



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - EE 184801

# **PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN KESELAMATAN PERALATAN BATTERY SWAP STATION**

Tanbihul Gofilin  
NRP 07111440000073

Dosen Pembimbing  
Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.  
Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - EE 184801

**PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN KESELAMATAN  
PERALATAN BATTERY SWAP STATION**

Tanbihul Gofilin  
NRP 0711144000073

Dosen Pembimbing  
Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.  
Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





FINAL PROJECT - EE 184801

## **PREPARATION OF STANDARD FOR PERFORMANCE AND SAFETY TESTING OF BATTERY SWAP STATION**

Tanbihul Gofilin  
NRP 07111440000073

Supervisors  
Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.  
Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tugas akhir saya dengan judul “**PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN KESELAMATAN PERALATAN BATTERY SWAP STATION**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2019

Tanbihul Gofilin  
0711144000073

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN  
KESELAMATAN PERALATAN BATTERY SWAP  
STATION**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada**

**Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga  
Departemen Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.**  
**NIP. 198109052005011002**

**Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D**  
**NIP. 195512071980031004**



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN KESELAMATAN PERALATAN BATTERY SWAP STATION**

Nama mahasiswa : Tanbihul Gofilin  
Dosen Pembimbing I : Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.  
Dosen Pembimbing II : Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D

## **Abstrak:**

Kendaraan listrik merupakan kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Dimana motor listrik disuplai oleh baterai yang diisi oleh pengisi daya hingga penuh sebelum bisa dimanfaatkan kembali menjadi sumber energi. Pengisian energy pada baterai yang memakan waktu cukup lama menjadi tantangan tersendiri pada industry kendaraan listrik.

Stasiun pengisian daya merupakan metode pengisian daya pada baterai dengan menukar baterai yang kehabisan daya dengan baterai yang sudah terisi penuh, menjadi solusi alternatif yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini sebagai jalan keluar. Kamanan operasi peralatan stasiun pengisian daya, tingkatan performa yang harus dipenuhi, serta penunjang untuk mempermudah proses swap perlu diperhatikan dalam pengaplikasian sistem ini. Keamanan operasi pengisian daya saat dioperasikan, performa minimum yang harus dimiliki peralatan, merupakan hal yang perlu diperhatikan untuk keamanan operasi peralatan dan personel yang terlibat didalamnya. Sehingga perlu ditetapkan standar minimum yang harus dipenuhi peralatan ini sebelum dioperasikan sebagaimana mestinya, dan dilakukan inspeksi pada peralatan yang bersangkutan guna mengetahui kesesuaian antara fungsi yang dimiliki peralatan dengan standar yang ada.

Tugas akhir ini membahas mengenai penyusunan standar yang harus dipenuhi peralatan serta identifikasi kesesuaian antara peralatan pada MOLINA ITS dengan standar yang harus dipenuhi. Dimana berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan peralatan sudah memiliki beberapa fungsi operasi yang dituntut oleh standar, namun masih terdapat beberapa faktor keamanan yang perlu dipenuhi oleh peralatan.

**Kata kunci:** Baterai, pengisi daya, proses swap, stasiun pengisian daya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# PREPARATION OF STANDARD FOR PERFORMANCE AND SAFETY TESTING OF BATTERY SWAP STATION

Student Name : Tanbihul Gofilin  
Supervisor I : Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT.  
Supervisor II : Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D

## ***Abstract:***

*Electric vehicles are vehicles that use an electric motor as the prime mover. Where an electric motor is supplied by a battery that is charged by the pengisian daya to full before it can be used again as an energy source. Pengisian energy in a battery that takes a long time has become challenge in the electric vehicle industry.*

*Stasiun pengisian daya is a pengisian method to the Baterai by swapping out battery that is running out of power with a fully loaded battery, becoming an alternative solution that can be used to solve this problem. The security of stasiun pengisian daya equipment operation, the level of performance that must be fulfilled, and supporting system to facilitate the swap process need to be considered in the appliance of this system. The safety requirements of a swap station when it is operated, the minimum performance requirements of the equipment must have, is something that needs to be considered for the security of the equipment operations itself and personnel involved in it. So it is necessary to set minimum standards that must be fulfilled by this equipment before operating properly, and inspect the equipment to determine the compatibility between the functions possessed by the equipment and the existing standards.*

*This final project discusses the preparation of standards that must be met by equipment and identification of conformity between equipment in MOLINA ITS and the standards that must be met. Where based on the results of identification, the equipment has several operating functions demanded by the standard, but there are still some safety factors that need to be fulfilled by the equipment.*

**Key Words:** *Battery, pengisian daya, baterai, battery swap station.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PENYUSUNAN STANDAR UJI PERFORMA DAN KESELAMATAN PERALATAN BATTERY SWAP STATION)”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Atas penyusunan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia dan petunjuk-Nya.
2. Ibu dan Bapak penulis atas doa dan cinta yang tak henti pada penulis dalam keadaan apapun. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi, menyayangi dan memberi mereka kesehatan selalu dan umur yang panjang, serta tempat terbaik kelak di surgaNya.
3. Bapak Dr. Dimas Anton Asfani ST., MT. dan Heri Suryoatmojo, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan dan perhatiannya selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Elektro ITS yang telah memberikan banyak ilmu dan menciptakan suasana belajar yang luar biasa.
5. Teman-teman seperjuangan e54 yang telah menemani dan memberikan dukungan selama masa kuliah sampai penyusunan tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha maksimal dalam penyusunan tugas akhir ini. Namun tetap besar harapan penulis untuk menerima saran dan kritik untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikat manfaat yang luas.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	i
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
1.7 Relevansi.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Pengisi Daya .....	7
2.2 Stasiun Pengisian Daya .....	7
2.3 Pengisian Daya AC .....	9
2.4 Pemenuhan Persyaratan Stasiun Pengisian Daya .....	10
BAB 3 STANDAR UJI STASIUN PENGISIAN DAYA.....	13
3.1 Ruang Lingkup.....	13
3.2 Acuan Normatif.....	13
3.3 Istilah dan definisi .....	14
3.4 Persyaratan Umum Stasiun Pengisian Daya .....	15
3.4.1 Persyaratan Keamanan Sistem .....	15
3.4.1.1 Sistem Jalur .....	15
3.4.1.2 Sistem Penyimpanan .....	16
3.4.1.3 Sistem Pengisian .....	17
3.4.1.4 Baterai .....	17

3.4.1.5	Sistem Kontrol .....	18
3.4.1.6	Sistem Pendukung.....	18
3.4.1.7	Sistem Suplai Daya .....	19
3.5	Perlindungan Terhadap Sengatan Listrik.....	19
3.5.1	Proteksi Terhadap Kontak Langsung .....	19
3.5.2	Proteksi Kegagalan .....	21
3.6	Persyaratan Konstruksi Peralatan .....	21
3.6.1	Karakteristik Perangkat Saklar Mekanik .....	21
3.6.2	Karakteristik Nilai Tegangan Transien Berlebih Peralatan.. .....	23
3.6.3	Kekuatan Material.....	24
3.6.3.1	Dampak Mekanis .....	24
3.6.3.2	Proteksi Terhadap Korosi Dari Lingkungan .....	25
3.6.3.3	Karakteristik Bahan Isolasi .....	25
3.6.3.3.1	Ketahanan <i>Enclosure</i> Terhadap Panas .....	25
3.6.3.3.2	Ketahanan Terhadap Api.....	26
3.7	Kompabilitas Elektromagnetik .....	27
3.7.1	Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Rendah .....	28
3.7.2	Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Tinggi.....	29
3.8	Tanda dan Instruksi.....	29
3.8.1	Penandaan Peralatan .....	29
3.8.2	Keterbacaan .....	30
3.8.3	Perangkat Sinyal dan Peringatan.....	31
<b>BAB 4 IDENTIFIKASI PERALATAN STASIUN PENGISIAN DAYA DAN PERBANDINGANNYA DENGAN KETENTUAN STANDAR .....</b>		<b>33</b>
4.1	Identifikasi Persyaratan Umum Keamanan Sistem.....	33
4.1.1	Sistem Jalur.....	33
4.1.2	Sistem Penyimpanan.....	37

4.1.3	Sistem Pengisian .....	43
4.1.4	Baterai .....	46
4.1.5	Sistem Kontrol .....	52
4.1.6	Sistem Pendukung .....	54
4.1.7	Sistem Suplai Daya .....	55
4.2	Proteksi Terhadap Sengatan Listrik .....	56
4.2.1	Proteksi Terhadap Kontak Langsung .....	57
4.2.2	Proteksi Terhadap Kegagalan.....	59
4.3	Persyaratan Konstruksi Peralatan.....	61
4.3.1	Karakteristik Perangkat Saklar Mekanik.....	61
4.3.2	Kekuatan Material .....	62
4.3.2.1	Dampak Mekanis .....	62
4.3.2.2	Proteksi Terhadap Korosi Dari Lingkungan.....	64
4.3.2.3	Karakteristik Bahan Isolasi Peralatan.....	64
4.3.2.3.1	Ketahanan <i>Enclosure</i> Terhadap Panas.....	65
4.3.2.3.2	Ketahanan Material Isolasi Terhadap Api .....	66
4.4	Tanda dan Instruksi .....	67
4.4.1	Penandaan Peralatan.....	67
4.4.2	Keterbacaan.....	69
4.4.3	Perangkat Sinyal dan Peringatan.....	69
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan .....	71
5.2	Saran .....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>73</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>75</b>
Lampiran 1 – Skenario proses swap pada operasi stasiun pengisian daya <i>dengan</i> kendaraan listrik.....		75
Lampiran 2 – Laporan sementara data identifikasi kesesuaian peralatan dengan standar.....		80

Lampiran 3 – Draft SNI.....	98
BIODATA PENULIS .....	129

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 4.1</b>	Nameplate untuk fungsi verifikasi output peralatan charger dengan baterai yang cocok untuk disuplai. ....	36
<b>Gambar 4.2</b>	Tampak depan Stasiun pengisian daya .....	40
<b>Gambar 4.3</b>	Ketepatan desain baterai dengan sistem outlet penyimpanan stasiun pengisian daya .....	40
<b>Gambar 4.4</b>	<i>Enclosure</i> sistem tidak tertanam ke tanah. ....	41
<b>Gambar 4.5</b>	Informasi <i>locking state</i> yang menandakan kesempurnaan baterai dengan sistem penyimpanan pada <i>outlet</i> stasiun pengisian daya yang kosong. ....	42
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Nameplate</i> pengisian daya yang digunakan pada sistem stasiun pengisian daya. ....	43
<b>Gambar 4.7</b>	<i>State of Charge (SOC)</i> baterai yang terpasang pada outlet stasiun pengisian daya. ....	46
<b>Gambar 4.8</b>	Dimensi baterai baterai .....	49
<b>Gambar 4.9</b>	Ketepatan desain baterai baterai dengan slot outlet <i>swap station</i> . ....	49
<b>Gambar 4.10</b>	Ilustrasi rangkaian baterai yang digunakan. ....	51
<b>Gambar 4.11</b>	BMS yang digunakan pada baterai .....	51
<b>Gambar 4.12</b>	<i>Probe Access</i> menyerupai jari tangan untuk pengujian IP2X. ....	58
<b>Gambar 4.13</b>	Jari tangan dengan diameter >12.5mm dapat dengan mudah masuk kedalam <i>enclosure</i> .....	59
<b>Gambar 4.14</b>	Rele sebagai perangkat sensing kegagalan pada sistem .....	60
<b>Gambar 4.15</b>	MCB C10, C16 dan C100 yang digunakan pada sistem sebagai switch dan perangkat proteksi peralatan. ....	62
<b>Gambar 4.16</b>	Ilustrasi prosedur pengujian IK10 dengan jatuhnya beban dengan massa 5kg dari ketinggian 400mm dari atap <i>enclosure</i> . ....	63
<b>Gambar 4.17</b>	<i>Coating</i> pada <i>enclosure</i> sistem sebagai proteksi terhadap korosi. ....	64
<b>Gambar 4.18</b>	Thermal chamber MOLINA ITS untuk pengujian <i>thermal</i> . ....	66
<b>Gambar 4.19</b>	Ilustrasi proses pengujian material isolasi peralatan dengan metode <i>glow wire test</i> .....	67

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1</b> Daftar spesifikasi saklar mekanik pada stasiun pengisian daya.....	22
<b>Tabel 3. 2</b> Kategori operasi <i>overvoltage</i> peralatan berdasarkan lokasi operasi peralatan.....	24
<b>Tabel 3. 3</b> Kriteria penerimaan hasil pengujian.....	27
<b>Tabel 3. 4</b> Daftar identitas yang harus tercantum dalam peralatan.....	30
<b>Tabel 4. 1</b> Daftar pengecekan sistem jalur ( <i>lane system</i> ) .....	34
<b>Tabel 4. 2</b> Daftar pengecekan fungsi sistem penyimpanan.....	37
<b>Tabel 4. 3</b> Daftar pengecekan fungsi sistem pengisian daya.....	43
<b>Tabel 4. 4</b> Daftar pengecekan fungsi baterai.....	47
<b>Tabel 4. 5</b> Daftar pengecekan sistem <i>supervisory and control</i> .....	52
<b>Tabel 4. 6</b> Daftar pengecekan sistem pendukung stasiun pengisian daya.....	54
<b>Tabel 4. 7</b> Daftar pengecekan fungsi <i>power supply system</i> .....	56
<b>Tabel 4. 8</b> Daftar pengecekan spesifikasi <i>enclosure</i> peralatan stasiun pengisian daya.....	57
<b>Tabel 4. 9</b> Daftar pengecekan perangkat proteksi terhadap kegagalan pada peralatan.....	60
<b>Tabel 4. 10</b> Daftar pengecekan karakteristik saklar mekanik yang digunakan pada stasiun pengisian daya.....	61
<b>Tabel 4. 11</b> Daftar identitas peralatan yang harus tertera pada <i>nameplate</i> peralatan.....	68

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini penelitian dan pengembangan kendaraan listrik sangat pesat. Kendaraan listrik menjadi pusat perhatian teknologi transportasi karena dipercaya kendaraan listrik lebih efisien dikarenakan potensi yang dimiliki untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar berbasis fosil serta ramah lingkungan[1]. Layaknya kendaraan konvensional yang masih berbasis bahan bakar fosil, kendaraan listrik membutuhkan pengisian bahan bakar yaitu daya listrik atau *Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)* atau sering disebut stasiun pengisian yang lebih umum dikenal sebagai stasiun pengisian daya. Skenario pengisian daya yang umum ialah dengan interkoneksi kendaraan listrik dengan stasiun pengisian, kemudian menunggu beberapa lama hingga baterai terisi penuh dan siap digunakan. Sayangnya metode pengisian daya ini membutuhkan waktu yang lebih lama dari metode pengisian kendaraan berbahan bakar fosil, yang menjadi tantangan tersendiri pada kasus kendaraan listrik. Meskipun setelah menunggu dan baterai terisi penuh, kendaraan listrik mampu beroperasi sejauh beberapa kilometer dan terbilang cukup untuk kebutuhan sehari-hari, namun di sisi lain sebahagian besar pemilik kendaraan listrik menganggap limitasi ini merupakan ketidaknyamanan tersendiri dan sangat penting untuk diperhitungkan[2]. Stasiun pengisian daya adalah pendekatan efektif dalam memenuhi tantangan ini mengenai ketersediaan sumber daya bagi kendaraan listrik, dengan memitigasi waktu tunggu yang lama pada stasiun pengisian.

Stasiun pengisian daya ini merupakan metode pengisian daya pada baterai kendaraan listrik dengan cara melepaskan baterai dari kendaraan listrik kemudian menggantikannya dengan baterai yang telah terisi penuh, kemudian memasang kembali baterai kosong yang telah terpakai ke stasiun pengisian daya untuk kemudian diisi kembali. Seiring perkembangan teknologi pada kendaraan listrik dan kebutuhan akan efisiensi waktu pengisian daya pada baterai, maka peralatan pada stasiun pengisian daya perlu diperbaharui untuk memenuhi kebutuhan daya kendaraan listrik. Mengingat bahwa stasiun pengisian daya melibatkan interaksi antara personil dengan perangkat stasiun pengisian daya dan

merupakan teknologi yang masih jarang pada masyarakat awam, sehingga sangat rentan terhadap berbagai resiko baik terhadap peralatan maupun personil itu sendiri, sehingga perlu dikakukan pengujian terhadap performansi dan keselamatan peralatan pada stasiun pengisian daya dan personil yang terlibat. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa elemen yang terlibat dalam proses ini aman untuk dioperasikan dan tidak merusak lingkungan.

Oleh karena itu, untuk penggunaan stasiun pengisian daya secara komersil diperlukan pengujian standar operasi dan keselamatan yang tepat seperti tahanan isolasi, pengujian tahanan kontak, pengujian temperatur operasi, pengujian komunikasi antara peralatan, dan lain-lain sehingga peralatan dapat beroperasi dengan maksimal. Pada penelitian ini akan dikaji tentang spesifikasi minimum yang diperlukan peralatan melalui beberapa pengujian yang telah disebutkan di atas sebelum dioperasikan sebagaimana mestinya.

## **1.2 Permasalahan**

- a. Bagaimana standar pengujian untuk menentukan performa stasiun pengisian daya?
- b. Bagaimana standar pengujian untuk menentukan keamanan stasiun pengisian daya?
- c. Bagaimana kesesuaian parameter peralatan yang diuji dengan standar?

## **1.3 Tujuan**

Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk:

- a. Menyusun standar pengujian performa dan keselamatan peralatan pada stasiun pengisian daya.
- b. Mengidentifikasi performa dan keselamatan peralatan stasiun pengisian daya sesuai dengan prosedur pada standar.
- c. Mendapatkan perbandingan antara hasil pengujian dengan standar yang sudah ada.

## **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

- a. Pengujian mengacu pada standar IEC 62840-1 dan IEC 62840-2.

- b. Penujian dilakukan di MOLINA (Mobil Listrik Nasional) ITS

## **1.5 Metodologi**

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. Studi Literatur  
Persiapan awal dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah mengumpulkan dan mempelajari literatur yang telah ada yang relevan untuk dijadikan referensi. Literatur dapat berupa standar nasional, standar internasional, jurnal, buku atau materi kuliah yang berhubungan dengan topik penelitian.
- b. Penyusunan standar uji  
Standar uji disusun megacu pada standar yang sudah ada. Standar uji mencakup ketentuan berupa kelengkapan peralatan, karakteristik operasi peralatan, prosedur inspeksi peralatan dan pengujian peralatan jika direkomendasikan dilakukan pengujian dan batas nilai untuk hasil pengujian yang ditargetkan oleh standar.
- c. Pengujian peralatan pengisi daya  
Pengujian dilakukan untuk mengetahui performa stasiun pengisian daya yang akan diuji. Pengujian ini akan dilakukan di MOLINA (Mobil Listrik Nasional) ITS. Parameter yang akan diuji dalam penelitian ini meliputi persyaratan keamanan sistem, proteksi terhadap sengatan listrik baik secara kontak langsung maupun kontak tidak langsung, persyaratan konstruksi peralatan, kompatibilitas elektromagnetik, tanda dan insturksi, dan parameter lain yang berhubungan dengan penentuan performa dan keselamatan peralatan stasiun pengisian daya.
- d. Analisa data  
Setelah pengujian selesai maka akan dilakukan analisa terhadap hasil yang telah didapat. Hasil pengujian dari setiap parameter yang diuji akan dibandingkan dengan standar. Standar tersebut meliputi IEC 62840-1 dan IEC 62840-2 dan standar lain yang relevan dengan parameter yang diuji.
- e. Kesimpulan dan Penulisan Tugas Akhir  
Setelah melakukan analisis terhadap data yang didapat dari serangkaian inspeksi dan pengujian peralatan yang dilakukan akan dilakukan penarikan kesimpulan. Kesimpulan dari

penelitian ini berupa jawaban dari permasalahan yang dianalisis. Kesimpulan tersebut akan disusun ke dalam sebuah buku tugas akhir. Buku ini juga berisi saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian lebih lanjut.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri atas lima bab dengan uraian sebagai berikut :

**BAB 1** : Pendahuluan

Bab ini membahas tentang penjelasan mengenai latar belakang, permasalahan dan batasan masalah, tujuan, metode penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi.

**BAB 2** : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang dasar teori pada sistem pertukaran baterai, seperti konsep pengisian daya, cara kerja stasiun pengisian daya, konsep pengisian daya AC, dan pemenuhan karakteristik kecocokan peralatan dengan standar yang ada.

**BAB 3** : Penyusunan standar uji

Bab ini membahas susunan standar kelengkapan peralatan, prosedur inspeksi dan pengujian stasiun pengisian daya dan nilai dari hasil pengujian yang diharapkan dari standar yang relevan untuk mengetahui kesesuaian peralatan dengan standar.

**BAB 4** : Pengujian dan Analisis

Bab ini menjelaskan tentang pemeriksaan kelengkapan dan kecocokan peralatan dan pengujian performa dan keselamatan stasiun pengisian daya yang mengacu kepada standar yang telah disusun. Hasil yang diperoleh dari pengujian akan dibandingkan dengan nilai yang ditetapkan pada standar untuk pengambilan kesimpulan.

**BAB 5** : Penutup

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dan saran yang bisa diambil dari penyusunan standar uji dan pengujian yang telah dilakukan.

## **1.7 Relevansi**

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

- a. Menjadi referensi yang dapat menunjang industri kelistrikan terutama dalam penyediaan energi untuk kendaraan listrik.
- b. Menjadi referensi bagi mahasiswa untuk melakukan penelitian yang berhubungan dengan stasiun pengisian daya kendaraan listrik.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengisi Daya**

Seiring perkembangan teknologi pada bidang energi baru terbarukan, dalam dunia industri dewasa ini baterai menjadi salah satu elemen penting dalam realisasi era baru teknologi ini. Begitu pula pada bidang otomotif, dewasa ini manufaktur dalam bidang otomotif turut memanfaatkan energi baru terbarukan dalam penyediaan energinya baik itu melalui teknologi hibrid ataupun kendaraan elektrik penuh yang memanfaatkan baterai.

Kepadatan daya, densitas daya, waktu pengisian dan masa pakai dan biaya, yang dewasa ini merupakan tantangan bagi manufaktur pada bidang baterai kendaraan listrik untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini. Dimana ketepatan desain bukan menjadi satu-satunya factor yang menentukan kualitas baterai namun juga dari sudut pandang yang lain seperti waktu pengisian, dan pelepasan sehingga dapat disimpulkan bahwa baterai sangat bergantung pada pengisi dayanya [3].

Sistem pengisian merupakan alat yang terhubung dengan sumber daya listrik yang berfungsi untuk menyediakan energi untuk baterai kendaraan listrik. Berkembangnya pengisian daya dewasa ini ditandai dengan berbagai inovasi yang bermunculan mengenai keberagaman fungsi, metode pengisian, serta keamanan operasinya dengan baterai yang terlibat. Kebutuhan dari berbagai jenis baterai dan kendaraan listrik yang beragam memicu munculnya berbagai jenis tipe pengisian daya, diantaranya seperti sistem pengisian konduktif, sistem pengisian nirkabel, dan stasiun pengisian daya. Dalam kasus ini dibahas lebih khusus dalam tipe pengisian stasiun pengisian daya.

#### **2.2 Stasiun Pengisian Daya**

Berbeda dengan stasiun pengisian daya yang bekerja dengan cara memasang sistem pengisian dari jaringan listrik utama untuk mentransfer energi listrik melalui kabel dengan konektor yang dihubungkan pada baterai kendaraan listrik kemudian harus menunggu dalam jangka waktu yang cukup lama untuk pengisian penuh baterai. Stasiun pengisian daya

bekerja dalam orientasi yang lebih praktis dalam operasi dan manajemen penggunaan waktunya.

Berdasarkan tingkat otomatisnya, stasiun pengisian daya dibedakan menjadi 3 tingkatan yaitu otomatis, semi otomatis, dan manual. Untuk tingkatan otomatis merupakan proses ketika penempatan lokasi kendaraan listrik, proses swap baterai antara kendaraan listrik dengan stasiun pengisian, peletakan baterai pada stasiun pengisian, serta proses pengisian baterai sepenuhnya dilakukan oleh sistem elektrik dan mekanik yang otomatis tanpa campur tangan manusia sebagai operator. Sedangkan untuk tingkat automasi semi otomatis, proses yang dilakukan pada tingkatan automasi diinisiasi, dioperasikan, dan dikontrol oleh manusia sebagai operatornya dengan bantuan peralatan sistem elektrik/mekanik. Sementara untuk tingkatan automasi mode manual, seluruh proses yang ada diinisiasi, dioperasikan, dan dikontrol oleh manusia sebagai operator, yang dijadikan objek dalam tugas akhir ini merupakan stasiun pengisian daya dengan tingkat automasi mode manual.

Pada dasarnya stasiun pengisian daya memiliki cara kerja yang serupa dengan plug in sistem pengisian daya. Sistem pengisian daya dengan metode ini mentransfer energi listrik menggunakan kabel yang terhubung dengan suplai listrik utama, menuju slot stasiun pengisian daya yang dimana pada setiap slotnya sudah terhubung dengan sistem pengisian untuk mengisi baterai kendaraan listrik yang terpasang. Kemudian pengisian baterai dilakukan dengan melepas baterai dari kendaraan dan meletakkannya pada slot sistem pengisian. Kemudian pengendara dapat mengambil baterai yang sudah diisi sebelumnya pada sistem pengisian tersebut. Dengan metode pengisian konvensional yang umumnya membutuhkan waktu yang relatif lama untuk pengisian baterainya. Dengan cara ini hanya membutuhkan waktu beberapa menit, berikut diberikan Gambar 2.1 mengenai peralatan untuk mempermudah pemahaman mengenai peralatan yang akan dibahas.



