

Transisi Menuju Kendaraan Listrik di Indonesia: Strategi Pengurangan Emisi, Pengelolaan Limbah, dan Peningkatan Pelayanan Publik Berkelanjutan

¹David Anugrah Lumban Gaol, ²M.B. Zubakhrum Tjenreng✉

^{1,2}Institut Pemerintahan Dalam Negeri, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini mengkaji upaya Indonesia dalam transisi menuju kendaraan listrik sebagai bagian dari komitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sesuai dengan *Paris Agreement*. Dalam konteks ini, sektor transportasi menjadi kontributor utama emisi karbon, dengan kendaraan darat menyumbang lebih dari 80% dari total emisi sektor energi. Indonesia menargetkan penurunan emisi sebesar 32% dengan usaha sendiri dan 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030. Kendaraan listrik dipandang sebagai solusi untuk mengurangi emisi, namun tantangan lingkungan muncul terkait pengelolaan limbah baterai yang mengandung material berbahaya seperti litium, nikel, dan kobalt. Penelitian ini mengidentifikasi pentingnya kebijakan yang mendukung ekosistem kendaraan listrik, termasuk pembangunan infrastruktur hijau, pengelolaan limbah baterai, dan penguatan regulasi ekonomi sirkular. Melalui pendekatan kualitatif dengan studi literatur, penelitian ini menekankan perlunya langkah-langkah strategis seperti pembangunan stasiun pengisian daya berbasis energi terbarukan, insentif untuk produksi lokal, serta literasi publik untuk mendukung transisi energi yang berkelanjutan. Selain itu, penerapan prinsip good governance termasuk transparansi, akuntabilitas, dan partisipasi publik dianggap krusial dalam memastikan kebijakan ini berjalan efektif. Dengan langkah-langkah tersebut, Indonesia dapat mencapai target emisi global sambil memastikan pelayanan publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta memperkuat posisi negara dalam mitigasi perubahan iklim dan perlindungan hak asasi manusia terhadap lingkungan hidup yang sehat.

Kata Kunci: *emisi; kendaraan listrik; limbah; lingkungan; pelayanan publik.*

Abstract

This study examines Indonesia's efforts in transitioning to electric vehicles as part of its commitment to reduce greenhouse gas emissions in line with the Paris Agreement. In this context, the transportation sector is a major contributor to carbon emissions, with land vehicles accounting for more than 80% of total emissions from the energy sector. Indonesia aims to reduce emissions by 32% through its own efforts and by 41% with international assistance by 2030. Electric vehicles are seen as a solution to reduce emissions; however, environmental challenges arise regarding the management of battery waste containing hazardous materials such as lithium, nickel, and cobalt. This research identifies the importance of policies that support the electric vehicle ecosystem, including the development of green infrastructure, battery waste management, and strengthening circular economy regulations. Using a qualitative approach with literature review, this study emphasizes the need for strategic measures such as building charging stations based on renewable energy, incentives for local production, and public literacy to support sustainable energy transition. Additionally, the application of good governance principles such as transparency, accountability, and public participation is considered crucial to ensure the effective

implementation of these policies. With these measures, Indonesia can achieve global emission targets while ensuring environmentally friendly and sustainable public services, as well as strengthening the country's position in climate change mitigation and protecting human rights to a healthy environment.

Keywords: *emissions; electric vehicles; waste; environment; public services.*

Copyright (c) 2025 David Anugrah Lumban Gaol

✉ Corresponding author :

Email Address : ¹MTSP.42.3607@ipdn.ac.id, ²tjenreng@gmail.com

PENDAHULUAN

Salus populi suprema lex esto, keselamatan rakyat adalah hukum tertinggi. Adagium ini menggambarkan filosofi dasar dari setiap kebijakan publik, yang idealnya selalu mengutamakan kepentingan dan keselamatan masyarakat luas. Negara, melalui perangkat hukumnya, wajib memastikan kebijakan yang diambil tidak hanya memenuhi kepentingan jangka pendek, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan demi generasi masa depan. Hal ini sejalan dengan Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UUD 1945) yang menegaskan tujuan negara untuk melindungi segenap bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia serta memberikan kehidupan yang layak bagi kemanusiaan yang adil dan beradab.

