

PERKEMBANGAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA

I. P. Dharmawan¹, I. N. S. Kumara², I. N. Budiastira³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus UNUD, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali
iputudharmawan@gmail.com¹

ABSTRAK

Perkembangan bidang kendaraan listrik di Indonesia kembali menguat setelah dikeluarkan Perpres 55/2019 tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Perkembangan kendaraan listrik harus didukung dengan infrastruktur pengisian baterai agar pengguna tidak mengalami kendala dalam pengisian baterai sehingga makin banyak masyarakat yang beralih pada kendaraan listrik. Paper ini membahas kondisi terakhir infrastruktur pengisian baterai di Indonesia. Sampai saat ini terdapat 3 tipe pengisian kendaraan listrik yaitu 7.000 SPLU, 97 SPKLU serta 9 SPBKLU yang tersebar di Sumatra, Jawa, Bali, NTB, Sulawesi dan Kalimantan. Untuk wilayah Bali terdapat 166 SPLU, 5 SPKLU, dan belum ada SPBKLU. Total akumulasi konsumsi energi listrik dari semua stasiun pengisian yang ada di Bali dari tahun 2019-2020 adalah 169.481 kWh. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatannya belum maksimal karena kurangnya informasi tentang stasiun pengisian ini dan populasi kendaraan listrik di Bali yang memang masih rendah.

Kata kunci: Kendaraan listrik, infrastruktur, pengisian baterai, SPLU, SPKLU, SPBKLU

ABSTRACT

The development of electric vehicles in Indonesia started after the issuance of Presidential Decree 55/2019 about battery-based electric vehicles. The development of electric vehicles must be supported with the charging infrastructure so users do not experience problems in charging the vehicles and therefore more people will switch to electric vehicle. This paper discusses the current status of charging infrastructure for electric vehicle in Indonesia. Currently, there are several type of vehicle charging facilities consist of 7.000 public electric charging station or SPLU, 97 public electric vehicle charging station or SPKLU, 9 public electric vehicle battery exchange station or SPBKLU distributed across Sumatra, Java, Bali, NTB, Sulawesi and Kalimantan. In the case of Bali, there are 166 of SPLU, 5 of SPKLU, and there is no SPBKLU yet. The total accumulative energy consumed through the charging stations in Bali is 169.481 kWh. The figure is low due to lack of information about the charging station and the fact that the number of electric vehicles in Bali is still low.

Key Words: Electric vehicles, infrastructure, battery charging, SPLU, SPKLU, SPBKLU

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan fenomena kenaikan suhu atmosfer akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK). Salah satu penghasil karbondioksida adalah kendaraan bermotor seperti mobil barang, mobil penumpang, dan sepeda motor. Indonesia jumlah kendaraan bermotor tahun 2018 mencapai 146 juta. Kendaraan bermotor tersebut, terdiri mobil penumpang 16 juta, bis 2,5 juta, mobil barang 7,7 juta dan sepeda

motor 120 juta [1]. Jumlah kendaraan bermotor yang sangat besar menjadi salah satu penyumbang GRK yang signifikan.

Indonesia telah menerapkan regulasi emisi kendaraan bermotor untuk mengurangi emisi sektor transportasi yaitu penerapan standar Euro. Di masa yang akan datang, kendaraan hemat energi dan ramah lingkungan mengarah pada teknologi seperti *advanced diesel/ petrol engine*, bahan bakar alternatif (biofuel), bahan bakar gas baik *compressed natural*

gas (CNG) atau *liquified gas for vehicle* (LGV) atau Vi-Gas, kendaraan listrik, hybrid, dual fuel (gasoline gas) dan fuelcell (hydrogen) [2].

Salah satu implementasi pengurangan CO₂ pada sektor transportasi adalah penggunaan kendaraan listrik. Kendaraan listrik mulai berkembang kembali dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden 55/2019 tentang kendaraan listrik berbasis baterai. Di samping itu, berbagai kebijakan turunan sudah dibuat oleh pemerintah daerah untuk mendukung percepatan perkembangan kendaraan listrik. Perpres 55/2019 ini telah mendorong perkembangan populasi kendaraan listrik meningkat pesat hingga tahun 2020, beberapa kendaraan listrik khususnya sepeda motor listrik sudah dibuat di dalam negeri.

Salah satu infrastruktur untuk mendukung kendaraan listrik adalah fasilitas pengisian daya. Di Indonesia, infrastruktur pengisian kendaraan listrik umum dibagi menjadi tiga, yaitu SPLU, SPKLU, dan SPBKLU. Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU) merupakan stasiun yang digunakan juga untuk pengisian kendaraan listrik khususnya sepeda motor listrik [3]. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah stasiun pengisian khusus mobil listrik [3]. SPKLU dapat melakukan pengisian secara normal dan pengisian secara cepat. Serta Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) [4]. Pada tahun 2020 Kementerian ESDM mengeluarkan Permen ESDM 13/2020 tentang penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Permen ini membahas tentang infrastruktur pengisian listrik, tarif tenaga listrik pengisian listrik untuk kendaraan listrik,

serta keselamatan infrastruktur pengisian listrik.

