

STUDI KOMPARASI PENELITIAN STANDAR KENDARAAN LISTRIK DUNIA DENGAN STANDAR KENDARAAN LISTRIK INDONESIA

Dana Prianjani* dan Wahyudi Sutopo

Program Magister Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan Surakarta, 57126

*Email: danaprianjani@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan listrik berkembang pula standar yang mengatur mengenai keamanan dan performa kendaraan listrik. Indonesia sebagai negara yang juga mengembangkan kendaraan listrik. Perlu untuk melihat sejauh mana perkembangan inovasi, teknologi beserta standar kendaraan listrik yang sedang terjadi agar tidak mengalami ketertinggalan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat perkembangan penelitian standar kendaraan listrik dari mulai sel baterai, pak baterai, baterai manajemen sistem, sistem pengisian dan infrastruktur listrik untuk aplikasi kendaraan listrik di dunia yang kemudian akan dibandingkan dengan penelitian yang ada di Indonesia. Metode yang digunakan adalah kuantitatif statistik deskriptif melalui web Scopus sampai dengan periode 22 April 2018. Hasil dari penelitian ini adalah identifikasi standar kendaraan listrik apa saja yang perlu dikembangkan oleh Indonesia dalam rangka melindungi konsumen dan melindungi pemangku kepentingan kendaraan listrik dalam negeri.

Kata kunci : kendaraan listrik, penelitian, standar

1. PENDAHULUAN

Kendaraan listrik adalah bahasan yang sedang tren di dalam sektor transportasi (Dericioglu dkk., 2018). Bahkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Kumara dan Sukareyesa (2009) telah terdapat lebih dari 100 jenis kendaraan berenergi listrik yang telah diciptakan sejak tahun 1990-an. Kendaraan listrik memiliki arti bahwa kendaraan menggunakan listrik sebagai sumber energi penggerak kendaraan (Ahmad dkk., 2018). Dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak bumi, kendaraan listrik memiliki tingkat kebisingan mesin yang rendah, tidak memiliki knalpot dan efisiensi penggunaan energi yang tinggi (Song dkk., 2016). Kendaraan listrik merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk mengurangi konsumsi minyak bumi (Boulanger dkk., 2011). Pengembangan dari kendaraan listrik tidak hanya akan membantu mengurangi emisi karbon dari sektor transportasi, tetapi juga akan mendukung perkembangan instalasi listrik (Ahmad dkk., 2018).

Seiring dengan perkembangan teknologi kendaraan listrik, standar-standar yang mengatur mengenai kendaraan listrik turut berkembang untuk mengatur dan memfasilitasi kendaraan listrik (Ruiz dkk., 2018). Hal ini sesuai dengan definisi standar menurut Undang-Undang Nomer 20 tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian. Standar adalah sesuatu yang diberlakukan pembakuan atau disebut juga sebagai persyaratan teknis, dimana di dalamnya terdapat tata cara yang disusun secara konsensus oleh semua pemangku kepentingan dengan memperhatikan perkembangan ilmu teknologi, kesehatan, keamanan, keselamatan, lingkungan hidup, pengalaman dan masa depan guna mendapat manfaat yang sebesar-besarnya. Standardisasi adalah proses menetapkan, merumuskan, menerapkan, memberlakukan, memelihara dan mengawasi standar. Standar di Indonesia ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN) yang secara rutin menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Istilah standar merupakan alih bahasa Inggris dengan kata dasar *standard* yang dibentuk dari kata *standardization* dan diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia menjadi standardisasi. Kata *standard* sendiri merupakan terjemahan dari bahasa Perancis yaitu kata *norme* dan *etalon*. *Norme* artinya standar yang berbentuk dokumen dan *etalon* adalah standar pengukuran (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Standar pada dasarnya adalah sebuah dokumen yang pembuatan dan pengaplikasiannya bersifat sukarela, disusun oleh organisasi non pemerintah seperti *International Electrotechnical Commission* (IEC), *International Organization for Standardisation* (ISO), *Society of Automotive Engineers International* (SAE) pada level internasional dan *European Committee for Standardisation* (CEN) serta *European Committee for Electrotechnical Standardisation* (CENELEC) pada level benua Eropa. Standar juga dapat

dikeluarkan oleh badan-badan nasional suatu negara seperti di negara Inggris yang memiliki *British Industrial Standards Committee* (BSI) dan *Japan Industrial Standards Committee* (JISC) di negara Jepang (Ruiz dkk, 2018). Indonesia sendiri memiliki Badan Standardisasi Nasional yang merupakan Lembaga pemerintah non-kementerian Indonesia yang bertugas dan bertanggung jawab di bidang standardisasi dan penilaian kesesuaian (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

Perbedaan antara kendaraan listrik dengan kendaraan berbahan bakar minyak terdapat pada sumber energi yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan. Sehingga penelitian ini difokuskan untuk meneliti perkembangan standar sumber energi kendaraan listrik, yaitu mulai dari: sel baterai, pak baterai, manajemen sistem baterai, sistem pengisian hingga infrastruktur listrik.

Begitu banyaknya organisasi atau lembaga standardisasi di dunia, menunjukkan bahwa betapa pentingnya suatu standar untuk ditetapkan, diterapkan, dipelihara dan diawasi pelaksanaannya. Studi literatur ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan standar kendaraan listrik hingga saat ini dalam rangka identifikasi standar teknologi kendaraan listrik yang perlu dikembangkan di Indonesia.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur melalui laman www.scopus.com. Scopus merupakan basis data abstrak, kutipan dan literatur terbesar untuk melacak maupun menganalisis penelitian (Elsevier, 2017).

Alur penelitian antara lain:

1. Pencarian pada laman Scopus dengan kata kunci *standard electric vehicle, standard electric vehicle cell battery, standard electric vehicle pack battery, standard electric vehicle battery management system, standard electric vehicle charging system* dan *standard electric vehicle power grid* ke dalam kategori abstrak, judul dan kata kunci;
2. Analisis data Scopus;
3. Identifikasi kebutuhan standar kendaraan listrik Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai sejarah awal mula kendaraan listrik, data Scopus dan analisis trend penelitian melalui data scopus.

