kendaraan :
 - 1.8. Nomor persetujuan dari REESS:.....
 - 1.9. Ruang penumpang: Ya / Tidak:¹
 - 1.10. Dudukan tengah dan / atau samping: Ya / Tidak :¹
2. Motor listrik (motor traksi)
 - 2.1. Tipe (belitan, eksitasi):
 - 2.2. Daya bersih maksimum dan/atau daya maksimum selama 30 menit (kW):
3. REESS
 - 3.1. Nama dagang dan penandaan dari REESS:
 - 3.2. Indikasi dari semua tipe sel:
 - 3.2.1. Unsur kimia sel:
 - 3.2.2. Dimensi fisik:..
 - 3.2.3. Kapasitas sel (Ah):.....
 - 3.3. Deskripsi atau gambar teknik atau foto dari penjelasan REESS:
 - 3.3.1. Struktur:
 - 3.3.2. Konfigurasi (jumlah sel, jenis koneksi, dll.):.....
 - 3.3.3. Dimensi:
 - 3.3.4. Selengkap (konstruksi, material dan dimensi fisik):.....

¹ Coret yang tidak perlu

- 3.4. Spesifikasi kelistrikan:.....
- 3.4.1. Tegangan nominal (V):
- 3.4.2. Tegangan kerja (V):
- 3.4.3. Kapasitas tertulis (Ah):.....
- 3.4.4. Arus maksimum (A):
- 3.5. Rasio kombinasi gas (dalam persen):
- 3.6. Deskripsi atau gambar teknik atau foto dari instalasi REESS dalam kendaraan:
-
- 3.6.1. Penunjang fisik:
- 3.7. Tipe manajemen termal
- 3.8. Kendali elektronik:
4. *Fuel Cell* (jika ada)
- 4.1. Nama dagang dan penandaan dari *fuel cell*:
-
- 4.2. Tipe dari *fuel cell*:
- 4.3. Tegangan nominal (V):
- 4.4. Jumlah sel:
- 4.5. Tipe sistem pendingin (jika ada):
- 4.6. Daya maksimum (kW):
5. Sekring dan/atau pemutus sirkit
- 5.1. Tipe:
- 5.2. Diagram yang menunjukkan rentang fungsional:
6. *Harness* kabel daya
- 6.1. Tipe:
7. Perlindungan terhadap kejutan listrik
- 7.1. Deskripsi dari konsep perlindungan :
8. Data Tambahan
- 8.1. Deskripsi singkat dari instalasi komponen sirkit daya atau gambar teknik/ foto yang menunjukkan lokasi dari instalasi komponen sirkit daya:
- 8.2. Diagram skematik dari semua fungsi kelistrikan yang termasuk dalam sirkit daya :
- 8.3. Tegangan kerja (V):
- 8.4. Deskripsi sistem untuk mode berkendara performansi rendah
- 8.4.1 Tingkat SOC sistem yang pengurangan dayanya diaktifkan, deskripsi, dan pertimbangannya.....
- 8.4.2 Deskripsi untuk sistem mode pengurangan daya dan mode setara, dan pertimbangannya.....

Bagian 2 - Karakteristik utama dari REESS

- 1. REESS
 - 1.1. Nama dagang dan penandaan dari REESS:
 - 1.2. Indikasi dari semua tipe sel:.....
 - 1.2.1. Unsur kimia sel:
 - 1.2.2. Dimensi fisik:.....
 - 1.2.3. Kapasitas sel (Ah):.....
 - 1.3. Deskripsi atau gambar teknik atau foto dari penjelasan REESS
 - 1.3.1. Struktur:
 - 1.3.2. Konfigurasi (jumlah sel, jenis koneksi, dll.):.....
 - 1.3.3. Dimensi:.....
 - 1.3.4. Selengkap (konstruksi, material dan dimensi fisik):.....
 - 1.4. Spesifikasi kelistrikan
 - 1.4.1. Spesifikasi kelistrikan (V):
 - 1.4.2. Tegangan kerja (V):
 - 1.4.3. Kapasitas (Ah):
 - 1.4.4. Arus maksimum (A):
 - 1.5. Rasio kombinasi gas (dalam persen):
 - 1.6. Deskripsi atau gambar teknik atau foto dari pemasangan REESS dalam kendaraan:.....
 - 1.6.1. Penunjang fisik:.....
 - 1.7. Tipe manajemen termal:
 - 1.8. Kendali elektronik:
 - 1.9. Kategori kendaraan dimana REESS dapat terpasang :.....

Bagian 3 - Karakteristik utama kendaraan jalan raya atau sistem dengan sasis terhubung ke rangkaian listrik

1. Umum
 - 1.1. Pabrikan (merk dari pabrikan):
 - 1.2. Tipe:
 - 1.3. Kategori kendaraan:
 - 1.4. Nama dagang jika ada:
.....
 - 1.5. Nama dan alamat pabrikan:
.....
 - 1.6. Jika ada, nama dan alamat perwakilan pabrikan:
 - 1.7. Gambar teknik dan/atau foto dari kendaraan :
 - 1.8. Nomor persetujuan dari REESS:
 - 1.9. Ruang penumpang: Ya / Tidak:¹
 - 1.10. Dudukan tengah dan / atau samping: Ya / Tidak:¹.....
2. REESS
 - 2.1. Nama dagang dan penandaan dari REESS:
 - 2.2. Unsur kimia sel:
 - 2.3. Spesifikasi kelistrikan:.....
 - 2.3.1. Tegangan nominal (V):
 - 2.3.2. Tegangan kerja (V):
 - 2.3.3. Arus maksimum (A):
 - 2.4. Rasio kombinasi gas (dalam persen):
 - 2.5. Deskripsi atau gambar teknik atau foto dari pemasangan REESS dalam kendaraan:
3. Data Tambahan
 - 3.1. Tegangan kerja (V) sirkuit AC:
 - 3.2. Tegangan kerja (V) sirkuit DC:.....

¹ Coret yang tidak perlu

Lampiran N
(normatif)
Penentuan emisi hidrogen selama prosedur pengisian REESS

N.1. Pendahuluan

Lampiran ini menjelaskan prosedur untuk penentuan emisi hidrogen selama prosedur pengisian REESS untuk semua kendaraan jalan raya, sesuai dengan 4.12.4.

N.2. Deskripsi pengujian

Uji emisi hidrogen (Gambar M.1) dilakukan untuk menentukan emisi hidrogen selama prosedur pengisian REESS dengan pengisi daya. Pengujian terdiri dari langkah-langkah berikut:

- (a) Persiapan kendaraan / REESS,
- (b) Pengosongan REESS,
- (c) Penentuan emisi hidrogen selama pengisian normal,
- (d) Penentuan emisi hidrogen selama pengisian yang dilakukan dengan kegagalan pengisi daya.