**Gambar 2. 1** Contoh desain outlet stasiun pengisian daya.

Hal yang perlu diperhatikan dari pemilihan spesifikasi sistem pengisian adalah kesesuaian pengisi daya dengan spesifikasi baterai kendaraan. Kesalahan dalam pemilihan sistem pengisian daya dapat mengurangi lama penggunaan dari baterai kendaraan. Selain itu kecepatan pengisian menjadi hal yang patut dipertimbangkan karena kebutuhan akan efisiensi waktu.

### **2.3 Pengisian Daya AC**

Melihat spesifikasi output yang relatif rendah dari perangkat pengisi daya yang digunakan pada metode pengisian daya dengan stasiun pengisian daya ini dapat disimpulkan bahwa sistem ini menggunakan pengisian dengan tipe pengisian daya AC. Pengisian daya AC adalah pengisian baterai dengan tegangan sumber AC yang kemudian pada

perangkat pengisian sistem ini, tegangan AC diubah menjadi tegangan DC dengan menggunakan konverter.

Sumber tegangan dapat diambil dari jaringan distribusi. AC pengisian dibagi menjadi tiga level. Level 1 dengan tegangan 120/230 V, level 2 dengan tegangan 240/400 V, dan level 3 dengan 480/600 V atau dikenal dengan *fast charging*[5]. Level pengisian yang digunakan dalam sistem ini merupakan level 1 dengan tegangan 120/230V yang umumnya dapat ditemukan diperumahan, perkantoran dan di tempat-tempat lain dimana sumber listrik dengan tegangan tersebut tersedia.

Dengan pengisian menggunakan pengisian daya AC level 1 kendaraan dapat menempuh jarak sekitar 2-5 mil dalam 1 jam pengisian. Level 2 dengan tegangan 240V atau 208 V. Pengisian dengan menggunakan AC pengisian level 2 dapat membuat kendaraan menempuh jarak sekitar 10-20 mil dalam 1 jam pengisian.

## **2.4 Pemenuhan Persyaratan Stasiun Pengisian Daya**

Pemenuhan merupakan suatu proses untuk mengetahui keadaan suatu peralatan berdasarkan standar atau ketentuan yang berlaku. Pemenuhan dilakukan berdasarkan pengecekan/identifikasi dan apabila dianggap perlu maka dilakukan pengujian untuk memastikan suatu peralatan baik dan aman untuk digunakan dari segi performa dan keamanannya baik terhadap operator yang menggunakan peralatan tersebut ataupun untuk peralatan itu sendiri. Demikian juga dengan peralatan pendukung kendaraan listrik seperti pengisian daya dengan metode pengisian sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui performa sistem pengisian tersebut dan keamanannya.

Kesesuaian performa dan keamanan peralatan stasiun pengisian daya dapat klasifikasikan menjadi lima bagian. Pertama adalah pengujian dari segi persyaratan keamanan dari sistem. Parameter yang perlu diidentifikasi pada bagian ini meliputi sistem jalur (*lane system*), sistem penyimpanan baterai, sistem pengisian baterai (sistem pengisian daya), kriteria baterai, sistem kontrol, sistem pendukung, dan sistem suplai daya (*power supply system*) . Kedua adalah identifikasi dari segi peroteksinya terhadap sengatan listrik dimana pada bagian ini meliputi proteksi terhadap kontak langsung, dan proteksi kegagalan. Ketiga adalah

identifikasi pemenuhan persyaratan dari segi persyaratan konstruksi peralatan. Parameter yang ada didalamnya antara lain meliputi karakteristik perangkat saklar mekanik, serta kekuatan material yang digunakan. Bagian keempat yang harus diidentifikasi kesesuaiannya adalah kompatibilitas elektromagnetik dari peralatan. Dan yang ke lima adalah identifikasi kesesuaian tanda dan instruksi pada peralatan [5][6].

Keadaan lingkungan ketika proses identifikasi dan pengujian ini sebisa mungkin disamakan dengan lingkungan dimana stasiun pengisian daya tersebut akan dioperasikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar performa sistem pada saat pengujian menggambarkan performanya ketika digunakan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 3**

### **STANDAR UJI STASIUN PENGISIAN DAYA**

#### **3.1 Ruang Lingkup**

Standar ini berisi persyaratan dan pengujian mengenai performa dan keselamatan peralatan stasiun pengisian daya sebagai peralatan penyuplai energi untuk baterai kendaraan listrik.

Tujuan dari standar ini setelah penyusunan prosedur persyaratan operasi dan pengujian peralatan diharapkan mampu mendapatkan karakteristik dari peralatan stasiun pengisian daya sehingga dapat diketahui performa dan tingkat keselamatan dari peralatan penyuplai energi tersebut.

Standar ini memberikan persyaratan yang harus dipenuhi oleh peralatan dan apabila perlu dilakukan pengujian, maka turut dilampirkan prosedur pengujian yang baku, kondisi untuk prosedur pengujian, serta nilai seharusnya yang ingin dicapai dari hasil pengujian setiap bagian dari peralatan stasiun pengisian daya tersebut. Standar sangat diperlukan untuk mendapatkan data dari setiap bagian yang diuji dan pemenuhan persyaratan dari berbagai desain stasiun pengisian daya yang bersangkutan.

Standar ini disusun untuk peralatan stasiun pengisian daya yang didesain untuk digunakan pada ketinggian sampai dengan 2000 mdpl. Untuk peralatan yang digunakan pada ketinggian lebih dari 2000 mmdpl, perlu diperhatikan kekuatan dielektrik dan efek pendinginan oleh udara, serta sistem yang terkoneksi dengan suplai jaringan listrik dengan nilai maksimum hingga 1000 V AC atau 1500 V DC.

Adapun beberapa aspek yang dibahas dalam standar ini di antaranya:

- a. Persyaratan keamanan peralatan stasiun pengisian daya
- b. Perlindungan terhadap sengatan listrik
- c. Persyaratan konstruksi peralatan
- d. *Electromagnetic compatibility* (EMC)
- e. Tanda dan instruksi

#### **3.2 Acuan Normatif**

Dokumen-dokumen berikut dijadikan referensi karena dianggap sangat diperlukan dalam penyusunan dan penerapan dokumen ini. Untuk

referensi yang tidak berlaku lagi, hanya edisi yang dikutip yang berlaku. Untuk referensi yang berlaku, digunakan edisi terbaru dari dokumen yang dijadikan referensi.

IEC 62840-1:2016, *Electric vehicle* stasiun pengisian daya – *Part 1: General and guidance*

IEC 62840-2:2016, *Electric vehicle* stasiun pengisian daya – *Part 2: Safety requirements*

ISO 61851-23:2014, *Electric vehicle conductive* sistem pengisian daya – *Part 23: DC Electric vehicle pengisian station*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and test*

AIS-138-2, *Automotive Industry Standard – Electric vehicle conductive DC* sistem pengisian daya

### **3.3 Istilah dan definisi**

Untuk mempermudah dalam memahami dokumen ini maka digunakan istilah dan definisi. Istilah dan definisi tersebut kemudian akan di gunakan dalam dokumen ini. Berikut adalah istilah dan definisi dokumen tersebut.

a. Stasiun Pengisian Daya

Stasiun dengan sistem peralatan yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik dari jaringan atau instalasi listrik untuk mengisi baterai kendaraan.

b. Baterai

Baterai dengan alat perangkai untuk koneksi dengan dimensi stasiun pengisian daya yang memiliki fungsi umum dari baterai kendaraan listrik seperti unit control baterai, manajemen termal, *battery management system* dan penutup sebagai pelindung.

c. Rak Pengisian

Perangkat dengan fungsi membawa baterai dan koneksi baterai terhadap pengisian daya untuk melakukan proses pengisian

d. Pengisian Daya

Konverter daya pada peralatan penyuplai energi yang berfungsi untuk mengisi baterai.

e. *Enclosure*

Bagian pada sistem yang memberikan perlindungan peralatan terhadap pengaruh eksternal dalam bentuk apa pun dan sebagai perlindungan terhadap kontak langsung.

f. Kontak langsung

Kontak listrik dengan manusia atau hewan terhadap *live parts*.

g. Kontak tidak langsung

Kontak listrik dengan manusia atau hewan terhadap bagian konduktor terbuka yang menjadi *live parts* bertegangan ketika terjadi kegagalan.

h. *Live parts*

Konduktor atau bagian konduktif bertegangan dalam kondisi operasi normal, termasuk konduktor netral.

i. Proses swap

Proses pelepasan dan pemasangan baterai dari kendaraan listrik dan rak pengisian pada stasiun pengisian daya.

### **3.4 Persyaratan Umum Stasiun Pengisian Daya**

Penyusunan standar stasiun pengisian daya harus disusun pada satu nominal rating tegangan, atau dalam jarak tertentu. Operasi normal yang aman pada sistem ini akan dapat dicapai ketika telah memenuhi persyaratan relevan yang telah dispesifikasikan dalam dokumen ini, pemenuhan standar dapat diperiksa dengan pengecekan peralatan yang menjadi objek pengujian, bila diperlukan bisa dilakukan pengujian.

#### **3.4.1 Persyaratan Keamanan Sistem**

##### **3.4.1.1 Sistem Jalur**

Pada sistem jalur digunakan sebagai titik untuk menentukan posisi ideal dari kendaraan listrik untuk proses pelepasan dan pemasangan baterai dengan tujuan proses pergantian baterai dapat dilakukan dengan lancar dan kendaraan listrik dapat melanjutkan perjalanan dengan aman. Pada bagian ini, dapat menyediakan fungsi sebagai berikut:

a. Verifikasi kendaraan listrik

Verifikasi penting dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa dimensi, dan spesifikasi kebutuhan baterai dapat terpenuhi oleh stasiun pengisian daya yang bersangkutan

b. Pembersihan baterai/slot

Serta pembersihan dilakukan pada baterai dan slot pengisian untuk menghindari resiko adanya kontaminan pada baterai.

c. Penentuan posisi dan penguncian kendaraan listrik

Penentuan posisi dan penguncian harus ditentukan, mengingat berat baterai sebesar  $\pm 13kg$  sehingga kendaraan tetap dalam keadaan diam dan stabil ketika proses swap dilakukan.

d. Prosedur dalam keadaan darurat

Pada bagian ini diharapkan adanya jalur evakuasi, atau tanda sebagai petunjuk jalan keluar tercepat dan terdekat dengan lokasi yang aman ketika kasus darurat. Prosedur ini diperlukan dengan tujuan ketika terjadi keadaan darurat personal yang terlibat dalam proses swap tetap aman dan terjaga.

### 3.4.1.2 Sistem Penyimpanan

Sistem penyimpanan merupakan perangkat yang didesain untuk menyimpan dengan aman serta memantau status baterai yang terpasang dan keadaan lingkungan selama penyimpanan. Sistem ini harus memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Rak penyimpanan yang andal

Rak penyimpanan harus memiliki desain yang keras dan tepat terhadap dimensi baterai, tertanam ketanah agar aman terhadap vibrasi yang terjadi ketika proses swap, serta mampu menampung berat sistem. Jika baterai tidak tertutup secara keseluruhan maka desain baterai harus memiliki nilai *ingress protection* IP42.

b. Perangkat untuk komunikasi dengan sistem kontrol

Perangkat ini diperlukan untuk memberikan informasi ke sistem kontrol agar parameter-parameter penting dalam sistem pengisian daya bisa tetap terkontrol, serta jumlah baterai yang

terpasang diketahui sebelum menerima permintaan proses swap yang baru.

c. Prosedur dalam kasus darurat

Pada bagian ini harus didesain adanya perangkat yang mampu mendeteksi dan memadamkan api, serta prosedur untuk mengamankan baterai yang terpasang jika terdeteksi, baik secara otomatis ataupun berupa notifikasi ke operator. Prosedur ini diperlukan dengan tujuan ketika terjadi keadaan darurat personel dan peralatan yang terlibat tetap aman dan terjaga.

### **3.4.1.3 Sistem Pengisian**

Sistem pengisian digunakan untuk mengisi baterai dengan aman. Perangkat ini berfungsi menampung baterai di rak pengisian daya, berkomunikasi dengan unit kontrol baterai selama prosedur pengisian, dan mengontrol prosedur pengisian dan pengoperasian yang aman. Sistem ini terdiri dari beberapa fungsi sebagai berikut:

a. Pengisi daya baterai

Parameter pengisian daya harus memiliki desain dan rating kerja yang memenuhi rentang kerja pengisian baterai yang ingin diisi daya.

b. Konektor Pengisian daya

Konektor pengisian daya harus didesain untuk memastikan bahwa koneksi dan penguncian antara stasiun pengisian daya dengan baterai terhubung secara sempurna sebelum proses pengisian dilakukan.

c. Perangkat Perangkat untuk komunikasi dengan sistem kontrol

Perangkat ini diperlukan untuk memberikan informasi ke sistem kontrol agar parameter-parameter penting ketika proses pengisian bisa tetap terkontrol.

### **3.4.1.4 Baterai**

Baterai merupakan objek yang dipertukarkan dari proses swap baterai. Baterai yang digunakan harus memiliki karakteristik yang memenuhi ketentuan standar yang umum, baik secara spesifikasi elektrik maupun mekanik dari sisi dimensinya.

Selain itu baterai juga harus dapat dideteksi kondisi pengisiannya kemudian menyampaikan kondisi pengisian kepada operator untuk memperjelas status pengisian baterai pada sistem.

Baterai harus memiliki fungsi proteksi yang paling mendasar yang harus dimiliki baterai pada umumnya yaitu fungsi proteksi terhadap arus berlebih dan temperature berlebih, sehingga perlu didesain baterai yang memiliki fungsi proteksi ini untuk diintegrasikan dengan sistem stasiun pengisian daya.

Berdasarkan standar, baterai yang bermasalah diharapkan mampu memberikan informasi mengenai keanehan dari baterai yang bersangkutan kesistem untuk ditampilkan pada layar interface agar operator dapat melakukan inspeksi atau maintenance terhadap baterai agar dapat mengetahui kerusakan apa yang dialami oleh baterai.

#### **3.4.1.5 Sistem Kontrol**

Sistem kontrol merupakan system yang bertugas memonitor dan mengontrol semua sistem pertukaran informasi mengenai penyimpanan dan pengisian baterai. Sistem ini dapat didesain memiliki fungsi yang berkomunikasi dengan jaringan listrik baik mengenai ketersediaan ataupun dari sisi keandalannya. Berikut beberapa fungsi utama yang harus dimiliki sistem ini:

- a. Pertukaran informasi dengan sistem pengisian daya

Pada bagian ini informasi yang dipertukarkan antara kedua peralatan ini meliputi SOC (*state of charge*), SOH (*state of health*), serta notifikasi mengenai kegagalan sebelum proses pengisian dilakukan.

- b. Sebagai operator sistem

Fungsi ini merupakan tujuan utama dari desain sistem kontrol yaitu diagnosis, dan memonitor sistem.

#### **3.4.1.6 Sistem Pendukung**

Sistem pendukung merupakan peralatan terdiri atas perangkat yang bersifat opsional bertujuan membantu dalam menyempurnakan dan menyelesaikan proses swap baterai dengan stasiun pengisian daya. Dimana terdapat dua bagian yang ada didalamnya, diantaranya adalah:

- a. Sistem Pemeliharaan Baterai

Menyediakan pemeriksaan dan pemeliharaan otomatis atau tidak, baik dilakukan oleh sistem ataupun dilakukan manual oleh personel pada sistem untuk memastikan keamanan, keandalan, dan memperpanjang masa pakai baterai dan stasiun pengisian daya.

b. **Sistem Logistik Baterai**

Merupakan proses pertukaran dan perpindahan baterai dari penyimpanan stasiun pengisian daya ke fasilitas eksternal untuk mengamankan baterai.

### **3.4.1.7 Sistem Suplai Daya**

Sistem suplai daya merupakan pemasok tenaga listrik ke stasiun pengisian daya dan sistem pendukungnya. Sistem ini bersifat opsional apabila pilihan pada bagian 3.4.1.6 diaplikasikan, pada sistem ini dapat pula dilengkapi dengan proteksi terhadap *reverse power flow*. Jika sistem ini ingin dipasang pada stasiun pengisian daya maka harus didesain memiliki fungsi yang dapat memutus aliran daya ke beberapa sistem secara individu dengan alasan menjaga keamanan sistem.

## **3.5 Perlindungan Terhadap Sengatan Listrik**

*Live parts* yang berbahaya tidak diperbolehkan dapat diakses secara langsung. Bagian konduktif yang terekspos dan dapat disentuh tidak boleh menjadi *live parts* yang berbahaya dalam kondisi operasi normal (operasi sebagaimana yang seharusnya dalam penggunaannya dan tanpa adanya kesalahan), dan dalam kondisi kegagalan.

Perlindungan terhadap sengatan listrik dirancang berdasarkan penerapan perhitungan penggunaan alat yang tepat untuk perlindungan baik dalam normal dan dalam kasus kegagalan.

### **3.5.1 Proteksi Terhadap Kontak Langsung**

Sistem IP (*ingress protection*) merupakan metode yang diakui secara internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan terhadap objek eksternal seperti masuknya debu, atau benda padat lain dan kelembaban ke dalam *enclosure*. Huruf "IP" diikuti oleh dua digit angka. Dimana digit angka pertama menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal yang bersifat padat, dan digit kedua menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal mengenai kelembaban. [7].

Nilai IP untuk *enclosure* sebagai proteksi terhadap akses eksternal yang berbahaya harus minimal IPXXC, yang berarti jika *enclosure* ingin dibuka maka harus menggunakan kunci atau alat khusus untuk membuka *enclosure* tersebut serta pembukaan *enclosure* hanya diperbolehkan ketika *live part* yang ada didalamnya terputus sebelum *enclosure* terbuka, bisa dicapai dengan memasang diskonektor pada penutup *enclosure* dengan suplai utama sehingga *enclosure* hanya bisa terbuka ketika diskonektor dalam kondisi terbuka pula. Sedangkan nilai IP *enclosure* untuk perlindungan terhadap objek bersifat padat dan cair harus ditentukan berdasarkan lokasi penempatan dimana stasiun pengisian daya akan beroperasi baik di dalam ruangan (*indoor*) atau di ruangan terbuka (*outdoor*).

Berikut nilai IP yang harus dimiliki peralatan terhadap objek eksternal:

- a. Nilai IP *Enclosure* IPXXC
- b. Nilai IP *enclosure indoor* IP21
- c. Nilai IP *enclosure outdoor* IP44
- d. Nilai IP *live parts* IP2X/IPXXB
- e. Membuka penutup enclosure dengan alat atau integrasi dengan diskonektor.
- f. Nilai IP *coupler indoor* IP21
- g. Nilai IP *coupler outdoor* IP44

Untuk mengetahui kecocokan peralatan yang diuji dengan nilai IP standar yang ditetapkan dapat diperiksa melalui inspeksi, jika dianggap perlu, bisa dilakukan pengujian dengan prosedur sebagai berikut:

Peralatan untuk pengujian:

- a. *Probe Access*
- b. *Oscillating Tube/Spray Nozzle*
- c. Spesimen yang akan di uji

Parameter pengujian:

- a. Untuk kasus IPX1 tetesan air secara vertical dari atas menuju spesimen dalam posisi tegak diatas meja putar dengan perputaran 1rpm dan dilakukan selama 10 menit.
- b. Untuk kasus IPX2 air ditetaskan secara vertical dari atas menuju spesimen uji yang dimiringkan sebesar 15° dari posisi normalnya, diuji sebanyak empat posisi dari 2 sumbu berbeda.

- c. Untuk kasus IPX4 pengujian dilakukan dengan menggunakan *spray nozzle* dengan volume air 0.07 l/m per lubang alat pengujian dan tekanan sebesar 50-150kPa.
- d. Untuk kasus IP2X angka 2 menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 12.5 mm.
- e. Untuk kasus IP4X menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 1 mm.

Kriteria penerimaan:

- a. Tidak ada objek pengujian (probe/air) yang masuk ke enclosure setelah pengujian.

### **3.5.2 Proteksi Kegagalan**

Proteksi terhadap kegagalan harus terdiri dari satu atau lebih ketentuan sebagaimana yang ditetapkan dalam standar IEC 60364-4-41:

- a. Pemutus suplai otomatis
- b. Tambahan perangkat proteksi

## **3.6 Persyaratan Konstruksi Peralatan**

Seluruh peralatan dalam stasiun pengisian daya harus memenuhi persyaratan umum yang direkomendasikan baik berdasarkan standard IEC 61439-1 maupun berdasarkan spesifikasi dari manufaktur peralatan yang digunakan. Inspeksi dan pengujian peralatan harus dilakukan pada suatu specimen berdasarkan yang dilampirkan instruksi manufaktur peralatan, serta pengujian harus dilakukan pada posisi paling tepat berdasarkan penggunaan normalnya. Kecocokan berdasarkan nilai standard dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi, pengujian dapat dilakukan bila perlu.

### **3.6.1 Karakteristik Perangkat Saklar Mekanik**

Saklar merupakan perangkat yang mampu mengalirkan dan memutus arus dalam kondisi normal, ataupun dalam kondisi nilai beban berlebih tertentu, maupun dalam kondisi hubung singkat dalam waktu singkat yang disepifikasikan oleh teknisi. Disisi lain diskonektor merupakan perangkat pemutus aliran listrik yang hanya bisa beroperasi ketika dalam rangkaian tidak ada lagi arus beban yang mengalir. Dalam kasus ini apabila perangkat ini digunakan dalam sistem stasiun pengisian daya harus memenuhi standar yang berlaku berdasarkan fungsi dan

karakteristik penggunaan yang akan di klasifikasikan dalam standar ini. Kontaktor merupakan saklar yang dikendalikan secara elektrik dimana penggunaannya umumnya dipergunakan pada sistem dengan nilai aliran arus yang cukup tinggi sekitar 9-600 A. Jika pada stasiun pengisian daya digunakan kontaktor pada beberapa fungsinya maka harus memenuhi persyaratan yang dicantumkan standar. *Circuit breaker* adalah perangkat saklar mekanik yang memutus aliran arus setelah terdeteksi kegagalan pada sistem yang bekerja secara otomatis dengan tujuan melindungi sistem dari berbagai bahaya seperti kemunculan api, atau kelebihan temperature yang diakibatkan berbagai fenomena yang kerap terjadi seperti beban berlebih dan hubung singkat. Berikut daftar karakteristik dan spesifikasi yang harus dipenuhi sistem apabila menggunakan saklar mekanik yang telah dijelaskan sebelumnya.

**Tabel 3. 1** Daftar spesifikasi saklar mekanik pada stasiun pengisian daya[6].

No.	Item	Karakteristik Trip Saklar
1	Saklar untuk penggunaan AC	AC-22A
2	Saklar untuk penggunaan DC	DC-21A
3	Kontaktor untuk penggunaan AC	AC-1
4	Kontaktor untuk penggunaan DC	DC-1
5	Karakteristik CB	Kurva B, Kurva C

Kesesuaian antara nilai standar pada Tabel 3.1 dengan desain peralatan spesimen dilakukan dengan inspeksi dan apabila perlu, bisa dilakukan pengujian.

AC-22A merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif dan induktif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- a. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 220/240 V
- b. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 380/415 V
- c. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 440/480 V
- d. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 500/525 V
- e. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 660/690 V

DC-21 merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- a. DC-21A : 1250 A DC 250 V
- b. DC-21A : 1250 A DC 125 V

AC-1 merupakan kontaktor untuk system AC dengan karakteristik beban non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian.

AC-2 merupakan kontaktor untuk system DC dengan karakteristik beban-non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian.

Tipe kurva CB merupakan karakteristik mengenai rentang arus dimana CB harus trip dalam waktu sesingkat mungkin, sehingga penting untuk memperhitungkan arus maksimum yang dapat terjadi ketika operasi normal yang umumnya terjadi ketika startup peralatan. Berikut karakteristik CB berdasarkan karakteristik kurvanya, Kurva B arus minimum trip 3-5 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban resistif murni atau beban dengan beban bernilai induktif sangat rendah. Kurva C arus minimum trip 5-10 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban induktif menengah. Kurva D arus minimum trip 10-20 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban dengan nilai induktif tinggi. Kesesuaian antara standar dengan spesimen dilakukan berdasarkan inspeksi peralatan, dan bila perlu bisa dilakukan pengujian[8].

### **3.6.2 Karakteristik Nilai Tegangan Transien Berlebih Peralatan**

Peralatan dengan penempatan hanya pada penggunaan dalam ruangan harus memiliki desain yang dapat beroperasi pada lingkungan dengan nilai tegangan berlebih minimal pada kategori II. Sedangkan untuk peralatan dengan penempatan hanya pada penggunaan diluar ruangan harus memiliki desain yang dapat beroperasi pada lingkungan dengan nilai tegangan berlebih minimum pada kategori III. Rentang tegangan berlebih minimum berdasarkan kategorinya pada Tabel 3.2 dibawah:

**Tabel 3. 2** Kategori operasi *overvoltage* peralatan berdasarkan lokasi operasi peralatan[6].

<b>Working Voltage</b>	<b>Overvoltage Transien</b>			
	<b>Categori I</b>	<b>Categori II</b>	<b>Categori III</b>	<b>Categori IV</b>
150 V	800 V	1500 V	2500 V	4000 V
300 V	1500 V	2500 V	4000 V	300 V
600 V	2500 V	4000 V	6000 V	600 V
1000 V	4000 V	6000 V	8000 V	1000 V

Kesesuaian antara nilai standar pada tabel 3.2 dengan desain peralatan spesimen dilakukan dengan inspeksi dan apabila perlu, bisa dilakukan pengujian.