Sebagai wujud tanggung jawab konstitusional tersebut, Indonesia telah meratifikasi *Paris Agreement* melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement To The United Nation Framework Convention On Climate Change* (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim), dengan komitmen menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 32% dengan kemampuan sendiri, dan 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030. Sektor transportasi darat menjadi sorotan utama karena menyumbang sekitar 1,3 gigaton CO₂ pada 2022, atau lebih dari 80% emisi sektor energi secara nasional. Oleh sebab itu, peralihan dari kendaraan berbahan bakar fosil ke kendaraan listrik menjadi pilihan strategis yang tidak bisa ditunda.

Dalam kerangka hak asasi manusia, hak atas lingkungan hidup yang bersih dan sehat telah diakui sebagai bagian dari hak dasar manusia. Pasal 28H ayat (1) UUD 1945 menyatakan bahwa:

"setiap orang berhak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat."

Mandat dari pasal ini sejalan pula dengan prinsip-prinsip *Universal Declaration of Human Rights* (UDHR) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-13 tentang penanganan perubahan iklim. Dengan demikian, kebijakan transisi energi ini bukan hanya sekadar transformasi teknologi, melainkan juga pemenuhan hak dasar warga negara atas lingkungan yang layak huni. Untuk mendorong peralihan tersebut, pemerintah Indonesia menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan serta memberikan insentif bagi pembelian kendaraan listrik. Tahun 2023, pemerintah menyediakan insentif hingga Rp80 juta untuk pembelian mobil listrik, Rp40 juta untuk mobil hybrid, Rp8 juta untuk motor listrik, dan Rp5 juta untuk motor konversi. Namun, perlu dicatat bahwa insentif ini difokuskan pada kendaraan yang memenuhi persyaratan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN), untuk mendukung industri lokal dan mendorong terciptanya lapangan kerja baru. Hal ini sejalan dengan prinsip *good governance*, yaitu tata kelola pemerintahan yang transparan, partisipatif, akuntabel, dan responsif terhadap

kebutuhan masyarakat.

Lebih lanjut, dalam aspek *good governance*, penerapan kebijakan ini mencerminkan prinsip efektivitas dan efisiensi pelayanan publik sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik. Pemerintah berkewajiban menyediakan layanan transportasi yang ramah lingkungan, terjangkau, mudah diakses, dan berkesinambungan. Sayangnya, realisasi di lapangan masih menghadapi tantangan signifikan. Hingga akhir 2024, Indonesia baru memiliki sekitar 1.800 unit Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU), angka yang jauh dari kebutuhan nasional, terutama untuk mendukung konektivitas di daerah-daerah terpencil. Keterbatasan ini menunjukkan masih adanya kesenjangan dalam pemenuhan hak masyarakat atas layanan publik yang setara, inklusif, dan merata di seluruh wilayah Indonesia. Di sisi lain, potensi limbah baterai kendaraan listrik menjadi isu yang semakin mendesak. Diperkirakan, pada tahun 2030 Indonesia akan menghasilkan sekitar 12 GWh limbah baterai kendaraan listrik. Tanpa pengelolaan yang memadai, limbah ini dapat mencemari tanah dan air, serta membahayakan kesehatan manusia melalui paparan logam berat seperti litium, kobalt, dan nikel. Hal ini menunjukkan pentingnya kebijakan holistik yang tidak hanya mendorong adopsi kendaraan listrik, tetapi juga mencakup pembangunan infrastruktur daur ulang limbah yang berstandar internasional, demi menjaga keberlanjutan lingkungan hidup.