3.1. Sejarah Kendaraan Listrik

Awal mula kendaraan listrik dimulai dari negara Amerika Serikat yaitu sekitar tahun 1990-an. Pada kala itu kendaraan listrik lebih banyak digunakan dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak atau bertenaga uap. Hal ini dikarenakan kendaraan listrik tidak mengeluarkan emisi, tidak bising dan tidak bergetar seperti kendaraan berbahan bakar minyak. Pada periode tersebut, jalan raya hanya tersedia di kota saja yang menghabiskan jarak tempuh relatif pendek sehingga sangat cocok dengan karakter kendaraan listrik. Selain itu, proses menghidupkan kendaraan listrik lebih mudah daripada kendaraan berbahan bakar minyak yang kala itu masih menggunakan *starter* jenis *crank*.

Terdapat beberapa hal penting yang terjadi dan menghambat perkembangan kendaraan listrik, antara lain bertambahnya ruas jalan-jalan di Amerika Serikat sehingga menuntut kendaraan untuk berjarak tempuh lebih lama serta panjang. Kemudian penemuan *starter* listrik oleh Kettering untuk menggantikan *starter crank* sehingga meningkatkan minat publik atas kendaraan berbahan bakar minyak. Selanjutnya, penemuan cadangan minyak di texas menyebabkan bahan bakar minyak mudah didapat dan harganya terjangkau. Dari sisi teknologi, pada masa itu di Amerika Serikat belum terdapat aturan yang mengatur sistem kelistrikan. Sehingga antar negara bagian memiliki sistem tegangan listrik berbeda-beda yang menyulitkan proses pengisian baterai. Hal-hal tersebut menyebabkan minat terhadap kendaraan listrik berkurang (Kumara dan Sukareyesa, 2009).

Hingga pada tanggal 16 Februari 2005, Protokol Kyoto-1977 mulai berlaku efektif untuk negara-negara yang tergabung pada *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Tujuan ditetapkannya Protokol Kyoto-1977 ini adalah untuk menstabilkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer pada level yang tidak membahayakan sistem iklim bumi. UNFCCC dan Protokol Kyoto-1977 tidak mempersoalkan mengenai perubahan iklim secara alami, namun perubahan iklim yang terjadi secara tidak alami akibat kegiatan manusia yang disebabkan oleh

emisi gas rumah kaca salah satunya gas CO₂ yang merupakan hasil emisi kendaraan berbahan bakar minyak (Triatmodjo., 2005).

Seiring dengan meningkatnya pengetahuan umat manusia akan dampak pemakaian energi bahan bakar minyak secara besar-besaran, membuat era kendaraan listrik mulai berkembang (Kumara dan Sukareyesa., 2009).

3.2. Data Scopus

Pengumpulan data Scopus dilakukan pada area standar kendaraan listrik, standar sel baterai, standar pak baterai, standar sistem manajemen baterai, standar sistem pengisian dan standar infrastruktur listrik untuk aplikasi kendaraan listrik. Untuk pengambilan data trend metodologi penelitian menggunakan metode *simple random sampling*, yaitu setiap artikel/dokumen memiliki kemungkinan yang sama untuk dipilih menjadi *sample* data penelitian pada setiap tahun pengambilan data.

3.2.1 Data Penelitian Standard Electric Vehicle

Hingga saat ini telah terdapat 4.339 dokumen penelitian mengenai standar kendaraan listrik. Penelitian dengan tema tersebut telah dimulai sejak tahun 1923. Terlihat bahwa afiliasi terbanyak yang mengeluarkan artikel penelitian mengenai standar kendaraan listrik adalah Argonne National Laboratory, negara terbanyak adalah Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah SAE Technical Papers. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 1 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 2.

Tabel 1. Ruang Lingkup Penelitian Standar Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	Argonne National Laboratory (59)	United States (1168)	SAE Technical Papers (377)
2	General Motors (47)	Undefined (575)	World Electric Vehicl Journal (58)
3	Tsinghua University (34)	China (477)	Journal Of Power Sources (49)
4	University of California, Davis (32)	Germany (416)	Advanced Materials Research (34)
5	Ford Motor Company (32)	United Kingdom (241)	Applied Mechanics and Material (33)
:	:	:	:
21	:	Malaysia(38)	:
:	:	:	:
37	:	Indonesia (14)	:
	n = 2040	n =4941	n = 2218

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 2. Tren Metode Penelitian Standar Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>Alternative utility factor versus the SAE J2841 standard method for PHEV and BEV applications</i> (Paffumi dkk, 2018)	Eksperimen variasi pola kemudi dan pola pengisian listrik di enam daerah Eropa mempengaruhi hasil dari perhitungan faktor utilitas yang dihitung sesuai dengan standar utilitas SAE J2841.	Hasilnya menunjukkan bahwa faktor utilitas SAE J2841 perlu direvisi dengan memperhitungkan skenario eksperimen perilaku pengisian ulang di masa depan.
2	<i>Simulation of harmonics produced by electroliners in the electrical network of cuenca city</i> (Enriquez dkk, 2017)	Eksperimen simulasi beberapa besaran tegangan sesuai dengan panduan standar IEEE 519-2014 yang cocok untuk stasiun pengisian kendaraan listrik dan sistem distribusi listrik di kota Cuenca.	Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengurangi dampak bahaya dan dapat digunakan oleh para desainer dan pembangun stasiun pengisian dan untuk perusahaan distribusi energi
3	<i>Experimental analysis of dynamic charge acceptance test</i> (Smith dkk, 2016)	Makalah ini menyajikan hasil serangkaian tes untuk menentukan <i>Dynamic Charge Acceptance</i> (DCA) kinerja bentuk-faktor kecil 2 V, 6 Ah,	Analisis yang dihasilkan menunjukkan variasi yang jelas dan tren dalam kinerja DCA yang dapat digunakan untuk menginformasikan kondisi