N.3. Pengujian

N.3.1. Pengujian berbasis kendaraan

N.3.1.1. Kendaraan harus dalam kondisi mekanis yang baik dan telah dikendarai sekurang-kurangnya 300 km selama tujuh hari sebelum pengujian. Kendaraan harus dilengkapi dengan REESS yang menjadi subyek pada uji emisi hidrogen, selama periode ini.

N.3.1.2. Jika REESS digunakan pada suhu di atas suhu sekitar, operator harus mengikuti prosedur pabrikan untuk menjaga suhu REESS dalam rentang fungsi normal.

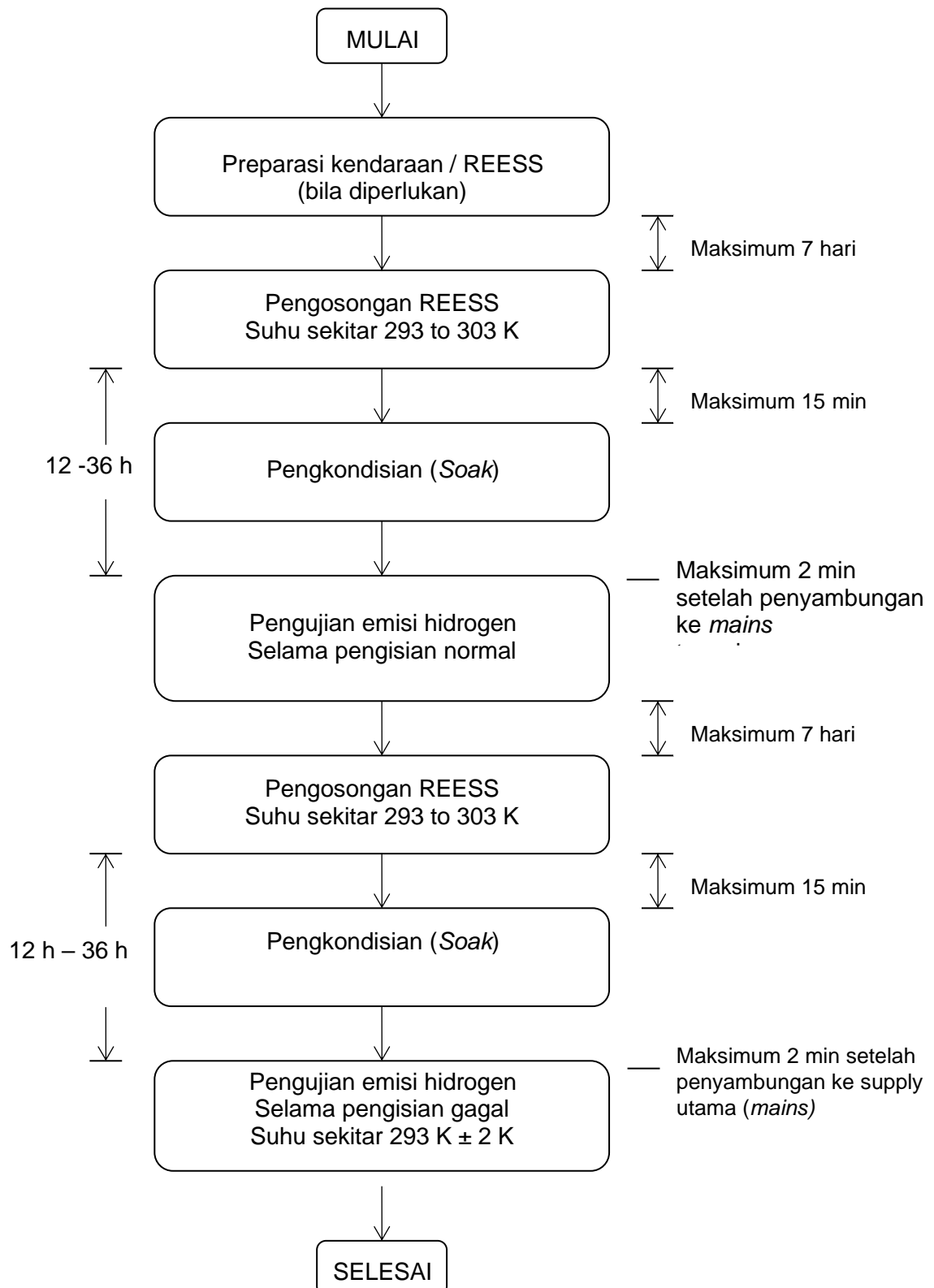
Perwakilan pabrikan harus dapat menyatakan bahwa sistem pengaturan suhu dari REESS tidak rusak atau tidak menunjukkan cacat kapasitas.

N.3.2. Pengujian berbasis komponen

N.3.2.1. REESS harus dalam kondisi mekanis yang baik dan telah mengalami minimum 5 siklus standar (sebagaimana ditentukan dalam B.1 pada Lampiran B).

N.3.2.2. Jika REESS digunakan pada suhu di atas suhu sekitar, operator harus mengikuti prosedur pabrikan untuk menjaga suhu REESS dalam rentang fungsi normal.

Perwakilan pabrikan harus dapat menyatakan bahwa sistem pengaturan suhu dari REESS tidak rusak atau tidak menunjukkan cacat kapasitas.



Gambar N.1 Penentuan emisi hidrogen selama prosedur pengisian REESS

N.4. Alat uji untuk uji emisi hidrogen

N.4.1. Selungkup pengukuran emisi hidrogen

Selungkup pengukuran emisi hidrogen harus berupa *chamber* kedap gas yang dapat memuat kendaraan/REESS yang sedang diuji. Kendaraan/REESS harus dapat diakses dari semua sisi dan segel selungkup harus kedap gas sesuai dengan Apendiks 1 pada lampiran ini. Permukaan bagian dalam selungkup harus kedap air dan tidak reaktif terhadap hidrogen. Sistem pengkondisian suhu harus mampu mengendalikan suhu internal udara selungkup untuk mengikuti suhu yang ditentukan sepanjang pengujian, dengan toleransi rata-rata ± 2 K selama pengujian.

Untuk mengakomodasi perubahan volume dalam selungkup karena emisi hidrogen, baik volume variabel atau peralatan uji lainnya dapat digunakan. Selungkup yang volumenya dapat bervariasi, mengembang dan berkontraksi sebagai respon terhadap emisi hidrogen di dalam selungkup. Dua cara potensial untuk mengakomodasi perubahan volume internal adalah panel bergerak, atau desain alat bellows, di mana kantong kedap di dalam selungkup mengembang dan berkontraksi sebagai respons terhadap perubahan tekanan internal dengan menukar udara dari luar selungkup. Setiap desain untuk mengakomodasi volume harus menjaga integritas selungkup seperti yang ditentukan dalam Apendiks 1 pada lampiran ini.

