



TEKNOLOGI NUSANTARA

Jurnal Penelitian Fakultas Teknik UNINUS

<http://ojs.uninus.ac.id/index.php/teknologinusantara>

E-ISSN : 2964-4577

KAJIAN PENGEMBANGAN FASILITAS CHARGING KENDARAAN LISTRIK DI BANDUNG GREATER AREA

Muhammad Hilmi Fauzan¹, Wisnu Bayu Pratama², Iwan Satriyo Nugroho³, Rusdhiyansyah⁴

^{1,2,4}Institut Teknologi Al-Muhajirin, Jl. Ipik Gandamanah No 33
Ciseureuh Purwakarta

¹mhilmifauzan@itmpwk.ac.id

Abstract

This research aims to support the acceleration program of battery-based electric motor vehicles in Indonesia, particularly in the Bandung Greater Area, West Java. With the continuous growth of motor vehicles, the development of electric vehicles is crucial to reduce dependence on imported oil and improve air quality. Through the Mixed Method method, this research presents a comprehensive study that covers policy, technology, economic, and environmental aspects related to the development of electric vehicle battery charging infrastructure. It is expected that the results of this research will provide valuable recommendations for the government and society in preparing adequate electric vehicle infrastructure in the future. The research method used involves literature studies, observations, interviews, in-depth analysis, Focus Group Discussion (FGD) with experts, and questionnaires. This research is also conducted within the framework of supporting the Free Learning Free Campus program, involving students in the research process. It is hoped that the results of this research will contribute significantly to the development of the green economy, improvement of air quality, and the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) related to environmental protection.

Keywords: Electric vehicles, Battery charging infrastructure, Electric motor vehicle development, Bandung Greater Area, Sustainable Development Goals

PENDAHULUAN

Saat ini pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat, dengan persentase rata-rata 11,5% per tahun selama 10 tahun terakhir. Penggunaan bahan bakar minyak untuk kendaraan bermotor ini juga meningkat sebesar 5% tahun, sebagian besar menggunakan BBM impor. Kedua hal ini berkontribusi pada penurunan indeks kualitas udara, di mana rata-rata kota besar seperti DKI Jakarta, Surabaya, Bandung dan lainnya di Indonesia memiliki tingkat kualitas udara “tidak sehat”, karena tingginya mobilitas dan volume kendaraan.

Berdasarkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)/*Sustainable Development Goals* (SDGs), Pengembangan kendaraan listrik sesuai dengan Pilar pembangunan lingkungan: meliputi Tujuan 6, 11, 12, 13, 14 dan 15. Perpres 55/2019 memperkuat tentang percepatan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai. Kementerian ESDM memandang kendaraan listrik memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan ketahanan energi (pengurangan impor BBM), mengurangi emisi karbon, dan karenanya meningkatkan kualitas udara. 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. Infrastruktur pengisian baterai di Indonesia 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. (I.P. Darmawan, 2021).

Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) tahun dengan tujuan untuk memberi kajian yang mampu sepenuhnya mendukung program pemerintah di sektor Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan,

melalui hasil kajian yang komprehensif, detail dan dapat menjadi acuan pemerintah Provinsi Jawa Barat dalam mempersiapkan infrastruktur kendaraan bermotor listrik di wilayah Bandung *Greater Area*. Penelitian ini juga dapat membantu masyarakat pengguna kendaraan listrik dan juga bagi kepentingan riset berkelanjutan dan pengembangan bidang publik *charging* di Bandung *greater area*. Dengan demikian kajian lengkap mengenai pengembangan fasilitas *charging* kendaraan listrik di Bandung *greater area* ini sesuai dengan fokus Riset bidang *Green Economy*, Program Kendaraan Bermotor Listrik, beberapa *goals* dari 17 SDGs, program perubahan iklim dan emisi karbon dan mengurangi impor bahan bakar minyak. Indikator Kinerja Utama (IKU) Universitas Islam Nusantara, Rencana Strategis (RENSTRA) Universitas Islam Nusantara serta mendukung program Merdeka Belajar Kampus Merdeka melalui pelibatan mahasiswa dalam proses penelitian.

Metoda penelitian menggunakan metode *Mixed Method* dengan menyatukan dalam upaya menghasilkan kajian lengkap mengenai pengembangan fasilitas *charging* kendaraan listrik di Bandung *greater area*. Teknik pengumpulan data yang digunakan ialah studi literatur, observasi, wawancara, analisis mendalam (*indepth-analysis*), *Focuss Group Discussion* (FGD) ahli, serta angket. Kajian disusun dari aspek kebijakan dan pengawasan, teknoekonomi, bisnis, rantai pasok, industri dan konsumen serta aspek lain yang paling berpengaruh dan berkaitan.