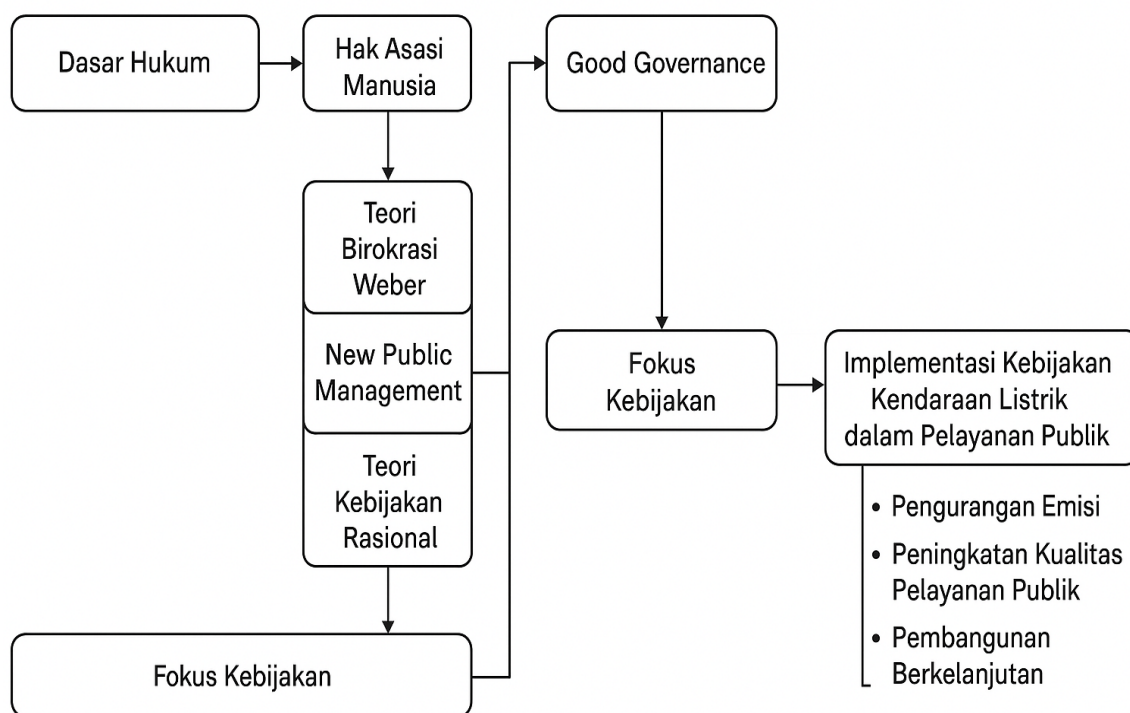
Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa kebijakan transisi menuju kendaraan listrik di Indonesia memuat dimensi multidisipliner yang kaya untuk diteliti lebih lanjut. Dari perspektif hukum, kebijakan ini merupakan implementasi konkret dari berbagai peraturan nasional dan komitmen internasional. Dari sisi hak asasi manusia, ini adalah bagian integral dari upaya negara dalam memenuhi hak warga negara atas lingkungan yang bersih dan sehat. Sementara itu, dari perspektif *good governance* dan pelayanan publik, keberhasilan kebijakan ini sangat ditentukan oleh sejauh mana pemerintah mampu menciptakan sistem tata kelola yang inklusif, transparan, dan akuntabel. Untuk itu, penelitian lebih lanjut diperlukan guna mengeksplorasi efektivitas kebijakan insentif kendaraan listrik, kesiapan infrastruktur pendukung, serta kesiapan sistem pengelolaan limbah baterai secara berkelanjutan. Selain itu, perlu dikaji pula dampak sosial-ekonomi dari transisi ini, termasuk potensi penciptaan lapangan kerja hijau dan mitigasi risiko terhadap kelompok masyarakat yang paling rentan terdampak oleh perubahan ini. Dengan demikian, hasil penelitian nantinya diharapkan dapat memberikan kontribusi konkret bagi penyempurnaan kebijakan nasional dan percepatan transisi energi bersih di Indonesia, sesuai dengan amanat konstitusi serta cita-cita pembangunan berkelanjutan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan berbagai kerangka teori untuk menganalisis implementasi kebijakan kendaraan listrik dalam pelayanan publik di Indonesia. Dalam perspektif pelayanan publik dan *good governance*, kendaraan listrik dipandang sebagai bagian dari layanan dasar yang harus disediakan negara untuk menjamin hak masyarakat atas transportasi yang bersih dan terjangkau. Teori Birokrasi Weberian menekankan pentingnya struktur yang efisien dan transparan dalam penyelenggaraan kebijakan ini, sementara prinsip *good governance* seperti partisipasi, akuntabilitas, dan transparansi perlu diterapkan untuk memastikan kebijakan berjalan efektif. Model *New Public Management* (NPM) juga relevan dalam mendorong efisiensi layanan publik melalui kemitraan dengan sektor swasta dan pemberian insentif fiskal. Dalam konteks kebijakan publik, Model Kebijakan Rasional dan Teori Stufenplan memberikan kerangka analisis berbasis rasionalitas dan tahapan kebijakan, mulai dari identifikasi masalah tingginya emisi kendaraan konvensional, formulasi kebijakan insentif kendaraan listrik, implementasi pembangunan infrastruktur seperti SPKLU, hingga evaluasi dampak lingkungan dan sosialnya.