### **3.6.3 Kekuatan Material**

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus dibangun berdasarkan material yang mampu menahan tekanan mekanis, listrik, panas, dan lingkungan yang memungkinkan terjadi dalam kondisi tertentu.

#### **3.6.3.1 Dampak Mekanis**

Material yang digunakan untuk desai *enclosure* harus memiliki kekuatan untuk menahan dampak dari berbagai objek dari luar. IK (*impact protection*) merupakan klasifikasi numerik internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan yang diberikan oleh *enclosure* untuk peralatan listrik terhadap dampak mekanis dari luar. Rating IK ini menunjukkan informasi yang menentukan kapasitas *enclosure* untuk melindungi sistem didalamnya dari dampak eksternal. Nilai ketahanan IK mengenai dampak mekanis untuk stasiun pengisian daya harus bernilai IK10 berdasarkan IEC 62262. IK10 adalah indikator perlindungan peralatan dari dampak 20 joule atau setara dengan dampak massa 5kg dijatuhkan dari 400mm di atas permukaan yang terkena dampak. Kesesuaian antara kekuatan *enclosure* spesimen dengan standar yang ada dilakukan dengan melakukan pengujian.[9]

### 3.6.3.2 Proteksi Terhadap Korosi Dari Lingkungan

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus didesain untuk mampu menahan berbagai efek eksternal seperti cairan, getaran, dan guncangan, serta memiliki standard ketahanan material terhadap api dan kondisi lain dalam operasinya.

Proteksi terhadap korosi harus dijamin dengan menggunakan material yang cocok atau bisa dengan menggunakan proteksi coating terhadap permukaan *enclosure* yang terbuka.

### 3.6.3.3 Karakteristik Bahan Isolasi

#### 3.6.3.3.1 Ketahanan *Enclosure* Terhadap Panas

Kestabilan panas dari *enclosure* harus dikonstruksi dari material isolasi yang harus memenuhi spesifikasi *dry heat test* pada IEC 61439-1, 60068-2-2, atau IS 9000 (Part 3) [10].

Pengujian *dry heat* merupakan jenis pengujian mendasar yang digunakan untuk pengembangan, menjamin kualitas dan uji reliabilitas peralatan. Pengujian ini termasuk pengujian ketahanan panas dan pengujian kerusakan secara mekanis bahan spesimen seperti komponen elektronik di lingkungan bersuhu tinggi dalam kasus ini *enclosure* dari stasiun pengisian daya. Pemenuhan dapat diperiksa berdasarkan inspeksi, jika dianggap perlu, dapat dilakukan pengujian.

Rekomendasi *dry heat test* dapat dilakukan dengan mekanisme sebagai berikut:

Peralatan pengujian:

- a. *Thermal dan Humidity Chamber*
- b. *Enclosure* (specimen yang akan di uji)

Parameter pengujian:

- a. Temperatur 55 °C
- b. Kelembaban <50 %
- c. Rating perubahan temperature (maximum) 1 °C/min
- d. Durasi 60 jam

Kondisi peralatan:

- a. Power stasiun pengisian daya dalam kondisi ON dengan pemuatan beban daya dan arus maximum

Monitoring trend peralatan:

- a. Pengukuran nilai output daya dan arus selama pengujian

Kriteria penerimaan pengujian:

- a. Nilai output arus dan tegangan masih dalam batas kerjanya
- b. Pemeriksaan berdasarkan fungsinya
- c. Pemeriksaan berdasarkan visual

### 3.6.3.3.2 Ketahanan Terhadap Api

*Glow wire testing* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mensimulasikan efek pemanasan yang mungkin terjadi dalam suatu sistem elektrik yang tidak berfungsi dengan normal yang dapat disebabkan oleh beban berlebih atau komponen yang terlalu panas. Hasil pengujian dari penerapan metode ini memberikan pandangan untuk membandingkan kecenderungan material tersebut mampu menahan awal mula kemunculan api (*ignition*), ketahanan terhadap api (*self-extinguish flames*), dan fungsi yang menghalangi api dari menyebar melalui tetesan. [11]

IEC 60695-2-11 menjelaskan mengenai *glow wire testing* yang dilakukan pada titik ujung material yang akan di uji. Tujuannya adalah untuk memastikan material yang digunakan tidak menyalakan atau menyebarkan api jika sumber api (umumnya akibat kasus panas berlebih) bersentuhan dengan bahan plastik.

Peralatan pengujian:

- a. Spesimen yang akan di uji
- b. *Glow wire test apparatus*

Prosedur pengujian:

Dalam bagian standar ini, spesimen yang akan diuji dilakukan pada titik ujung dari produk, direkomendasikan seluruh bagian produk apabila memungkinkan. *Glow wire* ditempelkan ke daerah yang paling mungkin bersentuhan dengan sumber awal munculnya api, atau area produk di mana yang paling dekat dengan bahan plastik yang tertipis (umumnya menggunakan tisu). *Glow wire* dipanaskan sampai suhu yang tertentu (umunya tercantum dalam standar produk/*nameplate*), dan kemudian ditempelkan pada spesimen selama 30 detik. Ini kemudian dilepaskan, dan spesimen diamati selama 30 detik selanjutnya [12].

Observasi fenomena setelah pengujian:

- a. Apakah terjadi pengapian
- b. Jika terjadi, waktunya berapa lama
- c. Waktu yang diperlukan hingga api padam

- d. Jika spesimen terbakar hingga habis, apakah tetesan api ikut membakar plastik dibawahnya.

Kriteria kelulusan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah:

**Tabel 3. 3** Kriteria penerimaan hasil pengujian[6].

No.	Item
1	Spesimen tidak menyala (api)
2	Api padam dalam waktu $\leq 30$ detik setelah pelepasan <i>glow wire</i> , plastik dibawahnya tidak terbakar

### 3.7 Kompabilitas Elektromagnetik

Seluruh peralatan pada Stasiun pengisian daya harus memenuhi persyaratan dalam standard IEC 61000 mengenai kompabilitas elektromagnetik. Seluruh komponen elektrik dalam stasiun pengisian daya dapat dinyatakan memenuhi persyaratan keamanan jika telah memenuhi persyaratan pada standard IEC 61000-6-7 atau parameter standard lain yang membahas spesifik mengenai fenomena ini.

Adapun deskripsi untuk mengetahui keandalan dan keamanan peralatan, maka dibuat kriteria fungsi dan definisi kinerja peralatan selama dilakukan pengujian, atau sebagai konsekuensi setelah dilakukan pengujian yang harus disediakan oleh produsen/manufaktur dan dicatat dalam laporan pengujian berdasarkan kriteria berikut:

#### a. Kriteria A

Peralatan akan bekerja sebagaimana mestinya tanpa penurunan performa atau tidak diperbolehkan ada penurunan performa dari level operasi normal yang ditentukan manufaktur ketika peralatan dioperasikan. Dalam beberapa kasus kehilangan fungsi di bawah performa normal diperbolehkan selama masih dalam batas pengurangan performa minimum yang diperbolehkan dan ditentukan oleh manufaktur. Apabila produsen tidak menyediakan kedua level operasi normal dan batas operasi minimum ini, maka akan dijelaskan/disusun dalam deskripsi produk dan dokumentasi dari pengguna peralatan berdasarkan dasar yang signifikan.

#### b. Kriteria B

Peralatan akan bekerja sebagaimana mestinya tanpa penurunan performa setelah pengujian. Tidak boleh ada penurunan performa

diperbolehkan dibawah performa minimum yang ditentukan oleh manufaktur ketika peralatan dioperasikan sebagaimana mestinya. Dalam beberapa kasus penurunan performa diperbolehkan dan digantikan dengan batas pengurangan performa minimum yang diperbolehkan dan ditentukan oleh manufaktur. Namun, selama proses pengujian, penurunan performa diperbolehkan. Apabila produsen tidak menyediakan kedua level operasi normal dan batas operasi minimum ini, maka akan dijelaskan/disusun dalam deskripsi produk dan dokumentasi dari pengguna peralatan berdasarkan dasar yang signifikan.

#### **c. Kriteria C**

Kehilangan fungsi operasi untuk sementara diperbolehkan tetapi fungsi kesalahan operasi tersebut dapat dikembalikan dengan pengoperasian kontrol pada peralatan.

### **3.7.1 Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Rendah**

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagain output stasiun pengisian daya sesuai rating outputnya. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

#### **a. Harmonisa tegangan suplai**

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan supply jaringan listrik yang akan mengalami harmonisa tegangan dari jaringan listrik dengan frekuensi antara 50 Hz – 2 kHz umumnya dikarenakan beban nonlinier yang terhubung ke jaringan listrik.

Catatan : kriteria performa A untuk fungsi pengisian daya.

#### **b. *Voltage dip* dan *voltage interruption* jaringan listrik**

*Voltage dip* dan *voltage interruption* terjadi akibat adanya gangguan pada jaringan listrik. Syarat minimum terjadinya *voltage dip* dan *voltage interruption* dibagi menjadi tiga, yaitu penurunan tegangan sebesar 30% dari tegangan nominal selama 10 ms, penurunan tegangan sebesar 50% dari tegangan nominal selama 100ms dan penurunan tegangan lebih besar dari 95% selama 5 s.

Catatan : kriteria performa B untuk fungsi pengisian daya.

### **3.7.2 Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Tinggi**

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagain output charger. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

#### **a. *Fast transient burst***

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan gangguan yang disebabkan oleh *switching* beban induktif dan switching switchgear tegangan tinggi. Level gangguan diatur dalam IEC 61000-4-4. Nilai minimal menurut IEC 61000-4-4 adalah 2 kV. Pengujian dilakukan terhadap kabel power, sinyal I/O dan kabel kontrol dimana untuk sinyal I/O dan kabel kontrol level tegangan dibagi dua.

Catatan : kriteria performa B untuk fungsi pengisian daya.

#### **b. Tegangan surja**

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan tegangan surja yang disebabkan oleh fenomena *switching* pada jaringan listrik dan sambaran tidak langsung oleh petir. Nilai minimal tegangan surja adalah 2 kV pada mode umum dan 1 kV pada mode diferensial. Pengujian dilakukan pada kabel power dimana peralatan charger terhubung dengan beban resistif sesuai rating outputnya.

Catatan : kriteria performa C untuk fungsi pengisian daya.

## **3.8 Tanda dan Instruksi**

Peralatan harus memiliki tanda atau identitas mengenai informasi rating, atau informasi lainnya yang menunjukkan bahaya, kondisi penggunaan peralatan, dan lingkungan lain yang dapat mempengaruhi performa operasi peralatan.

### **3.8.1 Penandaan Peralatan**

Pemberian nameplate pada peralatan diperlukan untuk mempermudah pengguna dalam memahami peralatan baik mengenai rating kerja operasi ataupun bahaya yang memungkinkan terjadi ketika penggunaannya. Berdasarkan standar yang berlaku, berikut pada Tabel 3.4 identitas yang harus dimiliki peralatan dengan jelas:

**Tabel 3. 4** Daftar identitas yang harus tercantum dalam peralatan[6].

No.	Item
1	Nama, inisial, merek, atau tanda yang jelas untuk mengidentifikasi manufaktur peralatan
2	Keterangan/referensi alat
3	Nomor seri atau katalog
4	Tanggal produksi
5	Rating tegangan (V)
6	Rating frekuensi (Hz)
7	Rating arus (A)
8	Jumlah fasa
9	IP <i>degree</i>
10	“Indor use only” atau sejenisnya jika hanya digunakan dalam ruangan
11	Untuk peralatan kelas II symbol harus ditampilkan dengan jelas sebagai tanda
12	Semua informasi lain yang dianggap perlu mengenai klasifikasi lain, karakteristik, dan diversity factor
13	Minimal informasi kontak (nomor handpone, teknisi installer alat atau manufacturer)

### 3.8.2 Keterbacaan

Papan nama (*nameplate*) yang kuat dan solid dalam dunia industri penting untuk menahan akibat dari lingkungan operasi yang lebih berat dibandingkan dengan peralatan yang beroperasi dalam lingkungan perumahan dan perkantoran. Pembuatan *nameplate* pada peralatan ditampilkan dalam berbagai jenis *nameplate* yang berbeda untuk berbagai jenis aplikasi, dikarenakan *nameplate* akan dengan mudah terlepas dari peralatan apabila jenis *nameplate* tidak tepat dengan lokasi operasi peralatannya. Sehingga peralaran dalam dunia industri membutuhkan *nameplate* untuk produk/peralatan yang dapat memberikan identitas yang tertera pada peralatan sesuai usia operasi peralatan itu sendiri.

Adapun metode yang dapat diterapkan untuk menguji ketahanan identitas pada *nameplate* peralatan sebagai berikut:

- a. Menggosok tanda menggunakan tangan selama 15 detik
- b. Kain basah dengan air selama 15 detik
- c. Kain basah dengan petroleum spirit selama 15 detik

Kriteria penerimaan pengujian:

Setelah dilakukan pengujian, semua tanda harus dapat terlihat dengan jelas tanpa tambahan/perbaikan. Papan tanda harus kuat, keras, tidak mudah terlepas dan bengkok.

### **3.8.3 Perangkat Sinyal dan Peringatan**

Sinyal atau tanda bersifat visual seperti cahaya lampu, *audible signal* seperti sirine, hanya digunakan untuk memberi peringatan mengenai kejadian berbahaya seperti start-up stasiun pengisian daya dan *overspeed* kendaraan. Sinyal seperti ini harus bisa memperingati operator ketika melakukan operasi dengan stasiun pengisian daya.

Aparatur peringatan ini harus didesain dan ditempatkan sedemikian rupa agar ketika pemeliharaan dan pengujian peralatan, aparatur ini tidak harus dilepas terlebih dahulu, atau mengharuskan operator bekerja dan terekspos dalam kondisi membahayakan. Informasi penggunaan harus menggambarkan pemeriksaan alat pendeteksi bahaya secara reguler, sesuai instruksi manufaktur. Teknisi harus memperhatikan kemungkinan sensor mengalami saturasi, yang dapat mengakibatkan terlalu banyak visual dan/atau auditorial sinyal.

Tanda atau peringatan yang tertulis dapat di desain mengacu ke regulasi lokal/nasional. Tanda, petunjuk, dan peringatan tertulis harus mudah dipahami dan tidak ambigu, terutama mengenai fungsi tertentu dari peralatan. Petunjuk yang mudah dipahami (pictogram) lebih direkomendasikan daripada peringatan tertulis. Petunjuk dan Pictogram hanya boleh digunakan jika mereka dapat dipahami dan umum digunakan sebagai tanda sesuai fungsi dari peralatan tersebut. Peringatan tertulis harus ditampilkan dalam bahasa dimana peralatan tersebut akan beroperasi, dan dapat dipahami oleh operator.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 4**

# **IDENTIFIKASI PERALATAN STASIUN PENGISIAN DAYA DAN PERBANDINGANNYA DENGAN KETENTUAN STANDAR**

Pada bab ini akan disampaikan mengenai hasil identifikasi kecocokan peralatan stasiun pengisian daya berdasarkan pengecekan dan pengujian yang dilakukan terhadap peralatan yang ada didalam sistem. Hasil identifikasi ini kemudian akan dibandingkan dengan ketentuan yang ada pada standar yang telah disusun sebelumnya. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan apakah peralatan stasiun pengisian daya pada MOLINA ITS sudah sesuai dengan standar yang ada atau sebaliknya.

### **4.1 Identifikasi Persyaratan Umum Keamanan Sistem**

Identifikasi pengujian dan pengecekan pada bagian ini dilakukan pada beberapa fungsi sistem *battery swap* berdasarkan ketentuan standar mulai dari skenario lokasi ideal penempatan kendaraan listrik ke area operasi stasiun pengisian daya sebelum dilakukan proses swap, ketentuan *outlet* penyimpanan baterai, sistem pengisian daya, fungsi baterai yang digunakan, komunikasi antar sistem yang terlibat, hingga sistem pendukung yang direkomendasikan.

#### **4.1.1 Sistem Jalur**

Mengingat bahwa peralatan yang diuji merupakan sistem pengisian daya dengan klasifikasi automasi tipe manual, maka seluruh proses swap diinisiasi pada bagian ini dilakukan oleh operator. Berikut daftar pada Table 4.1 fungsi berdasarkan standar yang harus dipenuhi.

**Tabel 4. 1** Daftar pengecekan sistem jalur[6]

No.	Item	Acuan Standar	Kesesuaian	Keterangan
1	Verifikasi EV	IEC 62840-2	Belum sesuai	Tidak ada <i>nameplate</i> pada stasiun pengisian daya mengenai output pengisian daya: Tegangan (V) Arus (I) Frekuensi (Hz) Serta spesifikasi baterai yang dapat digunakan
2	Pembersihan EV/Baterai	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Sebaiknya terdapat kuas, sikat, atau sistem pneumatic dengan output angin untuk meniup kontaminan
3	Posisi EV	IEC 62840-2	Belum sesuai	Berupa markah jalan yang menunjukkan lokasi parkir kendaraan listrik secara spesifik
4	Penguncian dan pembukaan kunci EV	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Menghalangi roda, dapat berupa standar paddock untuk mensupport kendaraan listrik.

No.	Item	Acuan Standar	Kesesuaian	Keterangan
5	Jalur evakuasi <i>emergency</i>	IEC 62840-2	Belum sesuai	Dapat berupa instruksi mengenai jalan keluar terdekat dari area swap stasiun pengisian daya apabila terjadi kasus <i>emergency</i>
6	Tanda, rute, dan jalan keluar	IEC 62840-2	Belum sesuai	Dapat berupa markah jalan.

Pada jalur masuk dari sistem, diharapkan adanya indicator atau penjelasan mengenai spesifikasi dari stasiun pengisian daya umumnya berupa nameplate, yang menjelaskan tentang tegangan output dari stasiun pengisian ini, serta persyaratan spesifikasi baterai kendaraan listrik yang cocok dan dapat disuplai oleh stasiun pengisian daya yang bersangkutan. Sehingga sebelum proses swap dilakukan, operator atau pengguna dapat melakukan verifikasi terlebih dahulu. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan pada stasiun pengisian daya yang dikembangkan oleh manufaktur seperti pada Gambar 4.1 dibawah belum memiliki indicator yang dimaksud sehingga belum memenuhi standar yang ada untuk kategori ini.



**Gambar 4. 1** Nameplate untuk fungsi verifikasi output peralatan charger dengan baterai yang cocok untuk disuplai.

Pembersihan baterai dilakukan untuk menghindari adanya kontaminan yang terlibat pada *coupler* baterai dan pengisian daya pada stasiun pengisian daya yang dapat mengakibatkan kegagalan isolasi, dan fenomena bahaya lainnya sehingga pada standar dibuat ketentuan untuk mengadakan prosedur pembersihan baterai sebelum proses swap dilakukan. Pada objek yang diidentifikasi tidak ditemukan adanya prosedur pembersihan yang dimaksud sehingga belum memenuhi standar yang berlaku.

Untuk mempermudah operator dan pengguna kendaraan dalam melakukan proses swap, maka ditetapkan pada standar untuk memberi tanda atau indicator pada lokasi stasiun pengisian daya mengenai lokasi parkir kendaraan listrik yang paling ideal untuk proses pelepasan dan pemasangan baterai, umumnya berupa markah jalan yang menunjukkan lokasi stop kendaraan listrik. Sedangkan pada objek yang diidentifikasi belum memiliki prosedur yang dimaksud sehingga poin pada standar ini belum dipenuhi.

Dengan pertimbangan bahwa proses swap melibatkan pelepasan baterai dengan berat kurang lebih 13kg dari *coupler* kendaraan listrik,

sehingga akan ada kemungkinan yang mengakibatkan kendaraan listrik akan bergerak hingga jatuh ketika proses pelepasan dan pemasangan baterai berlangsung. Pada standar sampaikan bahwa perlu adanya prosedur penguncian kendaraan listrik (dapat berupa *choking* atau menghalangi roda) sebelum melakukan proses swap untuk menghindari kemungkinan ini, pada objek yang bersangkutan belum memiliki prosedur ini sehingga standar ini belum terpenuhi.

Dalam beberapa kasus kegagalan operasi baik berupa kegagalan elektrik maupun kegagalan mekanis, dapat berakibat fatal bagi personel yang terlibat dalam proses swap yang dilakukan. Sehingga untuk menghindari kecelakaan lebih lanjut bagi personel, standar menetapkan perlu didesain prosedur untuk beberapa kasus darurat. Prosedur ini dapat berupa markah, tanda, atau berupa rute keluar terdekat dari sistem stasiun pengisian daya. Dalam objek yang bersangkutan belum terdapat prosedur yang dimaksud sehingga belum memenuhi standar.

#### 4.1.2 Sistem Penyimpanan

Fungsi pada sistem ini sepenuhnya sangat berkaitan dengan desain dari outlet peralatan stasiun pengisian daya. Berdasarkan standar, berikut merupakan daftar pada Table 4.2 mengenai fungsi yang harus dipenuhi sistem ini.

**Tabel 4. 2** Daftar pengecekan fungsi sistem penyimpanan[6].

No.	Item	Acuan Standar	Kesesuaian	Keterangan
1	Desain rigid dan tepat untuk dimensi baterai	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Desain outlet stasiun pengisian daya tepat untuk dimensi baterai seperti pada Gambar 4.1

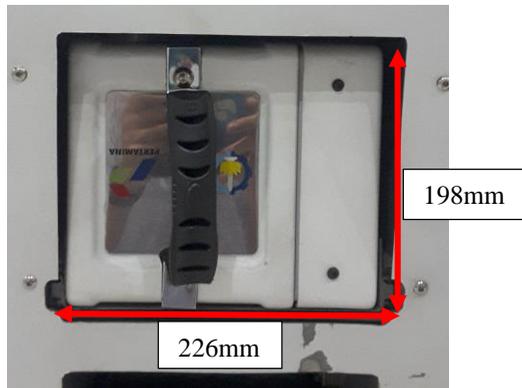
No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
2	Sistem tertanam ke tanah, agar aman terhadap vibrasi, berat system, dan dampak lain	IEC 62840-2	Belum sesuai	Sistem tidak tertanam ke tanah seperti pada gambar 4.2, dan hanya menggunakan pemberat pada sistem.
3	Proteksi <i>enclosure</i> baterai sebesar IP42 *apabila baterai tidak tertutup secara menyeluruh	IEC 62840-2	Sudah sesuai	baterai yang digunakan memiliki <i>enclosure</i> tersendiri dan tertutup secara menyeluruh
4	Menyediakan informasi <i>locking state</i> ke sistem kontrol	IEC 62840-2	Sudah sesuai	Informasi ini ditampilkan di layar sesuai dengan keadaan baterai pada sistem penyimpanan seperti pada gambar 4.3
5	Monitor parameter-parameter penting dari system/komponen terhadap: Temperature	IEC 62840-2	Belum sesuai	Desain sistem penyimpanan stasiun pengisian daya hanya di desain untuk menyimpan baterai dengan aman untuk koneksinya.
	<i>Electrical malfunction</i>	IEC 62840-2	Belum sesuai	

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
5	<i>Locking state</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	<i>Locking state</i> ditampilkan pada layar <i>interface</i>
6	<i>Fire detection</i> dan <i>fire extinguisher</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Sistem tidak memiliki actuator untuk mendeteksi temperature tidak normal dan menyalakan sistem pemadaman.
7	Fasilitas penyimpanan baterai yang bermasalah	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Penyimpanan baterai pada stasiun pengisian daya hanya didesain untuk baterai yang siap diisi.

Sistem penyimpanan dari stasiun pengisian daya sangat erat kaitannya dengan *enclosure* yang digunakan. Untuk pemenuhan desain *enclosure* yang rigid sepenuhnya akan dibahas pada bagian 4.3 bab ini mengenai pembahasan ketahanan *enclosure* terhadap dampak mekanik dengan ketentuan harus memenuhi IK10. Sementara mengenai identifikasi kesesuaian dimensi baterai kendaraan listrik dengan outlet stasiun pengisian daya dapat terpenuhi sehingga pembahasan mengenai standar ini telah terpenuhi, seperti yang tertera pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dibawah.



**Gambar 4. 2** Tampak depan Stasiun pengisian daya



**Gambar 4. 3** Ketepatan desain baterai dengan sistem outlet penyimpanan stasiun pengisian daya.

Sistem stasiun pengisian daya melakukan proses pelepasan baterai yang sudah terisi dengan penggerak motor untuk mendorong baterai yang telah terisi keluar dari sistem penyimpanan untuk diambil oleh pengguna/operator dan dipasang di kendaraan listrik. Getaran yang

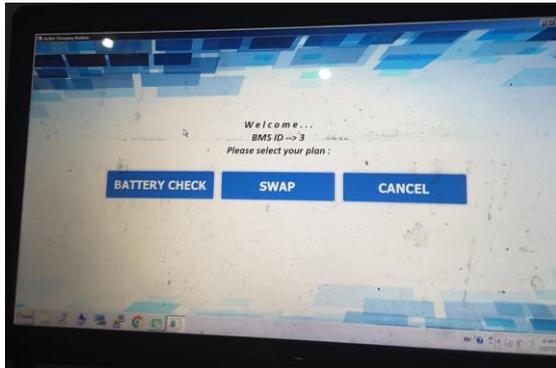
muncul akibat operasi motor ini tidak boleh mempengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan, sehingga standar menentukan bahwa sistem harus tertanam ke tanah agar sistem tahan terhadap dampak negative dari getaran yang memungkinkan terjadi. Berikut ditampilkan Gambar 4.4 sistem stasiun pengisian daya yang tidak tertanam ketanah, sehingga sistem bisa dikategorikan rentan terhadap efek dari *mechanical shock* ringan yang disebabkan oleh kerja motor mendorong dudukan baterai. Sehingga standar ini belum bisa dipenuhi oleh peralatan manufaktur.