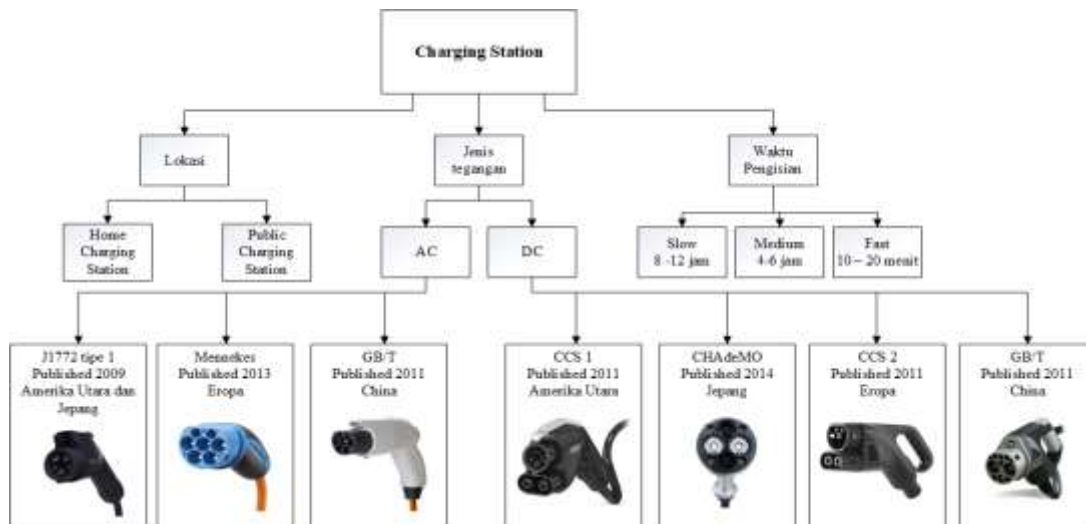
Paper ini meninjau perkembangan stasiun pengisian kendaraan listrik umum di Indonesia. Tujuan studi ini adalah untuk mendapatkan kondisi terkini perkembangan fasilitas publik *charging* di Indonesia. Informasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat pengguna kendaraan listrik dan juga bagi riset dan pengembangan bidang publik *charging* di Indonesia.

2. KAJIAN PUSTAKA

EV *charging* adalah infrastruktur yang digunakan untuk mengisi kendaraan listrik seperti mobil listrik, mobil *hybrid* dan mobil listrik angkutan umum. Di negara - negara yang kendaraan listriknya sudah banyak EV publik *charging* biasanya disediakan oleh perusahaan penyedia tenaga listrik. Produsen kendaraan listrik sudah menyiapkan konverter sendiri yang langsung dipasang pada *station charging* sehingga memudahkan pemilik kendaraan untuk melakukan pengisian. Selain itu, stasiun pengisian juga menyediakan fasilitas pengisian berdasarkan jenis tegangan yaitu AC atau DC, fitur *monitoring* saat pengisian, sehingga dapat digunakan secara aman oleh masyarakat [5].

2.1 Tipe *Charging Station*

Station charging menyediakan berbagai macam konektor khusus untuk pengisian mobil listrik sesuai dengan standar yang sekarang ini digunakan di dunia. Untuk *charging* dengan tegangan AC digunakan konektor J1772, Mennekes dan BG/T, sedangkan untuk *charging* dengan tegangan DC menggunakan CCS, CHAdeMO dan BG/T [6]. Bentuk *port* konektor ditunjukkan pada Gambar 1.

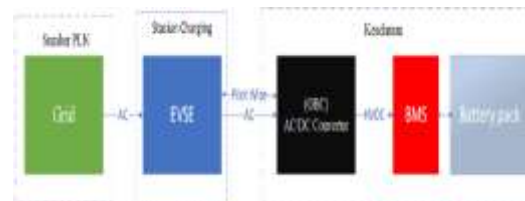


Gambar 1. Charging station [6]

Karena berbagai variasi kebutuhan seperti lokasi pengisian, waktu pengisian, maka *charging station* bisa dikelompokkan berdasarkan tipe konektor, lokasi pengisian, sistem tegangan yang digunakan, dan waktu pengisian. Berdasarkan lokasi pengisian stasiun *charging* bisa dibagi menjadi *private/* dirumah yang bisa digunakan oleh pengguna pada saat berada di rumah, dan tempat umum seperti di *café*, mall, super market, restoran, lapangan parkir dan tempat rekreasi. Berdasarkan sistem tegangan stasiun *charging* terdapat jenis arus bolak-balik atau AC (*alternating current*) dan arus searah atau DC (*direct current*). Berdasarkan waktu pengisiannya stasiun *charging* bisa dibagi menjadi pengisian lambat, pengisian medium dan pengisian cepat. Berdasarkan kriteria-kriteria di atas, maka stasiun *charging* bisa dibagi menjadi 4 jenis, yaitu 1) stasiun pengisian di rumah, 2) stasiun pengisian umum, 3) stasiun pengisian cepat umum, dan 4) stasiun penukaran baterai kendaraan listrik umum.

1. Stasiun Pengisian Rumah

Stasiun pengisian rumah adalah pengisian kendaraan listrik oleh pengendara dilakukan di rumah. Pengisian secara pribadi ini lebih nyaman dan tidak mahal. Skematik sistem pengisian rumah ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem pengisian di rumah [7]

Pada sistem pengisian rumah terdapat komponen pendukung sesuai pada Gambar 2 yaitu *grid* merupakan sumber listrik dari PLN/perusahaan listrik, kemudian EVSE (*electric vehicle supply equipment*) merupakan perlengkapan pengisian kendaraan yang digunakan untuk mengirimkan suplai daya ke kendaraan, OBC AC / DC (*on – board converter*) merupakan komponen yang mengubah arus AC menjadi DC terdapat pada mobil listrik, BMS (*battery management system*) digunakan untuk mengontrol daya masuk/keluar pada baterai, *battery pack* adalah komponen penyuplai energi listrik pada mobil listrik, *pilot wire* merupakan kabel yang berguna untuk memeriksa kondisi sebelum melakukan pengisian [8], HVDC (*high voltage direct current*) merupakan arus DC bertegangan tinggi tertentu yang menyuplai baterai mobil listrik. Rumah adalah lokasi utama pengisian kendaraan listrik karena pengisiannya lebih nyaman dan murah. Hampir seluruh pemilik kendaraan listrik di Amerika Serikat lebih memilih mengisi kendaraannya di rumah selama semalam [8]. Di Indonesia, sarana instalasi privat pengisian KBL berbasis baterai sendiri

berlokasi di rumah. Stasiun pengisian rumah ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Stasiun pengisian rumah di Amerika [8]

2. Stasiun Pengisian Umum

SPKLU adalah sarana pengisian energi listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk umum [9]. Melakukan pengisian kendaraan listrik saat parkir atau menggunakan sarana publik *charging station* adalah opsi selanjutnya jika masyarakat memang memiliki kesibukan berpindah dengan waktu yang ketat. Pengisiannya mungkin bisa *slow charging* atau *fast charging* dan biasanya mendorong pemilik kendaraan mengisi kendaraan sementara mereka melakukan kegiatan di dekat fasilitas [10]. Biasanya konektor yang digunakan bertipe AC J1772 tipe 1 dan 2. Stasiun pengisian umum ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun pengisian umum di New Zealand [11]