Lebih jauh, dari perspektif hak asasi manusia dan keadilan sosial, kebijakan kendaraan listrik harus memastikan aksesibilitas yang adil bagi seluruh lapisan masyarakat. Sesuai

dengan Pasal 28H UUD 1945 dan teori hak asasi manusia, negara berkewajiban menjamin lingkungan hidup yang sehat melalui pengurangan emisi. Teori Keadilan John Rawls dan *Capability Approach* oleh Amartya Sen menekankan pentingnya distribusi manfaat yang merata serta perluasan pilihan hidup warga negara melalui akses terhadap teknologi ramah lingkungan. Selain itu, teori pembangunan berkelanjutan dan ekonomi lingkungan mengingatkan bahwa pergeseran menuju kendaraan listrik berkontribusi pada penurunan eksternalitas negatif seperti polusi udara, serta mendukung keseimbangan pembangunan bagi generasi kini dan mendatang. Dengan landasan teoritis ini, penelitian diharapkan dapat memberi kontribusi ilmiah dalam merumuskan rekomendasi kebijakan kendaraan listrik yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga berkeadilan, partisipatif, dan berkelanjutan untuk mendukung pembangunan nasional.



Gambar 1. Alur Pemikiran Implementasi Kebijakan Kendaraan Publik dalam Pelayanan Publik

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi literatur dan analisis dokumen, untuk menggali secara mendalam bagaimana kebijakan kendaraan listrik diposisikan dalam kerangka pelayanan publik di Indonesia. Data yang dikumpulkan berasal dari berbagai sumber, seperti dokumen hukum (UUD 1945, UU No. 25 Tahun 2009, Perpres No. 55 Tahun 2019), laporan pemerintah, studi lembaga internasional serta publikasi akademik yang relevan. Subjek penelitian ini adalah dokumen-dokumen kebijakan dan publikasi resmi yang mencerminkan arah dan implementasi strategi kendaraan listrik sebagai bagian dari pelayanan publik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui telaah literatur dan studi dokumen, yang kemudian dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi tren kebijakan, tantangan implementasi, serta relevansi dengan prinsip-prinsip *good governance* dan hak asasi manusia. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran utuh mengenai kontribusi kendaraan listrik terhadap penurunan emisi nasional, serta memberikan rekomendasi kebijakan yang lebih inklusif, transparan, dan responsif guna mendukung pelayanan publik dan pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Selain itu, dalam proses analisis, penelitian ini juga menggunakan pendekatan triangulasi sumber guna meningkatkan validitas data, dengan membandingkan temuan dari dokumen kebijakan nasional, data empiris seperti statistik emisi dan adopsi kendaraan listrik,