Hasil penelitian diharapkan menghasilkan kajian lengkap mengenai pengembangan fasilitas *charging* kendaraan listrik di Bandung *greater area*. Dimana penelitian sejenis untuk fokus kajian infrastruktur *charging* dan fokus Bandung *Greater Area* belum ada. Juga ini dapat menjadi bahan kajian bagi pemerintah. Penelitian dengan skema dasar unggulan perguruan tinggi, luaran yang ingin dicapai adanya hasil penelitian didiseminasikan pada prosiding konferensi internasional, terbitnya Bahan Ajar dengan ISBN (3 buah), artikel masuk pada jurnal nasional terakreditasi dan internasional bereputasi, serta manual dan standar pengelolaan.

Luaran lain yang ditargetkan TKT tingkat 2, pencatatan HKI (3 buah), selama 3 tahun penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Posisi Penelitian - Dalam 3 tahun tim peneliti menganalisa 18 penelitian dengan berbagai tema dan arah penelitian yang berkenaan dengan kendaraan bermotor listrik



Gambar 1 Peta Jalan Penelitian

Teori yang melandasi :

A. Regulasi Kendaraan Bermotor Listrik.

Regulasi berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan, maka diperlukan penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai tersebut. Pengaturan mengenai penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai ini diatur melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2020.

Landasan kebijakan/hukum yang utama dari Kajian Teknoekonomi dan Riset Pasar dalam Ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik (Charging Station) ini adalah:

1. UU No. 11 Tahun 2019 Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek).
2. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2020 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 883).

3. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle, BEV) untuk Transportasi Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 146). Diantara percepatan program KBL Berbasis Baterai untuk transportasi jalan diselenggarakan dengan penyediaan insentif dan penyediaan infrastruktur pengisian listrik dan pengaturan tarif tenaga listrik untuk KBL .

4. Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub) Nomor 45 Tahun 2020 Tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik.

5. Permenperin No. 27 tahun 2020 tentang Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan, dan Ketentuan Penghitungan Tingkat Komponen Dalam Negeri Kendaraan Bermotor Dalam Negeri Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle)24.

B. Kajian Pentingnya KBL

Perlunya kajian kendaraan bermotor listrik karena peningkatan pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia, disebabkan oleh moda transportasi darat sekitar 80% dan berdampak pada peningkatan NOx hingga 51% (dari 814 kt/tahun pada tahun 2015 menjadi 1.225 kt/tahun pada tahun 2030), PM2.5 hingga 26% (dari 87.7 kt/tahun pada tahun 2015 menjadi 110.5 kt/tahun pada tahun 2030), serta polutan lainnya seperti SO₂, PM₁₀, VOC, dan O₃ (Haryanto, 2018). Kendaraan listrik sebagai moda transportasi darat menjadi alternatif terbaik untuk menanggulangi krisis sumber minyak mineral dan dampak pencemaran lingkungan yang sedang dihadapi saat ini. Jenis mobil yang listrik antara lain: HEV(Hybrid-Electric Vehicle), BEV(Battery Electric Vehicle), dan PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle).

C. Kendaraan Bermotor Listrik

Kendaraan listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggerak dan baterai sebagai penyimpan energi listriknya. Mobil listrik terdiri dari beberapa komponen utama antara lain motor listrik, baterai (accu), alat pengisian ulang (charger), kontrol kecepatan (speed control) dan sistem manajemen energi (Energy Management System atau EMS). Mobil listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerak. Energi listrik diubah menjadi energi mekanik melalui motor listrik untuk menggerakkan mobil. Motor listrik mendapat suplai energi dari baterai yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Baterai tersebut dapat diisi ulang apabila energi listrik yang terdapat di baterai hampir

habis.

D. Charging.

Secara infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai terbagi atas:

1. Fasilitas pengisian ulang, yakni dapat berupa instalasi listrik privat (baik untuk angkutan umum maupun bukan angkutan umum) atau berbentuk stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU).
2. Fasilitas penukaran baterai, yakni berbentuk stasiun penukaran baterai kendaraan listrik umum (SPBKLU), dimana baterai yang akan diisi ulang ditukarkan dengan baterai yang telah diisi ulang.

E. Infrastruktur Pengisian Listrik KBL Berbasis Baterai (*Charging Station*).

Untuk pertama kali, penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk KBL berbasis Baterai dilaksanakan melalui penugasan kepada PT PLN (Persero); Dalam melaksanakan penugasan PT PLN (Persero) dapat bekerja sama dengan BUMN dan / atau Badan Usaha lainnya. Secara umum infrastruktur terdiri dari :

1. Stasiun penukaran Baterai Kendaraan Listrik (SPBKLU)
2. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) 25

F. Bandung Greater Area.

Wilayah metropolitan Bandung, secara resmi Cekungan Bandung (Cekungan Bandung) atau Bandung Raya (Bandung Raya), adalah sebuah wilayah metropolitan yang mengelilingi kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia. Daerah ini adalah rumah bagi 8,79 juta orang pada tahun 2020 dan terdiri dari kabupaten dan kota yang sebelumnya merupakan bagian dari pemerintahan "Keresidenan Priangan Tengah" era Hindia Belanda. Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat Kabupaten Sumedang, bersama dengan kota Bandung dan Cimahi.