**Gambar 4. 4** *Enclosure* sistem tidak tertanam ke tanah.

Komunikasi antara koneksi penguncian antara baterai dengan pengisian daya pada sistem penyimpanan secara terus menerus ditampilkan dilayar, dimana status penguncian didasarkan atas dua parameter yaitu kesesuaian spesifikasi charger dengan baterai, serta kesempurnaan koneksi *coupler* pengisian daya dengan *coupler* baterai. Berikut ditampilkan pada Gambar 4.5 informasi mengenai *locking state* dari baterai dengan sistem penyimpanan ketika baterai dan pengisian daya telah memenuhi kedua parameter yang telah disebutkan sebelumnya, dimana identitas ID dari BMS (*battery management system*) baterai yang digunakan juga tertera sebagai informasi pada layar interface yang

menandakan baterai yang terpasang pada outlet stasiun pengisian daya memang merupakan baterai yang asli dan memenuhi tuntutan manufaktur stasiun pengisian daya.



**Gambar 4. 5** Informasi *locking state* yang menandakan kesempurnaan baterai dengan sistem penyimpanan pada *outlet* stasiun pengisian daya yang kosong.

Berdasarkan standar, sistem penyimpanan diharapkan memiliki fungsi yang dapat mendeteksi ketidaknormalan temperature didalam *enclosure* yang dapat mempengaruhi penurunan efisiensi kinerja sistem. Serta dapat mendeteksi sumber dari suhu yang berlebih ini, baik itu berasal dari kegagalan operasi, hubung singkat, ataupun fenomena lainnya yang dapat terjadi dan menjadi kemungkinan awal kemunculan api. Sehingga proses pengisian dapat dihentikan untuk alasan keamanan. Ketika telah terdeteksi sumber panas pada *enclosure* peralatan, diharapkan adanya actuator yang bekerja memulai prosedur memadamkan atau menurunkan panas sehingga kemaman operasi dapat tetap terpenuhi sesuai standar. Berdasarkan hasil inspeksi pada peralatan, *enclosure* atau sistem penyimpanan didesain hanya untuk menempatkan baterai agar dapat terkoneksi dengan baik dengan pengisian daya yang digunakan, sehingga tuntutan standar ini belum bisa dipenuhi.

Sistem penyimpanan dapat dilengkapi dengan sistem penyimpanan tersendiri khusus untuk beberapa baterai yang bermasalah. Dengan begitu dapat mempermudah operator untuk melakukan

*maintenance* terhadap baterai yang bersangkutan, sementara sistem yang dijadikan objek diidentifikasi tidak memiliki prosedur yang telah dijelaskan sehingga standar ini belum terpenuhi.

#### 4.1.3 Sistem Pengisian

Fungsi pada sistem ini sepenuhnya diperankan oleh pengisian daya yang terpasang pada desain outlet peralatan stasiun pengisian daya. Dimana spesifikasi pengisian daya yang digunakan dalam sistem ini merupakan pengisian daya dengan tipe HK-H-H132-16 dari TC charger dengan spesifikasi input 90V–265V AC, 50/60Hz, 9 A dan spesifikasi output 132V DC, 16A untuk tegangan input 220V AC. Berikut ditampilkan nameplate pengisian daya pada Gambar 4.6 dibawah, diikuti dengan fungsi yang harus dipenuhi spesifikasi sistem pengisian daya yang digunakan pada stasiun pengisian daya pada Tabel 4.3:



**Gambar 4. 6** Nameplate pengisian daya yang digunakan pada sistem stasiun pengisian daya.

**Tabel 4. 3** Daftar pengecekan fungsi sistem pengisian daya[6].

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
1	Kesesuaian dengan parameter baterai	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Output pengisian daya: 16 A 132 V DC @220 V AC Parameter baterai:

				Kapasitas 36Ah Arus 2C Tegangan 60V-100.8V
No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
2	Verifikasi koneksi baterai	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Sitem pengisian dan sistem penyimpanan terintegrasi untuk menampilkan kondisi <i>locking state</i> pada layar interface
3	Koneksi dari pengisian daya dengan suplai listrik AC utama dengan peralatan proteksi	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Terdapat MCB yang terpasang antara koneksi listrik utama (AC) sebelum terkoneksi dengan sistem pengisian daya peralatan
4	Proteksi <i>uncontrolled reverse power</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Pada BMS terdapat Transistor sebagai perangkat proteksi terhadap fenomena ini.
5	Indikator pengisian yang jelas	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Indikator pengisian hanya ada 2 yaitu lampu berwarna hijau dan merah. Dimana merah berarti siap untuk proses swap dan hijau sedang mengisi
6	<i>Monitoring temperature</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Hanya ada kipas sebagai pendingin pengisian daya tanpa fungsi

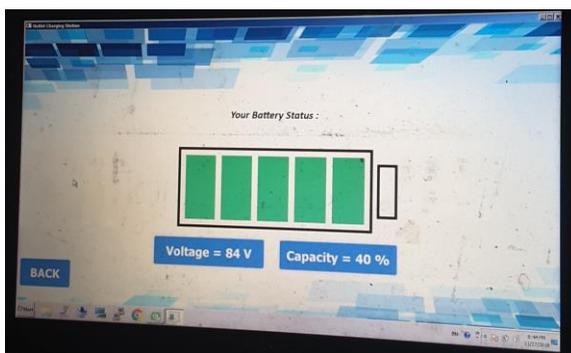
No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
				<i>monitoring</i> kondisi tempaturnya
7	<i>State of Charge</i> baterai ( <i>SOC</i> )	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	SOC ditampilkan pada layar serta biaya yang harus dibayar
8	<i>State of Health</i> baterai ( <i>SOH</i> )	IEC 62840-2	Belum Sesuai	SOH hanya bisa diketahui dengan <i>maintenance</i> secara manual

Baterai yang digunakan pada sistem stasiun pengisian daya adalah merupakan baterai yang didesain sendiri oleh MOLINA ITS sebagai manufaktur. Dimana informasi mengenai status kesempurnaan *locking state* antara baterai dengan sistem tidak hanya ditentukan berdasarkan kesempurnaan koneksi antara *coupler* baterai dengan *coupler* pengisian daya melainkan juga keaslian atau kesesuaian spesifikasi baterai dengan pengisian daya sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya. Sehingga ketika baterai dengan spesifikasi berbeda dengan baterai yang bersangkutan, maka sistem tidak akan memberikan informasi mengenai status *locking state* antara baterai dengan stasiun pengisian daya seperti pada gambar 4.5 pada pembahasan sebelumnya. Sebagaimana yang tertera pada tabel 4.3 mengenai spesifikasi *output* pengisian daya 16 A, 132 V DC @220 V AC, dan parameter baterai yaitu memiliki kapasitas 36Ah, Arus 2C, tegangan 60V-100.8V yang berarti dengan input tegangan dari sumber listrik AC (utama) dianggap stabil pada angka 220V dapat diperoleh output charger hingga maksimal 132V sedangkan tuntutan baterai hingga hanya maksimal hingga 100.8V sehingga charger sudah bisa dianggap cocok untuk baterai yang digunakan.

Indicator pengisian ini ditetapkan pada standar dengan tujuan menghindari kesalahan operasi yang dilakukan oleh operator atau pengguna. Pada peralatan yang diidentifikasi, indikator pada peralatan yang memberi informasi mengenai status baterai ketika terpasang hanya ada dua lampu, masing-masing berwarna merah dan hijau, dimana merah menandakan baterai sedang dalam keadaan diisi dan hijau menandakan

baterai siap untuk melakukan proses swap (baterai sudah penuh). Sehingga dengan adanya hanya dua indicator ini maka operator akan dengan mudah dalam memahami status baterai. Sedangkan untuk temperature dari pengisian daya, tidak dimonitor oleh sensor ataupun aktuatur melainkan hanya dipasangkan kipas yang terpasang secara permanen pada body charger sebagai fungsi pendingin pada pengisian daya untuk menghindari *overheat*.

Setelah memasukkan baterai kedalam slot outlet yang kosong, maka akan tampil pada layar informasi mengenai *locking state* baterai dengan stasiun pengisian mengenai identitas (ID) BMS pada baterai, jika yang digunakan adalah baterai yang sesuai spesifikasi seperti pada pembahasan sebelumnya di gambar 4.5 di atas. Kemudian jika pengguna memilih pilihan “*Swap*” pada layar *interface* untuk melakukan proses swap, maka akan ditampilkan pada layar mengenai *state of charge (SOC)* dari baterai yang terpasang. Seperti yang tertera pada Gambar 4.7 dibawah. Sedangkan untuk SOH dari baterai, spesifikasi sistem pengisian daya yang digunakan belum memiliki fungsi untuk mendeteksi kesehatan dari baterai, sehingga untuk mengetahui SOH dari baterai hanya bisa diketahui dengan *maintenance* baterai secara manual.



**Gambar 4. 7** *State of Charge (SOC)* baterai yang terpasang pada outlet stasiun pengisian daya.

#### 4.1.4 Baterai

Baterai yang digunakan pada sistem ini merupakan baterai yang di desain dan dikembangkan sendiri oleh manufaktur, sehingga spesifikasi

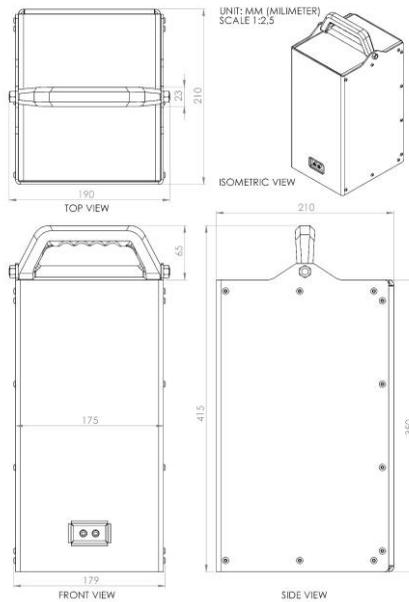
dan dimensi dari kriteria baterai yang digunakan oleh sistem sudah dipenuhi. Namun berdasarkan standar yang ada, terdapat beberapa fungsi kriteria pada Tabel 4.4 yang harus dimiliki baterai yang digunakan dalam stasiun pengisian daya, diantaranya adalah:

**Tabel 4. 4** Daftar pengecekan fungsi baterai[6].

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
1	Dimensi yang sesuai dengan stasiun pengisian daya	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Desain baterai tepat untuk outlet stasiun pengisian daya seperti pada gambar 4.7
2	<i>Interface</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Informasi mengenai kondisi SOC baterai dapat dideteksi oleh stasiun pengisian daya dan ditampilkan di layar
3	Monitoring temperatur	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Terdapat sensor suhu pada BMS baterai yang digunakan
4	Monitoring <i>overcurrent</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Baterai dilengkapi dengan fungsi <i>discharge current limit</i> pada BMS baterai untuk membatasi input arus charge dari pengisian daya.

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
5	Komunikasi informasi abnormal dari baterai ke sistem.	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Baterai hanya memonitor temperature dan <i>overcurrent</i> kemudian memutuskan proses pengisian secara individu, tanpa bertukar informasi dengan sistem stasiun pengisian daya.

Sebagaimana yang telah disinggung sebelumnya bahwa baterai yang digunakan untuk outlet stasiun pengisian daya ini merupakan baterai yang didesain sendiri oleh manufaktur yang sama, Sehingga sistem baterai pack yang didesain tepat untuk dimensi baterai yang digunakan untuk mempermudah proses swap dengan baik. Kesesuaian dimensi baterai dengan outlet *swap station* dilakukan berdasarkan pengecekan dengan hasil seperti pada Gambar 4.8 dibawah mengenai pembahasan dimensi baterai baterai yang digunakan. Serta Gambar 4.9 mengenai ketepatan ukuran dimensinya dengan outlet stasiun pengisian.



**Gambar 4. 8** Dimensi baterai baterai



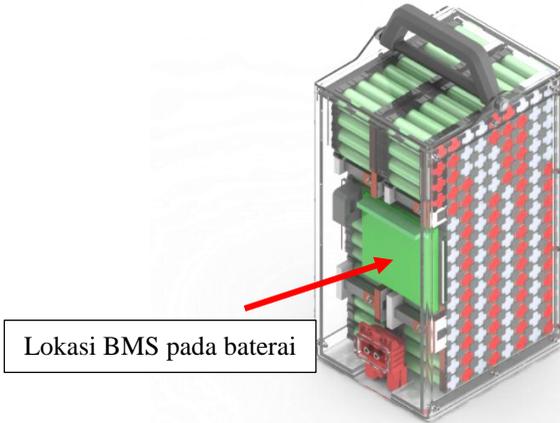
**Gambar 4. 9** Ketepatan desain baterai baterai dengan slot outlet *swap station*.

*Interface* berguna untuk mempermudah pengguna atau operator untuk mengetahui keadaan baterai mengenai proses pengisian (SOC)

tanpa harus membongkar *enclosure* baterai kemudian mengukurnya secara manual. Namun keadaan *state of charge* baterai dapat dibaca kemudian ditampilkan oleh sistem kontrol melalui layar *interface* seperti pada Gambar 4.7 sebelumnya berdasarkan pembacaan yang dilakukan oleh BMS yang terletak didalam baterai.

Pada *cell* baterai yang telah dirangkai menjadi suatu perangkat baterai yang utuh, kemudian disambungkan dengan perangkat lain yaitu *battery management system* yang berfungsi memonitor status setiap *cell* dan memberikan informasi tersebut untuk disampaikan kepada pengguna, pada Gambar 4.10 dibawah ditampilkan gambar rangkaian baterai yang digunakan dan Gambar 4.11 BMS yang terpasang pada baterai. Serta sebagai proteksi *cell* baterai dari beberapa kasus yang sering kali terjadi ketika proses pengisian, seperti temperature yang tidak normal (*overheat*) dan *overcurrent*. Sehingga dipasang sensor temperature pada BMS yang dapat beroperasi dari suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  sampai  $60^{\circ}\text{C}$  sehingga ketika suhu pada baterai melebihi batas tersebut BMS akan bekerja memicu kontaktor pada input baterai bekerja, dan menghentikan proses pengisian.

Sedangkan metode *overcurrent* yaitu menggunakan metode *charge current limit* dan *discharge current limit*. Dimana arus pengisian dibatasi dan ditetapkan pada nilai 10A oleh BMS, walaupun baterai dapat menerima arus hingga 72A dalam waktu pengisian maksimum 30 menit. Namun untuk alasan keamanan dan keandalan lifetime baterai, BMS pada baterai diatur melalui program untuk menerima arus pengisian sebesar 10A.



Lokasi BMS pada baterai

**Gambar 4. 10** Ilustrasi rangkaian baterai yang digunakan



**Gambar 4. 11** BMS yang digunakan pada baterai

Untuk beberapa kasus abnormal dari baterai serta metode yang didesain untuk menghindari kasus-kasus seperti ini maka dirancang sistem proteksi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya (*overheat dan overcurrent*). Namun metode proteksi ini hanya dilakukan didalam sistem

baterai pack yang perankan oleh BMS, tanpa menyalurkan informasi deteksi abnormal baterai ke sistem sehingga operator tidak dapat mengetahui apakah baterai yang terpasang pada outlet sedang bermasalah atau tidak.

#### 4.1.5 Sistem Kontrol

Fungsi pada sistem ini merupakan keterlibatan antara pengisian daya, baterai, dan BMS (*battery management system*), dimana komunikasi antara ketiga elemen untuk memonitoring proses yang terjadi pada sistem, yang kemudian disampaikan kepada operator sebagai pengambil keputusan berdasarkan kondisi dari proses swap yang diinginkan, penjelasan lebih lanjut mengenai scenario proses swap terdapat pada lampiran 1 laporan ini. Adapun beberapa fungsi yang harus dipenuhi berdasarkan standar diantaranya pada Tabel 4.5 dibawah:

**Tabel 4. 5** Daftar pengecekan sistem kontrol[6].

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
1	<i>Pengisian states</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Tertera di layar <i>interface</i>
2	<i>Battery states</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Kondisi baterai hanya bisa diketahui dengan <i>maintenance manual</i>
3	<i>Fault alert</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Proteksi kegagalan langsung dilakukan saklar mekanik tanpa notifikasi dari sistem
4	<i>Diagnosis</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Sistem hanya memberi informasi setelah koneksi

No.	Item	Standar Acuan	(√/X)	Keterangan
5	<i>Monitoring</i>	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Ketepatan interkoneksi baterai dengan sistem dapat terus diketahui.
6	<i>Troubleshooting</i>	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Prosedur <i>troubleshooting</i> yang dimiliki manufaktur hanya bisa dilakukan dengan inspeksi oleh operator secara manual
7	Penemuan lokasi baterai yang bermasalah (jika ada)	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Pengguna hanya boleh melakukan proses swap pada lokasi slot yang ditentukan sistem.

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada bagian 4.1.3 bahwa dari sistem pengisian daya, SOC dapat ditampilkan pada layar interface untuk menyampaikan informasi status pengisian baterai kepada operator. Penyampaian informasi dari pembacaan hingga ditampilkan pada layar dilakukan oleh sistem kontrol sebagai salah satu fungsinya.

Namun berdasarkan identifikasi peralatan, data yang diperoleh untuk kasus lain seperti status baterai, notifikasi kegagalan, diagnosa, belum bisa ditampilkan sebagai informasi tambahan dan ditampilkan ke layar, dikarenakan belum adanya sistem yang didesain untuk memonitor parameter-parameter ini. Sehingga pemenuhan standar untuk bagian ini belum bisa dicapai.

Lokasi baterai yang bermasalah baik dikarenakan spesifikasi yang berbeda berdasarkan dimensi mekanik ataupun dari karakteristik elektriknya yang tidak memenuhi, bisa diketahui bahwa lokasi

manakah yang bermasalah. Kasus ini dapat tertutupi dikarenakan pengguna atau operator hanya diperbolehkan memasang pada slot outlet yang dipilih oleh sistem, sehingga ketika baterai tersebut tidak terdeteksi oleh sistem, bisa ditarik kesimpulan bahwa baterai yang bersangkutan sedang bermasalah.

#### 4.1.6 Sistem Pendukung

Sistem ini merupakan sistem dengan fungsi inspeksi otomatis yang dilakukan secara periodik, yang didesain dengan tujuan memberikan pengamanan fungsi dan memperpanjang usia operasi peralatan pada stasiun pengisian daya serta peralatan-peralatan yang terlibat didalamnya seperti baterai. Berdasarkan standar, sistem ini bersifat opsional namun tetap direkomendasikan untuk diterapkan pada peralatan, berikut beberapa daftar yang harus dipenuhi jika diputuskan untuk menambahkan sistem ini ke peralatan pada Tabel 4.6 dibawah:

**Tabel 4. 6** Daftar pengecekan sistem pendukung stasiun pengisian daya[6].

No.	Item	Acuan Standar	(√/X)	Keterangan
1	Pemeliharaan <i>system</i>	IEC 62840-2	X	Manufaktur belum memiliki desain stasiun pengisian daya untuk memiliki sistem dengan fungsi seperti ini.
2	Pemeliharaan isolasi baterai	IEC 62840-2	X	
3	Pemeliharaan kondisi mekanis baterai	IEC 62840-2	X	
4	Pemeliharaan keandalan koneksi kabel, konektor, dan fuse	IEC 62840-2	X	
5	Pemeliharaan kuantitas electrical cell dan life cycle baterai	IEC 62840-2	X	

No.	Item	Standar Acuan	(√/X)	Keterangan
6	Pemeliharaan konsistensi baterai cell yang terkumpul	IEC 62840-2	X	Manufaktur belum memiliki desain stasiun pengisian daya untuk memiliki sistem dengan fungsi seperti ini.
7	baterai <i>logistic system</i>	IEC 62840-2	X	

Sistem *battery swap station* belum memiliki sistem *maintenance* seperti yang direkomendasikan oleh standar dikarenakan peralatan yang bersangkutan masih dalam proses pengembangan fungsi utama yaitu pengisian baterai. Sehingga belum bisa ditemukan fungsi untuk pengecekan dan perbaikan sistem secara otomatis oleh sistem yang bersifat sebagai pendukung atau fungsi tambahan. Melainkan harus dilakukan oleh teknisi sendiri secara manual untuk mengetahui kesehatan operasi peralatan, dan langkah-langkah seperti apa yang bisa lakukan untuk memperpanjang masa pakai peralatan.

#### 4.1.7 Sistem Suplai Daya

Sistem ini merupakan pilihan yang dapat diaplikasikan pada sistem stasiun pengisian daya untuk meningkatkan keandalan sistem agar tetap dapat beroperasi ketika terjadi gangguan pada jaringan suplai listrik utama. Pada dasarnya sistem ini merupakan sistem mekanik yang digunakan untuk memutus atau menyambung aliran listrik satu-persatu (per slot outlet) dari beberapa sistem outlet yang dianggap penting untuk dilakukan *maintenance* ketika dalam kondisi kegagalan yang dapat berpotensi bahaya bagi peralatan. Serta sistem suplai listrik yang bertujuan untuk memberi daya pada beberapa sistem yang dianggap masih bisa tetap beroperasi dalam keadaan terhubung ketika terjadi beberapa kondisi berbahaya (kegagalan), dengan tujuan efisiensi kinerja peralatan. Berikut daftar pada Tabel 4.7 mengenai fungsi yang harus dipenuhi berdasarkan standar mengenai sistem suplai daya ini.

**Tabel 4. 7** Daftar pengecekan fungsi *power supply system*[6].

No.	Item	Acuan Standar	Kesesuaian	Keterangan
1	Saklar setiap system secara independen	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Setiap outlet baterai swap dipisahkan dengan CB, sehingga masing-masing outlet dapat dimatikan secara individu dengan CB masing-masing.
2	Suplai daya cadangan	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Suplai listrik pada sistem sepenuhnya berasal dari jaringan listrik AC utama (PLN).

Pada cadangan suplai daya belum bisa dipenuhi oleh sistem yang diidentifikasi sehingga ketika suplai listrik dari jaringan utama bermasalah, maka secara langsung akan mematikan sistem serta fungsi yang sementara beroperasi. Sehingga sesuai dengan standar yang telah dibuat, perlu untuk mendesain sistem dengan suplai tersendiri yang mandiri dan dapat beroperasi ketika suplai utama sedang bermasalah untuk pengoperasian peralatan normal atau keperluan maintenance peralatan yang bermasalah. Namun ketika terjadi kerusakan pada salah satu outlet peralatan dapat dilakukan maintenance pada peralatan tersebut tanpa mengganggu operasi outlet slot yang lainnya.

## 4.2 Proteksi Terhadap Sengatan Listrik

Bagian *livepart* yang bertegangan tidak diperbolehkan disentuh secara langsung, sehingga harus didesain sebuah sistem proteksi yang dapat menjadi pemisah antara bagian konduktif aktif dengan akses dari operator, seperti *enclosure* dengan nilai IP tertentu, serta proteksi apabila

terjadi kegagalan. Dengan adanya sistem proteksi ini diharapkan mampu memberikan keamanan operasi untuk proses swap baik dalam kondisi operasi normal maupun dalam kondisi terjadi kegagalan.

#### 4.2.1 Proteksi Terhadap Kontak Langsung

Mengingat bahwa satu kesatuan sistem stasiun pengisian daya melibatkan energy listrik sebagai sumber energy utamanya, sehingga sebahagian besar peralatan yang bekerja didalamnya mengandung energy listrik yang mengalir. Untuk menghindari sengatan listrik melalui kontak langsung dengan peralatan, maka didesain sebuah sistem proteksi untuk melindungi peralatan dari akses secara langsung oleh personel, ataupun kontak eksternal dari objek lain seperti hewan, badai hujan, hingga debu sekalipun dengan tujuan menghindari kemungkinan terjadi kegagalan operasi pada peralatan.

Untuk pemenuhan sistem proteksi yang mampu melindungi peralatan dari dampak eksternal dibuatlah *enclosure* sebagai penutup dari sistem yang ada didalamnya. Berikut data pada Table 4.8 yang diperoleh dari peralatan yang diidentifikasi beserta hasil pemenuhannya terhadap standar yang ada:

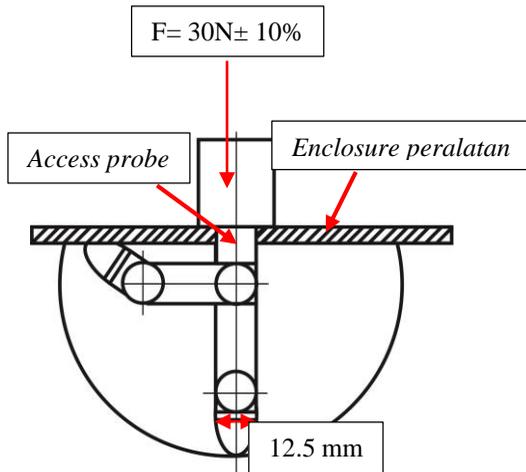
**Tabel 4. 8** Daftar pengecekan spesifikasi *enclosure* peralatan stasiun pengisian daya[6].