serta kajian kritis dari lembaga internasional dan jurnal ilmiah. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai hubungan antara kebijakan kendaraan listrik, pelayanan publik, serta komitmen Indonesia dalam penurunan emisi sesuai target *Paris Agreement*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menggambarkan situasi terkini, tetapi juga mengidentifikasi kesenjangan kebijakan dan potensi perbaikan dalam rangka mencapai tata kelola pemerintahan yang baik serta pemenuhan hak atas lingkungan yang sehat sebagai bagian dari hak asasi manusia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik maupun praktis dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif dan berkeadilan di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan iklim telah menjadi tantangan global yang memerlukan respons terpadu dari semua negara, termasuk Indonesia yang merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia dan sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim seperti naiknya permukaan air laut, cuaca ekstrem, serta ancaman terhadap ketahanan pangan dan energi. Sebagai bentuk komitmen terhadap penanggulangan perubahan iklim, Indonesia meratifikasi *Paris Agreement* melalui UU No. 16 Tahun 2016 yang diperbarui pada tahun 2022, Indonesia memperkuat target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) menjadi 31,89% secara unconditional (usaha sendiri) dan 43,2% secara conditional (dengan dukungan internasional) pada tahun 2030. Selain itu, Indonesia juga mencanangkan target *net zero emission* pada tahun 2060 atau lebih cepat, sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). Komitmen ini bukan hanya bagian dari tanggung jawab global, tetapi juga diintegrasikan dalam agenda pembangunan nasional untuk mencapai pertumbuhan ekonomi hijau dan inklusif.

Transportasi menjadi salah satu sektor penyumbang emisi terbesar di Indonesia, yang memberikan dampak signifikan terhadap total emisi nasional. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, sektor transportasi menyumbang sekitar 280 juta ton CO₂, atau setara dengan 21,9% dari total emisi nasional yang tercatat sebesar 1.270 juta ton CO₂. Dari total emisi sektor transportasi ini, kendaraan darat khususnya mobil pribadi dan sepeda motor menyumbang lebih dari 80%, sementara sisanya berasal dari transportasi udara, laut, dan kereta api. Lebih lanjut, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas) mencatat, tanpa intervensi yang signifikan, emisi dari sektor transportasi diperkirakan dapat meningkat hampir dua kali lipat pada tahun 2030 akibat pertumbuhan jumlah kendaraan dan peningkatan mobilitas masyarakat. Karena itu, adopsi kendaraan listrik dipandang sebagai salah satu solusi strategis dalam mengurangi emisi karbon sektor transportasi. Pemerintah Indonesia melalui Perpres No. 55 Tahun 2019 menargetkan produksi 600.000 unit mobil listrik dan 2,45 juta unit sepeda motor listrik pada tahun 2030. Dengan realisasi target ini, diperkirakan akan mampu menurunkan konsumsi BBM hingga 6 juta barel per tahun dan menurunkan emisi CO₂ sebesar 2,7 juta ton per tahun. Selain itu, untuk mendukung percepatan adopsi kendaraan listrik, pemerintah juga telah menetapkan insentif seperti pengurangan Pajak Penjualan atas Barang Mewah (PPnBM), pembebasan Bea Masuk untuk komponen kendaraan listrik, serta pemberian subsidi langsung bagi pembelian motor listrik dan konversi kendaraan berbahan bakar fosil menjadi listrik. Strategi ini sejalan dengan peta jalan elektrifikasi transportasi nasional serta komitmen Indonesia dalam forum-forum internasional seperti G20 dan *ASEAN Summit*, di mana Indonesia mendorong transisi energi bersih sebagai bagian dari strategi pemulihan hijau pasca pandemi.