Metode apa pun dari akomodasi volume harus membatasi perbedaan antara tekanan internal selungkup dan tekanan barometrik hingga nilai maksimum ± 5 hPa.

Selungkup harus mampu mempertahankan volume yang tetap. Selungkup yang volumenya dapat bervariasi harus mampu mengakomodasi perubahan dari "volume nominal" -nya (lihat, Apendiks 1 pada Lampiran N, subpasal 2.1.1., dengan memperhitungkan emisi hidrogen selama pengujian).

N.4.2. Sistem analitik

N.4.2.1. Alat analisis hidrogen

N.4.2.1.1. Atmosfer di dalam *chamber* dipantau menggunakan penganalisis hidrogen (tipe detektor elektrokimia) atau kromatografi dengan deteksi konduktivitas termal. Gas sampel harus diambil dari titik tengah dari satu dinding samping atau atap *chamber* dan setiap aliran pintas (*bypass*) harus dikembalikan ke selungkup, disarankan di titik terdekat dari hilir kipas pencampur.

N.4.2.1.2. Alat analisis hidrogen harus memiliki waktu respons hingga 90 persen dari pembacaan akhir kurang dari 10 s. Stabilitasnya harus lebih baik dari 2 persen dari skala penuh pada nol dan pada 80 persen ± 20 persen dari skala penuh, selama periode 15 min untuk semua rentang operasional.

N.4.2.1.3. Kemampuan pengulangan alat analisis yang dinyatakan sebagai satu standar deviasi harus lebih baik dari 1 persen dari skala penuh, saat nol dan 80 persen ± 20 persen dari skala penuh pada semua rentang yang digunakan.

N.4.2.1.4. Rentang operasional alat analisis harus dipilih untuk memberikan resolusi terbaik atas prosedur pengukuran, kalibrasi dan pemeriksaan kebocoran.

N.4.2.2. Sistem perekaman data alat analisis hidrogen

Alat analisis hidrogen harus dilengkapi dengan perangkat untuk merekam output sinyal listrik, pada frekuensi sekurang-kurangnya satu kali per menit. Sistem perekaman harus memiliki

karakteristik operasi sekurang-kurangnya setara dengan sinyal yang direkam dan harus memberikan catatan hasil yang permanen. Rekaman harus menunjukkan indikasi yang jelas tentang awal dan akhir dari uji pengisian normal dan operasi kegagalan pengisian.

N.4.3. Rekaman suhu

N.4.3.1. Suhu di dalam *chamber* direkam pada dua titik oleh sensor suhu, yang terhubung sehingga menunjukkan nilai rata-rata. Titik pengukuran diperpanjang sekitar 0,1 m ke dalam selungkup dari garis tengah vertikal setiap dinding samping pada ketinggian $0,9 \pm 0,2$ m.

N.4.3.2. Suhu di dekat sel direkam dengan menggunakan sensor.

N.4.3.3. Selama pengukuran emisi hidrogen, suhu harus dicatat pada frekuensi sekurang-kurangnya satu kali per menit.

N.4.3.4. Akurasi sistem pencatatan suhu harus dalam rentang $\pm 1,0$ K dan suhu harus mampu dibaca hingga $\pm 0,1$ K.

N.4.3.5. Sistem perekaman atau pemrosesan data harus mampu menyelesaikan perekaman dalam waktu hingga ± 15 s.

N.4.4. Rekaman tekanan

N.4.4.1. Perbedaan Δp antara tekanan barometrik di dalam area uji dan tekanan internal selungkup harus, sepanjang pengukuran emisi hidrogen, dicatat pada frekuensi setidaknya satu kali per menit.

N.4.4.2. Akurasi sistem perekaman tekanan harus dalam ± 2 hPa dan tekanan harus mampu dibaca hingga $\pm 0,2$ hPa.

N.4.4.3. Sistem perekaman atau pemrosesan data harus mampu menyelesaikan perekaman dalam waktu hingga ± 15 s.

N.4.5. Perekaman intensitas tegangan dan arus

N.4.5.1. Tegangan pengisi daya dan intensitas arus (baterai) harus, sepanjang pengukuran emisi hidrogen, dicatat pada frekuensi sekurang-kurangnya satu kali per menit.

N.4.5.2. Akurasi sistem perekaman tegangan harus dalam ± 1 V dan tegangan harus dapat dibaca hingga $\pm 0,1$ V.

N.4.5.3. Akurasi sistem perekaman intensitas arus harus dalam $\pm 0,5$ A dan intensitas arus harus dapat dibaca hingga $\pm 0,05$ A.

N.4.5.4. Sistem perekaman atau pemrosesan data harus mampu menyelesaikan perekaman dalam waktu hingga ± 15 s.

N.4.6. Kipas

Chamber harus dilengkapi dengan satu atau lebih kipas atau *blower* yang memungkinkan aliran $0,1$ hingga $0,5$ m³/s untuk mencampur atmosfer selungkup secara menyeluruh. Harus dimungkinkan untuk mencapai suhu dan konsentrasi hidrogen yang homogen dalam *chamber* selama pengukuran. Kendaraan di dalam selungkup tidak boleh mendapat aliran udara langsung dari kipas atau *blower*.

N.4.7. Gas

N.4.7.1. Gas murni berikut harus tersedia untuk kalibrasi dan operasi:

- (a) Udara sintesis murni (kemurnian <1 ppm setara C1; <1 ppm CO; <400 ppm CO₂; <0,1 ppm NO); kandungan oksigen antara 18 dan 21 persen volume,
- (b) Hidrogen (H₂), kemurnian minimum 99,5 persen.

N.4.7.2. Kalibrasi dan gas span harus mengandung campuran hidrogen (H₂) dan udara sintesis murni. Konsentrasi gas kalibrasi harus berada dalam ± 2 persen dari nilai nominal. Akurasi gas yang diencerkan yang diperoleh saat menggunakan pembagi gas (*gas divider*) harus dalam ± 2 persen dari nilai nominal. Konsentrasi ditentukan dalam Apendiks 1 pada Lampiran N juga dapat diperoleh dengan pembagi gas menggunakan udara sintesis sebagai gas pengencer.

N.5. Prosedur pengujian

Pengujian terdiri dari lima langkah berikut:

Pengujian terdiri dari lima tahapan berikut:

- (a) Persiapan kendaraan / REESS;
- (b) Pengosongan REESS;
- (c) Penentuan emisi hidrogen selama pengisian normal;
- (d) Pengosongan baterai traksi;
- (e) Penentuan emisi hidrogen selama pengisian yang dilakukan dengan kegagalan pengisian daya.