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
1	<i>Indoor enclosure</i> IP21C	IEC 60529	Belum Sesuai	Jari tangan dengan ukuran 125mm bisa masuk kedalam enclosure.
2	<i>Outdoor enclosure</i> IP44C	IEC 60529	Belum Sesuai	
3	Diskoneksi <i>life parts</i> untuk membuka <i>enclosure</i> (CB pada pintu)	IEC 60529	Belum Sesuai	Untuk membuka pintu <i>enclosure</i> hanya menggunakan kunci L

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
6				sebagai alat pembukanya, dan tidak harus memutus rangkaian melalui MCB

Pengujian pada enclosure dilakukan untuk pemenuhan nilai IP untuk didalam dan diluar ruangan mengingat bahwa belum adanya kepastian dimana lokasi peralatan akan beroperasi. Namun hanya dilakukan pengujian hingga pada IP2X dan tidak dilanjutkan untuk menguji ke nilai IP4X dikarenakan peralatan tidak dapat memenuhi pengujian dari *acceotance criteria* IP2X.

Untuk pengujian IP2X perlu digunakan probe khusus seperti pada Gambar 4.12 dibawah dengan diameter ujung probe 12.5mm dan dengan dorongan gaya sebesar  $30N \pm 10\%$  dengan probe didorong kearah *enclosure* yang terbuka.



**Gambar 4. 12** *Probe Access* menyerupai jari tangan untuk pengujian IP2X[7].

Dan kondisi proteksi dianggap dapat memenuhi IP2X apabila probe tidak memasuki *enclosure* yang terbuka. Namun pada Gambar 4.13 dibawah dapat dilihat dengan jelas jari dengan diameter >12.5mm bisa masuk kedalam enclosure dengan mudah sehingga IP2X tidak dapat dipenuhi oleh enclosure.



**Gambar 4. 13** Jari tangan dengan diameter >12.5mm dapat dengan mudah masuk kedalam *enclosure*

#### **4.2.2 Proteksi Terhadap Kegagalan**

Ketika terjadi kegagalan pada operasi peralatan maka arus atau tegangan nominal yang mengalir pada sistem akan mengalami perubahan yang sangat signifikan dan dapat memengaruhi kinerja pada sistem, hingga menimbulkan kemungkinan yang dapat merusak sistem apabila tidak dihentikan atau dibatasi arus atau tegangan berlebih ini. Sehingga harus didesain peralatan dengan sistem proteksi yang direkomendasikan oleh standar untuk menjamin keamanan operasi peralatan yang bersangkutan. Berikut ditampilkan pada Tabel 4.9 mengenai pemenuhan perangkat proteksi yang direkomendasikan oleh standar untuk peralatan stasiun pengisian daya.

**Tabel 4. 9** Daftar pengecekan perangkat proteksi terhadap kegagalan pada peralatan[6].

No.	Item	Acuan Standar	Kesesuaian	Keterangan
1	Diskoneksi otomatis suplai	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Terdapat koordinasi antara rele pada sistem dengan CB
2	Tambahan perangkat proteksi	IEC 62840-2	Sudah Sesuai	Tidak ditemukan adanya RCD pada sistem stasiun pengisian daya.

Berdasarkan hasil pengecekan pada peralatan ditemukan bahwa pada setiap slot *outlet* pengisian daya dimonitor oleh relay dengan spesifikasi 12 V, 10/20 A, dengan merek Hella seperti pada Gambar 4.14 dibawah sebagai *switching* atau perangkat proteksi yang mendeteksi kegagalan pada sistem memberikan sinyal kepada MCB ketika terjadi kegagalan untuk memutus rangkaian, sebagai batas minimum kemanan yang telah ditentukan.



**Gambar 4. 14** Rele sebagai perangkat sensing kegagalan pada sistem.

Berdasarkan standar, direkomendasikan untuk memasang proteksi tambahan pada sistem sebagai langkah preventif ketika operator mengalami sengatan listrik dari kontak dengan peralatan baik kontak langsung maupun tidak langsung. Proteksi tambahan yang dimaksud adalah pemasangan RCD (*residual current device*) pada sistem. Namun setelah dilakukan pengecekan pada peralatan, tidak ditemukan sistem proteksi tambahan, atau RDC sebagai langkah preventif proteksi terhadap sengatan langsung.

### 4.3 Persyaratan Konstruksi Peralatan

Pada peralatan stasiun pengisian daya yang diidentifikasi diharapkan subsistem yang ada didalamnya dapat beroperasi dengan baik, sesuai dengan yang diinginkan manufaktur. Untuk memastikan keselamatan dan performa dari peralatan ini maka harus memenuhi standar yang telah disusun. Berikut dilampirkan data mengenai infestigasi kesesuaian peralatan dengan standar yang ada.

#### 4.3.1 Karakteristik Perangkat Saklar Mekanik

Pemilihan saklar mekanik yang digunakan pada peralatan didesain agar mampu beroperasi sesuai sesuai nilai rating kerja operasinya serta karakteristik kerjanya baik berdasarkan karakteristik trip ataupun jenis beban yang diampu. Berikut ditampilkan data pada Table 4.0 mengenai pemenuhan yang harus dipenuhi berdasarkan standar apabila peralatan menggunakan saklar mekanik yang dimaksud.

**Tabel 4. 10** Daftar pengecekan karakteristik saklar mekanik yang digunakan pada stasiun pengisian daya[6].

No.	Item	Kesesuaian	Keterangan
1	Karakteristik CB kurva B, kurva C	Sudah Sesuai	MCB yang digunakan DOM11341SNI C10 dan C120

Dari hasil pengecekan beberapa saklar mekanik yang digunakan pada sistem stasiun pengisian daya hanya menggunakan MCB dengan spesifikasi DOM11341SNI, 1 Pole, 10 A, 220-240 V, C curve, 4.5kA yang diproduksi oleh *Schneider Electric* seperti pada Gambar 4.15 dibawah.



**Gambar 4. 15** MCB C10, C16 dan C100 yang digunakan pada sistem sebagai switch dan perangkat proteksi peralatan.

Pada sistem stasiun pengisian daya MCB ini digunakan untuk memenuhi tiga tuntutan fungsi, yaitu diantaranya adalah proteksi terhadap gangguan overload sistem, gangguan hubung singkat, serta sebagai saklar on dan off sistem.

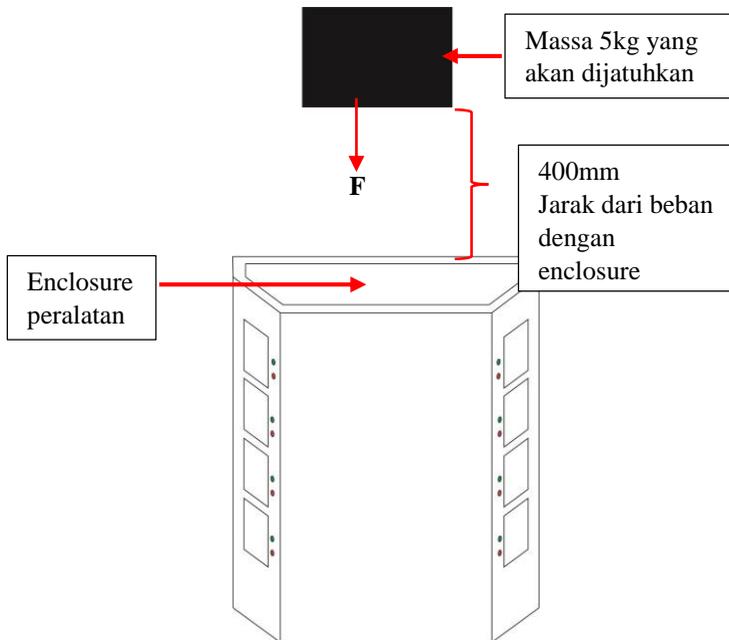
#### **4.3.2 Kekuatan Material**

Jenis material yang digunakan pada desain peralatan diharapkan mampu mendukung kinerja sistem baik dari segi kekuatan dari material yang digunakan maupun karakteristik dari material tersebut. Sehingga perlu didesain peralatan yang sesuai dengan ketentuan standar agar sistem dapat beroperasi seperti yang diinginkan. Berikut dilakukan identifikasi kekuatan material yang digunakan dari sisi ketahanannya terhadap dampak tekanan mekanis dari luar, ketahanannya terhadap korosi dari lingkungan, serta karakteristik bahan isolasi yang digunakan.

##### **4.3.2.1 Dampak Mekanis**

Peralatan yang digunakan diharapkan mampu menahan beban mekanis yang tidak menutup kemungkinan dapat terjadi dalam pengoperasian sistem stasiun pengisian daya seperti jatuhnya objek dari berbagai arah, atau bentuk *mechanical shock* lainnya yang mungkin terjadi. Berdasarkan standar, *enclosure* yang digunakan pada sistem harus memiliki nilai *impact protection* sebesar IK10 agar bisa tergolong aman untuk sistem yang ada didalamnya.

Pengujian dapat dilakukan dengan prosedur seperti pada standar yang dijelaskan pada pembahasan sebelumnya, yaitu setara dengan *enclosure* dijatuhkan dengan beban seberat 5kg dari jarak 400mm dari permukaan peralatan (*enclosure*). Seperti ilustrasi yang ditampilkan pada Gambar 4.16 dibawah.



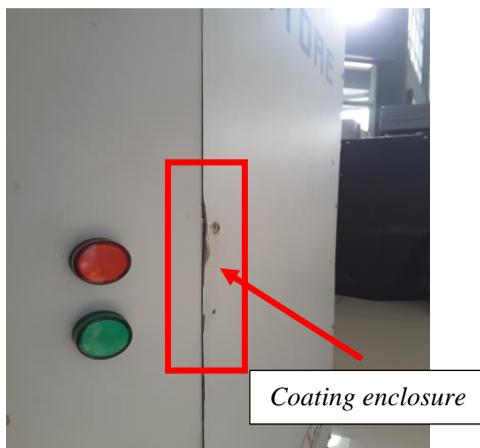
**Gambar 4. 16** Ilustrasi prosedur pengujian IK10 dengan jatuhnya beban dengan massa 5kg dari ketinggian 400mm dari atap *enclosure*.

Sehingga sebelum pengoperasian normal peralatan direkomendasikan untuk melakukan pengujian terlebih dahulu seperti

prosedur pengujian yang telah dibahas pada standar untuk memastikan keamanan peralatan.

#### 4.3.2.2 Proteksi Terhadap Korosi Dari Lingkungan

Peralatan yang beroperasi baik pada penempatan lokasi didalam ataupun diluar ruangan, tidak dapat lepas dari kemungkinan bahwa peralatan tidak akan mengalami korosi yang dapat memengaruhi sistem isolasi peralatan secara elektris serta kekuatan material peralatan secara mekanis. Standar telah menentukan untuk memberi proteksi pada peralatan dari kemungkinan berkorosi, berikut hasil pengecekan pada Gambar 4.17 yang dilakukan.



**Gambar 4.17** *Coating* pada enclosure sistem sebagai proteksi terhadap korosi.

Sebagaimana yang tertera pada gambar 4.13 diatas, manufaktur menggunakan stiker sebagai *coating* pada enclosure sebagai penghalang untuk menghambat kontak antara logam dengan material bersifat korosif lain seperti air, udara dan reaksi kimia lainnya.

#### 4.3.2.3 Karakteristik Bahan Isolasi Peralatan

Bahan isolasi merupakan material yang memisah antara konduktor bertegangan dengan konduktor lain ataupun dengan operator. Dimana kemungkinan perubahan nilai arus dan tegangan yang mengalir pada konduktor sangat rentan terhadap perubahan terutama ketika terjadi kegagalan. Sehingga perlu dilakukan pemilihan bahan isolasi yang tepat untuk sistem yang didesain. Berikut beberapa parameter dari standar yang harus dipenuhi peralatan stasiun pengisian daya.

#### **4.3.2.3.1 Ketahanan *Enclosure* Terhadap Panas**

*Enclosure* merupakan sistem proteksi pertama yang melindungi sistem pada peralatan dari perubahan temperature lingkungan ekstrim yang rentang terhadap perubahan, yang umumnya dikarenakan perubahan cuaca/iklim dimana peralatan akan beroperasi.

Peralatan ditempatkan ditempatkan didalam *thermal and humidity chamber*, kemudian suhu pada *thermal and humidity chamber* diatur seperti pada standar selama 60 jam dalam keadaan suplai output maksimum peralatan. Kemudian diperiksa peralatan mengenai karakteristik operasinya setelah 60 jam pengujian dan apabila telah memenuhi kriteria penerimaan maka peralatan dianggap tahan dan dapat beroperasi pada temperature ekstrim. Berikut ditampilkan gambar *thermal chamber* yang dimiliki manufaktur yang bisa digunakan untuk pengujian ini.

Sebagaimana yang dapat terlihat terlihat pada Gambar 4.18 dibawah ruang yang tersedia untuk peralatan yang akan diuji sangatlah terbatas sehingga tidak memungkinkan untuk peralatan stasiun pengisian daya untuk dimasukkan ke alat uji ini. Namun berdasarkan standar ISO 62626 pengujian peralatan dapat dilakukan pada satu kesatuan peralatan atau hanya beberapa sub sistem pada peralatan, dan apabila manufaktur memilih untuk melakukan pengujian hanya dengan beberapa sub sistem peralatan maka manufaktur harus bisa mendemonstrasikan bahwa sub sistem yang di uji dapat merepresentasikan satu kesatuan sistem secara keseluruhan.



**Gambar 4. 18** Thermal chamber MOLINA ITS untuk pengujian *thermal*.

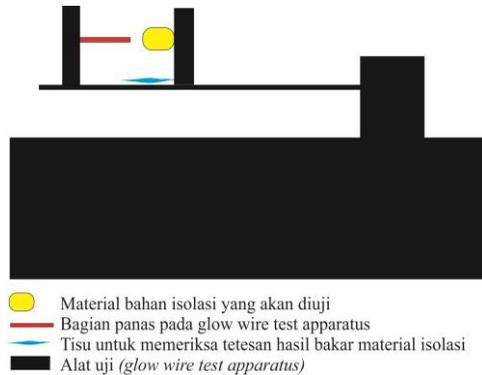
Dengan adanya pengujian ini diharapkan manufaktur peralatan mendapatkan kepastian mengenai gambaran kualitas, dan reliabilitas *enclosure* sehingga dapat mengambil langkah yang tepat untuk mengembangkan sistem *enclosure* stasiun pengisian daya kedepannya.

#### **4.3.2.3.2 Ketahanan Material Isolasi Terhadap Api**

Nilai arus dan tegangan yang sulit dipertahankan pada satu nilai yang konstan rentan mengakibatkan peralatan beroperasi pada temperature yang tidak semestinya menjadi pertimbangan tersendiri manufaktur untuk memastikan fenomena ini tidak menjadi suatu permasalahan. Standar telah memberikan metode pengujian tersendiri untuk memastikan bahwa material isolasi yang digunakan tahan terhadap fenomena temperature berlebih ini melalui *glow wire test*.

Setelah dilakukan pengujian dari standar ini diharapkan manufaktur dapat memperoleh gambaran mengenai karakteristik material isolasi yang tahan terhadap awal kemunculan api, material yang mampu menahan panas jika muncul api, seta material isolasi tidak memiliki kecenderungan untuk memperluas jangkauan api. Sehingga dapat memilih jenis material dengan karakteristik yang lebih tepat untuk pengembangan sistem stasiun pengisian daya kedepannya.

Sebagaimana peralatan glow wire apparatus yang telah ditampilkan pada pembahasan standar sebelumnya, berikut diilustrasikan pengujian karakteristik bahan material isolasi peralatan pada Gambar 4.19 dibawah.



**Gambar 4. 19** Ilustrasi proses pengujian material isolasi peralatan dengan metode *glow wire test*

#### **4.4 Tanda dan Instruksi**

Tanda dan instruksi sangat penting bagi personel, operator, dan teknisi dalam mempermudah melakukan proses swap maupun maintenance sistem. Dengan adanya standar ini diharapkan manufaktur mampu membuat *nameplate* dan instruksi pada peralatan sehingga siapapun yang akan menggunakan peralatan, mendapatkan gambaran mengenai parameter-parameter yang ada pada peralatan tersebut, serta mengambil tindakan yang aman sebelum berinteraksi dengan peralatan.

##### **4.4.1 Penandaan Peralatan**

Peralatan stasiun pengisian daya merupakan sistem pengisian daya yang bekerja hanya pada rating output tertentu dan untuk manufaktur baterai tertentu. Penandaan mengenai beberapa identitas peralatan sangat penting untuk mempermudah pengguna memahami konsep kerja dari peralatan serta mempermudah pengguna untuk mengajukan pertanyaan atau saran kepada manufaktur peralatan untuk perbaikan sistem

kedepannya. Berdasarkan standar, berikut pada Tabel 4.11 identitas/*nameplate* yang harus ada pada peralatan stasiun pengisian daya.

**Tabel 4. 11** Daftar identitas peralatan yang harus tertera pada *nameplate* peralatan[6].

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
1	Nama, inisial, merek, atau tanda yang jelas untuk mengidentifikasi manufaktur peralatan	IEC 62840-2	Belum Sesuai	Pada peralatan stasiun pengisian daya yang didesain oleh manufaktur belum memiliki <i>nameplate</i> pada peralatannya sehingga belum bisa ditemukan identitas-identitas ini.
2	Keterangan/referensi alat	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
3	Nomor seri atau katalog	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
4	Tanggal produksi	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
5	Rating tegangan (V)	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
6	Rating frekuensi (Hz)	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
7	Rating arus (A)	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
8	Jumlah fasa	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
9	IP degree	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
10	“Indor use only” atau sejenisnya jika hanya digunakan dalam ruangan	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
11	Untuk peralatan kelas II symbol harus ditampilkan dengan jelas sebagai tanda	IEC 62840-2	Belum Sesuai	

No.	Item	Standar Acuan	Kesesuaian	Keterangan
12	Semua informasi lain yang dianggap perlu mengenai klasifikasi lain, karakteristik, dan diversity factor	IEC 62840-2	Belum Sesuai	
13	Minimal informasi kontak (nomor handpone, teknisi installer alat atau manufacturer)	IEC 62840-2	Belum Sesuai	

Berdasarkan hasil pengecekan yang dilakukan pada peralatan manufaktur stasiun pengisian daya, belum ada identitas berupa nameplate yang mampu merepresentasikan rating operasi peralatan sehingga standar ini belum terpenuhi. Dengan adanya hasil yang diperoleh pada Table 4.11 manufaktur dapat mendesain *nameplate* dengan identitas yang ada pada table untuk mempermudah pengguna dalam melakukan proses swap baterai.

#### 4.4.2 Keterbacaan

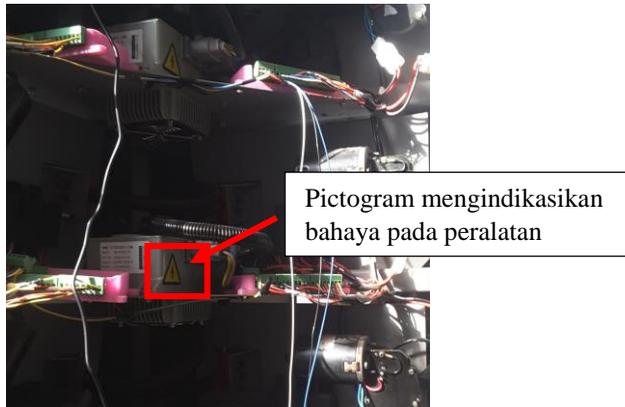
*Nameplate* pada peralatan diharapkan dapat dibaca dengan baik oleh mata telanjang secara langsung. Serta kuat, tahan lama, dan tertempel pada peralatan selama peralatan tersebut masih mampu beroperasi. Untuk memastikan bahwa *nameplate* pada peralatan dapat diandalkan sesuai fungsinya maka dapat dilakukan pengujian sebagaimana dijelaskan pada standar ini. Dengan adanya pengujian ini, diharapkan manufaktur mendapatkan gambaran untuk melakukan evaluasi terhadap *nameplate* yang ada agar dapat terus tertera pada peralatan selama peralatan tersebut dapat beroperasi.

#### 4.4.3 Perangkat Sinyal dan Peringatan

Sinyal atau peringatan harus digunakan dalam beberapa kasus untuk memperingati operator dari kondisi yang dapat berbahaya seperti ketika *start-up* peralatan atau kendaraan listrik overspeed. Berdasarkan hasil pengecekan pada peralatan, sistem dapat mengeluarkan *audible*

*signal* ketika *start-up* peralatan, sinyal ini bersifat sebagai peringatan kepada operator peralatan bahwa pada stasiun pengisian daya telah dialiri arus listrik dan siap untuk beroperasi.

Sementara peringatan mengenai bahaya pada beberapa perangkat dalam sistem stasiun pengisian daya menggunakan pictogram sebagai indikatornya seperti pada charger yang digunakan memberikan pictogram mengenai bahaya bahwa peralatan beroperasi dalam tegangan yang tinggi seperti pada Gambar 4.20 yang ada dibawah. Namun pada enclosure peralatan belum ada pictogram atau perangkat lain yang menjadi indicator penggunaan peralatan.



**Gambar 4. 20** Pictogram peralatan bertegangan tinggi pada pengisian daya stasiun pengisian daya.

Untuk keamanan operasi peralatan, diperlukan untuk menambahkan beberapa keterangan mengenai peringatan-peringatan yang perlu diperhatikan ketika berinteraksi dengan peralatan. Misalnya seperti pictogram yang memperingatkan untuk hati-hati ketika akan memarkir kendaraan, atau pictogram bahaya tegangan tinggi pada beberapa sisi *enclosure* peralatan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pembahasan yang telah disampaikan mengenai perancangan standar untuk peralatan stasiun pengisian daya sebelumnya, dan hasil identifikasi kecocokan spesifikasi performa dan keselamatan peralatan dengan standar yang dirancang terdapat beberapa hal penting yang dapat menjadi kesimpulan yaitu:

- a. Dari hasil identifikasi yang dilakukan pada peralatan, manufaktur mendesain peralatan hanya sampai pada segi operasi peralatan, sehingga untuk keamanan peralatan belum bisa dipenuhi.
- b. Berdasarkan proteksi peralatan dari sengatan listrik, belum memenuhi beberapa persyaratan standar yang mendasar seperti nilai IP, dan pemasangan perangkat proteksi tambahan seperti RCD sebagai langkah preventif.
- c. Untuk karakteristik persyaratan konstruksi peralatan, diperlukan perkembangan desain *coating* yang lebih baik untuk proteksi terhadap korosi mengingat *coating* stiker yang dimiliki belum andal dan masih rentang terhadap pelepasan akibat gesekan. Serta perlu dilakukan pengujian untuk memastikan ketahanan peralatan terhadap dampak mekanis eksternal peralatan.
- d. Untuk tanda dan instruksi pada peralatan, perlu didesain nameplate yang mampu merepresentasikan identitas dan karakteristik operasi peralatan serta handal dan dapat terbaca oleh mata telanjang.

Demikian hasil penyusunan standar dan identifikasi kesesuaiannya dengan peralatan yang dikembangkan manufaktur, dimana masih terdapat beberapa fungsi khususnya fungsi keamanan yang harus dipenuhi, dan beberapa fungsi tambahan yang harus diadakan sebelum peralatan tergolong layak untuk beroperasi sesuai standar.

## **5.2 Saran**

Adapun beberapa saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya adalah:

- a. Perlu dilakukan pengujian pada beberapa pengujian yang tertunda akibat kondisi peralatan yang belum memungkinkan untuk memastikan performa peralatan.
- b. Dari data yang diperoleh, pada beberapa kasus yang belum dipenuhi peralatan, manufaktur perlu memprioritaskan untuk memenuhi standar tersebut, untuk mempermudah manufaktur mengembangkan peralatan yang bersangkutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yang, J. Yao, T. Kang, and X. Zhu, "Dynamic operation model of the battery swapping station for EV (electric vehicle) in electricity market," *Energy*, vol. 65, pp. 544–549, 2014.
- [2] O. Worley and Dac. Klabjan, "Optimization of battery pengisian and purchasing at electric vehicle stasiun pengisian dayas," in *2011 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, 2011, pp. 1–4.
- [3] Sacid Haghbin, Sonja Lundmark, Mats Alakula, and Ola Carlson, "Grid-Connected Integrated Battery Chargers in Vehicle Applications- Review and New Solution" *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, vol. 60, No. 2, February 2013.
- [4] Udupi R. Prasanna, Member, IEEE, Anant Kumar Singh, and Kaushik Rajashekara, Fellow, IEEE, "Novel Bidirectional Single-phase Single-Stage Isolated AC–DC Converter With PFC for Pengisian of Electric Vehicles".
- [5] "IEC 62840-1, Electric Vehicle Stasiun pengisian daya - Part 1: General and Guidance," Edition 1.0 2016-07.
- [6] "IEC 62840-2, Electric Vehicle Stasiun pengisian daya - Part 2: Safety Requirements," Edition 1.0 2016-10.
- [7] "IEC 60529, Degrees of Protection Provided By Enclosures (IP Code)" Edition 2.2 2013-08.
- [8] "UL 489, Introduction to trip curves" and "UL 1077, Supplementary protectors"
- [9] "IEC 62262:2002 and IEC 60068-2-75:1997," [https://www.deggy.com/ip\\_ik\\_rating.html](https://www.deggy.com/ip_ik_rating.html)
- [10] "AIS 138, Electric Vehicle Conductive DC Pengisian System - Part 2" January, 2018.
- [11] "IEC 60695-2-11," <http://www.ka-testing.com/testing/glow-wire-testing/>
- [12] "IEC 60695-2-11," <http://www.glow-wire-testing.com/60695-2-11/>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 – Skenario proses swap pada operasi stasiun pengisian daya *dengan* kendaraan listrik.