3. Stasiun Pengisian Cepat Umum

Stasiun pengisian cepat umum adalah pengisian kendaraan listrik dengan cepat dengan waktu hanya 20 – 30 menit, pengisian cepat ini disesuaikan dengan sistem kendaraan listrik yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem pengisian cepat umum [12]

Pada sistem pengisian cepat umum terdapat komponen pendukung sesuai pada Gambar 5 yaitu perbedaan antara sistem pengisian di rumah dan tempat umum pada EVSE dan OBC AC / DC terdapat di stasiun pengisian dan pada kendaraan hanya memiliki *board control* yang merupakan komponen yang berfungsi mengatur dan mengawasi arus HVDC masuk ke mobil pada saat pengisian baterai.

SPKLU adalah stasiun pengisian kendaraan listrik di Indonesia. Nantinya *charging station* ini akan berada pada tempat *rest area* yang pada pengendara perjalanan jauh. *Charging station* ini dapat juga digunakan untuk angkutan umum seperti bus kota, kereta dan melakukan pengisian Ketika parkir dalam jangka waktu singkat atau lama. *Charging station* ini menggunakan konektor CHAdeMO, CCS, Mennekes [6]. *Fast public charging station* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. *Fast public charging station* di Kota Denpasar [12]

4. SPBKLU

Pada SPBKLU proses penukaran baterai hanya menghabiskan waktu 3 - 5 menit [13]. Peluncuran SPBKLU pertama kali dilakukan di tiga lokasi yaitu di kantor PLN UP3 Cikokol Tangerang oleh Grab Indonesia dan Kymco, Alfamart Gandaria 3 Kebayoran Baru Jakarta Selatan oleh Oyika, dan kantor Direktorat Jendral

Ketenagalistrikan Jakarta Selatan oleh Ezyfazz dan Oyika [13]. Stasiun ini digunakan untuk penukaran baterai sepeda motor listrik dan sepeda listrik. Contoh SPBKLU ditujukan pada Gambar 7.



Gambar 7. SPBKLU di Kota Jakarta [13]

2.3 Waktu Pengisian

AC *charging station* biasanya tersedia infrastruktur pengisian di publik dan privasi, karena dapat terhubung langsung ke infrastruktur listrik yang ada di rumah atau bisnis. Stasiun pengisian AC menghubungkan sirkuit pengisian daya kendaraan langsung ke pasokan AC. *Charging DC* ini masih dalam tahap pengembangan untuk mencapai kehandalan dalam pengisian baterai. Waktu pengisian dari *charging AC* dan *DC* ini ditujukan pada Tabel 1.

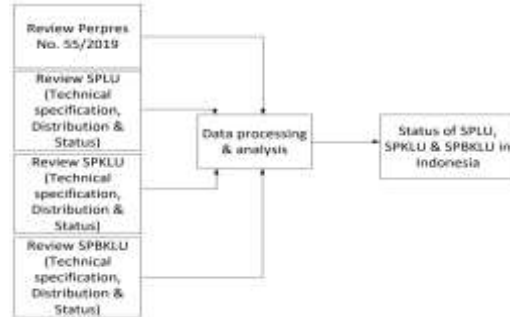
Tabel 1. Waktu pengisian

No.	Negara	Jenis Charging	Spesifikasi					
			Colokan	Tipe	Max Daya	Tegangan	Max Arus	Durasi
1	Amerika	AC	11772 (Type 1)	1 Phase AC	1.92 kW	120 V	16 A	8-12 jam
2	Jepang	AC	11772 (Type 2)	1 Phase AC	15.2 kW	208 - 240 V	80 A	4-6 jam
3	EU	AC	Menemukan (Type 2)	3 Phase AC	22kW/84 kW	400 V	16A/32A/63A	1-2 jam
4	China	AC	GB/T	1 Phase AC	14 kW	400 V	16A/32A	5 jam
5	Amerika	DC	CCS1	DC fast charging	75 kW	600 V	125A	10-20 menit
6	Jepang	DC	CHAdeMO	DC fast charging	50 kW	500 V	125A	30 menit
7	EU	DC	CCS2	DC fast charging	200 kW	2000 V	200A	10-20 menit
8	China	DC	GB/T	DC fast charging	187.5 kW	750 V	250A	10-20 menit

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mereview berbagai dokumen, artikel dan surat kabar yang berkaitan dengan perkembangan kendaraan listrik dan khususnya infrastruktur pengisian baterai. Mesin pencari data/ dokumen yang digunakan antara lain Google Scholar, ResearchGate, IndonesiaSearchOne, ISJD, Academia, Ejurnal BPPT, DOAJ dan Science Direct. Disamping itu juga

digunakan data yang diperoleh dari desiminasi secara daring dari pemangku kepentingan khususnya pemerintah pusat. Gambar 8 menunjukkan skematik metodologi dari penelitian.



Gambar 8. Diagram blok penelitian

Langkah pertama membahas tentang Perpres 55/2019 yang merupakan awal perkembangan kendaraan listrik di Indonesia. Langkah kedua meninjau spesifikasi teknis dari SPLU dan SPKLU. Kemudian mengulas tentang sebaran lokasi SPLU di Indonesia dan secara detil akan membahas SPLU yang ada di Bali. Langkah selanjutnya adalah mengolah data dan menganalisis data fasilitas pengisian kendaraan listrik di Indonesia untuk memperoleh status terkini SPLU, SPKLU & SPBKLU di Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perpres Tentang Kendaraan Listrik

Peraturan Presiden 55/2019 membahas tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan. Pokok-pokok penting dari Perpres 55/2019 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Definisi istilah Perpres 55/2019

Istilah	Penjelasan
Kendaraan listrik	kendaraan yang digerakan dengan motor listrik dan mendapatkan pasokan sumber daya tenaga listrik dari baterai secara langsung di kendaraan maupun dari luar.
KBL	Kendaraan bermotor listrik berbasis baterai
SPKLU	Stasiun pengisian kendaraan listrik umum adalah sarana pengisian energi listrik untuk KBL berbasis baterai untuk umum.