Pembagian administratif	Area (/ km ² 2020)	Sensus Populasi 2010	Sensus Population 2020	Kepadatan Populasi (/ km ² 2020)	
Kota Bandung	167.31	2,394,873	2,444,160	14,608.5	
Kota Cimahi	40.37	541,177	568,4	14,079.8	
Kabupaten Bandung	1,762.40	3,178,543	3,623,790	2,056.2	
Kabupaten Bandung Barat	1,305.77	1,506,448	1,788,336	1,369.6	
Kabupaten Sumedang	224.53	349,75	365,622	1,628.4	
Area Metropolitan		3,500.38	7,970,791	8,790,308	2,511.2

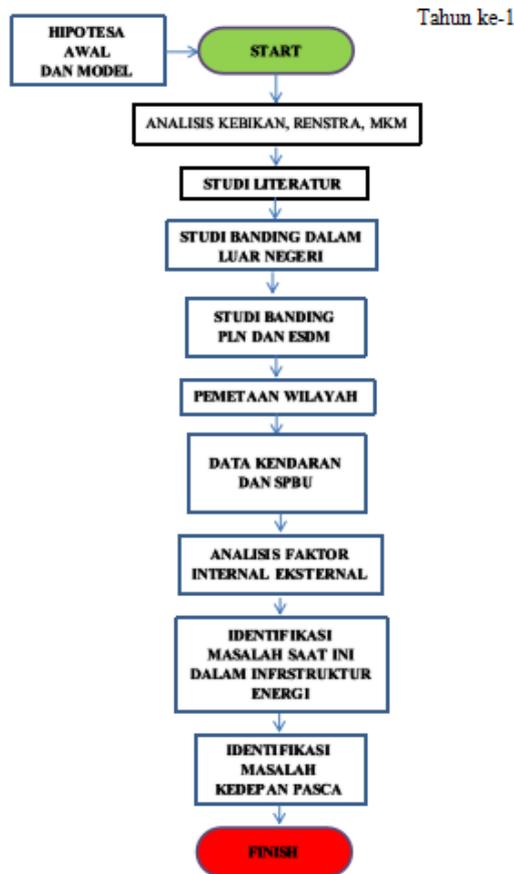
Sumber:

https://everything.explained.today/Bandung_metropolitan_area/

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode penelitian pengembangan (litbang), dengan pendekatan Mixed Method yang merupakan gabungan dari metode kuantitatif dan kualitatif. Litbang merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Langkah-langkah litbang dilakukan melalui suatu siklus, diawali dengan melakukan analisis kebutuhan. Langkah selanjutnya adalah menentukan karakteristik atau spesifikasi produk kajian yang akan dihasilkan. Setelah itu barulah dibuat produk awal (draft) yang masih kasar, kemudian produk tersebut diujicoba pada lapangan secara terbatas. Selama kegiatan uji coba, dilakukan observasi dan evaluasi. Berdasarkan hasil observasi dan evaluasi, selanjutnya diadakan penyempurnaan. Evaluasi dan penyempurnaan dilakukan kontinyu sehingga diperoleh sebuah kajian yang terbaik atau standar.

Beberapa metode yang digunakan yaitu metode deskriptif, komparatif, evaluatif, dan normatif. Metode deskriptif sebagai langkah awal untuk menghimpun data/kondisi terkait fenomena yang sedang diteliti. Metoda komparatif digunakan sebagai langkah untuk membandingkan dua atau lebih data pada bidang yang sama. Metode evaluatif digunakan untuk mengevaluasi proses ujicoba pengembangan kajian. Evaluasi dilakukan baik terhadap hasil maupun prosesnya. Temuan-temuan selama ujicoba digunakan sebagai pertimbangan untuk melakukan penyempurnaan. Metoda normatif digunakan untuk mengkaji data sekunder berupa peraturan, kebijakan, serta literatur lainnya.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian tahun pertama