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
		sel VRLA yang diperkuat karbon yang dirancang untuk sel baterai pada aplikasi <i>Hybrid Electric Vehicle</i> (HEV).	untuk rezim pengujian di masa mendatang.
4	<i>Towards standardized vehicle grid integration: Current status, challenges, and next steps</i> (Chen dkk, 2015)	Makalah ini mempelajari apa yang diperlukan untuk memungkinkan standarisasi Integrasi Grid Kendaraan (VGI).	Rekomendasi status standar dan perkembangan teknologi
5	<i>A review on plug-in electric vehicles charging: Standards and impact on distribution system</i> (Maheshwari dkk, 2014)	Makalah ini mengartikulasikan teknologi yang terkait dengan kendaraan listrik, infrastruktur pengisian daya dan dampaknya terhadap kinerja jaringan.	Rekomendasi peningkatan kemampuan jaringan listrik dalam rangka menyukseskan pengembangan kendaraan listrik.

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.2.2 Data Penelitian Standar Electric Vehicle Cell Battery

Terdapat 354 dokumen terkait dengan standar sel baterai untuk aplikasi kendaraan listrik. Afiliasi tertinggi berasal dari Vrije Universiteit Brussel, negara terbanyak yang menghasilkan dokumen berasal dari Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah Journal of Power Source. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 3 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 4.

Tabel 3. Ruang Lingkup Penelitian Standar Sel Baterai Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	Vrije Universiteit Brussel (12)	United States (93)	Journal Of Power Sources (23)
2	University of Sheffield (7)	Germany (41)	SAE Technical Papers (21)
3	University of California, Davis (7)	China (29)	24th International Battery Hybrid And Fuel Cell Electric (19)
4	Universita di Pisa (7)	United Kingdom (23)	World Electric Vehicle Journal (9)
5	Technical University of Munich (6)	Italy (16)	22nd International Battery Hybrid And Fuel Cell Electric (7)
:			
23		Indonesia (3)	
:		:	
25		Malaysia (3)	
	n = 286	n = 408	n = 321

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 4. Tren Metode Penelitian Standar Sel Baterai Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>Modeling and simulation of a zero emission urban bus with battery and fuel cell energy systems under real conditions</i> (Alfonsin dkk, 2018)	Eksperimen simulasi terhadap bis listrik yang menggunakan energi berupa perpaduan sel baterai dengan fuel cell dengan berbagai siklus mengemudi standar ECE-15, EUDC, NEDC dan SFUDS.	Kelayakan teknis bis listrik dengan mempertimbangkan rute perjalanan, kemiringan jalan, lalu lintas padat dan cuaca.
2	<i>Lithium-ion batteries: Comprehensive technical analysis of second-life batteries for smart grid applications</i> (Monem dkk, 2017)	Analisis teknis kelayakan penggunaan sel baterai yang dianggap sudah tidak maksimal performanya.	Penelitian ini memiliki keluaran berupa verifikasi eksperimen standar, penuaan sel baterai dan pemilihan baterai uji dengan menggunakan MATLAB.
3	<i>Calculation of the state of safety (SOS) for lithium ion batteries</i> (Castillo dkk, 2016)	Analisis definisi status keamanan dari sel baterai. Karena standar sel baterai saat ini hanya memberi definisi lolos	Anjuran penambahan definisi status keamanan sel baterai pada standar sel baterai.

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
		atau gagal pengujian, tetapi belum ada definisi status keamanan sel baterai.	
4	<i>Battery lifetime for different driving cycles of EVs</i> (Barcellona, 2015)	Simulasi penggunaan baterai untuk mengetahui efek siklus mengemudi dengan masa pakai sel baterai.	Perkiraan masa pakai baterai untuk berbagai siklus mengemudi kendaraan listrik.
5	<i>Analysis of Li-ion battery characteristics and thermal behavior</i> (Chatterj dkk, 2014)	Eksperimen perlakuan perbedaan suhu ketika sel baterai diisi ulang dan dikosongkan.	Suhu lingkungan baterai memengaruhi performa baterai.

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.2.2 Data Penelitian Standar Electric Vehicle Pack Battery

Terdapat 180 dokumen terkait dengan standar pak baterai untuk aplikasi kendaraan listrik. Afiliasi tertinggi berasal dari Ohio State University, negara terbanyak yang menghasilkan dokumen berasal dari Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah Journal of Power Source. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 5 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 6.

Tabel 5. Ruang Lingkup Penelitian Standar Pak Baterai Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	Ohio State University (10)	United States (62)	SAE Technical Papers (33)
2	Universita degli Studi di Roma La Sapienza (6)	Italy (22)	Journal Of Power Sources (10)
3	University of California, Davis (4)	China (21)	24th International Battery Hybrid And Fuel Cell Electric (4)
4	General Motors (3)	Canada (11)	2014 IEEE International Electric Vehicle Conference Ievc 2014 (3)
5	The Royal Institute of Technology KTH (3)	United Kingdom (8)	World Electric Vehicle Journal (3)
:			
20		Indonesia (1)	
:		:	
23		Malaysia (1)	
	n = 214	n = 191	n = 180