Infrastruktur pengisian KBL	1.Fasilitas pengisian ulang (<i>charging</i>) 2.Fasilitas penukaran baterai.
Fasilitas pengisian ulang	1. Peralatan catu daya listrik 2. Sistem kontrol arus, tegangan dan komunikasi 3. Sistem proteksi dan keamanan.

Perpres 55/2019 mengatur tentang kendaraan bermotor listrik yang penggerak utamanya memakai motor listrik. Dalam kendaraan ini baterai digunakan untuk memberi pasokan energi listrik pada motor listrik. Perpres ini juga mengatur tentang kendaraan jenis *hybrid* atau kendaraan yang bisa menggunakan bensin maupun listrik. Pengembangan kendaraan listrik perlunya riset yang terfokus pada baterai karena baterai yang menjadi media penyuplai energi ke kendaraan listrik dan baterai juga merupakan komponen biaya yang besar dalam membangun kendaraan listrik.

4.2 SNI Stasiun Pengisian

Di samping Perpres 55/2019 dan Permen ESDM 13/2020, juga telah ditetapkan standarisasi untuk stasiun pengisian kendaraan listrik di Indonesia. Penetapan SNI stasiun pengisian kendaraan listrik ini meliputi steker, stopkontak, konektor kendaraan dan inlet kendaraan. SNI stasiun kendaraan listrik yang telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. SNI Kendaraan Listrik [30]

No. SNI	Penjelasan
IEC 62196-1:2014	Bag. 1: Persyaratan umum-steker, stopkontak, konektor dan inlet kendaraan – pengisian konduktif kendaraan listrik.
IEC 62196-2:2016	Bag. 2: Kompatibilitas dimensi dan persyaratan kemampusalingtukaran untuk pin a.b dan lengkapan tabung kontak.
IEC 62196-3:2014	Bag. 3: Kompatibilitas dimensi dan persyaratan kemampu saling tukaan untuk pin a.s dan a.b/a.s dan kopler tabung-kotak kendaraan.
IEC 62893-1:2017	Bag. 4: Persyaratan umum kabel pengisian untuk kendaraan listrik bervoltase pengenalan sampai dengan 0,6/1kV.
IEC 62893-2:2017	Bag. 2: Metode uji kabel pengisian untuk kendaraan listrik bervoltase pengenalan sampai dengan 0,6/1kV

IEC 62893-3:2017	Bag. 3: Kabel pengisian untuk kendaraan listrik bervoltase pengenalan sampai dengan 0,6/1kV-kabel untuk pengisian a.b menurut mode 1,2 dan 3 IEC 61851-1 bervoltase pengenalan sampai dengan 450/750V.
IEC 61851-1: 2017	Bag. 1 : Persyaratan umum sistem pengisian konduktif kendaraan listrik
IEC 61851-23:2014	Bag. 23: Stasiun pengisian kendaraan listrik a.s.-sistem pengisian konduktif kendaraan listrik.
IEC 61851-21-1:2014	Bag. 21-1: Persyaratan EMC pengisi di dalam kendaraan listrik untuk hubungan konduktif ke suplai a.b/a.s.-sistem pengisian konduktif kendaraan listrik.
IEC 61851-24:2014	Bag. 24: Komunikasi digital antaran stasiun pengisian kendaraan listrik a.s. dan kendaraan listrik untuk kendali pengisian a.s.-sistem pengisian konduktif kendaraan listrik.
ISO 6469-1:2009	Bag. 1: Sistem penyimpanan energi yang dapat diisi ulang di mobil (RESS)-kendaraan jalan yang digerakan listrik.
ISO 6469-2:2018	Bag. 2: Sarana keselamatan operasional kendaraan dan perlindungan terhadap kegagalan-kendaraan jalan yang digerakan listrik.
ISO 6469-3:2011	Bag. 3: Proteksi manusia terhadap kejutan listrik- kendaraan jalan yang digerakan listrik – spesifikasi keselamatan.
ISO 6469-4:2015	Bag. 4: Keselamatan listrik pasca tabrakan – kendaraan jalan yang digerakan listrik – spesifikasi keselamatan.
IEC 61439-7:2018	Bag. 5-514: Pemilihan dan pemasangan peralatan listrik - perangkat sakelar dan kendali (PSDK) voltase rendah-rakitan untuk penerapan spesifik-stasiun pengisian untuk kendaraan listrik- Persyaratan Umum Instalasi Listrik.

4.3 Perkembangan SPLU

Sejak tahun 2015 PLN telah membangun SPLU [14]. Berdasarkan tinjauan literatur dan survei *online* yang dilakukan perkembangan jumlah SPLU sampai tahun 2020 ditunjukkan pada Gambar 9. Pada tahun 2020 jumlah SPLU sudah mencapai 7.000 unit [15].



Gambar 9. SPLU dari 2015–2020 [14,15,16]

Distribusi SPLU di Indonesia ditujukan pada Gambar 10. Dapat dilihat penyebaran SPLU masih relatif terbatas dan lebih banyak di pulau Jawa dan Bali. Masyarakat dapat mengakses lokasi SPLU pada Google maps yang dapat diakses melalui *handphone*. Hal ini akan sangat mempermudah masyarakat untuk mengetahui lokasi SPLU.