Jika kendaraan/REESS harus dipindahkan di antara dua tahapan, kendaraan harus didorong ke area pengujian berikut.

N.5.1. Pengujian berbasis kendaraan

N.5.1.1. Persiapan kendaraan

Penuaan (*ageing*) REESS harus diperiksa, untuk membuktikan bahwa kendaraan telah dikendarai sekurang-kurangnya 300 km selama tujuh hari sebelum pengujian. Selama periode ini, kendaraan harus dilengkapi dengan baterai traksi yang diserahkan untuk uji emisi hidrogen. Jika ini tidak dapat dipenuhi maka prosedur berikut ini harus diterapkan.

N.5.1.1.1. Pengosongan dan pengisian awal REESS

Prosedur dimulai dengan pengosongan REESS kendaraan saat mengemudi di jalur uji dengan kecepatan tetap 70 persen ± 5 persen dari kecepatan maksimum kendaraan selama 30 min.

Pengosongan dihentikan:

- (a) Ketika kendaraan tidak mampu berjalan pada 65 persen dari kecepatan maksimum tiga puluh menit, atau
- (b) Ketika terdapat indikasi untuk menghentikan kendaraan diberikan kepada pengemudi oleh instrument on-board standar, atau
- (c) Setelah menempuh jarak 100 km.

N.5.1.1.2. Pengisian awal REESS

Pengisian dilakukan:

- (a) Dengan pengisi daya;
- (b) Dalam suhu sekitar antara 293 K dan 303 K.

Prosedur tidak termasuk (*excludes*) untuk semua jenis pengisi daya eksternal.

Akhir kriteria pengisian REESS sesuai dengan penghentian otomatis yang diberikan oleh pengisi daya.

Prosedur ini mencakup semua jenis pengisian khusus yang dapat secara otomatis atau dimulai secara manual seperti, misalnya, pengisian ekuilisasi atau pengisian servis.

N.5.1.1.3. Prosedur dari N.5.1.1.1. dan N.5.1.1.2. harus diulang dua kali.

N.5.1.2. Pengosongan REESS

REESS dilakukan pengosongan saat mengemudi di jalur uji dengan kecepatan tetap 70 persen \pm 5 persen dari kecepatan maksimum tiga puluh menit kendaraan.

Penghentian pengosongan terjadi:

- (a) Ketika terdapat indikasi untuk menghentikan kendaraan diberikan kepada pengemudi oleh instrumentasi on-board standar, atau
- (b) Ketika kecepatan maksimum kendaraan lebih rendah dari 20 km/h.

N.5.1.3. Pengkondisian (*Soak*)

Dalam waktu lima belas menit setelah menyelesaikan operasi pengosongan baterai yang ditentukan dalam N.5.1.2, kendaraan diparkir di area pengkondisian. Kendaraan diparkir selama minimal 12 h dan maksimum 36 h, antara akhir dari pengosongan baterai traksi dan awal uji emisi hidrogen selama pengisian normal. Untuk periode ini, kendaraan harus dikondisikan pada suhu 293 K \pm 2 K.

N.5.1.4. Uji emisi hidrogen selama pengisian normal

N.5.1.4.1. Sebelum penyelesaian periode pengkondisian, chamber untuk pengukuran harus dikuras (*purged*) selama beberapa menit sampai diperoleh kondisi (*background*) hidrogen yang stabil. Kipas pencampur juga harus dinyalakan saat ini.

N.5.1.4.2. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum pengujian.

N.5.1.4.3. Pada akhir pengkondisian, kendaraan uji, dengan mesin mati dan jendela kendaraan uji dan ruang bagasi dibuka harus dipindahkan ke *chamber* pengukuran.

N.5.1.4.4. Kendaraan harus terhubung ke sumber listrik. REESS diisi sesuai dengan prosedur pengisian normal seperti yang ditentukan dalam N.5.1.4.7.

N.5.1.4.5. Pintu selungkup ditutup dan disegel rapat sehingga kedap gas dalam waktu dua menit dari penguncian elektrik pada langkah pengisian normal

N.5.1.4.6. Awal pengisian normal untuk periode uji emisi hidrogen dimulai ketika *chamber*

disegel. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i untuk uji pengisian normal.

Angka-angka ini digunakan dalam perhitungan emisi hidrogen (lihat N.6). Suhu ruang selengkap T harus tidak kurang dari 291 K dan tidak lebih dari 295 K selama periode pengisian normal.

N.5.1.4.7. Prosedur pengisian normal

Pengisian normal dilakukan dengan pengisi daya dan terdiri dari tahapan berikut:

- (a) Pengisian daya konstan selama t_1 ;
- (b) Pengisian-berlebih (*over-charging*) pada arus konstan selama t_2 . Intensitas pengisian berlebih ditentukan oleh pabrikan dan sesuai dengan yang digunakan selama pengisian setara..

Akhir kriteria pengisian REESS berkaitan dengan penghentian otomatis yang diberikan oleh pengisi daya sewaktu pengisian $t_1 + t_2$. Waktu pengisian ini akan terbatas pada $t_1 + 5$ h, bahkan jika terdapat indikasi yang jelas diberikan kepada pengemudi oleh instrumentasi standar bahwa baterai belum terisi penuh.

N.5.1.4.8. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum akhir pengujian.

N.5.1.4.9. Akhir periode pengambilan sampel emisi terjadi $t_1 + t_2$ atau $t_1 + 5$ h setelah mulai pengambilan sampel awal, sebagaimana ditentukan dalam N.5.1.4.6. lampiran ini. Waktu yang berbeda yang berlalu dicatat. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan akhir C_{H_2f} , T_f dan P_f untuk uji pengisian normal, yang digunakan untuk perhitungan dalam N.6.

N.5.1.5. Uji emisi hidrogen dengan kegagalan pengisi daya

N.5.1.5.1. Dalam waktu maksimal tujuh hari setelah menyelesaikan pengujian sebelumnya, prosedur dimulai dengan pengosongan REESS kendaraan sesuai dengan N.5.1.2. lampiran ini.

N.5.1.5.2. Tahapan prosedur dalam N.5.1.3. dari lampiran ini harus diulang.

N.5.1.5.3. Sebelum penyelesaian periode pengkondisian, chamber untuk pengukuran harus dikuras (*purged*) selama beberapa menit sampai diperoleh emisi background hidrogen yang stabil. Kipas pencampur juga harus dinyalakan saat ini.

N.5.1.5.4. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum pengujian.

N.5.1.5.5. Pada akhir pengkondisian, kendaraan uji, dengan mesin mati dan jendela kendaraan uji dan ruang bagasi dibuka harus dipindahkan ke *chamber* pengukuran.