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 6. Tren Metode Penelitian Standar Pak Baterai Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>Equalization of Lithium-Ion Battery Pack Based on Fuzzy Logic Control in Electric Vehicle</i> (Ma dkk, 2018)	Simulasi dengan menggunakan <i>Fuzzy Logic Control</i> (FLC) untuk meningkatkan inkonsistensi baterai.	Hasil simulasi menunjukkan bahwa standar deviasi <i>State Of Charge</i> (SOC) akhir berkurang 18,5%, dan waktu pemerataan menurun sebesar 23% untuk FLC bila dibandingkan dengan algoritma mean-difference di bawah kondisi kerja siklus mengemudi Eropa
2	<i>Research on Overloading Capacity of Bus Bars in Battery Module and Influence Factors of Current Balance</i> (Yu dkk, 2017)	Eksperimen untuk mengetahui pengaruh hubungan <i>bus bars</i> dengan <i>power</i> pada pak baterai.	Berdasarkan eksperimen menunjukkan bahwa tebal tipis aluminium <i>bus bars</i> , letak las hubungan dan lebar aluminium mempengaruhi kapasitas pak baterai.
3	<i>Fire testing of electric vehicle battery packs and vehicles as compared to ICE vehicles</i>	Eksperimen perbandingan hasil uji paparan api terhadap pak baterai kendaraan listrik,	Hasil eksperimen ini berupa perbandingan keamanan terhadap ketahanan paparan api

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
	(Macneil dkk, 2016)	kendaraan berbahan bakar bensin, tangki bensin dan kendaraan bermesin <i>Internal Combustion Engine</i> (ICE)	pada pak baterai kendaraan listrik, kendaraan berbahan bakar bensin, tangki bensin dan kendaraan bermesin <i>Internal Combustion Engine</i> (ICE).
4	<i>Internal cooling of a lithium-ion battery using electrolyte as coolant through microchannels embedded inside the electrodes</i> (Mohammadin dkk, 2015)	Eksperimen uji untuk mengetahui keefektifan pendingin pak baterai dari dalam atau dari luar.	Pendinginan dari dalam pak baterai lebih efektif dalam menurunkan suhu daripada pendingin dari luar pak baterai.
5	<i>Investigation of series-parallel connections of multi-module batteries for electrified vehicles</i> (Baronti dkk, 2014)	Eksperimen pengaruh rangkaian sel baterai (modul) di pak baterai terhadap kapasitas pak baterai.	Hasilnya menunjukkan bahwa konfigurasi baterai dengan modul terhubung secara paralel kemudian dirakit secara seri memiliki kapasitas yang bagus. Perbedaan konfigurasi baterai akan menyebabkan berbeda pula kapasitas baterai.

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.2.2 Data Penelitian Standar Electric Vehicle Sistem Manajemen Baterai

Terdapat 328 dokumen terkait dengan standar sistem manajemen baterai untuk aplikasi kendaraan listrik. Afiliasi tertinggi berasal dari University Michigan Ann Arbor, negara terbanyak yang menghasilkan dokumen berasal dari Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah SAE Technical Papers. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 7 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 8.

Tabel 7. Ruang Lingkup Penelitian Standar Sistem Manajemen Baterai Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	University Michigan Ann Arbor (7)	United States (72)	SAE Technical Papers (29)
2	Vrije Universiteit Brussel (7)	China (50)	Journal Of Power Sources (15)
3	Vrije Universiteit Brussel (5)	Germany (27)	Energies (10)
4	Jilin University (5)	Italy (27)	World Electric Vehicle Journal (8)
5	Universita di Pisa (5)	United Kingdom (25)	Applied Energy (7)
:			
19		Malaysia (5)	
:		:	
36		Indonesia (1)	
	n = 303	n 392	n = 297

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 8. Tren Metode Penelitian Standar Sistem Manajemen Baterai Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>A technical review of BMS performance standard for electric vehicle applications in Indonesia</i> (Sutopo dkk, 2018)	Analisis standar sistem manajemen baterai yang tidak hanya memenuhi kebutuhan para pemangku kepentingan, tetapi juga memenuhi teknis sistem manajemen baterai itu sendiri.	Hasil dari penelitian ini adalah standar sistem manajemen baterai yang memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan dan teknisnya.
2	<i>Response Assessment of Charging Facilities to Protection Demands of Battery Management Systems</i> (Yin dkk, 2017)	Analisis dengan menggunakan metode <i>analytic hierarchy process</i> untuk mendapatkan tingkat kemampuan respon fasilitas pengisian listrik terhadap sistem manajemen baterai yang abnormal.	Hasilnya menunjukkan bahwa fasilitas pengisian listrik mampu mengukur tingkat respon terhadap sistem manajemen baterai yang abnormal.

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
3	<i>A new method of modeling and state of charge estimation of the battery</i> (Liu dkk, 2016)	Membuat model baru dalam estimasi perhitungan <i>state of charge</i> (SOC) untuk aplikasi sistem manajemen baterai.	Hasilnya menunjukkan bahwa model yang dibuat efektif dalam melakukan estimasi SOC.
4	<i>An optimal energy management system for Battery Electric Vehicles</i> (Sakhdari dkk, 2015)	Menggunakan metode <i>dynamic programming</i> untuk menemukan kondisi optimal distribusi daya antara mode penyetiran dengan sistem manajemen energi dalam rangka meningkatkan umur hidup baterai.	Hasil berupa usulan strategi untuk peningkatan umur hidup baterai.
5	<i>Towards a wireless battery management system: Evaluation of antennas and radio channel measurements inside a battery emulator</i> (Alonso dkk, 2014)	Studi kelayakan penggunaan nirkabel di dalam BMS untuk mengurangi berat, kerumitan konstruksi dan isolasi galvanik.	Hasil berupa kelayakan serta evaluasi antena dan rentang frekuensi untuk saluran nirkabel di dalam BMS.

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.2.2 Data Penelitian Standar Electric Vehicle Sistem Pengisian

Terdapat 508 dokumen terkait dengan standar sistem pengisian listrik untuk aplikasi kendaraan listrik. Afiliasi tertinggi berasal dari General Motors, negara terbanyak yang menghasilkan dokumen berasal dari Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah SAE Technical Papers. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 9 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 10.