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian tahun kedua

ASPEK YANG DITELITI	TARGET LUARAN YANG DICAPAI
Tahun I: (a) Analisis hipotetik,RENSTRA, IKU dan MBKM (b) Studi Literatur (c) Studi Banding sistem charging dalam negeri (d) Studi Banding sistem charging luar negeri (e) Studi Banding ke PLN dan ESDM (f) Pemetaan Wilayah Bandung Greater Area (g) Data kendaraan dan SPBU BGA (h) Analisis faktual internal dan eksternal faktor (i) Identifikasi akar masalah kedepan	Tahun I: (a) Rangkuman kebijakan KBL, IKU dan MBKM (b) Identifikasi kebijakan dan kebutuhan KBL (c) Laporan Kondisi faktual dan analisa akar masalah (d) Fakta data dan road map PLN dan ESDM Pusat (e) Analisa RCA dan SWOT KBL (f) Analisa RCA dan SWOT fasilitas Charging (g) Database dan kendaraan BGA
Tahun II: (a) Analisa penerimaan program KBL (b) Analisa Teknoekonomi KBL dan fasilitas charge kendaraan kedepan dan dukungan charging (c) Analisis Sosial budaya shifting dan pertumbuhan kendaran kedepan dan dukungan charging Greater Area (d) Analisis Geografi dan demografi Bandung Greater Area (e) Analisis kondisi ideal : Teknologi, Energi, SDM (f) Analisis faktor internal dan eksternal plus minus	Tahun II: (a) Laporan Analisa penerimaan program KBL (b) Laporan Analisa Teknoekonomi KBL dan fasilitas charge (c) Laporan Analisis Sosial budaya shifting dan pertumbuhan kendaran kedepan dan dukungan charging (d) Laporan Analisis Geografi dan demografi Bandung Greater Area
Tahun III: (a) Analisa Rantai pasok Fasilitas Charging (b) Pemodelan sistem komputerisasi (c) Analisis dukungan dan road map PLN Jabar (d) Analisis dukungan dan road map ESDM Jabar (e) Analisis dukungan Logistik TNI-POLRI bagian pengadaan fasilitas energi (f) Analisis dukungan angkutan PEMDA - PEMPROV (g) RCA dan KBL Pemprov dan BGA (h) Analisa startegis fasilitas Charging BGA	Tahun III: (a) Formulasi model Wisata Ziarah (b) Modul standar pengelolaan Wisata Ziarah (c) Seminar Nasional dan Prosiding (d) Jurnal Internasional (e) HKT Model Wisata Ziarah (f) Informasi ke media cetak dan elektronik (g) Rancangan Sistem Informasi Smart Tourism (h) Bahan ajar pemodelan sistem (i) Pelaporan maknawala lulus SKS MBKM (j) Dokumen lengkap persiapan sertifikasi

HASIL YANG DICAPAI DARI KEGIATAN PENELITIAN DASAR :

1. Menghasilkan Kajian aspek Regulasi, Teknoekonomi, Sosial budaya dan industri
2. Menghasilkan database dan pemetaan perencanaan fasilitas charging
3. Menghasilkan buku panduan
4. Menghasilkan Jurnal Internasional
5. Menghasilkan Jurnal nasional terakreditasi
6. Menghasilkan Hak atas Kekayaan Intelektual
7. Publikasi ilmiah pada Proseding
8. Publikasi ke media cetak
9. Menghasilkan bahan ajar 2 program studi
10. Meluluskan mahasiswa Program MBKM
11. Dokumen lengkap persiapan sertifikasi bidang pariwisata berkelanjutan
12. Dokumentasi lengkap
13. Laporan akhir penelitian dan proposal pra-PKM
14. Perencanaan sosialisasi KBL dan charging berbasis TIK

Detail Perencanaan Penelitian (2)

Tahun 2022 sebagai tahun pertama dilakukan studi literatur, studi banding dan melakukan survey lapangan. Tahun ini juga dengan pemetaan geografi, demografi dan posisi SPBU. Pada tahun pertama target luaran berupa buku ber -ISBN, Jurnal Nasional dan Seminar nasional dengan terbitan proseding. Tahun kedua selanjutnya disusun pra kajian. Kemudian dilaksanakan Forum Group Discussion dan validasi kajian dengan para pakar dari : Perwakilan pemerintah seperti dari Kementrian ESDM, Pimpinan PLN, Perwakilan pemerintah Provinsi Jawa Barat, Perwakilan pemerintah Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat, Kota Cimahi dan Kabupaten Sumedang. Luaran yang ditargetkan buku ber -ISBN, Jurnal Nasional dan Seminar nasional dengan terbitan proseding, dan Hak Cipta. Tahun ketiga penyusunan kajian penelitian dan divalidasi sampai akhir. Hasil Kajian dipresentasikan di pimpinan Universitas, LPPM dan perwakilan pemerintah kota Bnadung. Luaran tahun ketiga buku ber -ISBN, Jurnal Nasional dan Seminar nasional dengan terbitan proseding, dan Hak Cipta. Penelitian sesuai dengan Rencana Induk Riset Nasional 2017-2045 yaitu Green Economy, dengan skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) rumpun ilmu Keteknikan Industri kode 443/ Teknik Energi di bidang rumpun ilmu Keteknikan Industri, dengan SBK Riset Dasar, Bidang Fokus riset Integrasi Fokus Riset Energi - Energi Baru dan Terbarukan dengan tema riset Teknologi substitusi bahan bakar dengan topik riset Pengembangan dan pemanfaatan bioenergi untuk transportasi, listrik dan industri.. Penelitian sesuai progam MBKM yang sepenuhnya melibatkan mahasiswa dalam