Gambar 10. Sebaran SPLU di Indonesia [17]

PLN telah membangun SPLU di beberapa daerah di Indonesia [18]. SPLU dibagi menjadi dua yaitu: 1) tipe *standing* meter, 2) tipe *hook* meter [18]. Spesifikasi teknis dari tipe *standing* ditujukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi SPLU *Standing*

Nama	Jenis
Tegangan	230/400 V
Frekuensi	50 Hz
Saklar Utama	RCBO 1P+N, In 25A, Ie 30 mA
Keypad	Stainless Steel, minimum IP44, Anti Vandalism
Kotak Kontak	Outdoor, 16A, minimum IP44
Pentanahan	Ground Rod 16 mm & kabel BC 10 mm
Penerangan	Lampu LED

Tipe *standing* banyak dibangun pada taman kota, pasar, dan tempat umum yang banyak terdapat aktivitas masyarakat. SPLU tipe *standing* memiliki 2 buah kWh meter dengan setiap kWh meternya memiliki 1 buah saklar utama dan 4 buah kotak kontak *outdoor* tipe C. Foto dan dimensi SPLU tipe *standing* ditujukan pada Gambar 11.



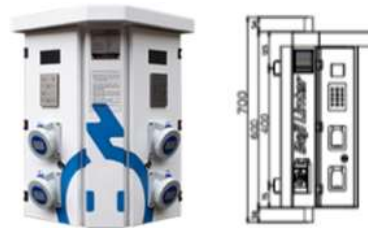
Gambar 11. SPLU tipe *standing* [18]

Tipe SPLU *hook* banyak dibangun pada pinggir jalan dekat dengan pedangan kaki lima. Tipe *hook* memiliki *body* yang menggantung pada tiang listrik PLN. Spesifikasi dari tipe *hook* dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi SPLU *Hook*

Nama	Jenis
Tegangan	230/400 V
Frekuensi	50 Hz
Saklar Utama	RCBO 1P+N, In 25A, Ie 30 mA
Keypad	Stainless Steel, minimum IP44, Anti Vandalism
Kotak Kontak	Outdoor, 16A, minimum IP44
Pentanahan	Ground Rod 16 mm & kabel BC 10 mm
Penerangan	Lampu LED

Tipe *hook* memiliki 2 buah kWh meter dengan setiap kWh meternya memiliki 2 buah kotak kontak tipe C. SPLU tipe *hook* ditujukan pada Gambar 12.



Gambar 12. SPLU tipe *hook* [18]

Masyarakat menggunakan SPLU dengan menggunakan token. Token listrik merupakan sistem pembayaran yang digunakan untuk mengisi ulang daya listrik PLN. Langkah penggunaan SPLU adalah sbb: 1) Pelanggan mencatat nomor meter pada SPLU, 2) Pelanggan membeli pulsa listrik melalui *mobile banking* atau minimarket untuk memperoleh nomor token, 3) Nomer token dimasukkan ke dalam meter SPLU. Setelah itu SPLU siap digunakan untuk mencatu daya. Di samping membeli token, dapat juga menggunakan kartu *e-money*. Sistem kerja cukup menempelkan kartu *e-money* kemudian sistem akan membaca sesuai dengan dibutuhkan.

Berdasarkan Tabel 6, jumlah SPLU yang ada di seluruh Bali mencapai 166 buah [19]. Adanya Perpres 55/2019, SPLU ini digunakan sebagai stasiun pengisian baterai untuk pengguna sepeda listrik dan sepeda motor listrik.

Tabel 6. SPLU di Bali

No	Daerah	Jumlah SPLU
1	Denpasar	42
2	Kuta	6
3	Tabanan	19
4	Gianyar	11
5	Klungkung	11
6	Bangli	6
7	Karangasem	4
8	Singaraja	47
9	Negara	20
Total		166

Sekarang ini, SPLU banyak digunakan oleh pedagang kaki lima (PKL) yang membutuhkan listrik untuk penerangan dagangan. Berdasarkan wawancara terhadap pengguna SPLU di Klungkung dan Badung, hal-hal yang disampaikan sebagai berikut: 1) Belum paham cara menggunakan SPLU, 2) Penggunaan listrik pada SPLU membutuhkan biaya yang cukup besar padahal mereka hanya menggunakannya untuk lampu saja, 3) Tidak mengetahui kegunaan SPLU. Para pedagang rata – rata usia cukup tua sehingga cukup sulit untuk mempelajari sesuatu hal yang baru. Masyarakat awam dengan SPLU mereka mengira SPLU merupakan gardu listrik [20]. Sosialisasi penggunaan SPLU untuk masyarakat perlu ditingkatkan. Pemakaian SPLU di Bali dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pemakaian SPLU di Bali

Bulan	Pemakaian kWh
Januari	12.197
Februari	11.857
Maret	13.199
April	13.491
Mei	17.171
Juni	12.430
Juli	14.103
Agustus	15.361
September	14.875
October	15.140
November	14.989
Desember	14.668
Total	169.481
Rata-rata	14123

4.4 Perkembangan SPKLU

Berdasarkan Perpres 55/2019 telah dibangunnya SPKLU dari akhir tahun 2019 hingga sekarang. Berdasarkan literatur dan survei *online* grafik perkembangan SPKLU dari tahun ke tahun ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Perkembangan SPKLU [01][22][23]

Pembangunan SPKLU di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan setiap tahunnya. Total SPKLU yang telah tersedia sebanyak 96 unit diantaranya 32 SPKLU milik PLN dan 65 SPKLU non PLN [21][244]. Target pembangunan SPKLU pada akhir tahun 2021 adalah 168 unit [25].

Berdasarkan dari survei *online*, berikut lokasi SPKLU milik PLN yang telah dibangun hingga akhir 2020 pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Lokasi SPKLU milik PLN