Tabel 9. Ruang Lingkup Penelitian Standar Sistem Pengisian Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	General Motors (6)	United States (123)	SAE Technical Papers (19)
2	Toyota Motor Corporation (5)	China (62)	World Electric Vehicle Journal (12)
3	North Carolina State University (5)	Germany (53)	Journal Of Power Sources (10)
4	Delft University of Technology (5)	Italy (25)	Proceedings Of The IEEE International Conference On Industrial Technology (8)
5	Universiti Teknologi Malaysia (5)	South Korea (24)	2013 World Electric Vehicle Symposium And Exhibition Evs 2014 (7)
:			
14		Malaysia (10)	
:		:	
36		Indonesia (2)	
	n = 395	n = 602	n = 358

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 10. Tren Metode Penelitian Standar Sistem Pengisian Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>Performance analysis of switching devices for wireless EV charging systems</i> (Paredes dkk, 2018)	Analisis teknologi semikonduktor pada sistem pengisian <i>wireless</i> dengan mempertimbangkan tingkat daya dan frekuensi penggunaan.	Hasil dari penelitian ini adalah fakta berupa desain teknologi semikonduktor dan komponen dari <i>power electric</i> mempengaruhi kinerja sistem pengisian listrik <i>wireless</i> .
2	<i>Smart EV charging profiles to extend battery life</i> (Karakchi dkk, 2017)	Eksperimen pola pengisian kendaraan listrik dengan status kesehatan baterai.	Hasilnya berupa pola pengisian yang mampu meningkatkan status kesehatan baterai melalui penurunan <i>capacity degradation</i> dan penurunan laju resistensi

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
3	<i>Extension of IEC61850 with smart EV charging</i> (Xiong dkk, 2016)	Eksperimen dengan memanfaatkan standar IEC 61850 untuk mengatur perilaku pengisian ulang, perilaku pengemudi dan pusat kendali pengisian listrik.	internal baterai. Hasil dari eksperimen berupa kritikal pengukuran dan parameter pengisian listrik yang lebih baik untuk perbaikan standar IEC 61850.
4	<i>A review of OSI-based charging standards and eMobility open protocols</i> (Buamod dkk, 2015)	Pembuatan model <i>Open System Interconnection</i> untuk menghubungkan standar, suku cadang, platform dan penerapan peraturan kendaraan listrik serta menganalisa model yang telah disusun.	Hasil penelitian berupa model <i>Open System Interconnection</i> yang dapat menghubungkan standar, suku cadang, platform dan penerapan peraturan kendaraan listrik.
5	<i>Review on electric vehicle, battery charger, charging station and standards</i> (Ayob dkk, 2014)	Tinjauan pustaka dan evaluasi berbagai jenis kendaraan listrik, ukuran baterainya, jangkauan km, waktu pengisian daya dan peralatan terkait khususnya pengisian baterai serta stasiun pengisian listrik	Hasilnya berupa tinjauan pustaka terkait kendaraan listrik

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.2.2 Data Penelitian Standar Electric Vehicle Power Grid

Terdapat 436 dokumen terkait dengan standar infrastruktur listrik untuk aplikasi kendaraan listrik. Afiliasi tertinggi berasal dari TU Dortmund University, negara terbanyak yang menghasilkan dokumen berasal dari Amerika Serikat dan penerbit terbanyak adalah IEEE Power And Energy Society General Meeting. Berikut ruang lingkup penelitian berdasarkan data Scopus pada Tabel 11 dan perkembangan metodologi penelitian dalam 5 tahun terakhir pada Tabel 12.

Tabel 11. Ruang Lingkup Penelitian Standar Infrastruktur Listrik Untuk Kendaraan Listrik

No	Afiliasi	Negara	Penerbit
1	TU Dortmund University (10)	United States (120)	IEEE Power And Energy Society General Meeting (9)
2	Argonne National Laboratory (9)	Germany (48)	World Electric Vehicle Journal (9)
3	Ruhr-Universitat Bochum (8)	China (38)	2013 World Electric Vehicle Symposium And Exhibition Evs 2014 (8)
4	Danmarks Tekniske Universitet (7)	Canada (22)	SAE Technical Papers (8)
5	University of Ottawa, Canada (7)	Italy (21)	Dianli Xitong Zidonghua Automation Of Electric Power Systems (7)
:			
21		Malaysia (5)	
:		:	
32		Indonesia (2)	
	n = 373	n = 515	n = 318

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

Tabel 12. Tren Metode Penelitian Standar Infrastruktur Listrik Untuk Kendaraan Listrik

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
1	<i>A study of implemented international standards and infrastructural system for electric vehicles</i> (Habis dkk, 2018)	Penelitian ini menganalisis perkembangan terbaru mengenai isu-isu sistem infrastruktur pengisian listrik untuk aplikasi kendaraan listrik dan standar/kode pengisian daya berdasarkan peralatan, lokasi,	Hasil dari penelitian ini berupa status perkembangan terbaru mengenai isu-isu sistem infrastruktur pengisian listrik untuk aplikasi kendaraan listrik dan standar/kode pengisian daya berdasarkan peralatan, lokasi,