penelitian. Penelitian mengikuti Rencana Strategis (RENSTRA) UNINUS yaitu sesuai norma dan etika akademik sesuai dengan prinsip otonomi keilmuan. UNINUS telah menetapkan prioritas pengembangan dan strategi Program Universitas pada tahun 2022 - 2027 di bidang penelitian yaitu Menciptakan budaya meneliti yang berkualitas dan berkesinambungan. Berdasarkan Visi dan Misi Uninus pada Pasal 2 Penelitian disesuaikan dengan Indikator Kinerja Utama (IKU) UNINUS dengan sasaran ke-4 yaitu Budaya Meneliti yang berkualitas dan berkesinambungan, yang terdiri dari 10 butir IKU.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah: Lembar observasi (Observtion sheet), Panduan wawancara (Interview Guidance), dan Lembar Angket. Teknik pengumpulan dan validasi data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: studi literatur, teknik observasi, teknik studi komparasi, teknik Autoanamnesa Interview, teknik Indepth Interview, teknik Focuss Group Discussion (FGD), teknik angket, dan teknik Analisis SWOT.

ANALISIS DATA

1. Teknologi Kendaraan Bermotor Listrik

Dalam upaya untuk kurangi efek negatif pada lingkungan, industri otomotif tetap mengembangkan teknologi kendaraan bermotor berbasis baterai sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bersama dengan mobil konvensional berbahan bakar Internal Combustion Engine (ICE). Seiring waktu, bermacam model Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) sudah muncul, mencakup Hybrid Electric Vehicle (HEV), Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV), dan Battery Electric Vehicles (BEV).

Hybrid Electric Vehicles (HEV) memadukan mesin pembakaran didalam dengan motor listrik, menopang mengoptimalkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi. Sementara itu, Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) amat mungkin penggunaan listrik sebagai sumber daya utama dengan tambahan opsi pengisian daya dari mesin pembakaran dalam, beri tambahan fleksibilitas dan efisiensi daya yang lebih tinggi.

Puncak teknologi ramah lingkungan terletak terhadap Battery Electric Vehicles (BEV) yang semuanya tergantung terhadap daya listrik untuk penggerakannya. BEV tidak menghasilkan emisi segera waktu digunakan, dan dengan pertumbuhan infrastruktur pengisian daya, penduduk makin lama terbuka untuk beralih ke kendaraan ini. Meskipun tantangan seperti jarak tempuh dan infrastruktur pengisian daya masih jadi pertimbangan, pertumbuhan teknologi dan investasi didalam penyimpanan daya baterai tetap meningkatkan kinerja dan daya tarik BEV. Secara keseluruhan, pertumbuhan bermacam jenis KBLBB ini mencerminkan prinsip industri otomotif untuk menciptakan solusi transportasi yang lebih ramah

lingkungan. Dengan inovasi yang terus-menerus, dikehendaki teknologi ini akan makin lama di terima oleh masyarakat, berkontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca dan menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kendaraan listrik seluruhnya (BEV) menonjol sebagai pilihan terbaik didalam mengurangi emisi CO₂ bersama pencapaian 100%, namun, kesuksesan ini disertai bersama ongkos tambahan yang substansial. OTR price dan keperluan bakal infrastruktur pengisian energi yang lebih baik jadi halangan utama, menciptakan kendala penting didalam penerimaan masyarakat pada kendaraan ini. PHEV menunjukkan keseimbangan yang lebih baik antara efisiensi dan biaya, bersama pengurangan emisi CO₂ sebesar 74%. Namun, OTR price yang tinggi dan ketergantungan pada stasiun pengisian energi tetap jadi tantangan kritis. Sementara itu, kendaraan berbahan bakar CNG menawarkan opsi bersama ongkos tambahan yang lebih rendah, namun pengurangan emisi CO₂ yang lebih terbatas (20- 30%). Meskipun demikian, tantangan terkait bersama spesifikasi CNG dan kurangnya stasiun pengisian masih jadi perhatian. Flexy Engine Vehicle (FEV) bersama bahan bakar biofuel mengemuka sebagai solusi yang menarik bersama pengurangan emisi 100% dan ongkos tambahan yang relatif rendah. Namun, spesifikasi biofuel yang pas wajib diakui sebagai tantangan utama.