N.5.1.5.6. Kendaraan harus terhubung ke sumber listrik. REESS diisi sesuai dengan prosedur kegagalan pengisian sebagaimana ditentukan dalam N.5.1.5.9.

N.5.1.5.7. Pintu selengkap ditutup dan disegel rapat sehingga kedap gas dalam waktu dua menit dari penguncian elektrik pada tahap pengisian normal.

N.5.1.5.8. Awal dari kegagalan pengisian untuk periode uji emisi hidrogen dimulai ketika

chamber disegel. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i untuk uji kegagalan pengisian.

Angka-angka ini digunakan dalam perhitungan emisi hidrogen (lihat N.6). Suhu selungkup ambien T harus tidak kurang dari 291 K dan tidak lebih dari 295 K selama periode kegagalan pengisian.

N.5.1.5.9. Prosedur kegagalan pengisian

Kegagalan pengisian daya dilakukan dengan pengisi daya yang sesuai dan terdiri dari tahapan berikut:

- (a) Pengisian daya konstan selama t'_1 ;
- (b) Pengisian pada arus maksimum seperti yang direkomendasikan oleh pabrikan selama 30 min. Selama fase ini, pengisi daya harus memasok arus maksimum seperti yang direkomendasikan oleh pabrikan.

N.5.1.5.10. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum pengujian.

N.5.1.5.11. Akhir periode pengujian terjadi $t'_1 + 30$ min setelah mulai pengambilan sampel awal, sebagaimana ditentukan dalam N.5.1.5.8. atas. Waktu yang dilampai direkam. Konsentrasi hidrogen, suhu, dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan akhir C_{H_2f} , T_f dan P_f untuk uji kegagalan pengisian, yang digunakan untuk perhitungan dalam M. 6.

N.5.2. Pengujian berbasis komponen

N.5.2.1. Persiapan REESS

Peluruhan (*ageing*) REESS harus diperiksa, untuk mengonfirmasi bahwa REESS telah melakukan setidaknya 5 siklus standar (sebagaimana ditentukan dalam B.1 pada Lampiran B)

N.5.2.2. Pengosongan REESS

REESS dilakukan pengosongan pada 70 persen \pm 5 persen dari daya nominal dari sistem.

Penghentian pengosongan terjadi ketika SOC minimum seperti yang ditentukan oleh pabrikan tercapai.

N.5.2.3. Pengkondisian

Dalam 15 min dari akhir operasi pengosongan REESS yang ditentukan dalam N.5.2.2. di atas, dan sebelum dimulainya uji emisi hidrogen, REESS harus dikondisikan pada 293 K \pm 2 K untuk periode minimum 12 h dan periode maksimum 36 h.

N.5.2.4. Uji emisi hidrogen selama pengisian normal

N.5.2.4.1. Sebelum penyelesaian periode pengkondisian, *chamber* untuk pengukuran harus dikuras (*purged*) selama beberapa menit sampai diperoleh emisi *background* hidrogen yang stabil. Kipas pencampur juga harus dinyalakan saat ini.

N.5.2.4.2. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum pengujian.

RSNI3 8872:2024

N.5.2.4.3. Pada akhir periode pengkondisian, REESS harus dipindahkan ke *chamber* pengukuran.

N.5.2.4.4. REESS harus diisi sesuai dengan prosedur pengisian normal seperti yang ditentukan dalam N.5.2.4.7.

N.5.2.4.5. *Chamber* pengujian harus ditutup dan disegel kedap gas dalam waktu dua menit dari penguncian elektrik pada tahap pengisian normal.

N.5.2.4.6. Awal muatan normal untuk periode uji emisi hidrogen harus dimulai ketika *chamber* pengujian disegel. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i untuk uji pengisian normal.

Angka-angka ini digunakan dalam perhitungan emisi hidrogen (lihat N.6). Temperatur selengkap ambien T harus tidak kurang dari 291 K dan tidak lebih dari 295 K selama periode pengisian normal.

N.5.2.4.7. Prosedur pengisian normal

Pengisian normal dilakukan dengan pengisi daya yang sesuai dan terdiri dari tahapan berikut:

- (a) Pengisian daya konstan selama t_1 ;
- b) Pengisian berlebih pada arus konstan selama t_2 . Intensitas pengisian berlebih ditentukan oleh pabrikan dan sesuai dengan yang digunakan selama pengisian setara..

Akhir kriteria pengisian REESS berkaitan dengan penghentian otomatis yang diberikan oleh pengisi daya ke waktu pengisian $t_1 + t_2$. Waktu pengisian ini akan dibatasi hingga $t_1 + 5$ h, bahkan jika terdapat indikasi yang jelas diberikan oleh instrumentasi yang sesuai bahwa REESS belum terisi penuh.

N.5.2.4.8. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum akhir pengujian.

N.5.2.4.9. Akhir periode pengambilan sampel emisi terjadi $t_1 + t_2$ atau $t_1 + 5$ h setelah mulai pengambilan sampel awal, sebagaimana ditentukan dalam N.5.2.4.6. atas. Waktu yang berbeda berlalu dicatat. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan akhir C_{H_2f} , T_f dan P_f untuk uji pengisian normal, yang digunakan untuk perhitungan dalam M.6.

N.5.2.5. Uji emisi hidrogen dengan kegagalan pengisi daya

N.5.2.5.1. Prosedur pengujian harus dimulai dalam waktu maksimum tujuh hari setelah menyelesaikan pengujian dalam pasal N.5.2.4. di atas, prosedur harus dimulai dengan pengosongan REESS kendaraan sesuai dengan pasal N.5.2.2.

N.5.2.5.2. Tahapan prosedur dalam N.5.2.3. di atas harus diulang.

N.5.2.5.3. Sebelum penyelesaian periode pengkondisian, *chamber* pengukuran harus dikuras (purged) selama beberapa menit sampai diperoleh emisi background hidrogen yang stabil. Kipas pencampur selengkap juga harus dinyalakan saat ini.

N.5.2.5.4. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum pengujian.

N.5.2.5.5. Pada akhir pengkondisian, REESS harus dipindahkan ke *chamber* pengukuran.

N.5.2.5.6. REESS harus diisi sesuai dengan prosedur kegagalan pengisian sebagaimana ditentukan dalam pasal N.5.2.5.9.

N.5.2.5.7. *Chamber* pengujian harus ditutup dan disegel sehingga kedap gas dalam waktu dua menit dari penguncian elektrik pada tahap kegagalan pengisian.

N.5.2.5.8. Awal dari kegagalan pengisian untuk periode uji emisi hidrogen dimulai ketika *chamber* disegel. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i untuk uji kegagalan pengisian

Angka-angka ini digunakan dalam perhitungan emisi hidrogen (pasal 6). Suhu ruang selungkup T harus tidak kurang dari 291 K dan tidak lebih dari 295 K selama periode kegagalan pengisian.