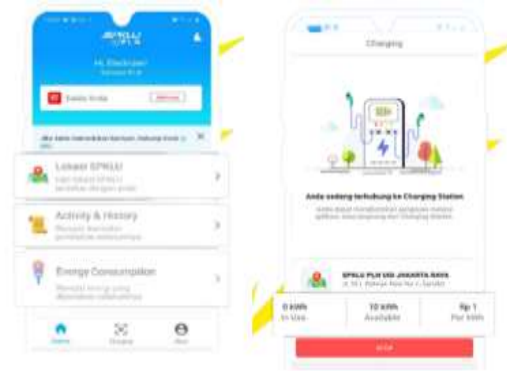
Daerah	No	Lokasi
Jakarta	1	PLN kantor pusat, Jakarta
	2	PLN UED jaya, Jakarta
	3	Serapan city, Jakarta pusat
	4	J. Mh Thahirin no 9, Jakarta pusat
	5	SPBU kembangan, Jakarta
	6	Kantor PT MMKSI, J. Jend. ahmad Yani kav. pulomas, Jakarta pusat
	7	Plaza santayan, J. Asia afrika, Jakarta selatan
	8	Dealer sikardi surter, J. Darsa surter utara blok B no.14, Jakarta utara
	9	Dealer sikardi manspang, Jl. Manspang propatan raya no. 23, Jakarta selatan
	10	Dealer sun latmawati, J. Raya latmawati no. 58-60, Jakarta selatan
	11	Dealer sun cempaka putih, Jl. Leljen suprapto M-79, cempaka putih, Jakarta pusat
	12	Dealer dipu selarasawan pikat, Jl. Pikat selatan raya no 6, perajagan, Jakarta barat
	13	Dealer dipu prabu sipi, J. Jend. guntur suboto kav. 50-52, Jakarta barat
	14	Dealer dipu cawang pondok indah, J. Sultan iskanardi muhi no.28, Jakarta selatan
	15	Dealer lio lobet, J. Dr. sahario no.321, Jakarta selatan
	16	Dealer dindo radin krisn, J. Radin letan II no. 5, dusan sawit, Jakarta timur
	17	Dealer ranarawa sudirman, gedung utawa kolat, J. Jend. Sudirman kav. 7, Jakarta pusat
	18	Stasiun pengisian di kantor pusat blue bird di manspang propatan, Jakarta
Tangerang	1	Aeon mall, serpong, Tangerang
	2	Kawasan pengapok, serpong, Tangerang selatan
	3	Dealer sikardi alam utara, J. Jaka sutera boulevard kav. 28 alam utara, serpong, Tangerang
	4	Dealer dindo bahero, J. Mh. Thahirin blok A5 no 1, bintang jaya pusat kawasan lingsi rekta VII, pondok aren, Tangerang
Jawa timur	1	PLN UED P ontong wungu
Jawa barat	1	PLN UED Jawa Barat
Jawa tengah	1	PLN UED Jawa tengah
Yogyakarta	1	PLN UED Div
Bali	1	PLN UED Bali
	2	Paku tel jamaranga Bali
	3	Dealer sun bangang, Jl. Galat suboto no.188, bali
	4	Dealer bra denpasar, Jl. Imam bogi no. 375, pemecutan klod, Denpasar, Bali
	5	Tiara Dewata, Jalan P.B sudirman, Denpasar, Bali
Total keseluruhan		12 SPKLU

Peresmian SPKLU di Kota Denpasar merupakan langkah PLN dalam mendukung percepatan pembangunan infrastruktur untuk kendaraan listrik. Pengguna kendaraan listrik di Kota Denpasar dengan mudah menjangkau SPKLU ini karena berada di pusat kota. Pengendara yang melakukan *charging* untuk mengisi waktu tunggu *charging* dapat pergi ke mall terdekat lokasi pengisian. Selain itu, masyarakat awam SPKLU ini bisa menjadi media sosialisasi pengembangan kendaraan listrik di Bali. SPKLU Tiara Dewata di Kota Denpasar ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. SPKLU di Kota Denpasar [25]

Pada SPKLU ini terdapat 5 buah pengisian kendaraan listrik yang terdiri dari: 1) *Charging* dengan konektor CCS dan CHAdeMO, 2) *Charging* dengan 1 buah konektor Mennekes, 3) *Charging* dengan 1 buah konektor Mennekes dan 1 buah konektor J1772, 4) SPLU dan 5) *Charging* baterai khusus untuk kendaraan listrik Grab. Pada atap SPKLU ini, PLN memasang PLTS atap dengan kapasitas 15 kWp terintegrasi atau *on - grid* dengan listrik PLN [13]. Suplai energi di siang hari dibantu oleh PLTS sehingga dapat mengurangi suplai dari PLN. Pengisian daya listrik di SPKLU ini sudah terhubung dengan aplikasi **charge.IN** sehingga penggunaan dan *monitoring* saat pengisian langsung bisa melalui aplikasi ini. Berikut merupakan cara pengisian daya pada SPKLU [25]. Tampilan Charge.IN ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Tampilan Charge.IN [25]

Charge.IN berfungsi sebagai aplikasi SPKLU untuk mengetahui letak lokasi SPKLU, pembayaran tagihan penggunaan listrik melalui LinkAja, serta mengetahui informasi *realtime* saat melakukan pengisian. Diagram pengisian daya pada SPKLU ditunjukkan Gambar 16.



Gambar 16. Pengisian daya pada SPKLU [25]

SPKLU yang ada di Indonesia dibangun oleh PLN dan juga oleh pihak – pihak lain. SPKLU yang dibangun pihak lain disebut sebagai SPKLU non PLN. Berdasarkan survei *online*, berikut lokasi SPKLU non PLN yang telah di bangun pada tahun 2021 seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Lokasi SPKLU non PLN

No	Lokasi	Pemilik	Jumlah
1	Jakarta, BPPT Thamrin	BPPT	1
2	Banten, B2TKE - BPPT Serpong	BPPT	2
3	Sumba, BPPT	BPPT	1
4	Bandung, BPPT-LEN	BPPT-LEN	1
5	Jakarta, SPBU Kuningan	Pertamina	4
6	Jakarta, Pertamina Pusat	Pertamina	1
7	Jakarta, Plaza Indonesia	Mercedes Benz	1
8	Jakarta, Pacific Place	Tesla	2
9	Jakarta, Blue Bird Mampang	Blue Bird	12
10	PLTA Cirata	PJB	2
11	Banten, Bandara Soekarno Hatta	APII	2
12	Jakarta	Transjakarta	1
13	Jakarta	Mitsubishi	15
14	Banten, Pool Grab BSD	Grab	20
Total			65

Pembangunan infrastruktur *charging* bertujuan untuk meningkatkan kehandalan penggunaan kendaraan listrik. Perusahaan transportasi khususnya taxi dan ojek *online* ikut mendukung program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai dengan ikut membangun SPKLU. Perusahaan Blue bird telah memperkenalkan armada elektrik sebanyak 29 unit yang telah beroperasi pada Mei 2019 [26]. Perusahaan Grab Indonesia telah secara resmi memperkenalkan layanan GrabCar elektrik sebanyak 20 unit mobil listrik pada Januari 2020 [27]. Perusahaan otomotif seperti Mitsubishi telah ikut berpartisipasi dalam membangun ekosistem kendaraan listrik dengan cara membangun infrastruktur stasiun pengisian [28]. Lembaga pemerintah serta BPPT ikut dalam melakukan transfer teknologi yang mendukung penetapan standarisasi teknologi SPKLU (bekerja sama dengan BSN) serta sebagai *pilot project* pembangunan SPKLU [29].