Secara keseluruhan, perihal selanjutnya mencerminkan kompleksitas didalam memilih teknologi yang paling pas untuk mengurangi emisi CO₂, pertimbangkan aspek lingkungan dan ekonomi. Tantangan infrastruktur dan ongkos tambahan wajib diatasi secara bersamaan supaya inovasi otomotif ini bisa memberi tambahan dampak positif secara penting didalam melawan perubahan iklim.

2. Infrastruktur Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU)

Pemerintah mengupayakan keras didalam mewujudkan target Net Zero Emission (NZE) di sektor energi bersama mengambil alih cara utama didalam mendorong pemanfaatan kendaraan listrik didalam sektor transportasi. Untuk menggapai target ini, Pemerintah telah mengambil alih beberapa langkah konkret, terhitung penerapan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 yang mempercepat program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan. Selain itu, Peraturan

Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 terhitung ditetapkan untuk memfasilitasi penyediaan infrastruktur pengisian listrik kendaraan bermotor listrik berbasis baterai.

Dukungan infrastruktur untuk kendaraan bermotor listrik mencakup Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) dan Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU). Di th. 2022 ketersediaan SPKLU ditargetkan sebesar 693 unit dan realisasinya adalah 1415 unit, supaya capaiannya sebesar 204,18%. Rincian realisasinya SPKLU selanjutnya merupakan paduan antara SPKLU + Private Charging Station sebanyak 439 unit dan SPBKLU sebanyak 976 unit. SPKLU tersebar di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku maupun Papua. Sementara sebaran untuk SPBKLU meliputi Pulau Sumatera, Jawa, Bali, dan Sulawesi.

Dalam usaha untuk mempercepat pelaksanaan program kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (BEV) dan tingkatkan efektivitas pemantauan serta evaluasi penyediaan infrastruktur pengisian listrik, evaluasi dan revisi terhadap Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 tahun 2020 sudah ditunaikan sepanjang tahun 2022. Usulan perubahan tersebut sudah formal disahkan terhadap tanggal 13 Januari 2023 lewat Peraturan Menteri ESDM Nomor 1 Tahun 2023 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. Beberapa poin revisi termasuk aspek style teknologi, implementasi tarif tenaga listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, dan integrasi aplikasi di dalam penyediaan infrastruktur pengisian listrik untuk kendaraan bermotor listrik berbasis baterai.

Bisnis Electric Vehicle Charging Station (EVCS) kedepannya diproyeksikan bakal menjadi tren baru. Bahkan selagi ini, PT PLN (Persero) selaku BUMN penyedia tenaga listrik sudah mengakses fasilitas kerja mirip bisnis penyediaan infrastruktur pengisian ulang kendaraan listrik lewat skema partnership SPKLU PLN "Investor Own Investor Operate (IO2) Model" yang sudah diluncurkan lewat website formal PT PLN (Persero).

3. Potensi KBLBB di dalam Mengurangi Emisi CO₂

Data penggunaan kendaraan listrik tunjukkan bahwa pergeseran menuju adopsi yang lebih luas dari mobil listrik mempunyai dampak besar terhadap penghematan kekuatan dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Data tunjukkan bahwa seiring bersama dengan peningkatan kandungan penggantian, manfaatnya bukan cuma berupa linear, tapi mengalami perkembangan eksponensial.

Sebagai contoh, terhadap tingkat penggantian 2,5%, di mana 88.148 mobil listrik menggantikan kendaraan konvensional, penghematan kekuatan capai 831,38

GWh dan pengurangan emisi sebesar 0,0315 juta ton CO₂ untuk mobil bensin dan 0,0218 juta ton CO₂ untuk mobil diesel. Namun, kala kandungan penggantian meningkat menjadi 10%, dampaknya meningkat secara substansial, tunjukkan dampak pemindahan yang lebih efisien dari sumber kekuatan konvensional ke sumber kekuatan listrik.

Penting untuk dicatat bahwa tingkat penggantian yang lebih tinggi termasuk menambahkan manfaat ekonomi, karena penghematan kekuatan yang vital mampu mengurangi ketergantungan terhadap sumber kekuatan yang terbatas dan harga kekuatan yang fluktuatif. Ini menambahkan kesempatan untuk investasi lebih lanjut di dalam infrastruktur dan teknologi kendaraan listrik, menciptakan lingkungan yang menopang inovasi dan perkembangan ekonomi.