N.5.2.5.9. Prosedur kegagalan pengisian

Kegagalan pengisian daya dilakukan dengan pengisi daya yang sesuai dan terdiri dari tahapan berikut:

- (a) Pengisian daya konstan selama t'_1 ,
- (b) Pengisian pada arus maksimum seperti yang direkomendasikan oleh produsen selama 30 min. Selama fase ini, pengisi daya harus memasok arus maksimum seperti yang direkomendasikan oleh pabrikan.

N.5.2.5.10. Alat analisa hidrogen harus di-nol-kan dan dikalibrasi segera sebelum akhir pengujian.

N.5.2.5.11. Akhir periode pengujian terjadi $t'_1 + 30$ min setelah mulai pengambilan sampel awal, sebagaimana ditentukan dalam N.5.2.5.8. atas. dilampai direkam.. Konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur untuk memberikan pembacaan akhir C_{H_2f} , T_f dan P_f untuk uji kegagalan pengisian, yang digunakan untuk perhitungan dalam N.6. di bawah ini.

N.6. Perhitungan

Pengujian emisi hidrogen yang dijelaskan dalam N.5 di atas dapat digunakan untuk perhitungan emisi hidrogen dari fase pengisian normal dan kegagalan pengisian. Emisi hidrogen dari masing-masing fase dihitung menggunakan konsentrasi hidrogen awal dan akhir, suhu dan tekanan dalam selungkup, bersama-sama dengan volume bersih selungkup .

Rumus di bawah ini digunakan:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H_2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H_2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

dimana:

- M_{H_2} = massa hydrogen, dalam gram
- C_{H_2} = konsentrasi hidrogen terukur dalam selungkup, dalam ppm volume
- V = Volume selungkup bersih dalam meter kubik (m^3) dikoreksi untuk volume kendaraan, dengan jendela dan kompartemen bagasi terbuka. Jika volume kendaraan tidak ditentukan, dikurangi volume sebesar $1,42 m^3$.
- V_{out} = volume kompensasi dalam m^3 , pada suhu dan tekanan uji
- T = suhu ruang dalam chamber, dalam K
- P = tekanan absolut selungkup, dalam kPa
- k = 2.42

dimana: i adalah pembacaan awal

f adalah pembacaan akhir

N.6.1. Hasil pengujian

Emisi massa hidrogen untuk REESS adalah:

M_N = emisi massa hidrogen untuk uji pengisian normal, dalam gram

M_D = emisi massa hidrogen untuk uji kegagalan pengisian, dalam gram

Apendiks 1

Kalibrasi peralatan untuk pengujian emisi hidrogen

1. Frekuensi dan metode kalibrasi

Semua peralatan harus dikalibrasi sebelum penggunaan awal dan kemudian dikalibrasi sesering mungkin sesuai kebutuhan dan dilakukan kapanpun dalam rentang satu bulan sebelum uji tipe. Metode kalibrasi yang akan digunakan dijelaskan dalam lampiran ini.

2. Kalibrasi selungkup

2.1. Penentuan awal volume internal selungkup

2.1.1. Sebelum penggunaan awal, volume internal *chamber* pengujian harus ditentukan sebagai berikut:

Dimensi internal *chamber* pengujian diukur dengan cermat, dengan mempertimbangkan segala ketidakteraturan seperti batang penopang (*bracing struts*).

Volume internal selungkup ditentukan dari pengukuran ini.

Selungkup harus ditahan pada volume yang tetap ketika selungkup ditahan pada suhu sekitar 293 K. Volume nominal ini harus dapat diulang dalam $\pm 0,5$ persen dari nilai yang dilaporkan.

2.1.2. Volume bersih internal ditentukan dengan mengurangi $1,42 \text{ m}^3$ dari volume internal *chamber*. Sebagai alternatif, volume pengujian kendaraan dengan kompartemen bagasi dan jendela terbuka atau REESS dapat digunakan sebagai pengganti $1,42 \text{ m}^3$.

2.1.3. *Chamber* harus diperiksa seperti pada paragraf 2.3. dari lampiran ini. Jika massa hidrogen tidak sesuai dengan massa yang disuntikkan dalam ± 2 persen maka tindakan korektif diperlukan.

2.2. Penentuan emisi *background chamber*

Operasi ini menentukan bahwa *chamber* tersebut tidak mengandung bahan yang menghasilkan hidrogen dalam jumlah yang signifikan. Pemeriksaan selungkup harus dilakukan pada saat awal operasi, setelah setiap operasi dalam *chamber* pengujian yang dapat mempengaruhi emisi *background* dan pada frekuensi sekurang-kurangnya satu kali per tahun.

2.2.1. Selungkup dengan volume bervariasi dapat dioperasikan dengan konfigurasi volume yang tetap atau tidak tetap, seperti yang dijelaskan dalam 2.1.1 pada Apendiks 1 Lampiran N. Suhu sekitar harus dijaga pada $293 \text{ K} \pm 2 \text{ K}$, selama periode empat jam yang disebutkan di bawah ini.

2.2.2. Selungkup dapat disegel dan kipas pencampur dioperasikan untuk periode hingga 12 h sebelum periode empat jam pengambilan sampel *background* dimulai.

2.2.3. Alat analisis (jika diperlukan) harus dikalibrasi, kemudian di-nol-kan dan dikalibrasi (*spanned*)

2.2.4. Selungkup harus dikuras (*purged*) sampai pembacaan hidrogen yang stabil diperoleh, dan kipas pencampur dinyalakan jika belum dihidupkan.

2.2.5. *Chamber* pengujian tersebut kemudian disegel dan konsentrasi *background* hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur. Ini adalah pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i yang digunakan dalam perhitungan *background chamber* pengujian.

2.2.6. Selungkup dijaga dalam keadaan tidak terganggu dengan kipas pencampur menyala selama empat jam.

2.2.7. Pada akhir waktu ini, alat analisa yang sama digunakan untuk mengukur konsentrasi hidrogen dalam *chamber*. Suhu dan tekanan barometrik juga diukur. Ini adalah pembacaan akhir (final) C_{H_2f} , T_f dan P_f .

2.2.8. Perubahan massa hidrogen dalam selungkup harus dihitung sepanjang waktu pengujian sesuai dengan 2.4 pada Apendiks 1 Lampiran N. lampiran ini dan tidak boleh melebihi 0,5 g..