**Gambar 6. 1** Lokasi parkir kendaraan tepat di depan stasiun pengisian daya.

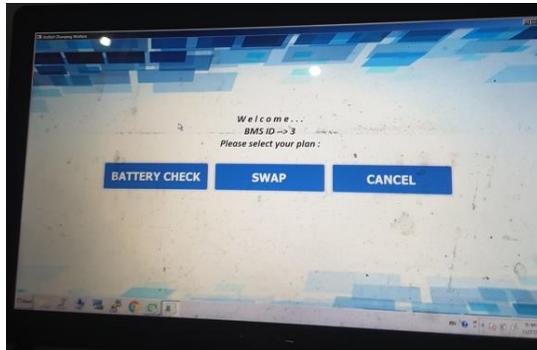
Pertama kendaraan datang kemudian berhenti tepat pada *parking lane* yang telah ditentukan oleh manufaktur stasiun pengisian daya. Kemudian dilakukan penguncian pada kendaraan menggunakan standar paddock atau metode penguncian lainnya guna menjamin kendaraan tidak rentan terhadap pergerakan yang tidak diperlukan selama proses pemasangan dan pelepasan baterai seberat 13kg dari kendaraan listrik.

Kemudian baterai dilepas dari kendaraan listrik oleh pengendara dibantu oleh operator untuk dipasang pada slot stasiun pengisian daya yang kosong untuk diisi sesuai kondisi baterai, pada layar interface operator akan menekan tombol enter untuk menginisiasi proses swap seperti pada gambar 6.2 dibawah.



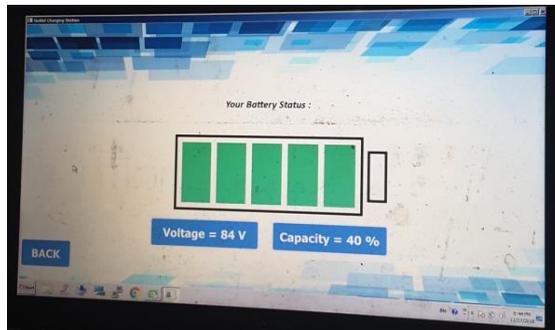
**Gambar 6. 2** Interface untuk memulai inisiasi proses swap oleh operator.

Apabila interlock antara baterai dengan charger telah tersambung dengan sempurna dan parameter baterai telah sesuai dengan parameter yang ditentukan oleh manufaktur stasiun pengisian daya, maka akan muncul identitas mengenai ID baterai yang tersambung serta pilihan pada menu utama yang bisa diambil seperti “swap”, “battery check”, dan “cancel” seperti pada gambar 6.3 dibawah.



**Gambar 6. 3** Pilihan setelah verifikasi spesifikasi dan koneksi baterai dengan stasiun pengisian daya.

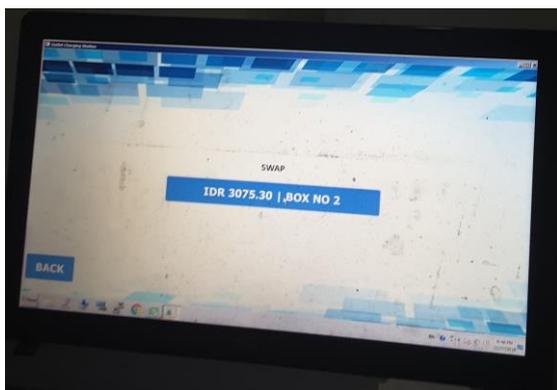
Apabila dipilih “battery check” pada pilihan yang ada, maka akan muncul kapasitas state of charge (SOC) dari stasiun pengisian daya, dan tegangannya seperti pada gambar 6.4 dibawah.



**Gambar 6. 4** SOC dari baterai ketika memilih opsi “battery check”

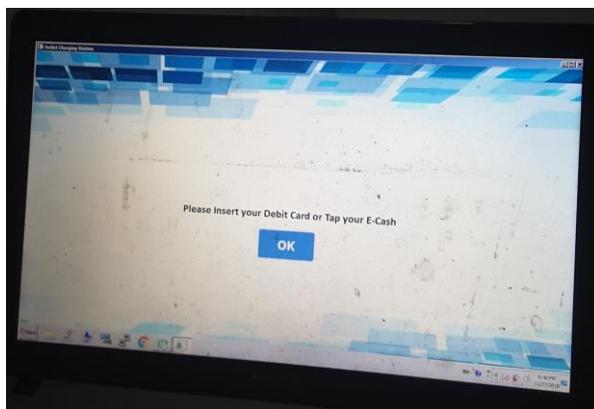
Setelah mengetahui keadaan dari baterai, untuk melanjutkan proses swap operator dapat menekan tombol “back” pada layar interface kemudian memilih pilihan “swap” pada menu utama, selanjutnya akan muncul biaya yang harus dibayar oleh pengguna untuk mengisi penuh baterai yang dipasang pada stasiun pengisian daya di awal tadi, serta akan muncul baterai pada slot lain yang sudah terisi penuh dan bisa diambil

dari outlet stasiun pengisian daya seperti yang tertera pada gambar 6.5 dibawah.



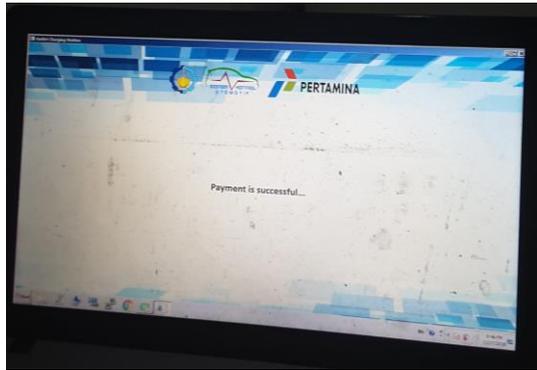
**Gambar 6. 5** Keterangan biaya dan slot baterai yang dapat diambil dari outlet stasiun pengisian daya.

Dan apabila pengendara setuju dengan keterangan biaya yang harus dibayar, maka operator akan menekan tombol yang ada pada layar interface untuk melanjutkan ke proses pembayaran, untuk kemudian memasukkan kartu debit atau e-cash untuk menyelesaikan proses pembayaran seperti instruksi yang tertera pada layar interface pada gambar 6.6 dibawah.



**Gambar 6. 6** Instruksi untuk menyelesaikan proses pembayaran.

Apabila transaksi pembayaran sudah diterima maka akan muncul notifikasi seperti gambar 6.7 dibawah yang menunjukkan bahwa pembayaran telah berhasil dilakukan.



**Gambar 6. 7** Notifikasi pembayaran telah berhasil dilakukan.

Setelah pembayaran telah diterima, maka motor pada slot dua yang akan diambil untuk dipasang pada kendaraan listrik akan bekerja melepas penguncian baterai dengan stasiun pengisian daya kemudian mendorong storage rack keluar untuk mempermudah pelepasan baterai dari stasiun pengisian daya ke kendaraan listrik, seperti yang tertera pada gambar 6.8 dibawah.



**Gambar 6. 8** Storage rack akan mendorong baterai yang bisa diambil, dibantu oleh dorongan motor.

Kemudian baterai diambil oleh pengendara dibantu oleh operator untuk memasang baterai kedalam kendaraan listrik, kemudian melepas standar paddock yang dipasang di awal proses swap. Kemudian pengendara melanjutkan perjalanan melalui jalur yang telah ditunjukkan oleh lane system. Dan proses swap selesai.

## **Lampiran 2 – Laporan sementara data identifikasi kesesuaian peralatan dengan standar.**

### **BAGIAN I – PERSYARATAN KEAMANAN DAN PERFORMA PERALATAN**

#### **1.1 Sistem Jalur**

Sistem jalur digunakan untuk mentransfer dan/atau menempatkan EV ke lokasi yang ditentukan untuk bersiap-siap menangani baterai. Baterai EV di-*swap* dengan aman melalui sistem jalur setelah baterai dipertukarkan. Sistem jalur dapat menyediakan fungsi seperti:

- a. Verifikasi EV

- b. Validasi EV
- c. Pembersihan EV
- d. Posisi EV
- e. Penguncian dan pembukaan kunci EV
- f. Prosedur untuk kasus darurat

Sistem ini dapat termasuk stasiun pembersihan untuk keperluan pembersihan bagian EV/baterai sebelum proses swap dimulai.

Tabel 1 Daftar pengecekan item sistem jalur.

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Verifikasi EV		
2	Validasi EV		
3	Pembersihan EV/baterai		
4	Posisi EV		
5	Penguncian dan pembukaan kunci EV		
6	Jalur evakuasi		
7	Tanda, rute, dan jalan keluar		

## 1.2 Sistem Penyimpanan

Sistem penyimpanan digunakan untuk menyimpan baterai dengan aman. Sistem ini harus memantau status baterai dan keadaan lingkungan selama penyimpanan. Sistem ini terdiri dari:

- a. Rak penyimpanan yang andal.
- b. Peralatan untuk berkomunikasi dengan sistem kontrol.
- c. Prosedur untuk kasus *emergency*

Tabel 2 Daftar pengecekan item Storage System

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Desain rigid dan tepat untuk dimensi baterai		
2	Sistem tertanam ketanah, aman terhadap vibrasi, berat system, dan dampak lain		
3	Proteksi sebagai pemisah antar baterai sebesar IP4X		

4	Proteksi sebagai pemisah antar baterai dari carian (air hujan) sebesar IP2X		
5	Menyediakan informasi status penguncian ke sistem kontrol		
6	Monitor parameter-parameter penting dari system/komponen terhadap:		
	Temperature		
	Electrical malfunction		
	Locking state		
7	Deteksi dan pemadaman api		
8	Fasilitas penyimpanan baterai yang bermasalah		

### 1.3 Sistem pengisian daya

Sistem pengisian daya digunakan untuk mengisi baterai dengan aman. Ini akan menampung baterai di rak pengisian, berkomunikasi dengan unit kontrol baterai (*BCU*) selama prosedur pengisian, dan mengontrol prosedur pengisian dan pengoperasian yang aman. Sistem ini terdiri dari:

- a. Pengisi baterai
- b. *Pengisian* (pengisian) rak
- c. Peralatan untuk berkomunikasi dengan sistem pengawasan dan kontrol.

Tabel 3 Daftar pengecekan item Charger System

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan parameter baterai		
2	Verifikasi koneksi baterai		
3	Koneksi dari pengisian daya dengan suplai listrik AC utama dengan peralatan proteksi.		

4	Proteksi <i>uncontrolled reverse power</i>		
5	Indikator pengisian yang jelas		
6	<i>Monitoring</i> temperatur		
7	<i>State of Charge</i> baterai (SOC)		
8	<i>State of Health</i> baterai (SOH)		

**NOTE UNTUK SUMBER REFERENSI TABEL:**

NOTE 1

$$Td \leq \frac{|In-I0|}{dImin} \text{ untuk } |In - I0| \geq 20A \quad (\text{Persamaan 1})$$

Dimana :

Td adalah penundaan kontrol pengisian arus;

In adalah nilai untuk arus target;

Io adalah nilai untuk arus basis, yaitu arus keluaran pada saat permintaan baru

dImin adalah tingkat perubahan minimum saat ini

In-Io adalah nilai absolut dari perbedaan antara IN dan IO

NOTE 2

Kompatibilitas baterai EV dan DC EV *pengisian station* harus diperiksa dengan informasi yang dipertukarkan pada tahap inisialisasi.

NOTE 3

Untuk *pengisian station* dengan tegangan output maksimum hingga 500V, tidak diperbolehkan adanya tegangan yang lebih tinggi dari 550V terjadi selama lebih dari 5 detik pada output antara DC+ dan PE atau antara DC- dan PE.

Untuk *pengisian station* dengan tegangan output maksimum di atas 500V hingga 1000V, tidak diperbolehkan adanya tegangan yang lebih tinggi dari 110% tegangan output DC selama lebih dari 5 detik pada output antara DC+ dan PE atau antara DC- dan PE.

*Pengisian station* harus menghentikan suplai arus *pengisian* dan memutuskan rangkaian daya DC dari suplai dalam 5 detik, untuk menghilangkan sumber overvoltage.

#### 1.4 Baterai (baterai)

Baterai adalah objek dari sistem swap baterai. Kendaraan yang memiliki satu atau lebih sistem baterai yang *swappable* dan dipindah-pindahkan, yang dapat dipasang atau dilepas secara terpisah oleh sistem penanganan baterai.

Tabel 4 Daftar pengecekan item baterai

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Sistem monitor baterai (BMS)		

#### 1.5 Sistem Kontrol

Sistem Kontrol merupakan system yang menangani:

- a. Unit komunikasi
- b. Modul proses data
- c. Unit akuisisi data
- d. Modul penyimpanan data
- e. Modul remote control

memonitor dan mengontrol semua proses sistem pertukaran baterai. Sistem ini dapat memiliki fungsi komunikasi dengan jaringan listrik.

Tabel 5 Daftar pengecekan item Supervisory and Control System

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Status pengisian		
2	Status baterai		
3	Status kegagalan		
4	Diagnosis		
5	Monitor		
6	Penemuan lokasi baterai yang bermasalah (jika ada)		

#### 1.6 Sistem pendukung

Menyediakan pemeriksaan dan pemeliharaan online atau offline pada baterai untuk memastikan keamanan, keandalan, dan memperpanjang masa pakai baterai.

baterai sistem logistik akan bertukar dan mengangkut baterai antara stasiun pengisian daya dan EV. sistem logistik juga dapat digunakan

untuk mengisi EV dalam kasus-kasus darurat (*emergency*). System ini menyediakan layanan dan komunikasi antara stasiun pengisian daya dan EVS untuk mendukung transportasi baterai.

Tabel 6 Daftar pengecekan item Supporting System

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Pemeliharaan <i>system</i>		
2	Pemeliharaan isolasi baterai		
3	Pemeliharaan kondisi mekanis baterai		
4	Pemeliharaan keandalan koneksi kabel, konektor, dan fuse		
5	Pemeliharaan kuantitas electrical cell dan life cycle baterai		
6	Pemeliharaan konsistensi baterai cell yang terkumpul		
7	Sistem logistik baterai		

### 1.7 Sistem suplai peralatan

Sistem suplai daya memasok tenaga listrik ke stasiun pengisian daya dan sistem pendukungnya. Sistem ini dapat dilengkapi proteksi terhadap *reverse power flow*.

Tabel 7 Daftar pengecekan item Power supply system

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Saklar <i>off</i> setiap system secara independen		
2	<i>Back up power supply</i> * untuk beberapa komponen kritikal		

\*direkomendasikan

## BAGIAN II – PROTEKSI TERHADAP SENGATAN LISTRIK

### 2.1 Persyaratan Umum

*Live Parts* yang berbahaya tidak diperbolehkan dapat diakses secara langsung.

Bagian konduktif yang terekspos dan dapat disentuh tidak boleh menjadi *live parts* yang berbahaya dalam kondisi normal (operasi sebagaimana yang seharusnya dalam penggunaannya dan tanpa adanya kesalahan), dan dalam kegagalan

Perlindungan terhadap sengatan listrik dirancang berdasarkan penerapan perhitungan penggunaan alat yang tepat untuk perlindungan baik dalam normal dan dalam kasus kesalahan (*fault*).

## 2.2 Proteksi terhadap kontak langsung

Sistem IP atau *ingress protection* merupakan metode yang diakui secara internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan terhadap objek eksternal seperti masuknya debu, benda padat dan kelembaban ke dalam *enclosure*. Huruf "IP" diikuti oleh dua digit angka. Dimana digit angka pertama menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal yang bersifat solid, dan digit kedua menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal mengenai kelembaban. [IEC 60529]

Ketika terhubung ke jaringan suplai utama, stasiun pengisian daya tidak boleh memiliki komponen *live parts* yang berbahaya jika disentuh secara langsung. Kesesuaian *IP Degrees* diperiksa berdasarkan inspeksi dan sesuai dengan persyaratan pada IEC 60529, bila perlu, dilakukan pengujian.

Tabel 8 Daftar pengecekan item Protection Against Direct Contact

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Nilai IP <i>enclosure</i> IPXXC		
2	<i>Indoor enclosure</i> IP21		
3	<i>Outdoor enclosure</i> IP44		
4	Nilai IP <i>live parts</i> IP2X/IPXXB		
5	Diskoneksi <i>live parts</i> untuk membuka <i>enclosure</i> (CB pada pintu)		
6	<i>Indoor coupler</i> IP21		
7	<i>Outdoor coupler</i> IP44		

IPXXC pada item pertama mengenai *enclosure* merupakan indicator yang menandakan bahwa *enclosure* hanya boleh dibuka dengan cara dihancurkan atau menggunakan alat khusus.

IP21 : Angka 2 (digit pertama) menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 12.5 mm, dan angka 1 (digit

kedua) menandakan *enclosure* aman terhadap tetesan air jika ditempatkan dalam kondisi posisi tegak dan diputar dengan kecepatan 1 rpm.

IP44 : Angka 4 (digit pertama) menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 1 mm, dan angka 4 (digit kedua) menandakan *enclosure* aman terhadap percikan air dari segala arah yang tidak akan membahayakan peralatan.

IPXXB sama dengan IPXXC

Peralatan untuk pengujian:

- a. *Probe Access*
- b. *Oscillating Tube/Spray Nozzle*
- c. Spesimen yang akan di uji (dalam kasus ini *enclosure*)

Parameter pengujian:

- a. Durasi pengujian 10 menit
- b. Pengujian air setara dengan 1mm hujan/menit (untuk IPX1)
- c. Volume air 0.07 l/m per lubang alat pengujian.

Acceptance test:

- a. Tidak ada objek pengujian (probe/air) yang masuk ke enclosure setelah pengujian.

#### 2.4 Proteksi kegagalan

Perlindungan terhadap kontak tidak langsung harus terdiri dari satu atau lebih ketentuan.

Menurut IEC 60364-4-41: 2005 ketentuan proteksi kegagalan yang direkomendasikan adalah:

Tabel 9 Daftar pengecekan item Fault protection

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Diskoneksi otomatis suplai		
2	Insulasi tambahan atau diperkuat		

#### 2.5 Proteksi tambahan

Untuk menghindari kontak tidak langsung dalam beberapa kasus kegagalan sederhana dan kesalahan perlindungan atau kecerobohan oleh pengguna, perlu adanya perlindungan tambahan terhadap sengatan listrik. Pada rangkaian yang menggunakan prosedur proteksi sebagai pemisah aliran listrik, pada setiap sambungan AC harus diproteksi dengan RCD.

CB, RCD, dan alat lain yang digunakan untuk proteksi sengatan listrik tidak boleh reset secara otomatis.

Tabel 10 Daftar pengecekan item Supplementary Measures

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Arus RCD $I \leq 30mA$		
2	Kurva RCD tipe A		

### BAGIAN III – PERSYARATAN KONSTRUKSI PERALATAN

Seluruh peralatan dalam stasiun pengisian daya harus memenuhi persyaratan umum yang direkomendasikan baik berdasarkan standard IEC 61439-1 maupun berdasarkan spesifikasi dari manufaktur peralatan yang digunakan. Kecuali di spesifikasikan, jenis pengujian harus dilakukan pada satu specimen berdasarkan yang dilampirkan instruksi manufaktur peralatan serta pengujian harus dilakukan pada posisi paling tepat berdasarkan penggunaan normalnya. Kecocokan berdasarkan nilai standard dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi, pengujian dapat dilakukan bila perlu.

#### 3.1 karakteristik saklar mekanik

Tabel 11 Daftar pengecekan item Characteristic of Mechanical Saklaring Device

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Saklar dan DS untuk penggunaan AC AC-22A		
2	Saklar dan DS untuk penggunaan DC DC-21A		
3	Kontaktor untuk penggunaan AC AC-1		
4	Kontaktor untuk penggunaan DC DC-1		
5	Karakteristik CB kurva B, kurva C		

AC-22A merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif dan induktif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- b. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 220/240 V
- c. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 380/415 V
- d. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 440/480 V
- e. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 500/525 V
- f. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 660/690 V

DC-21 merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- a. DC-21A : 1250 A DC 250 V
- b. DC-21A : 1250 A DC 125 V

AC-1 merupakan kontaktor untuk system AC dengan karakteristik beban non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian. AC-2 merupakan kontaktor untuk system DC dengan karakteristik beban-non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian.

Tipe kurva CB merupakan karakteristik mengenai rentang arus dimana CB harus trip dalam waktu sesingkat mungkin, sehingga penting untuk memperhitungkan arus maksimum yang dapat terjadi ketika operasi normal yang umumnya terjadi ketika startup peralatan. Berikut karakteristik CB berdasarkan karakteristik kurvanya:

- a. Kurva B arus minimum trip 3-5 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban resistif murni atau beban dengan beban bernilai induktif sangat rendah.
- b. Kurva C arus minimum trip 5-10 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban induktif menengah.
- c. Kurva D arus minimum trip 10-20 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban dengan nilai induktif tinggi.

Tabel 12 Karakteristik nilai transient overvoltage berdasarkan kategorinya.

<b>Working Voltage</b>	<b>Overvoltage Transien</b>			
	<b>Categori IV</b>	<b>Categori III</b>	<b>Categori II</b>	<b>Categori I</b>
150 V	4000 V	2500 V	1500 V	800 V
300 V	300 V	4000 V	2500 V	1500 V
600 V	600 V	6000 V	4000 V	2500 V
1000 V	1000 V	8000 V	6000 V	4000V

Tabel 13 Daftar pengecekan item Clearance and Creepage Distance berdasarkan penempatan peralatan dengan kesesuaiannya dengan kategori transien overvoltage.

<b>No.</b>	<b>Item</b>	<b>(√/X)</b>	<b>Keterangan</b>
1	<i>Indoor</i> dan kesesuaiannya berdasarkan kategori		
2	<i>Outdoor</i> dan kesesuaiannya berdasarkan kategori		

### 3.3 Kekuatan material

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus dibangun berdasarkan material yang mampu menahan tekanan mekanik, elektrik, panas, dan lingkungan yang memungkinkan terjadi dalam kondisi tertentu.

#### 3.3.1 Dampak mekanik

IK (*impact protection*) merupakan klasifikasi numerik internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan yang diberikan oleh *enclosure* untuk peralatan listrik terhadap dampak mekanis dari luar. Rating IK ini menunjukkan informasi yang menentukan kapasitas *enclosure* untuk melindungi sistem didalamnya dari dampak eksternal. Nilai IK *protection* mengenai dampak mekanis untuk stasiun pengisian daya harus bernilai IK10 berdasarkan IEC62262. IK10 adalah indikator perlindungan peralatan dari dampak 20 joule atau setara dengan dampak massa 5kg dijatuhkan dari 400mm di atas permukaan yang terkena dampak.

Tabel 14 Daftar pengecekan item kekuatan mekanis stasiun pengisian daya.

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	IK10		

### 3.3.2 Kondisi lingkungan

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus didesain untuk mampu menahan berbagai efek eksternal seperti cairan, getaran, dan guncangan, serta memiliki standard ketahanan material terhadap api dan kondisi lain dalam operasinya. (berada dalam batas normal)

#### 3.3.2.1 Proteksi terhadap korosi

Proteksi terhadap korosi harus dijamin dengan menggunakan material yang cocok atau bisa dengan menggunakan proteksi coating terhadap permukaan *enclosure* yang terbuka.

Tabel 15 Daftar pengecekan item kekuatan mekanis stasiun pengisian daya

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Coating		

### 3.3.3 Karakteristik Bahan Isolasi

#### 3.3.3.1 Verifikasi kestabilan panas *enclosure*

Kestabilan panas dari *enclosure* harus dikonstruksi dari material isolasi yang harus memenuhi spesifikasi *dry heat test* pada IEC 61439-1, 60068-2-2, atau IS 9000 (Part 3).

Pengujian *dry heat* merupakan jenis pengujian mendasar yang digunakan untuk pengembangan, menjamin kualitas dan uji reliabilitas peralatan. Pengujian ini termasuk pengujian ketahanan panas dan pengujian kerusakan secara mekanis bahan spesimen seperti komponen elektronik di lingkungan bersuhu tinggi dalam kasus ini *enclosure* dari stasiun pengisian daya.

Pemenuhan dapat diperiksa berdasarkan inspeksi, jika dianggap perlu, dapat dilakukan pengujian.

Rekomendasi *Dry Heat Test* dapat dilakukan dengan mekanisme sebagai berikut:

Peralatan Pengujian [source AIS-138 Part 2, espec japan]:

- a. *Thermal dan Humidity Chamber*
- b. *Enclosure* (specimen yang akan di uji)

Parameter Pengujian:

- a. Temperatur 55 °C
- b. Kelembaban <50 %
- c. Rating perubahan temperature (maximum) 1 °C/min
- d. Durasi 60 jam

Kondisi Peralatan:

- a. Power stasiun pengisian daya dalam kondisi ON dengan pemuatan beban daya dan arus maximum

Monitoring Trend Peralatan:

- a. Pengukuran nilai output daya dan arus selama pengujian

Kriteria Penerimaan Pengujian (*acceptance criteria*):

- a. Nilai output arus dan tegangan masih dalam batas kerjanya
- b. Untuk memastikan keamanan peralatan hubung singkat
- c. Memeriksa kekuatan tahanan isolasi

Tabel 16 Daftar pengecekan item berdasarkan hasil pengujian dry heat test

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Nilai output arus dan tegangan masih dalam batas kerja		
2	Fungsional <i>Check</i>		
3	Visual <i>Check</i>		

NOTE: Penting untuk melampirkan standar yang dicantumkan diatas.