Pengisian kendaraan bermotor listrik berbasis baterai bisa dikategorikan menjadi beberapa level. Level ini nantinya akan digunakan sebagai acuan KBL dalam mengetahui spesifikasi stasiun pengisian kendaraan listrik umum. Karakteristik dari SPKLU ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tipe pengisian KBL

Deskripsi	Level 1 (Pengisian lambat)	Level 2 (Pengisian Menengah)	Level 3 (Pengisian Cepat)	Level 4 (Pengisian Sangat cepat)
Lokasi	Instalasi rumah	Instalasi kantor	SPKLU	SPKLU
Anus Keluaran Maksimum (A)	16 AC	63 AC	100 AC/250DC	300 AC/500DC
Daya Keluaran (kW)	≤ 3,7 kW	≤ 22 kW	≤ 50 kW	≤ 150 kW
Jenis konektor plug-in	Tipe 1 dan 2 (IEC 62196-2)	Tipe 2 (IEC 62196-2)	Tipe pengisian gabungan CCS dan CHAdeMO (IEC 6196-3)	Tipe pengisian gabungan CCS, 2 dan CHAdeMO (IEC 62196-4)
Waktu Pengisian	8 jam	4 jam	30 menit	15 menit

SPKLU ditetapkan oleh Kementerian ESDM menggunakan tiga buah konektor pengisian daya. Jenis konektor SPKLU adalah Mennekes tipe 2 untuk pengisian, CHAdeMO untuk pengisian DC, serta CCS merupakan konektor dengan kombinasi AC dan DC [30][31].

4.5 Perkembangan SPBKL

SPBKL diperkenalkan oleh Kementerian ESDM [32]. Proses penukaran baterai pada SPBKL hanya membutuhkan waktu 3-5 menit sehingga cukup singkat. SPBKL merupakan upaya untuk mempercepat peningkatan kendaraan listrik. Spesifikasi detail teknis dari SPBKL masih dalam tahap perancangan dan penyusunan yang meliputi dua rancangan SNI yaitu: 1. Persyaratan keselamatan, 2. Dimensi baterai yang dapat dilepas dan ditukar untuk kendaraan motor listrik [32]. Terkait standar *baterai swap* beberapa aspek teknis yang dibahas adalah wadah baterai, tegangan nominal (48 V, 60 V, 72 V), kapasitas baterai (14 Ah, 20 Ah, 23 Ah), konektor baterai, dan protokol komunikasi [32]. Sementara ini, SPBKL hanya tersedia di Jakarta sebanyak 9 SPBKL. Lokasi SPBKL antara lain 6 unit di Jakarta Selatan, 1 unit di Tangerang, dan 2 unit di Tangerang Selatan.

Roadmap pengembangan infrastruktur kendaraan listrik menargetkan pembangunan SPBKL sebanyak 3000 unit pada 2021, 17000 unit pada 2025, dan 67000 unit pada 2030 [32]. *Roadmap* pembangunan SPBKL ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Roadmap Pembangunan SPBKL [32]

Dari pemaparan yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa fasilitas pengisian kendaraan listrik yang ada di Indonesia terbagi menjadi 3 macam yaitu: 1) SPLU. Stasiun ini memiliki jenis konektor tipe C bertegangan AC yang tergolong pengisian lambat, Stasiun ini dikhususkan untuk pengguna sepeda listrik dan sepeda motor listrik, 2) SPKLU. Stasiun ini memiliki jenis konektor 4 buah jenis konektor yang dibagi menurut tegangannya. Untuk tegangan DC