2.3. Kalibrasi dan pengujian kandungan hidrogen tersisa dalam *chamber*.

Kalibrasi dan pengujian kandungan hidrogen tersisa dalam *chamber* digunakan untuk memeriksa volume terhitung (2.1. pada Apendiks 1 Lampiran N) dan juga untuk mengukur laju kebocoran. Tingkat kebocoran selungkup harus ditentukan saat awal penggunaan, setelah setiap operasi dalam selungkup yang dapat mempengaruhi integritas selungkup, dan sekurang-kurangnya setiap bulan sesudahnya. Jika enam pemeriksaan kandungan tersisa bulanan berturut-turut berhasil diselesaikan tanpa tindakan korektif, laju kebocoran selungkup dapat ditentukan setiap tiga bulan sesudahnya selama tidak ada tindakan korektif yang diperlukan.

2.3.1. Selungkup harus dikuras (*purged*) hingga konsentrasi hidrogen yang stabil tercapai. Kipas pencampur dinyalakan, jika belum dinyalakan. Alat analisa hidrogen di-nol-kan, dikalibrasi jika diperlukan, dan melakukan kalibrasi rentang pengukuran (*spanned*).

2.3.2. Selungkup harus ditahan pada posisi volume nominal.

2.3.3. Sistem kontrol suhu ruang kemudian dihidupkan (jika belum diaktifkan) dan disesuaikan untuk suhu awal 293 K.

2.3.4. Ketika suhu selungkup distabilkan pada $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$, selungkup disegel dan konsentrasi *background*, suhu dan tekanan barometrik diukur. Ini adalah pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i yang digunakan dalam kalibrasi selungkup.

2.3.5. Selungkup harus tidak bergantung dari volume nominal.

2.3.6. Sejumlah sekitar 100 g hidrogen diinjeksikan ke dalam selungkup. Massa hidrogen ini harus diukur dengan akurasi ± 2 persen dari nilai yang diukur.

2.3.7. Isi *chamber* harus dibiarkan bercampur selama lima menit dan kemudian konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik diukur. Ini adalah pembacaan akhir C_{H_2f} , T_f dan P_f untuk kalibrasi selungkup serta pembacaan awal C_{H_2i} , T_i dan P_i untuk kandungan tersisa.

2.3.8. Atas dasar pembacaan yang diambil dalam paragraf 2.3.4 dan 2.3.7 pada Apendiks 1 Lampiran N dan rumus dalam 2.4 pada Apendiks 1 Lampiran N, massa hidrogen dalam selungkup dihitung. Hasilnya harus berada dalam ± 2 persen dari massa hidrogen yang diukur dalam 2.3.6 pada Apendiks 1 Lampiran N di atas.

2.3.9. Kandungan *chamber* harus dibiarkan untuk bercampur selama minimal 10 h. Pada akhir periode, konsentrasi hidrogen akhir, suhu dan tekanan barometrik diukur dan direkam. Hasil

ini adalah pembacaan akhir C_{H2f} , T_f dan P_f untuk kandungan hidrogen tersisa.

2.3.10. Dengan menggunakan rumus dalam 2.4. pada Apendiks 1 Lampiran N di bawah ini, massa hidrogen kemudian dihitung dari pembacaan yang diambil dalam 2.3.7 dan 2.3.9. pada Apendiks 1 Lampiran N di atas. Massa ini tidak boleh berbeda lebih dari 5 persen dari massa hidrogen yang diberikan oleh 2.3.8. pada Apendiks 1 Lampiran N di atas.

2.4. Perhitungan

Perhitungan perubahan massa hidrogen bersih di dalam selungkup digunakan untuk menentukan *background* hidrokarbon dan laju kebocoran *chamber*. Pembacaan awal dan akhir konsentrasi hidrogen, suhu dan tekanan barometrik digunakan dalam rumus berikut untuk menghitung perubahan massa.

$$M_{H2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

Dimana:

M_{H2} = massa hidrogen, dalam grams

C_{H2} = konsentrasi hidrogen terukur ke dalam selungkup, dalam ppm volume

V = volume selungkup dalam meter kubik (m^3) yang diukur dalam paragraf 2.1.1. di atas.

V_{out} = volume kompensasi dalam m^3 , pada suhu dan tekanan pengujian

T = suhu ambien *chamber*, dalam K

P = tekanan absolut selungkup, dalam kPa

k = 2.42

Dimana: i adalah pembacaan awal

f adalah pembacaan akhir

3. Kalibrasi alat analisa hidrogen

Alat analisis harus dikalibrasi menggunakan hidrogen di udara dan udara sintesis murni. Lihat pasal 4.8.2. pada Lampiran N.

Setiap rentang operasi yang umum digunakan dikalibrasi dengan prosedur berikut:

3.1. Tetapkan kurva kalibrasi dengan sekurang-kurangnya lima titik kalibrasi dengan jarak setara mungkin pada rentang operasi. Konsentrasi nominal gas kalibrasi dengan konsentrasi tertinggi sekurang-kurangnya 80 persen dari skala penuh.

3.2. Hitung kurva kalibrasi dengan metode kuadrat terkecil. Jika derajat polinomial yang dihasilkan lebih besar dari tiga, maka jumlah titik kalibrasi harus setidaknya adalah jumlah tingkat polinomial ditambah dua.

3.3. Kurva kalibrasi tidak boleh berbeda lebih dari dua persen dari nilai nominal setiap gas kalibrasi.

3.4. Dengan menggunakan koefisien polinomial yang berasal dari 3.2. di atas, tabel pembacaan alat analisa terhadap konsentrasi aktual harus diambil dengan tahapan tidak lebih 1 persen dari skala penuh. Ini harus dilakukan untuk setiap rentang alat analisa yang dikalibrasi.

Tabel ini juga harus berisi data terkait lainnya seperti:

- (a) Tanggal kalibrasi;
- (b) Pembacaan *rentang pengukuran dan nol* potensiometer (jika sesuai);
- (c) Skala nominal;
- (d) Data referensi dari setiap gas kalibrasi yang digunakan;
- (e) Nilai pengukuran dan nilai perhitungan dari setiap gas kalibrasi yang digunakan bersama dengan perbedaan persentase ;
- (f) Kalibrasi tekanan dari alat analisa

3.5. Metode alternatif (misalnya komputer, sakelar rentang yang dikontrol secara elektronik) dapat digunakan jika terbukti secara teknis bahwa metode ini memberikan akurasi yang setara.

Apendiks 2

Karakteristik utama dari golongan kendaraan

1. Parameter yang mendefinisikan golongan relatif terhadap emisi hidrogen

Suatu golongan dapat didefinisikan berdasarkan parameter desain dasar yang harus umum untuk kendaraan di dalam golongan. Dalam beberapa hal terdapat keterkaitan parameter. Efek-efek ini juga harus dipertimbangkan untuk memastikan bahwa hanya kendaraan dengan karakteristik emisi hidrogen serupa termasuk dalam satu golongan tersebut.