No	Judul	Metodologi	Hasil Penelitian
		waktu pengisian, biaya, jumlah daya dan dampaknya.	waktu pengisian, biaya, jumlah daya dan dampaknya.
2	<i>A new concept of active demand side management for energy efficient prosumer microgrids with smart building technologies</i> (Ozadowic dkk, 2017)	Analisis pendekatan secara fisik dan logis dari sistem <i>demand side management</i> untuk mikrogrid prosumer yang terintegrasi di masa depan berdasarkan sistem otomasi dan sistem kontrol serta paradigma <i>Internet of Things</i> (IoT).	Hasil penelitian berupa peningkatan efisiensi potensial energi standar automasi dan sistem kontrol sesuai dengan syarat pada standar EN 15232
3	<i>Cumulant-based probabilistic load flow analysis of wind power and electric vehicles</i> (Amid dkk, 2016)	Analisis fungsi distribusi probabilitas dari aliran daya yang dihasilkan oleh sumber daya tak terduga seperti pembangkit listrik tenaga angin dan permintaan pengisian mobil listrik dengan merujuk standar IEEE jaringan listrik.	Hasil berupa prediksi besarnya aliran daya pada pembangkit listrik tenaga angin dan permintaan pengisian mobil listrik dengan merujuk standar IEEE jaringan listrik.
4	<i>Multi-domain Public key infrastructure for Vehicle-to-Grid network</i> (Vaidya dkk, 2015)	Menggunakan ilmu kriptografi untuk membuat model baru infrastruktur umum listrik yang memiliki berbagai entitas seperti fasilitas pengisian daya, <i>clearinghouse</i> dan penyedia energi yang merupakan pengembangan standar ISO/IEC 15118.	Hasil berupa usulan infrastruktur listrik yang lebih baik dibandingkan infrastruktur standar ISO/IEC 15118.
5	<i>A study on communication controller of electric vehicle supply equipment for information exchange between electric vehicle and power grid</i> (Han dkk, 2014)	Metode pemetaan <i>electric vehicle supply equipment</i> , yang mengubah data ISO / TEC 15118 menjadi IEC 61850 dan sebaliknya, berdasarkan skema XML pada setiap protokol. Metode yang diusulkan mengubah data menggunakan metode XSL (<i>extensible Stylesheet Language</i>), yang mendefinisikan pemetaan data antara dua skema XML.	Usulan pemetaan data dari standar ISO / TEC 15118 menjadi IEC 61850 dan sebaliknya.

Sumber: Analisis Scopus, April 2018

3.3. Analisis Penelitian Data Scopus

Pada sub bab ini berisi mengenai analisis ruang lingkup penelitian data Scopus serta analisis tren metode penelitian pada lima tahun terakhir.

3.3.1 Analisis Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan hasil pengumpulan data Scopus, dapat diketahui bahwa lima besar afiliasi didominasi oleh pihak universitas. Hal ini menunjukkan bahwa peran universitas sebagai wadah pengembangan penelitian standar kendaraan listrik secara luas di berbagai sub sistem energi penggerak kendaraan listrik. Pada afiliasi ruang lingkup penelitian standar kendaraan listrik terdapat dua afiliasi universitas yaitu Tsinghua University dan University of California. Pada afiliasi ruang lingkup penelitian standar sel baterai, lima besar afiliasi secara keseluruhan ditempati oleh pihak universitas antara lain: Vrije Universiteit Brussel, University of Sheffield, University of California, Università di Pisa dan Technical University of Munich. Pada afiliasi ruang lingkup standar pak baterai, terdapat empat universitas yang mendominasi yaitu: Ohio State University, Università degli Studi di Roma La Sapienza, University of California dan The Royal Institute of Technology KTH. Pada afiliasi ruang lingkup standar sistem manajemen baterai, lima besar afiliasi secara keseluruhan diduduki oleh universitas antara lain: University Michigan Ann Arbor, Vrije

Universiteit Brussel, Vrije Universiteit Brussel, Jilin University dan Università di Pisa. Pada ruang lingkup penelitian standat sistem pengisian. Terdapat tiga universitas yang mendominasi, yaitu: North Carolina State University, Delft University of Technology dan Universiti Teknologi Malaysia. Pada afiliasi ruang lingkup penelitian standar infrastruktur listrik, terdapat empat universitas antara lain: TU Dortmund University, Ruhr-Universität Bochum, Danmarks Tekniske Universitet dan University of Ottawa.

Negara yang paling banyak mempublikasikan artikel di Scopus adalah Amerika Serikat dan diikuti oleh China sebagai perwakilan negara Asia. Posisi Indonesia di dalam penelitian kendaraan listrik masih kalah dengan negara Malaysia sebagai sesama negara di Asia Tenggara. Hanya pada ruang lingkup penelitian standar sel baterai dan standar pak baterai posisi Indonesia seri dengan Malaysia. Pada ruang lingkup penelitian standar sel baterai, negara Indonesia dan Malaysia sama-sama memiliki tiga artikel dan pada ruang lingkup penelitian standar pak baterai sama-sama memiliki satu artikel.

Lima besar penerbit dengan artikel Scopus selalu ditempati oleh SAE Technical Papers dan World Electric Vehicle Journal. Hal ini menunjukkan bahwa SAE Technical Papers dan World Electric Vehicle Journal konsisten dalam penelitian pengembangan standar kendaraan listrik secara luas di setiap sub sistem energi penggerak kendaraan listrik. SAE sendiri adalah singkatan dari *Society of Automotive Engineers* yang merupakan organisasi non pemerintah dengan beranggotakan lebih dari 128.000 insinyur. SAE memiliki kompetensi utama sebagai ruang pembelajaran seumur hidup serta pengembangan standar yang dilakukan secara konsensus dan sukarela. World Electric Vehicle Journal adalah peer-review jurnal ilmiah internasional yang mencakup penelitian mengenai sel baterai, kendaraan hibrida dan kendaraan listrik secara komprehensif.

3.3.2 Analisis Tren Metode Penelitian

Berdasarkan pengumpulan data tren metodologi penelitian standar kendaraan listrik dalam kurun waktu lima tahun terakhir, dapat diketahui bahwa terjadi upaya pengembangan standar yang validasinya dilakukan dengan cara eksperimen serta upaya pemetaan standar beserta dampak dari diberlakukannya standar tersebut. Selain itu, telah terdapat standar untuk menilai utilitas energi kendaraan listrik untuk berbagai variasi pola kemudi seperti SAE J2841 dan standar IEEE 519-2014 mengenai besaran tegangan untuk stasiun pengisian listrik khusus kendaraan listrik. Hal ini menandakan bahwa Indonesia juga perlu mengembangkan standar mengenai pengaruh variasi pola kemudi terhadap utilitas energi listrik yang sesuai dengan kondisi geografis dan jalanan negara Indonesia. Untuk besaran tegangan stasiun pengisian listrik, lebih lanjut dapat dilakukan jika dikembangkan pula stasiun pengisian listrik yang cocok dan aman untuk kendaraan listrik.