yaitu tipe CCS dan CHAdeMO tergolong pengisian cepat, pada tegangan AC yaitu tipe J1772 dan Mennekes tergolong pengisian medium. Stasiun ini tersedia untuk pengguna mobil listrik, 3) SPBKLU. Stasiun ini merupakan pengisian dengan melakukan penukaran baterai. Stasiun ini menjadi solusi bagi sepeda motor listrik dalam sehingga bisa melakukan pengisian secara cepat dengan cara menukar baterai yang kosong dengan baterai yang sudah penuh. Stasiun ini tergolong pengisian cepat dan praktis.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan saat ini terdapat 3 model sistem pengisian kendaraan listrik yaitu SPLU, SPKLU, dan SPBKLU. Akhir tahun 2020 dengan di tahun 2021 sudah dibangun, 7.000 unit SPLU, 97 unit SPKLU, dan 9 unit SPBKLU. Sistem pengisian daya pada SPLU termasuk *standard charging* karena menggunakan kotak kontak tipe C sehingga tergolong sistem pengisian lambat. Pembangunan *charging station* perlu ditingkatkan untuk mendukung perkembangan jumlah kendaraan listrik di Indonesia.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. 2018. *Perkembangan jumlah kendaraan bermotor menurut jenis 2018* [online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis.html>.
- [2] Gaikindo. 2016. *Kemenperin Dorong Industri Otomotif Nasional Kembangkan Mobil Listrik* [online]. Available: <https://www.gaikindo.or.id/kemenperin-dorong-industri-otomotif-nasional-kembangkan-mobil-listrik/>.
- [3] Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) Untuk Transportasi Jalan.
- [4] Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.
- [5] Calude Ricaud and Philippe Vollet. "Connecting Method for Charging Systems – a key element for electric vehicles". 2010.
- [6] Chris Lilly. 2020. *EV Connector types* [online]. Available: <https://www.zap-map.com/charge-points/connectors-speeds/>.
- [7] Aswirth Raj. 2019. *Electric Vehicle On-board Chargers and Charging Stations*[online]. Available: <https://circuitdigest.com/article/electric-vehicle-on-board-chargers-and-charging-stations>.
- [8] Office Of energy Efficiency & Renewable Energy. 2020. *Charging at Home*[online]. Available: <https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/charging-home>
- [9] ESDM. 2020. *Penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai* [online]. Available: <https://gatrik.esdm.go.id/>.
- [10] Qnovo. 2015. *Can I fast charge my tesla or EV ?* [online]. Available: <https://qnovo.com/79-can-i-fast-charge-my-electric-vehicle/>.
- [11] Chris Lilly. 2021. *Public charging networks* [online]. Available: <https://www.zap-map.com/charge-points/public-charging-point-networks/>.
- [12] Bali berkarya. 2020. *Mobil listrik jadi kendaraan masa depan* [online]. Available: <https://www.baliberkarya.com/read/202101210002/mobil-listrik-jadi-kendaraan-masa-depan-pln-bangun-67-spklu-di-bali.html>.
- [13] Santo sirait. 2020. *SPBKLU untuk sepeda motor listrik resmi diperkenalkan* [online]. Available: <https://www.carmudi.co.id/journal/spbklu-untuk-sepeda-motor-listrik-resmi-diperkenalkan/>.
- [14] Idris Rusadi Putra. 2017. *PLN Disjaya target 1.000 SPLU terpasang hingga akhir 2017*[online]. Available: <https://www.merdeka.com/uang/pln-disjaya-target-1000-splu-terpasang-hingga-akhir-2017.html>.
- [15] Hidayat Salam. 2020. *PLN sediakan SPLU dan SPKLU tuk dorong kendaraan listrik, tapi apa bedanya ?* [online]. Available: <https://akurat.co/pln->

- sediakan-splu-dan-spkl-tuk-dorong-kendaraan-listrik-tapi-apa-bedanya.
- [16] Azis Husaini. 2017. *PLN semangat perluas SPLU mobil listrik* [online]. Available: <https://industri.kontan.co.id/news/pln-semangat-perluas-splu-mobil-listrik>.
- [17] Googlemaps. 2020. *SPLU* [online]. Available: <https://www.google.co.id/maps/search/SPLU/@8.5833484,115.2755459,12z/data=!3m1!4b1?hl=id&authser=0>.
- [18] Spesifikasi Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU), Proteksindo, Banten, Indonesia.
- [19] PT. UID PLN Bali. 2020. Data SPLU dan Penggunaan daya SPLU. 2020.
- [20] Wema Satya Dinata. 2019. *Bukan gardu listrik, ini fungsi dan manfaat SPLU yang bebas digunakan masyarakat secara gratis* [online]. Available: <https://bali.tribunnews.com/2019/07/20/bukan-gardu-listrik-ini-fungsi-dan-manfaat-splu-yang-bebas-digunakan-masyarakat-secara-gratis>.
- [21] Iskael. 2021. *Stasiun pengisian mobil listrik – daftar tempat dan cara mengisinya* [online]. Available: <https://daihatsu.co.id/tips-and-event/tips-sahabat/detail-content/stasiun-pengisian-mobil-listrik--daftar-tempat-dan-cara-mengisinya/>.
- [22] Filemon Agung. 2019. *Dorong kendaraan listrik, PLN resmikan SPKLU di empat kota* [online]. Available: <https://industri.kontan.co.id/news/dorong-kendaraan-listrik-pln-resmikan-spkl-di-empat-kota>.
- [23] Dimas Andi. 2020. *PLN bangun 16 SPKLU di berbagai kota besar di Indonesia* [online]. Available: <https://industri.kontan.co.id/news/pln-bangun-10-spkl-di-berbagai-kota-besar-di-indonesia>
- [24] PLN. 2021. IDE 2021. *Accelerating investment in electric vehicle*.
- [25] Ida Nuryatin Finahari. 2021. *Transisi energi bersih melalui kendaraan listrik* [online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-kenetalistrikan/transisi-energi-bersih-melalui-kendaraan-bermotor-listrik>.
- [26] Setyo Adi. 2019. *Bluebird hadirkan mobil listrik Tesla dan BYD* [online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2019/04/22/144927015/bluebird-hadirkan-mobil-listrik-tesla-dan-byd>.
- [27] Sorta Tobing. 2020. *Grab luncurkan layanan mobil listrik, ini rute dan tarifnya* [online]. Available: <https://katadata.co.id/sortatobing/berita/5e9a498ed7f1c/grab-luncurkan-layanan-mobil-listrik-ini-rute-dan-tarifnya>.
- [28] Thomas Mola. 2019. *Mitsubishi sediakan 16 fasilitas pengisian daya listrik di Indonesia* [online]. Available: <http://otomotif.bisnis.com/read/20191126/46/1174635/mitsubishi-sediakan-16-fasilitas-pengisian-daya-listrik-cepat-di-indonesia-ini-lokasinya>.
- [29] BPPT. 2019. *BPPT gandeng PT. LEN, hadirkan inovasi charging station kendaraan listrik di kota Bandung* [online]. Available: <https://bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3808-bppt-gandeng-pt-len-hadirkan-inovasi-charging-station-kendaraan-listrik-di-kota-bandung>.
- [30] Kompatibilitas dimensi dan persyaratan kemampusalingtukaran untuk pin a.b dan lengkapan tabung kontak, SNI IEC 62196-2:2016, 2016.
- [31] Kompatibilitas dimensi dan persyaratan kemampusalingtukaan untuk pin a.s dan a.b/a.s dan kopler tabung-kotak kendaraan, SNI IEC 62196-3:2014, 2014.
- [32] ESDM. 2020. *Percepatan Pembentukan Ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik, Menteri ESDM Luncurkan SPBKLU* [online]. Available: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/percepat-pembentukan-ekosistem-kendaraan-bermotor-listrik-menteri-esdm-luncurkan-spbklu>.