2. Untuk tujuan ini, tipe kendaraan yang parameternya dijelaskan di bawah ini identik dianggap memiliki emisi hidrogen yang sama.

REESS:

- (a) Nama atau merek dagang REESS;
- (b) Indikasi semua jenis pasangan elektrokimia yang digunakan;
- (c) Jumlah sel REESS;
- (d) Jumlah subsistem REESS;
- (e) Tegangan nominal REESS (V);
- (f) Energi REESS (kWh);
- (g) Tingkat kombinasi gas (dalam persen);
- (h) Jenis ventilasi untuk subsistem REESS;
- (i) Jenis sistem pendingin (jika ada).

Pengisi daya terpasang:

- (a) Pembuat dan jenis komponen pengisi daya yang berbeda;
- (b) Daya luaran nominal (kW);
- (c) Tegangan pengisian maksimum (V);
- (d) Intensitas pengisian maksimum (A);
- (e) Pembuat dan jenis unit pengendali (jika ada);
- (f) Diagram operasi, kontrol dan keselamatan;
- (g) Karakteristik periode pengisian.

Lampiran O
(Informatif)
Perbandingan SNI dengan acuan UNR 136

Tabel – O.1 Perbandingan SNI dengan acuan UNR 136 (1 dari 2)

| Pasal di RSNI | Pasal di UNR | Judul pasal di UNR 136 ¹ |
|-------------------------|------------------------|---|
| 1 | 1 | <i>Scope</i> |
| 3 | 2 | <i>Definitions</i> |
| 4 | 6 | <i>Part II: Requirements of a Rechargeable Electrical Energy Storage System (REESS) with regard to its safety</i> |
| 4.1 | 6.1. | <i>General</i> |
| 4.2 | 6.2. | <i>Vibration</i> |
| 4.3 | 6.3. | <i>Thermal shock and cycling</i> |
| 4.4 | 6.4. | <i>Mechanical tests</i> |
| 4.4.1 | 6.4.1. | <i>Drop test for removable REESS</i> |
| 4.4.2 | 6.4.2. | <i>Mechanical shock</i> |
| 4.5 | 6.5. | <i>Fire resistance</i> |
| 4.6 | 6.6. | <i>External short circuit protection</i> |
| 4.7 | 6.7. | <i>Overcharge protection</i> |
| 4.8 | 6.8. | <i>Over-discharge protection</i> |
| 4.9 | 6.9. | <i>Over-temperature protection</i> |
| 4.10 | 6.10. | <i>Overcurrent protection</i> |
| 4.11 | 6.11 | <i>Low-temperature protection</i> |
| 4.12 | 6.12 | <i>Management of gases emitted from REESS</i> |
| 4.12.4 | 5.4. | <i>Determination of hydrogen emissions</i> |
| 4.13 | 6.13 | <i>Warning in the event of operational failure of vehicle controls that manage REESS safe operation.</i> |
| 4.14 | 6.14 | <i>Warning in the case of a thermal event within the REESS</i> |
| 4.15 | 6.15 | <i>Thermal propagation</i> |
| Lampiran A | Lampiran 5B | <i>Isolation resistance measurement method for vehicle based tests</i> |
| Lampiran B | Lampiran 9 | <i>REESS test procedures</i> |
| B.1 pada Lampiran B | Annex 9 Apendix 1 | <i>Procedure for conducting a standard cycle</i> |
| B.2 pada Lampiran B | Annex 9 – Appendix 2 | <i>Procedure for SOC adjustment</i> |
| Lampiran C | Lampiran 9A | <i>Vibration test</i> |
| Lampiran D | Lampiran 9B | <i>Thermal shock and cycling test</i> |
| Lampiran E | Lampiran 9C | <i>Mechanical Drop Test for removable REESS</i> |
| Lampiran F | Lampiran 9D | <i>Mechanical shock</i> |
| Lampiran G | Lampiran 9E | <i>Fire resistance</i> |
| Lampiran G - Apendiks 1 | Annex 9E - Appendix 1. | <i>Fire bricks specification</i> |

Lanjutan Tabel – O.1 (2 dari 2)

| Pasal di RSNI | Pasal di UNR | Judul pasal di UNR 136 |
|--|--------------|--|
| Lampiran H | Lampiran 9F | <i>External short circuit protection</i> |
| Lampiran I | Lampiran 9G | <i>Overcharge protection</i> |
| Lampiran J | Lampiran 9H | <i>Over-discharge protection</i> |
| Lampiran K | Lampiran 9I | <i>Over-temperature protection</i> |
| Lampiran L | Lampiran 9J | <i>Over-current protection</i> |
| Lampiran M | Annex 1 | <i>Appendix 1 - Essential characteristics of road vehicles or systems Appendix 2 - Essential characteristics of REESS Appendix 3 - Essential characteristics of road vehicles or systems with chassis connected to electrical circuits</i> |
| Lampiran N | Annex 7 | <i>Determination of hydrogen emissions during the charge procedures of the REESS</i> |
| ¹ UNR 136 Edisi pertama (20 Januari 2016) dan Amandemen ke-1 UNR 136 (4 Januari 2023) | | |

Bibliografi

- [1] United Nations Regulation 136, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles of category L with regard to specific requirements for the electric power train (20 January 2016)*
- [2] United Nations Regulation 136 Amd.1, *Uniform provisions concerning the approval of vehicles of category L with regard to specific requirements for the electric power train (4 January 2023)*

Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Komite Teknis 43-02, *Komite Teknis Kendaraan jalan raya bertenaga listrik*

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Dodiet Prasetyo – Kementerian Perindustrian
Wakil Ketua : Mayastria Yekttiningtyas – BSN
Sekretaris : Fandi Yogiswara – BSN
Anggota : 1. Muhammad Ihsan – Kementerian Perindustrian
2. Doney Kusuma – Kementerian ESDM
3. Arifin – Kementerian Perhubungan
4. Alief Wikarta – ITS
5. D. Danardono Dwi Prija – UNS
6. Agus Purwadi – ITB
7. Susanto Sigit Rahardi – B4T Bandung
8. Hermawan Wijaya – PT.International Chemical
9. Adhietya Saputra – PT.Industri Baterai Indonesia
10. Ronald Boenardi – GIAMM
11. Siti Choirun Nisa – GAIKINDO
12. Rudi Prayitno Putra Firmansyah – AISI
13. Achmad Subhan – APKLIBERNAS
14. Hanggoro – AISMOLI
15. Patrick Adhiatmadja – AEML

[3] Konseptor rancangan SNI

Gugus Kerja Lingkup Baterai Kendaraan Listrik Komite Teknis 43-02

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Direktorat Pengembangan Standar Mekanika, Energi, Infrastruktur dan Teknologi Informasi,
Badan Standardisasi Nasional