Sementara itu, implikasi lingkungan dari tingkat penggantian yang lebih tinggi, seperti 50% atau apalagi 100%, tunjukkan potensi luar biasa untuk capai obyek pengurangan emisi secara signifikan. Dalam skenario penggantian 100%, bersama dengan 3.525.925 mobil listrik, penghematan kekuatan capai 33.255,35 GWh dan pengurangan emisi sebanyak 1,2587 juta ton CO₂ untuk mobil bensin dan 0,8731 juta ton CO₂ untuk mobil diesel.

Metode Plan, Do, Check, Action (PDCA) digunakan untuk merancang trik perkembangan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) didalam upaya untuk mendukung perkembangan mobil listrik dan meraih obyek pengurangan gas tempat tinggal kaca di Indonesia. Tahap perencanaan (Plan) melibatkan identifikasi daerah perbaikan di bidang teknologi, infrastruktur pengisian daya, dan perlindungan kebijakan. Langkah pelaksanaan (Do) mencakup implementasi trik bersama dengan fokus terhadap peningkatan infrastruktur dan insentif untuk mendorong adopsi mobil listrik. Evaluasi (Check) dilaksanakan untuk menilai pengaruh trik yang udah diimplementasikan, dan beberapa langkah perbaikan (Action) diambil berdasarkan hasil evaluasi tersebut.

Plan-Do-Check-Action Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai

Perencanaan (Plan)

1. Mengesahkan proses konversi kendaraan bermotor konvensional ke motor listrik di bengkel umum resmi yang ditetapkan oleh pemerintah.

2. Membebaskan kendaraan listrik dari Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB).
3. Menyusun basic pengenaan pajak dan cost balik nama untuk kendaraan listrik.
4. Merinci standar soket pengisian daya, skema bisnis, insentif, dan tarif listrik untuk operator SPKLU dan SPBKLU.

Pelaksanaan (Do)

1. Investasi asing untuk menolong pertumbuhan mobil listrik di Indonesia.
2. Sebuah holding industri baterai, yaitu Konsorsium BUMN yang terdiri dari MIND ID, Antam, Pertamina, dan PLN, menentukan tujuan produksi sel baterai sebesar 33 GWh/tahun.
3. Pada tahun 2021, PT International Chemical Industry memiliki rencana memulai produksi sel baterai bersama dengan kapasitas 256 MWh/tahun.
4. Kawasan industri utama untuk produksi nikel-sulfat dan kobalt-sulfat sebagai komponen baterai terletak di Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP) di Sulawesi Tengah dan Indonesia Weda Industrial Park (IWIP) di Maluku Utara.

Evaluasi (Check)

1. Perlu dijalankan peninjauan ulang terhadap pelaksanaan rencana strategis (roadmap) berkenaan baterai dan kendaraan listrik.
2. Diperlukan tambahan kebijakan pembebasan pajak, juga PPN, PPh, dan bea impor oleh pemerintah.
3. Pemerintah daerah sebaiknya menentukan lebih banyak insentif, baik yang berupa non-fiskal maupun finansial.
4. Diperlukan upaya lebih lanjut dari pemerintah dalam melakukan kampanye dan sosialisasi berkenaan keputusan dan keuntungan memanfaatkan kendaraan listrik.

Perbaikan (Action)

1. Penyesuaian harga menjadi faktor penarik bagi masyarakat supaya beralih dari mobil konvensional ke kendaraan listrik.
2. Perkembangan produksi mobil listrik dan SPKLU mesti sejalan, bersama dengan harapan sanggup raih tujuan yang ditetapkan.
3. Diperlukan percepatan dalam industri baterai dan bahan lain yang menolong kemajuan mobil listrik.
4. Pemerintah bersama dengan industri mesti menentukan sasaran untuk produksi, penjualan, dan pembelian mobil listrik.

Keterlibatan subsektor transportasi mempunyai peran yang amat penting dalam menolong pencapaian tujuan zero emission di Indonesia. Selain itu, sektor ini menjadi pertimbangan yang krusial dalam perencanaan

jangka panjang Pemerintah Indonesia. Penggunaan kendaraan listrik berkontribusi terhadap pengurangan emisi yang lebih rendah dibandingkan bersama dengan kendaraan konvensional yang terkait terhadap bahan bakar fosil. Indonesia sudah berkomitmen untuk kurangi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 29% lewat bisnis nasional, dan tujuan tersebut sanggup ditingkatkan menjadi 41% bersama dengan pertolongan internasional terhadap tahun 2030, sebagaimana dijelaskan dalam Nationally Determined Contribution (NDC).