### 3.3.3.2 Resistansi terhadap api

*Glow wire testing* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mensimulasikan efek pemanasan yang mungkin terjadi dalam suatu sistem elektrik yang tidak berfungsi dengan normal yang dapat disebabkan oleh beban berlebih atau komponen yang terlalu panas. Hasil pengujian dari penerapan metode ini memberikan pandangan untuk membandingkan kecenderungan material tersebut mampu menahan awal mula kemunculan api (*ignition*), ketahanan terhadap api (*self-extinguish*

*flames*), dan fungsi yang menghalangi api dari menyebar melalui tetesan. [IEC 60695-2, *ka testing facility*]

IEC 60695-2-11 menjelaskan mengenai *glow wire testing* yang dilakukan pada titik ujung material yang akan di uji. Tujuannya adalah untuk memastikan material yang digunakan tidak menyalakan atau menyebarkan api jika sumber api (umumnya akibat kasus *overheat*) bersentuhan dengan bahan plastik.

Peralatan pengujian:

- a. Spesimen yang akan di uji
- b. *Glow wire test apparatus*

Prosedur pengujian:

Dalam bagian standar ini, spesimen yang akan diuji dilakukan pada titik ujung dari produk, direkomendasikan seluruh bagian produk apabila memungkinkan. *Glow wire* ditempelkan ke daerah yang paling mungkin bersentuhan dengan sumber awal munculnya api, atau area produk di mana yang paling dekat dengan bahan plastik yang tertipis (umumnya menggunakan tisu). *Glow wire* dipanaskan sampai suhu yang tertentu (umunya tercantum dalam standar produk/*nameplate*), dan kemudian ditempelkan pada spesimen selama 30 detik. Ini kemudian dilepaskan, dan spesimen diamati selama 30 detik selanjutnya [IEC 60695-2-11].

Observasi fenomena setelah pengujian:

- a. Apakah terjadi pengapian
- b. Jika terjadi, waktunya berapa lama
- c. Waktu yang diperlukan hingga api padam
- d. Jika spesimen terbakar hingga habis, apakah tetesan api ikut membakar plastik dibawahnya.

Kriteria penerimaan pengujian:

Tabel 17 Daftar Kriteria Penerimaan Pengujian (acceptance criteria):

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Spesimen tidak menyala (api)		
2	Api padam dalam waktu $\leq 30$ detik setelah pelepasan <i>glow wire</i> dan plastik dibawahnya tidak terbakar		

NOTE: Penting untuk melampirkan standar yang dicantumkan diatas.

## **BAGIAN IV – KOMPATIBILITAS ELEKTROMAGNETIK)**

Seluruh peralatan pada Stasiun pengisian daya harus memenuhi persyaratan dalam standard IEC 61000 mengenai kompatibilitas elektromagnetik (EMC). Seluruh komponen elektrik dalam stasiun pengisian daya dapat dinyatakan memenuhi persyaratan keamanan jika telah memenuhi persyaratan pada standard IEC 61000-6-7 atau parameter standard lain yang membahas spesifik mengenai EMC.

### 4.1 Ketahanan terhadap Gangguan Frekuensi Rendah

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagain output stasiun pengisian daya. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

#### a. Harmonisa tegangan suplai

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan supply jaringan listrik yang akan mengalami harmonisa tegangan dari jaringan listrik dengan frekuensi antara 50 Hz – 2 kHz umumnya dikarenakan beban nonlinier yang terhubung ke jaringan listrik.

Catatan : kriteria performa A untuk fungsi pengisian daya.

#### b. *Voltage dip* dan *voltage interruption* jaringan listrik

*Voltage dip* dan *voltage interruption* terjadi akibat adanya gangguan pada jaringan listrik. Syarat minimum terjadinya *Voltage dip* dan *voltage interruption* dibagi menjadi tiga, yaitu penurunan tegangan sebesar 30% dari tegangan nominal selama 10 ms, penurunan tegangan sebesar 50% dari tegangan nominal selama 100ms dan penurunan tegangan lebih besar dari 95% selama 5 s.

Catatan : kriteria performa B untuk fungsi pengisian daya.

### 4.2 Imunitas terhadap Gangguan Frekuensi Tinggi

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagain output charger. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

#### a. *Fast transient burst*

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan gangguan yang disebabkan oleh *switching* beban induktif dan *switching* switchgear tegangan tinggi. Level gangguan diatur dalam IEC 61000-4-4. Nilai minimal menurut IEC 61000-4-4 adalah 2 kV. Pengujian dilakukan terhadap kabel, sinyal I/O dan kabel kontrol dimana untuk sinyal I/O dan kabel kontrol level tegangan dibagi dua.

Catatan : kriteria performa B untuk fungsi pengisian daya.

*b.* Tegangan surja

Peralatan stasiun pengisian daya dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan tegangan surja yang disebabkan oleh fenomena *switching* pada jaringan listrik dan sambaran tidak langsung oleh petir. Nilai minimal tegangan surja adalah 2 kV pada mode *common* dan 1 kV pada mode diferensial. Pengujian dilakukan pada kabel dimana peralatan charger terhubung dengan beban resistif .

Catatan : kriteria performa C untuk fungsi pengisian daya.

## **BAGIAN V – TANDA DAN INSTRUKSI**

Peralatan harus memiliki tanda atau identitas mengenai informasi rating, atau informasi lainnya yang menunjukkan bahaya, kondisi penggunaan peralatan, dan lingkungan lain yang dapat mempengaruhi performa operasi peralatan.

### 5.1 *Nameplate* peralatan

Peralatan dalam stasiun pengisian daya harus memiliki identitas yang menunjukkan tanda berikut dengan jelas:

Tabel 18 Daftar Kriteria Pemberian Tanda dan Instruksi

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Nama, inisial, merek, atau tanda yang jelas untuk mengidentifikasi manufaktur peralatan		
2	Keterangan/referensi alat		
3	Nomor seri atau katalog		
4	Tanggal produksi		
5	Rating tegangan (V)		
6	Rating frekuensi (Hz)		
7	Rating arus (A)		
8	Jumlah fasa		
9	IP degree		
10	“Indor use only” atau sejenisnya jika hanya digunakan dalam ruangan		
11	Untuk peralatan kelas II symbol harus ditampilkan dengan jelas sebagai tanda		

12	Semua informasi lain yang dianggap perlu mengenai klasifikasi lain, karakteristik, dan diversity factor		
13	Minimal informasi kontak (nomor handphone, teknisi installer alat atau manufacturer)		

### 5.2 Keterbacaan

Pemberian tanda dalam standard harus dapat dibaca, tahan lama, dan terlihat jelas ketika digunakan.

Pemenuhan standard ini diperiksa dengan metode sebagai berikut:

- Menggosok tanda menggunakan tangan selama 15 detik
- Kain basah dengan air selama 15 detik
- Kain basah dengan petroleum spirit selama 15 detik

NOTE: Petroleum Spirit yang digunakan adalah aliphatic solvent hexane.

Kriteria pengerimaan pengujian:

Setelah dilakukan pengujian, semua tanda harus dapat terlihat dengan jelas tanpa tambahan/perbaikan. Papan tanda harus kuat, keras, tidak mudah terlepas dan bengkok.

Tabel 19 Daftar Kriteria acceptance criteria setelah pengujian:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Tanda harus dibuat dengan dicetak, di press, diukir, atau sejenisnya, termasuk label dengan plastik laminasi		
2	Tanda harus dibuat dengan dicetak, di press, diukir, atau sejenisnya, termasuk label dengan plastik laminasi.		

### 5.3 Sinyal dan perangkat instruksi

Sinyal atau tanda bersifat visual seperti cahaya lampu, *audible signal* seperti sirine, hanya digunakan untuk memberi peringatan mengenai kejadian berbahaya seperti start-up stasiun pengisian daya dan *overspeed*

kendaraan. Sinyal seperti ini harus bisa memperingati operator ketika melakukan operasi dengan stasiun pengisian daya.

Syarat penting pemberian sinyal:

Tabel 20 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Menyala sebelum terjadi bahaya		
2	Tidak ambigu		
3	Mudah dipahami dan dibedakan dengan sinyal lain yang digunakan		
4	Mudah dikenali oleh operator		

Aparatur peringatan harus didesain dan ditempatkan sedemikian rupa agar ketika pemeliharaan dan pengujian peralatan, aparatur ini tidak harus dilepas terlebih dahulu, atau mengharuskan operator bekerja dan terekspos dalam kondisi membahayakan. Informasi penggunaan harus menggambarkan pemeriksaan alat pendeteksi bahaya secara reguler, sesuai instruksi manufaktur.

Tabel 21 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan standard		

Teknisi harus memperhatikan kemungkinan sensor mengalami saturasi, yang dapat mengakibatkan terlalu banyak visual dan/atau auditorial sinyal.

Tabel 22 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan standard		

Tanda atau peringatan yang tertulis dapat di desain mengacu ke regulasi lokal/nasional.

Tabel 23 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan standard		

Tanda, petunjuk, dan peringatan tertulis harus mudah dipahami dan tidak ambigu, terutama mengenai fungsi tertentu dari peralatan. Petunjuk yang mudah dipahami (pictogram) lebih direkomendasikan daripada peringatan tertulis.

Tabel 24 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan standard		

Petunjuk dan Pictogram hanya boleh digunakan jika mereka dapat dipahami dan umum digunakan sebagai tanda sesuai fungsi dari mesin/peralatan tersebut.

Tabel 25 Daftar Kriteria acceptance criteria:

No.	Item	(√/X)	Keterangan
1	Kesesuaian dengan standard		

### Lampiran 3 – Draft SNI

# SNI

Standar Nasional Indonesia

---

SNI 2018

## DRAFT STANDAR NASIONAL INDONESIA OUTLET BATTERY SWAP STATION

---

Badan Standar Nasional

The logo for Badan Standar Nasional (BSN) is displayed in a bold, blue, sans-serif font. The letters 'B', 'S', and 'N' are interconnected, with the 'S' being particularly prominent and stylized.

## 1. Ruang Lingkup

Standar ini berisi persyaratan dan pengujian mengenai performa dan keselamatan peralatan *battery swap station* sebagai peralatan penyuplai energi untuk baterai kendaraan listrik.

Tujuan dari standar ini setelah penyusunan prosedur persyaratan operasi dan pengujian peralatan diharapkan mampu mendapatkan karakteristik dari peralatan *battery swap station* sehingga dapat diketahui performa dan tingkat keselamatan dari peralatan penyuplai energi tersebut.

Standar ini memberikan persyaratan yang harus dipenuhi oleh peralatan dan apabila perlu dilakukan pengujian, maka turut dilampirkan prosedur pengujian yang baku, kondisi untuk prosedur pengujian, serta nilai seharusnya yang ingin dicapai dari hasil pengujian setiap bagian dari peralatan *battery swap station* tersebut. Standar sangat diperlukan untuk mendapatkan data dari setiap bagian yang diuji dan pemenuhan persyaratan dari berbagai desain *battery swap station* yang bersangkutan.

Standar ini disusun untuk peralatan *battery swap station* yang didesain untuk digunakan pada ketinggian sampai dengan 2000 mdpl. Untuk peralatan yang digunakan pada ketinggian lebih dari 2000 mmdpl, perlu di perhatikan kekuatan dielektrik dan efek pendinginan oleh udara. serta sistem yang terkoneksi dengan suplai jaringan listrik dengan nilai maksimum hingga 1000 V AC atau 1500 V DC.

Adapun beberapa aspek yang dibahas dalam standar ini diantaranya:

- a) Persyaratan keamanan peralatan *battery swap station*
- b) Perlindungan terhadap sengatan listrik
- c) Persyaratan konstruksi peralatan
- d) *Electromagnetic compatibility* (EMC)

e) Tanda dan instruksi

## 2. Acuan Normatif

Dokumen-dokumen berikut dijadikan referensi karena dianggap sangat diperlukan dalam penyusunan dan penerapan dokumen ini. Untuk referensi yang tidak berlaku lagi, hanya edisi yang dikutip yang berlaku. Untuk referensi yang berlaku, digunakan edisi terbaru dari dokumen yang dijadikan referensi.

IEC 62840-1:2016, *Electric vehicle battery swap station – Part 1: General and guidance*

IEC 62840-2:2016, *Electric vehicle battery swap station – Part 2: Safety requirements*

ISO 61851-23:2014, *Electric vehicle conductive charging system – Part 23: DC Electric vehicle charging station*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and test*

AIS-138-2, *Automotive Industry Standard – Electric vehicle conductive DC charging system*

## 3. Istilah dan definisi

Untuk mempermudah dalam memahami dokumen ini maka digunakan istilah dan definisi. Istilah dan definisi tersebut kemudian akan di gunakan dalam dokumen ini. Berikut adalah istilah dan definisi dokumen tersebut.

### a. **Battery swap station (BSS)**

Stasiun dengan sistem peralatan yang berfungsi untuk menyuplai energi listrik dari jaringan atau instalasi listrik untuk mengisi baterai kendaraan.

**b. Swappable Battery System (SBS)**

Baterai *pack* dengan alat perangkai (*coupler*) untuk koneksi dengan dimensi BSS yang memiliki fungsi umum dari baterai kendaraan listrik seperti *battery control unit*, *thermal management*, *battery management system* dan *enclosure* sebagai pelindung.

**c. Battery pack**

Perangkat penyimpanan energy yang terdiri dari sel atau rakitan beberapa sel dengan fungsi penyimpanan energi

**d. Charging rack**

Perangkat dengan fungsi membawa SBS dan koneksi SBS terhadap *charger* untuk melakukan proses pengisian

**e. Charger**

*Power converter* pada peralatan penyuplai energi yang berfungsi untuk mengisi baterai.

**f. Enclosure**

Bagian pada sistem yang memberikan perlindungan peralatan terhadap pengaruh eksternal dalam bentuk apa pun dan sebagai perlindungan terhadap kontak langsung.

**g. Kontak langsung**

Kontak listrik dengan manusia atau hewan terhadap *live parts*.

**h. Kontak tidak langsung**

Kontak listrik dengan manusia atau hewan terhadap bagian konduktor terbuka yang menjadi *live parts* bertegangan ketika terjadi keagagalan.

**i. Live parts**

Konduktor atau bagian konduktif bertegangan dalam kondisi operasi normal, termasuk konduktor netral.

**j. Proses swap**

Proses pelepasan dan pemasangan SBS dari kendaraan listrik dan *charging rack* pada BSS.

#### **4. Persyaratan Umum Battery Swap Station[1]**

Penyusunan standar battery swap system harus disusun pada satu nominal rating tegangan, atau dalam jarak (range) tertentu. Operasi normal yang aman pada sistem ini akan dapat dicapai ketika telah memenuhi persyaratan relevan yang telah dispesifikasikan dalam dokumen ini, pemenuhan standar dapat diperiksa dengan pengecekan peralatan yang menjadi objek pengujian, bila diperlukan bisa dilakukan pengujian.

#### **4.5 Persyaratan Keamanan Sistem**

##### **4.1.8 Sistem Jalur (*lane system*)**

Pada sistem jalur (*lane system*) digunakan sebagai titik untuk menentukan posisi ideal dari kendaraan listrik untuk proses pelepasan dan pemasangan baterai (SBS) dengan tujuan proses pergantian baterai dapat dilakukan dengan lancar dan kendaraan listrik dapat melanjutkan perjalanan dengan aman. Pada bagian ini, dapat menyediakan fungsi sebagai berikut:

a. Verifikasi kendaraan listrik

Verifikasi penting dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa dimensi, dan spesifikasi kebutuhan SBS dapat terpenuhi oleh *battery swap station* yang bersangkutan

b. Pembersihan baterai/slot

Serta pembersihan dilakukan pada baterai dan slot pengisian (*charging rack*) untuk menghindari resiko adanya kontaminan pada *coupler* SBS.

c. Penentuan posisi dan penguncian kendaraan listrik

Penentuan posisi dan penguncian harus ditentukan, mengingat berat SBS sebesar  $\pm 10kg$

sehingga kendaraan tetap dalam keadaan diam dan stabil ketika proses *swap* dilakukan.

d. Prosedur dalam keadaan darurat (*emergency*)

Pada bagian ini diharapkan adanya jalur evakuasi, atau tanda sebagai petunjuk jalan keluar tercepat dan terdekat dengan lokasi yang aman ketika kasus darurat. Prosedur ini diperlukan dengan tujuan ketika terjadi keadaan darurat personal yang terlibat dalam proses *swap* tetap aman dan terjaga.

#### **4.1.9 Sistem Penyimpanan (*Storage System*)**

*Storage System* merupakan perangkat yang didesain untuk menyimpan dengan aman serta memantau status SBS yang terpasang dan keadaan lingkungan selama penyimpanan. Sistem ini harus memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Rak penyimpanan yang andal

Rak penyimpanan harus memiliki desain yang keras dan tepat terhadap dimensi baterai, tertanam ketanah agar aman terhadap vibrasi yang terjadi ketika proses *swap*, serta mampu menampung berat sistem. Jika SBS tidak tertutup secara keseluruhan maka desain SBS harus memiliki nilai *ingress protection* IP42.

b. Perangkat untuk komunikasi dengan *supervisory and control system*

Perangkat ini diperlukan untuk memberikan informasi ke *supervisory and control system* agar parameter-parameter penting dalam BSS bisa tetap terkontrol, serta jumlah SBS yang terpasang diketahui sebelum menerima permintaan proses *swap* yang baru.

c. Prosedur dalam kasus darurat (*emergency*)

Pada bagian ini harus didesain adanya perangkat yang mampu mendeteksi dan memadamkan api, serta prosedur untuk mengamankan SBS yang terpasang jika terdeteksi, baik secara otomatis ataupun berupa notifikasi ke operator. Prosedur ini diperlukan dengan tujuan ketika terjadi keadaan darurat personel dan peralatan yang terlibat tetap aman dan terjaga.

#### **4.1.10 Sistem Pengisian (*Charging System*)**

Sistem pengisian (*Charging System*) digunakan untuk mengisi SBS dengan aman. Perangkat ini berfungsi menampung SBS di *charging rack*, berkomunikasi dengan unit kontrol baterai (*BCU*) selama prosedur pengisian, dan mengontrol prosedur pengisian dan pengoperasian yang aman. Sistem ini terdiri dari beberapa fungsi sebagai berikut:

a. Pengisi daya SBS

Parameter *charger* harus memiliki desain dan rating kerja yang memenuhi rentang kerja pengisian SBS yang ingin diisi daya.

b. Konektor *Charger*

Konektor *charger* harus didesain untuk memastikan bahwa koneksi dan penguncian antara BSS dengan SBS terhubung secara sempurna sebelum proses pengisian dilakukan.

c. Perangkat Perangkat untuk komunikasi dengan *supervisory and control system*

Perangkat ini diperlukan untuk memberikan informasi ke *supervisory and control system* agar parameter-parameter penting ketika proses pengisian bisa tetap terkontrol.

#### **4.1.11 Swappable Battery System (SBS)**

*Swappable Battery System* merupakan objek yang dipertukarkan dari proses swap baterai. Baterai yang digunakan harus memiliki karakteristik yang memenuhi ketentuan standar yang umum, baik secara spesifikasi elektrik maupun mekanik dari sisi dimensinya.

Selain itu baterai juga harus dapat dideteksi kondisi pengisiannya kemudian menyampaikan kondisi pengisian kepada operator untuk memperjelas status pengisian baterai pada sistem.

Baterai harus memiliki fungsi proteksi yang paling mendasar yang harus dimiliki baterai pada umumnya yaitu fungsi proteksi terhadap arus berlebih dan temperature berlebih, sehingga perlu didesain baterai yang memiliki fungsi proteksi ini untuk diintegrasikan dengan sistem *battery swap station*.

Berdasarkan standar, baterai yang bermasalah diharapkan mampu memberikan informasi mengenai keanehan dari baterai yang bersangkutan kesistem untuk ditampilkan pada layar interface agar operator dapat melakukan inspeksi atau maintenance terhadap baterai agar dapat mengetahui kerusakan apa yang dialami oleh baterai.

#### **4.1.12 Supervisory and control system**

*Supervisory and Control System* merupakan system yang bertugas memonitor dan mengontrol semua sistem pertukaran informasi mengenai penyimpanan dan pengisian baterai. Sistem ini dapat didesain memiliki fungsi yang berkomunikasi dengan jaringan listrik baik mengenai ketersediaan ataupun dari sisi keandalannya. Berikut beberapa fungsi utama yang harus dimiliki sistem ini:

- a. Pertukaran informasi dengan *charging system*

Pada bagian ini informasi yang dipertukarkan antara kedua peralatan ini meliputi *state of charge* baterai, *state of health* baterai, serta notifikasi mengenai kegagalan sebelum proses pengisian dilakukan.

b. Sebagai operator sistem

Fungsi ini merupakan tujuan utama dari desain *supervisory and control system* yaitu diagnosis, *monitoring* dan *troubleshooting* sistem.

#### **4.1.13 Sistem Pendukung (Supporting System)**

Sistem pendukung merupakan peralatan terdiri atas perangkat yang bersifat opsional bertujuan membantu dalam menyempurnakan dan meyelesaikan proses swap baterai dengan BSS. Dimana terdapat dua bagian yang ada didalamnya, diantaranya adalah:

a. *Battery Maintenance System*

Menyediakan pemeriksaan dan pemeliharaan online atau offline baik dilakukan oleh sistem ataupun dilakukan manual oleh personel pada sistem untuk memastikan keamanan, keandalan, dan memperpanjang masa pakai baterai dan BSS.

b. *SBS Logistic System*

Merupakan proses pertukaran dan perpindahan SBS dari penyimpanan BSS ke fasilitas external untuk mengamankan baterai.

#### **4.1.14 Sistem Suplai Daya (Power Supply System)**

*Power Supply System* merupakan pemasok tenaga listrik ke BSS dan sistem pendukungnya. Sistem ini bersifat opsional apabila pilihan pada bagian 3.4.1.6 diaplikasikan, pada sistem ini dapat pula dilengkapi dengan proteksi terhadap *reverse power flow*. Jika sistem ini ingin dipasang

pada BSS maka harus didesain memiliki fungsi yang dapat memutus aliran daya ke beberapa sistem secara individu dengan alasan menjaga keamanan sistem.

#### **4.6 Perlindungan Terhadap Sengatan Listrik**

*Live parts* yang berbahaya tidak diperbolehkan dapat diakses secara langsung. Bagian konduktif yang terekspos dan dapat disentuh tidak boleh menjadi *live parts* yang berbahaya dalam kondisi operasi normal (operasi sebagaimana yang seharusnya dalam penggunaannya dan tanpa adanya kesalahan), dan dalam kondisi *single-fault*.

Perlindungan terhadap sengatan listrik dirancang berdasarkan penerapan perhitungan penggunaan alat yang tepat untuk perlindungan baik dalam normal dan dalam kasus kegagalan (*fault*).

##### **4.2.3 Proteksi Terhadap Kontak Langsung**

Sistem IP atau *ingress protection* merupakan metode yang diakui secara internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan terhadap objek eksternal seperti masuknya debu, atau benda padat lain dan kelembaban ke dalam *enclosure*. Huruf "IP" diikuti oleh dua digit angka. Dimana digit angka pertama menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal yang bersifat padat, dan digit kedua menandakan proteksi terhadap gangguan eksternal mengenai kelembaban. [2].

Nilai IP untuk *enclosure* sebagai proteksi terhadap akses eksternal yang berbahaya harus minimal IPXXC, yang berarti jika *enclosure* ingin dibuka maka harus menggunakan kunci atau alat khusus untuk membuka *enclosure* tersebut serta pembukaan *enclosure* hanya diperbolehkan ketika *live part* yang ada didalamnya terputus sebelum *enclosure* terbuka, bisa dicapai dengan memasang diskonektor pada

penutup *enclosure* dengan suplai utama sehingga *enclosure* hanya bisa terbuka ketika diskonektor dalam kondisi terbuka pula. Sedangkan nilai IP *enclosure* untuk perlindungan terhadap objek bersifat padat dan cair harus ditentukan berdasarkan lokasi penempatan dimana BSS akan beroperasi baik di dalam ruangan (*indoor*) atau di ruangan terbuka (*outdoor*).

Berikut nilai IP yang harus dimiliki peralatan terhadap objek eksternal:

- a. Nilai IP *Enclosure* IPXXC
- b. Nilai IP *enclosure indoor* IP21
- c. Nilai IP *enclosure outdoor* IP44
- d. Nilai IP *live parts* IP2X/IPXXB
- e. Membuka penutup enclosure dengan alat atau integrasi dengan diskonektor.
- f. Nilai IP *coupler indoor* IP21
- g. Nilai IP *coupler outdoor* IP44

Untuk mengetahui kecocokan peralatan yang diuji dengan nilai IP standar yang ditetapkan dapat diperiksa melalui inspeksi, jika dianggap perlu, bisa dilakukan pengujian dengan prosedur sebagai berikut:

Peralatan untuk pengujian:

- a. *Probe Access*
- b. *Oscillating Tube/Spray Nozzle*
- c. Spesimen yang akan di uji

Parameter pengujian:

Untuk kasus IPX1 tetesan air secara vertical dari atas menuju spesimen dalam posisi tegak diatas meja putar dengan perputaran 1rpm dan dilakukan selama 10 menit.

Untuk kasus IPX2 air ditetaskan secara vertical dari atas menuju spesimen uji yang dimiringkan sebesar 15° dari posisi normalnya, diuji sebanyak empat posisi dari 2 sumbu berbeda.

Untuk kasus IPX4 pengujian dilakukan dengan menggunakan *spray nozzle* dengan volume air 0.07 l/m per lubang alat pengujian dan tekanan sebesar 50-150kPa.

Untuk kasus IP2X angka 2 menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 12.5 mm.

Untuk kasus IP4X menandakan *enclosure* aman terhadap objek dari luar dengan diameter > 1 mm.

Kriteria *acceptance test*:

- a. Tidak ada objek pengujian (probe/air) yang masuk ke enclosure setelah pengujian.