Pada tren metodologi penelitian standar sel baterai kendaraan listrik, terjadi eksperimen dengan merujuk standar yang sudah ada seperti standar siklus mengemudi ECE-15, EUDC, NEDC dan SFUDS. Dapat diketahui pula, terdapat upaya analisis kelayakan penggunaan sel baterai yang dianggap sudah tidak maksimal performanya. Sehingga hal ini menandakan bahwa Indonesia perlu juga mengembangkan standar pengaruh siklus mengemudi demi menjamin keamanan pengemudi kendaraan listrik.

Berdasarkan tren metodologi penelitian standar pak baterai, dapat diketahui bahwa penelitian didominasi dengan tema eksperimen untuk menguji keamanan dan performa pak baterai. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh Indonesia dalam pengembangan pak baterai. Karena saat ini Indonesia masih dalam tahap mengembangkan Standar Nasional Indonesia (SNI) sel baterai, pak baterai dan sistem manajemen baterai (BSN, 2018).

Sistem manajemen baterai memiliki pengembangan penelitian yang didominasi oleh eksperimen untuk menguji keamanan dan performanya. Selain itu terjadi pula upaya perbaikan desain untuk mengurangi bobot, kerumitan konstruksi dan isolasi galvanik. Sehingga hal ini dapat ditiru untuk pengembangan baterai manajemen sistem di Indonesia.

Pada tren metodologi penelitian sistem pengisian listrik, telah dilakukan upaya analisis penggunaan sistem pengisian ulang yang terintegrasi dengan standar, penerapan aturan kendaraan listrik, suku cadang dan platform. Selain itu telah dilakukan pula pemetaan berbagai jenis kendaraan listrik beserta ukuran baterainya, jangkauan km, waktu pengisian daya dan peralatan terkait khususnya pengisian baterai serta stasiun pengisian listrik. Hal ini menunjukkan bahwa

penelitian mengenai sistem pengisian listrik tidak hanya mengenai cara pengisian listrik tetapi juga harus terintegrasi dengan penerapan aturan kendaraan listrik, suku cadang dan platform. Sistem pengisian listrik yang terintegrasi dapat melancarkan penerapan kendaraan listrik untuk digunakan secara masal.

Pada tren metode penelitian infrastruktur listrik didominasi oleh analisis infrastruktur listrik sesuai dengan standar yang berlaku seperti ISO/IEC 15118. Infrastruktur listrik diintegrasikan dengan berbagai aspek seperti sistem otomasi, sistem kontrol, paradigma *Internet of Things*, fasilitas pengisian daya, *clearinghouse* dan penyedia energi. Hal tersebut menandakan bahwa infrastruktur listrik khusus aplikasi kendaraan listrik masih dalam tahap penelitian dan belum diaplikasikan secara luas di berbagai negara. Namun negara Indonesia sebaiknya juga turut melakukan analisis infrastruktur listrik khusus aplikasi kendaraan listrik untuk melindungi konsumen, pemangku kepentingan dan masyarakat terkait pemanfaatan kendaraan listrik.

4. KESIMPULAN

Kajian ini menghasilkan usulan kebutuhan standar yang harus dikembangkan Indonesia agar tidak mengalami ketertinggalan. Standar-standar tersebut antara lain: standar utilitas energi listrik terhadap variasi pola kemudi/siklus mengemudi, standar pak baterai, standar desain baterai manajemen sistem, standar pengisian listrik yang terintegrasi dengan aturan kendaraan listrik, suku cadang, platform serta standar infrastruktur listrik dalam rangka melindungi konsumen, pemangku kepentingan dan masyarakat Indonesia dengan mempertimbangkan kondisi geografis dan kondisi jalanan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Khan, Z., Alam, M., and Khateeb, S., (2018), A Review of The Electric Vehicle Charging Techniques, Standards, Progression and Evolution of EV Technologies in German, *Smart Science*, Vol 6, No 1, pp 36-53.
- Alfonsin, V., Suarez, A., Maceiras, R and Sanchez, A., (2018), Modeling and simulation of a zero emission urban bus with battery and fuel cell energy systems under real conditions, *Environmental Progress and Sustainable Energy*, Vol 37, pp 832-838.
- Alonso, D., Opalko, O., Sigle, M and Dostert, K., (2014), Towards a wireless battery management system: Evaluation of antennas and radio channel measurements inside a battery emulator, *IEEE Vehicular Technology Conference*
- Amid, P and Crawford, C., (2016), Cumulant-based probabilistic load flow analysis of wind power and electric vehicles, *International Conference on Probabilistic Methods Applied to Power Systems*.
- Ayob, A., Mahmood, W., Mohamed, A., Wanik, M., Siam, M., Azit, A, Mohamed, H and Ali, M., (2014), Review on electric vehicle, battery charger, charging station and standards, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, Vol 7, pp 364-373.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014, *Pengantar Standardisasi Edisi Kedua*. BSN. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2015, *SNI Award 2015 Syarat dan Aturan SNI Award 2015 Informasi Bagi Peserta*. BSN. Jakarta.
- Badan Standardisasi nasional (BSN), 2018, *Standardisasi kendaraan Bertenaga Listrik*. BSN. Jakarta.
- Barcellona, S., Brenna, M., Foadelli, F., Longo, M and Piegari, L., (2015), Battery lifetime for different driving cycles of Evs, *IEEE 1st International Forum on Research and Technologies for Society and Industry*, pp 446-450.
- Baronti, F., Di, R., Papazafropoulos, N., Roncella, R and Saletti, R., (2014), Investigation of series-parallel connections of multi-module batteries for electrified vehicles, *IEEE International Electric Vehicle Conference*.
- Boulanger, A., Chu, A., Maxx, S and Waltz, D., (2011), Vehicle Electrification: Status and Issues, *Proceedings of The IEEE*, Vol. 99, No. 6, pp. 1116-1138.
- Buamod, L., Abdelmoghith, E and Mouftah, H., (2015), A review of OSI-based charging standards and eMobility open protocols, *International Conference on the Network of the Future*.
- Castillo, C., Niedermeir, F and Jossen, A., (2016), Calculation of the state of safety (SOS) for lithium ion batteries, *Journal of Power Sources*, Vol 324, pp 509-520.