KESIMPULAN

1. Pemerintah Indonesia bertekad mendorong pemanfaatan kendaraan listrik untuk meraih target Net Zero Emission (NZE) di sektor energi. Kebijakan, seperti Peraturan Presiden dan Peraturan Menteri ESDM, mencerminkan komitmen mengurangi emisi gas rumah kaca. Infrastruktur pendukung, termasuk SPKLU dan SPBKLU, melampaui target terhadap 2022. Revisi Peraturan Menteri ESDM perhatikan adaptasi terhadap perkembangan teknologi. Proyeksi usaha EVCS jadi kuat bersama PT PLN mengakses kerja sama melalui skema IO2 Model. Dengan beberapa langkah ini, Indonesia memastikan komitmennya terhadap mobilitas berkesinambungan dan ramah lingkungan.
2. Adopsi kendaraan listrik memberi tambahan efek positif besar terhadap penghematan daya dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Peningkatan kadar penggantian kendaraan konvensional bersama mobil listrik membuahkan faedah eksponensial, termasuk efisiensi yang lebih baik. Tingkat penggantian yang tinggi termasuk berkontribusi terhadap keberlanjutan ekonomi dan mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya terbatas serta harga daya yang fluktuatif. Kendaraan bermotor listrik di Indonesia menjadi pendorong utama trik hilirisasi nikel yang efisien. Langkah-langkah ini melibatkan pengolahan tambahan nikel untuk baterai kendaraan listrik, menciptakan nilai jadi dan merangsang perkembangan industri didalam negeri. Ekspor produk hilir nikel, terutama baterai kendaraan listrik, sanggup tingkatkan penerimaan negara dan menciptakan lapangan kerja baru. Hal ini mencerminkan komitmen Indonesia terhadap perkembangan ekonomi

berkesinambungan dan pencapaian target keberlanjutan energi dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adittyta, Angga Putra. (2024). Kebijakan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) dalam Transisi Energi di Indonesia. *Jurnal Analisis Kebijakan Ekonomi*.
- Aziz, M. (2020). Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terhadap Mobil Listrik. *Info, XI(14/II/Puslit/Juli/2019)*, 19-24.
- Budiarto, B., Judianto, O. (2019). Perancangan Mobil Listrik Ramah Lingkungan Berbasis City Car. *Jurnal Inosains*, 14(2).
- Darmana, T., Oktaria Handayani, H., Rusjdi, H. (2018). Analisa Perbandingan Unjuk Kerja Pemakaian Bahan Bakar. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10(1), 64-69.
- Dharmawan, I.P., Kumara, I.N.S., Budiastira, I.N. (2021). Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik di Indonesia. *Jurnal Spektrum*, 8(3), 90-101. Retrieved from <https://ojs.unud.ac.id>
- Efendi, A. (2020). Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17, 25-32.
- Harjono, D., Wahyu Widodo. (2021). Analisis Sistem Penggerak Motor BLDC pada Mobil Listrik. *Elit Journal*, 11, 11-22.
- Institute for Essential Services Reform (IESR). (2018). *The Future of Transport: - Inclusive Renewable Energy*. Retrieved from <https://energiterbarukan.org/assets/2019/12>
- Kamajaya, F.S., Muhammad Muzmi Ulya. (2015). Analisis Teknologi Charger untuk Kendaraan Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(3), 163-166.
- Liun, E. (2017). Dampak Peralihan Massal Transportasi Jalan Raya. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 113-122.
- Mahdi, M.L. (2020). Kajian tentang Efektifitas Mobil Listrik dalam Menunjang Transportasi. *Jurnal UIKA Bogor*. Retrieved from <http://ejournal.uika-bogor.ac.id70-752020>
- Matarru, A.A., Sidik Boedoyo, M., Yusgiantoro, P.

(2020). Analisa Pengembangan Fast Charging System. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/342047384_ANALYSIS_OF_FAST_CHARGING_SYSTEM_DEVELOPMENT_FOR_ELECTRIC_VEHICLE_IMPLEMENTATION_IN_INDONESIA

Nugroho, N., Agustina, S. (2015). Analisa Motor DC (Direct Current) sebagai Penggerak Mobil Listrik. Jurnal Mikrotiga, 2(1), 24-38.

Parinduri, L., Yusmartato, Taufik Parinduri. (2018). Kontribusi Konversi Mobil Konvensional ke Mobil Listrik. Journal of Electrical Technology, 3(2), 116-120.

Pusat Teknologi Kawasan Spesifik dan Sistem Inovasi Deputi Bidang Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2020). Kerangka Acuan Kegiatan (KAK) 2021. Retrieved from [source]

Sidabutar, V.T.P. (2020). Kajian Pengembangan Kendaraan Listrik di Indonesia. Jurnal Paradigma Ekonomika, 15(1), 21-38.

Sumantri, B., Abimayu, A., Tamami, N. (2018). Sistem Portable Dashboard Berbasis Android untuk Mobil Listrik. Jurnal Rekayasa Elektrika, 14(3), 167-173.

Subekti, R.A., Sudibyo, H., Susanti, V., Saputra, H.M., Hartanto, A. (Year). Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional. LIPI PRESS,