#### **4.2.4 Proteksi Kegagalan (*Fault Protection*)**

Proteksi terhadap kegagalan harus terdiri dari satu atau lebih ketentuan sebagaimana yang ditetapkan dalam standar IEC 60364-4-41:

- a. Pemutus suplai otomatis
- b. Tambahan perangkat proteksi

### **4.7 Persyaratan Konstruksi Peralatan**

Seluruh peralatan dalam BSS harus memenuhi persyaratan umum yang direkomendasikan baik berdasarkan standard IEC 61439-1 maupun berdasarkan spesifikasi dari manufaktur peralatan yang digunakan. Inspeksi dan pengujian peralatan harus dilakukan pada suatu specimen berdasarkan yang dilampirkan instruksi manufaktur peralatan, serta pengujian harus dilakukan pada posisi paling tepat berdasarkan penggunaan normalnya. Kecocokan berdasarkan nilai standard dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi, pengujian dapat dilakukan bila perlu.

#### **4.3.3 Karakteristik Perangkat Saklar Mekanik**

Saklar (*switch*) merupakan perangkat yang mampu mengalirkan dan memutus arus dalam kondisi normal,

ataupun dalam kondisi nilai beban berlebih tertentu (*overvoltage*), maupun dalam kondisi hubung singkat dalam waktu singkat yang dispefikasikan oleh teknisi. Disisi lain diskonektor merupakan perangkat pemutus aliran listrik yang hanya bisa beroperasi ketika dalam rangkaian tidak ada lagi arus beban yang mengalir. Dalam kasus ini apabila perangkat ini digunakan dalam sistem BSS harus memenuhi standar yang berlaku berdasarkan fungsi dan karakteristik penggunaan yang akan di klasifikasikan dalam standar ini.

Kontaktor merupakan saklar yang dikendalikan secara elektrik dimana penggunaannya umumnya dipergunakan pada sistem dengan nilai aliran arus yang cukup tinggi sekitar 9-600 A. Jika pada BSS digunakan kontaktor pada beberapa fungsinya maka harus memenuhi persyaratan yang dicantumkan standar.

*Circuit breaker* adalah perangkat saklar mekanik yang memutus aliran arus setelah terdeteksi kegagalan pada sistem yang bekerja secara otomatis dengan tujuan melindungi sistem dari berbagai bahaya seperti kemunculan api, atau kelebihan temperature yang diakibatkan berbagai fenomena yang kerap terjadi seperti beban berlebih (*overvoltage*) dan hubung singkat. Berikut daftar karakteristik/spesifikasi yang harus dipenuhi sistem apabila menggunakan saklar mekanik yang telah dijelaskan sebelumnya.

**Tabel 4. 12** Daftar spesifikasi saklar mekanik pada BSS.

No.	Item	Karakteristik Trip Saklar
1	Switch dan DS untuk penggunaan AC	AC-22A
2	Switch dan DS untuk penggunaan DC	DC-21A
3	Kontaktor untuk penggunaan AC	AC-1
4	Kontaktor untuk penggunaan DC	DC-1
5	Karakteristik CB	Kurva B/ Kurva C

Kesesuaian antara nilai standar pada tabel 3.1 dengan desain peralatan spesimen dilakukan dengan inspeksi dan apabila perlu, bisa dilakukan pengujian.

AC-22A merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif dan induktif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- a. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 220/240 V
- b. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 380/415 V
- c. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 440/480 V
- d. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 500/525 V
- e. AC-22A : 32 A AC 50/60 Hz 660/690 V

DC-21 merupakan switch dengan rating arus operasional tertentu yang digunakan untuk beban bersifat resistif, dan termasuk overload rendah yang dapat mencapai range:

- a. DC-21A : 1250 A DC 250 V
- b. DC-21A : 1250 A DC 125 V

AC-1 merupakan kontaktor untuk system AC dengan karakteristik beban non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian.

AC-2 merupakan kontaktor untuk system DC dengan karakteristik beban-non-induktif umumnya untuk penggunaan energisasi dengan tipe aplikasi seperti heater dan pendistribusian.

Tipe kurva CB merupakan karakteristik mengenai rentang arus dimana CB harus trip dalam waktu sesingkat mungkin, sehingga penting untuk memperhitungkan arus maksimum yang dapat terjadi ketika operasi normal yang umumnya terjadi ketika startup peralatan. Berikut karakteristik CB berdasarkan karakteristik kurvanya, Kurva B arus minimum trip 3-5 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban resistif murni atau beban dengan beban bernilai induktif sangat rendah. Kurva C arus minimum trip 5-10 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban induktif menengah. Kurva D arus minimum trip 10-20 kali rating arus, umumnya digunakan untuk beban dengan nilai induktif tinggi. Kesesuaian antara standar dengan spesimen dilakukan berdasarkan inspeksi peralatan, dan bila perlu bisa dilakukan pengujian [3].

Peralatan dengan penempatan hanya pada penggunaan *indoor* harus memiliki desain yang dapat beroperasi pada lingkungan dengan nilai *overvoltage minimum* pada kategori II. Sedangkan untuk peralatan dengan penempatan hanya pada penggunaan *outdoor* harus memiliki desain yang dapat beroperasi pada lingkungan dengan nilai *overvoltage minimum* pada kategori III. Rentang *overvoltage minimum* berdasarkan kategorinya:

**Tabel 4. 13** Kategori operasi *overvoltage* peralatan berdasarkan lokasi operasi peralatan.

<b>Working Voltage</b>	<b>Overvoltage Transien</b>			
	<b>Categori I</b>	<b>Categori II</b>	<b>Categori III</b>	<b>Categori IV</b>
150 V	800 V	1500 V	2500 V	4000 V
300 V	1500 V	2500 V	4000 V	300 V
600 V	2500 V	4000 V	6000 V	600 V
1000 V	4000 V	6000 V	8000 V	1000 V

Kesesuaian antara nilai standar pada tabel 3.4 dengan desain peralatan spesimen dilakukan dengan inspeksi dan apabila perlu, bisa dilakukan pengujian.

#### **4.3.4 Kekuatan Material**

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus dibangun berdasarkan material yang mampu menahan tekanan mekanis, listrik, panas, dan lingkungan yang memungkinkan terjadi dalam kondisi tertentu.

##### **4.3.2.4 Dampak Mekanis**

Material yang digunakan untuk desai *enclosure* harus memiliki kekuatan untuk menahan dampak dari berbagai objek dari luar. IK (*impact protection*) merupakan klasifikasi numerik internasional untuk menunjukkan tingkat perlindungan yang diberikan oleh *enclosure* untuk peralatan listrik terhadap dampak mekanis dari luar. Rating IK ini menunjukkan informasi yang menentukan kapasitas *enclosure* untuk melindungi sistem didalamnya dari dampak eksternal. Nilai IK *protection* mengenai dampak mekanis untuk BSS harus bernilai IK10 berdasarkan IEC62262. IK10

adalah indicator perlindungan peralatan dari dampak 20 joule atau setara dengan dampak massa 5kg dijatuhkan dari 400mm di atas permukaan yang terkena dampak. Kesesuaian antara kekuatan *enclosure* spesimen dengan standar yang ada dilakukan dengan melakukan pengujian.[4]

#### **4.3.2.5 Proteksi Terhadap Korosi Dari Lingkungan**

Seluruh peralatan elektrik dan mekanik dalam sistem baterai swap harus didesain untuk mampu menahan berbagai efek eksternal seperti cairan, getaran, dan guncangan, serta memiliki standard ketahanan material terhadap api dan kondisi lain dalam operasinya.

Proteksi terhadap korosi harus dijamin dengan menggunakan material yang cocok atau bisa dengan menggunakan proteksi coating terhadap permukaan *enclosure* yang terbuka.

#### **4.3.2.6 Karakteristik Bahan Isolasi**

##### **4.3.2.3.3 Ketahanan *Enclosure* Terhadap Panas**

Kestabilan panas dari *enclosure* harus dikonstruksi dari material isolasi yang harus memenuhi spesifikasi *dry heat test* pada IEC 61439-1, 60068-2-2, atau IS 9000 (Part 3).

Pengujian *dry heat* merupakan jenis pengujian mendasar yang digunakan untuk pengembangan, menjamin kualitas dan uji reliabilitas peralatan. Pengujian ini termasuk pengujian ketahanan panas dan pengujian kerusakan secara mekanis bahan spesimen seperti komponen elektronik di lingkungan bersuhu tinggi dalam kasus ini *enclosure* dari BSS. Pemenuhan dapat diperiksa berdasarkan inspeksi, jika dianggap perlu, dapat dilakukan pengujian.

Rekomendasi *Dry Heat Test* dapat dilakukan dengan mekanisme sebagai berikut:

Peralatan Pengujian:

- a. *Thermal dan Humidity Chamber*
- b. *Enclosure* (specimen yang akan di uji)

Parameter Pengujian:

- a. Temperatur 55 °C
- b. Kelembaban <50 %
- c. Rating perubahan temperature (maximum) 1 °C/min
- d. Durasi 60 jam

Kondisi Peralatan:

- a. Power BSS dalam kondisi ON dengan pemuatan beban daya dan arus maximum

Monitoring Trend Peralatan:

- a. Pengukuran nilai output daya dan arus selama pengujian

Kriteria Penerimaan Pengujian (*acceptance criteria*):

- a. Nilai output arus dan tegangan masih dalam batas kerjanya
- b. Pemeriksaan berdasarkan fungsinya
- c. Pemeriksaan berdasarkan visual

#### **4.3.2.3.4 Ketahanan Terhadap Api**

*Glow wire testing* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mensimulasikan efek pemanasan yang mungkin terjadi dalam suatu sistem elektrik yang tidak berfungsi dengan normal yang dapat disebabkan oleh beban berlebih atau komponen yang terlalu panas. Hasil pengujian dari penerapan metode ini memberikan pandangan untuk membandingkan kecenderungan material tersebut mampu menahan awal mula kemunculan api (*ignition*), ketahanan terhadap api (*self-extinguish flames*), dan fungsi yang menghalangi api dari menyebar melalui tetesan.[5]

IEC 60695-2-11 menjelaskan mengenai *glow wire testing* yang dilakukan pada titik ujung material yang akan di uji. Tujuannya adalah untuk memastikan material yang digunakan tidak menyalakan atau menyebarkan api jika sumber api (umumnya akibat kasus *overheat*) bersentuhan dengan bahan plastik.

Peralatan pengujian:

- a. Spesimen yang akan di uji
- b. *Glow wire test apparatus*

Prosedur pengujian:

Dalam bagian standar ini, spesimen yang akan diuji dilakukan pada titik ujung dari produk, direkomendasikan seluruh bagian produk apabila memungkinkan. *Glow wire* ditempelkan ke daerah yang paling mungkin bersentuhan dengan sumber awal munculnya api, atau area produk di mana yang paling dekat dengan bahan plastik yang tertipis (umumnya menggunakan tisu). *Glow wire* dipanaskan sampai suhu yang tertentu (umunya tercantum dalam standar produk/*nameplate*), dan kemudian ditempelkan pada spesimen selama 30 detik. Ini kemudian dilepaskan, dan spesimen diamati selama 30 detik selanjutnya [7].

Observasi fenomena setelah pengujian:

- a. Apakah terjadi pengapian
- b. Jika terjadi, waktunya berapa lama
- c. Waktu yang diperlukan hingga api padam
- d. Jika spesimen terbakar hingga habis, apakah tetesan api ikut membakar plastik dibawahnya.

Kriteria kelulusan hasil pengujian:

**Tabel 4. 14** Kriteria penerimaan hasil pengujian.

No.	Item
1	Spesimen tidak menyala (api)
2	Api padam dalam waktu $\leq 30$ detik setelah pelepasan <i>glow wire</i> dan plastik dibawanya tidak terbakar

#### **4.8 Electromagnetic Compatibility (EMC)**

Seluruh peralatan pada Battery Swap Station harus memenuhi persyaratan dalam standard IEC 61000 mengenai *electromagnetic compatibility* (EMC). Seluruh komponen elektrik dalam BSS dapat dinyatakan memenuhi persyaratan keamanan jika telah memenuhi persyaratan pada standard IEC 61000-6-7 atau parameter standard lain yang membahas spesifik mengenai EMC.

Adapun deskripsi untuk mengetahui keandalan dan keamanan EMC peralatan, maka dibuat kriteria fungsi dan definisi kinerja peralatan selama dilakukan, atau sebagai konsekuensi setelah dilakukan pengujian EMC harus disediakan oleh produsen/manufaktur dan dicatat dalam laporan pengujian berdasarkan kriteria berikut:

##### **a. Kriteria A**

Peralatan akan bekerja sebagaimana mestinya tanpa penurunan performa atau tidak diperbolehkan ada penurunan performa dari level operasi normal yang ditentukan manufaktur ketika peralatan dioperasikan sebagaimana mestinya. Dalam beberapa kasus kehilangan fungsi di bawah performa normal diperbolehkan selama masih dalam batas pengurangan performa minimum yang diperbolehkan dan ditentukan oleh manufaktur. Apabila produsen tidak menyediakan kedua level operasi normal dan batas operasi minimum ini, maka akan dijelaskan/disusun

dalam deskripsi produk dan dokumentasi dari pengguna peralatan berdasarkan dasar yang signifikan.

**b. Kriteria B**

Peralatan akan bekerja sebagaimana mestinya tanpa penurunan performa setelah pengujian. Tidak boleh ada penurunan performa diperbolehkan dibawah performa minimum yang ditentukan oleh manufaktur ketika peralatan dioperasikan sebagaimana mestinya. Dalam beberapa kasus penurunan performa diperbolehkan dan digantikan dengan *permissible performance loss* atau masih dalam batas pengurangan performa minimum yang diperbolehkan dan ditentukan oleh manufaktur. Selama pengujian penurunan performa diperbolehkan. Apabila produsen tidak menyediakan kedua level operasi normal dan batas operasi minimum ini, maka akan dijelaskan/disusun dalam deskripsi produk dan dokumentasi dari pengguna peralatan berdasarkan dasar yang signifikan.

**c. Kriteria C**

Kehilangan fungsi operasi untuk sementara diperbolehkan tetapi fungsi kesalahan operasi tersebut dapat dikembalikan dengan pengoperasian kontrol pada peralatan.

**4.4.1 Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Rendah**

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagain output BSS. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. Harmonisa tegangan suplai

Peralatan BSS dihubungkan dengan supply jaringan listrik yang akan mengalami harmonisa tegangan dari jaringan listrik dengan frekuensi antara 50 Hz – 2 kHz umumnya dikarenakan beban nonlinier yang terhubung ke jaringan listrik.

Catatan : kriteria performa A untuk *charging function*.

b. *Voltage dip* dan *voltage interruption* jaringan listrik  
*Voltage dip* dan *voltage interruption* terjadi akibat adanya gangguan pada jaringan listrik. Syarat minimum terjadinya *Voltage dip* dan *voltage interruption* dibagi menjadi tiga, yaitu penurunan tegangan sebesar 30% dari tegangan nominal selama 10 ms, penurunan tegangan sebesar 50% dari tegangan nominal selama 100ms dan penurunan tegangan lebih besar dari 95% selama 5 s.  
Catatan : kriteria performa B untuk *charging function*.

#### 4.4.2 Ketahanan Terhadap Gangguan Frekuensi Rendah

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban resistif pada bagian output charger. Pengujian terhadap gangguan frekuensi rendah dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

a. *Fast transient burst*

Peralatan BSS dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan gangguan yang disebabkan oleh *switching* beban induktif dan *switching* switchgear tegangan tinggi. Level gangguan diatur dalam IEC 61000-4-4. Nilai minimal menurut 61000-4-4 adalah 2 kV. Pengujian dilakukan terhadap kabel, sinyal I/O dan kabel kontrol dimana untuk sinyal I/O dan kabel kontrol level tegangan dibagi dua.  
Catatan : kriteria performa B untuk *charging function*.

b. Tegangan surja

Peralatan BSS dihubungkan dengan jaringan listrik akan menahan tegangan surja yang disebabkan oleh fenomena *switching* pada jaringan listrik dan sambaran tidak langsung oleh petir. Nilai minimal tegangan surja adalah 2 kV pada mode *common* dan 1 kV pada mode diferensial. Pengujian dilakukan pada kabel dimana peralatan charger terhubung dengan beban resistif.  
Catatan : kriteria performa C untuk *charging function*.

## 4.9 Tanda dan Instruksi

Peralatan harus memiliki tanda atau identitas mengenai informasi rating, atau informasi lainnya yang menunjukkan bahaya, kondisi penggunaan peralatan, dan lingkungan lain yang dapat mempengaruhi performa operasi peralatan.

### 4.4.4 Penandaan Peralatan

Pemberian nameplate pada peralatan diperlukan untuk mempermudah pengguna dalam memahami peralatan baik mengenai rating kerja operasi ataupun bahaya yang memungkinkan terjadi ketika penggunaannya. Berdasarkan standar yang berlaku, berikut identitas yang harus dimiliki peralatan dengan jelas:

**Tabel 4. 15** Daftar identitas yang harus tercantum dalam peralatan.

No.	Item
1	Nama, inisial, merek, atau tanda yang jelas untuk mengidentifikasi manufaktur peralatan
2	Keterangan/referensi alat
3	Nomor seri atau katalog
4	Tanggal produksi
5	Rating tegangan (V)
6	Rating frekuensi (Hz)
7	Rating arus (A)
8	Jumlah fasa
9	IP degree
10	“Indoor use only” atau sejenisnya jika hanya digunakan dalam ruangan
11	Untuk peralatan kelas II symbol harus ditampilkan dengan jelas sebagai tanda

No.	Item
12	Semua informasi lain yang dianggap perlu mengenai klasifikasi lain, karakteristik, dan diversity factor
13	Minimal informasi kontak (nomor handpone, teknisi installer alat atau manufacturer)

#### 4.4.5 Keterbacaan (*legibility*)

Papan nama (*nameplate*) yang kuat dan solid dalam dunia industri penting untuk menahan akibat dari lingkungan operasi yang lebih berat dibandingkan dengan peralatan yang beroperasi dalam lingkungan perumahan dan perkantoran. Pembuatan *nameplate* pada peralatan ditampilkan dalam berbagai jenis *nameplate* yang berbeda untuk berbagai jenis aplikasi, dikarenakan *nameplate* akan dengan mudah terlepas dari peralatan apabila jenis *nameplate* tidak tepat dengan lokasi operasi peralatannya. Sehingga peralarn dalam dunia industri membutuhkan *nameplate* untuk produk/peralatan yang dapat memberikan identitas yang tertera pada peralatan sesuai *lifetime* operasi peralatan itu sendiri.

Adapun metode yang dapat diterapkan untuk menguji ketahanan identitas pada *nameplate* peralatan sebagai berikut:

- a. Menggosok tanda menggunakan tangan selama 15 detik
- b. Kain basah dengan air selama 15 detik
- c. Kain basah dengan petroleum spirit selama 15 detik

Catatan: *Petroleum spirit* yang digunakan adalah *aliphatic solvent hexane*.

Kriteria penerimaan pengujian:

Setelah dilakukan pengujian, semua tanda harus dapat terlihat dengan jelas tanpa tambahan/perbaikan. Papan tanda harus kuat, keras, tidak mudah terlepas dan bengkok.

#### **4.4.6 Perangkat Sinyal dan Peringatan**

Sinyal atau tanda bersifat visual seperti cahaya lampu, *audible signal* seperti sirine, hanya digunakan untuk memberi peringatan mengenai kejadian berbahaya seperti start-up BSS dan *overspeed* kendaraan. Sinyal seperti ini harus bisa memperingati operator ketika melakukan operasi dengan BSS.

Aparatur peringatan ini harus didesain dan ditempatkan sedemikian rupa agar ketika pemeliharaan dan pengujian peralatan, aparatur ini tidak harus dilepas terlebih dahulu, atau mengharuskan operator bekerja dan terekspos dalam kondisi membahayakan. Informasi penggunaan harus menggambarkan pemeriksaan alat pendeteksi bahaya secara reguler, sesuai instruksi manufaktur. Teknisi harus memperhatikan kemungkinan sensor mengalami saturasi, yang dapat mengakibatkan terlalu banyak visual dan/atau auditorial sinyal.

Tanda atau peringatan yang tertulis dapat di desain mengacu ke regulasi lokal/nasional. Tanda, petunjuk, dan peringatan tertulis harus mudah dipahami dan tidak ambigu, terutama mengenai fungsi tertentu dari peralatan. Petunjuk yang mudah dipahami (pictogram) lebih direkomendasikan daripada peringatan tertulis. Petunjuk dan Pictogram hanya boleh digunakan jika mereka dapat dipahami dan umum digunakan sebagai tanda sesuai fungsi dari peralatan tersebut. Peringatan tertulis harus ditampilkan dalam bahasa dimana peralatan tersebut akan beroperasi, dan dapat dipahami oleh operator.

## Daftar Pustaka

- [1] "IEC 62840-1, Electric Vehicle BATTERY SWAP STATION - Part 1: General and Guidance," Edition 1.0 2016-07.
- [2] "IEC 62840-2, Electric Vehicle BATTERY SWAP STATION - Part 2: Safety Requirements," Edition 1.0 2016-10.
- [3] "IEC 60529, Degrees of Protection Provided By Enclosures (IP Code)" Edition 2.2 2013-08.
- [4] "UL 489, Introduction to trip curves" and "UL 1077, Supplementary protectors"
- [5] "IEC 62262:2002 and IEC 60068-2-75:1997," [https://www.deggy.com/ip\\_ik\\_rating.html](https://www.deggy.com/ip_ik_rating.html)
- [6] "IEC 60695-2-11," <http://www.katesting.com/testing/glow-wiretesting/>
- [7] "IEC 60695-2-11," <http://www.glow-wiretesting.com/60695-2-11/>

## **Indeks**

### **A**

Audible signal 31,69

### **B**

*Battery management system* 14,41,50,52

### **C**

Cell 50,54,55,85

Charge current limit 47,50

Coating 24,64,72,91

Coupler 20,36,41,45,86

### **D**

Discharge current limit 47,50

Dry heat test 25,91,92

### **E**

*Enclosure* 19,24,25,39,42,56

### **F**

Fast transient burst 29

### **G**

Glow wire test 18,26,66, 67

### **I**

ID 41,46,76

Ignition 26,93

Interface 18,39,41,44,46,50

Interlock 76

### **L**

*Live parts* 15,19,20,86

Locking state 38,41,42,44,45,46

### **M**

Maintenance 18,42,45,46,52,55,56

### **N**

Nameplate 26,29,30,68,69

### **O**

*Oscillating tube* 20

Overcurrent 47,48,50,51

Overheat 46,50,51,93

## **P**

Pictogram 31,70

*Probe access* 21,58,59,

Proses swap 8,16,17,18,33

## **R**

Residual current device 61

*Reverse power flow* 19,85

## **S**

Self-extinguish flames 26

Sinyal i/o 29

Soc (*state of charge*) 18

Soh (*state of health*) 18

*Spray nozzle* 20

Start-up 31,69,70

*Supervisory and control system* 18,52

Switching 29,60

## **T**

Thermal and humidity chamber 65

## **V**

Voltage dip 28

Voltage interruption 28

## Nomenklatur

No.	Penamaan Standard	Nama Indonesia
1	Audible Signal	Sinyal/indikator suara
2	Cell	Satuan Sel (baterai)
3	Charge Current Limit	Batas pengisian arus
4	Coating	Penyelimutan peratalan
5	Coupler	Konektor, penghubung
6	Discharge Current Limit	Batas suplai arus
7	<i>Enclosure</i>	Pentutup sistem/peralatan
8	ID	Identitas
9	Ignition	Penyalan (api)/pengapian
10	Interface	Antarmuka
11	Interlock	Ikat-mengikat, ikatan, penguncian
12	<i>Live Parts</i>	Bagian bertegangan
13	Locking State	Satus penguncian
14	Maintenance	Pemeliharaan
15	Pictogram	Ikon, logo, indicator
16	Self-Extinguish Flames	Pemadaman api dengan sendirinya
17	<i>State Of Charge</i>	Status pengisian (baterai)
18	<i>State Of Health</i>	Status keandalan (baterai)
19	Voltage Dip/Interruption	Penurunan nilai tegangan (dari nilai nominal)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak bungsu dari dua bersaudara, lahir dari darah Makassar asli, dididik dan dibesarkan di tanah Makassar. Telah menempuh tanah rantau sejak lulus SD ke Pondok Modern Darussalam Gontor namun dikarenakan alasan kesehatan tidak dapat melanjutkan studi sehingga hanya mampu menempuh pendidikan selama satu setengah tahun disana. Melanjutkan pendidikan di tingkat SMP di MTsN Model Makassar selama satu setengah tahun sisanya. Kemudian melanjutkan pendidikannya di tanah rantau yang berada di kabupaten kota lain yaitu SMAN 2 Tinggimoncong (SMA Andalan Sulawesi Selatan) yang sekarang bernama SMAN 5 Gowa. Kemudian melewati masa-masa kuliah kembali jauh dari tanah asal ke kampus perjuangan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Setelah melalui serangkaian tahapan studi di kampus perjuangan ini, penulis berharap bisa kembali ke tanah asal dan bermanfaat bagi masyarakat disana dengan pengetahuan yang selama ini ditambah dari tempat yang lain, terutama bagi orang-orang terdekat penulis, khususnya bagi orang tua penulis. Melalui tulisan ini penulis hanya berharap dapat memberikan informasi baru dan manfaat bagi siapa saja yang membaca buku tugas akhir ini, serta dapat memberikan saran ataupun kritik yang bersifat konstruktif untuk perkembangan penulis kedepannya.  
e-mail penulis: [tanbihul14@mhs.ee.its.ac.id](mailto:tanbihul14@mhs.ee.its.ac.id)