- Chatterjee, K., Majumdar, P., Schroeder, D and kilaparti, S., (2013), Analysis of Li-ion battery characteristics and thermal behavior, *Heat Transfer Summer Conf. Collocated with the ASME 2013 7th Int. Conf. on Energy Sustainability and the ASME 2013 11th Int. Conf. on Fuel Cell Science*, Engineering and Technology, Vol 1.
- Chen, B., Hardy, K., Harper, J., Bohn, T and Dobrzynski, D., (2015), Towards standardized vehicle grid integration: Current status, challenges, and next steps, *IEEE Transportation Electrification Conference and Expo*,
- Dericioglu, C., Yirik, E., Unal, E., Cuma, M., and Tumay, M., (2018), A Review of Charging Technologies For Commercial Electric Vehicles, *International Journal of Advances on Automotive and Technology*, Vol 2, No 1, pp. 61-70.
- Elsevier, (2017), *Scopus Content Coverage Guide*, Elsevier
- Enriquez, C., Chacon, T., Romero, H and Quizhpi, F., (2017), Simulation of harmonics produced by electroliners in the electrical network of cuenca city, *CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technology*.
- Habib, S., Khan, M., Huawei, J., Hasmi, K., Faiz, M and Tang, H., (2018), A study of implemented international standards and infrastructural system for electric vehicles, *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, pp 1783-1788.
- Han, A., Shin, M., Kim, I and Jang, H., (2014), A study on communication controller of electric vehicle supply equipment for information exchange between electric vehicle and power grid, *Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol 63, pp 1564-1570.
- Karakchi, A., Putrus, G and Das, R., (2017), Smart EV charging profiles to extend battery life, *52nd International Universities Power Engineering Conference*, pp 1-4.
- Kumara, Nyoman S dan I. W. Sukareyesa. 2009. "Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang." *Jurnal Teknik Elektro* Vol 8, pp 78-79.
- Liu, C., Liu, W., Wang, L., Hu, G., Ma, L and Ren, B., (2016), A new method of modeling and state of charge estimation of the battery, *Journal of Power Sources*, Vol 320, pp 1-12.
- Ma, Y., Duan, P., Sun, Y and Chen, H., (2018), Equalization of Lithium-Ion Battery Pack Based on Fuzzy Logic Control in Electric Vehicle, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol 65, pp 6772-6771.
- Macneil, D., Lam, C., Lougheed, G., Kroeker, R and Lalime, G., (2016), Fire testing of electric vehicle battery packs and vehicles as compared to ICE vehicles, *EVS 2016 - 29th International Electric Vehicle Symposium*.
- Maheshwari, P., Tambalawa, Y., Nunna, K and Doolla, S., (2014), A review on plug-in electric vehicles charging: Standards and impact on distribution system, *IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems*.
- Monem, A., Hegazy, O., Boscche, P and Mierlo, J., (2017), Lithium-ion batteries: Comprehensive technical analysis of second-life batteries for smart grid applications, *European Conference on Power Electronics and Applications*.
- Paffumi, E., Gennaro, D., and Martini, G., (2018), Alternative utility factor versus the SAE J2841 standard method for PHEV and BEV applications, *Transport Policy*, Vol 68, pp 80-97.
- Paredes, A., Sala, V., Fernandez, E and Romeral, L., (2018), Performance analysis of switching devices for wireless EV charging systems, *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, pp 794-799.
- Ruiz, V., Pfrang, A., Kriston, A., Omar, N., Bosche, p., and Brett. L., (2018), A Review of International Abuse Testing Standards and Regulations for Lithium Ion Batteries in Electric and Hybrid Electric Vehicles, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 81, pp 1427-1452.
- Sakhdari, B and Azad, N., (2015), An optimal energy management system for Battery Electric Vehicles, *IFAC-PapersOnLine*, Vol 28, pp 86-92.
- Smith, M., Gladwin, D and Stone, D., (2016), Experimental analysis of dynamic charge acceptance test, *IECON Proceedings*, pp 2046-2051.
- Song, Y., Li, J., Ji, G, and Xue, Z., (2016), Study on The Typical Mode EV Charging and Battery Swap Infrastructure Interconnecting to Power Grid, *China International Conference on Electric Distribution*.

- Sutopo, W., Rahmawatie, B., Fahma, F., Nizam, M., Purwanto, A., Louhenapessy, B and Kadir, E., (2018), A technical review of BMS performance standard for electric vehicle applications in Indonesia, *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, Vol 16, pp 544-549.
- Triatmodjo, M., (2005), Implikasi Berlakunya Protokol Kyoto-1997 Terhadap Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2014 *Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian*, 17 September 2014. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 216. Jakarta.
- Vaidya, B., Makrakis, D and Mouftah, H., (2015), Multi-domain Public key infrastructure for Vehicle-to-Grid network, *Proceedings - IEEE Military Communications Conference MILCOM*, pp 1572-1577.
- Xiong, Y., Wang, B., Cao, Z., Chu, C., Pota, H and Gadh, R (2016), Extension of IEC61850 with smart EV charging, *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe*, pp 294-299.
- Yin, Z., Wang, S., Zhang, Y., Huang, Y and Zeng, S., (2017), Response Assessment of Charging Facilities to Protection Demands of Battery Management Systems, *Dianli Xitong Zidonghua/Automation of Electric Power Systems*, Vol 41, pp 133-137
- Yu, J., Fan, G., Lei, J., Li, X and Zhang, Y., (2017), Research on Overloading Capacity of Bus Bars in Battery Module and Influence Factors of Current Balance, *Zhongguo Jixie Gongcheng/China Mechanical Engineering*, Vol 28, pp 2426-2433.