Adopsi kendaraan listrik (EV) di Indonesia tidak hanya berdampak pada pengurangan emisi karbon, tetapi juga memiliki potensi dampak ekonomi dan sosial yang signifikan. Secara ekonomi, transisi menuju kendaraan listrik dapat menciptakan peluang pertumbuhan baru, terutama dalam industri otomotif dan sektor energi terbarukan. Pemerintah Indonesia melalui Perpres No. 55 Tahun 2019 menyatakan bahwa Indonesia bertujuan untuk menjadi pusat

manufaktur kendaraan listrik di Asia Tenggara, dengan memperkuat rantai pasokan industri kendaraan listrik dan baterai. Dengan adanya kebijakan tersebut, Indonesia berharap dapat menarik investasi dari produsen mobil listrik global, seperti Tesla dan BYD, serta mempercepat pembangunan ekosistem kendaraan listrik yang melibatkan banyak sektor industri, mulai dari manufaktur, distribusi komponen, hingga pengolahan baterai bekas. Salah satu dampak langsung yang paling terlihat adalah penciptaan lapangan kerja baru. Sebagai contoh, sektor produksi baterai kendaraan listrik diperkirakan akan menciptakan lebih dari 1 juta lapangan pekerjaan pada tahun 2030, yang mencakup pekerjaan dalam manufaktur baterai, pabrik kendaraan listrik, serta industri pendukung lainnya seperti pengembangan stasiun pengisian daya (*charging stations*). Selain itu, Indonesia memiliki potensi besar dalam hal sumber daya mineral seperti nikel, kobalt, dan litium, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan baterai *lithium-ion*. Dengan memanfaatkan sumber daya alam ini secara berkelanjutan, Indonesia dapat memperkuat posisi ekonomi domestiknya dan mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan bakar fosil.

Di sisi sosial, transisi ke kendaraan listrik memberikan manfaat langsung kepada masyarakat, terutama dalam hal kualitas udara dan kesehatan. Menurut laporan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), polusi udara di Indonesia, yang sebagian besar berasal dari kendaraan bermotor berbahan bakar fosil, menyebabkan lebih dari 230.000 kematian dini setiap tahun akibat penyakit pernapasan dan kardiovaskular. Dengan beralih ke kendaraan listrik yang tidak menghasilkan emisi langsung, Indonesia dapat mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat. Hal ini sangat penting terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung yang sering kali mengalami tingkat polusi udara yang tinggi. Namun, adopsi kendaraan listrik juga menghadapi tantangan sosial yang perlu diatasi. Salah satunya adalah aksesibilitas dan kesadaran masyarakat. Meskipun kendaraan listrik memberikan manfaat jangka panjang dalam hal penghematan biaya bahan bakar dan perawatan, harga mobil listrik yang relatif lebih tinggi dibandingkan mobil konvensional menjadi hambatan bagi sebagian besar masyarakat, terutama kalangan berpendapatan rendah. Untuk itu, insentif pemerintah seperti subsidi pembelian dan pengurangan pajak sangat penting untuk meningkatkan aksesibilitas terhadap kendaraan listrik. Selain itu, pembangunan infrastruktur pengisian daya yang merata di seluruh Indonesia menjadi kunci untuk memastikan bahwa masyarakat dari berbagai daerah dapat menikmati manfaat dari kendaraan listrik ini. Adopsi kendaraan listrik juga mendorong perubahan dalam pola konsumsi energi masyarakat. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), diperkirakan konsumsi listrik untuk kendaraan listrik dapat meningkat hingga 10 terawatt-jam (TWh) pada tahun 2030. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah untuk mempercepat transisi ke energi terbarukan sebagai sumber pembangkit utama, guna menghindari peningkatan emisi karbon yang berasal dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil.

Meskipun memiliki potensi besar, implementasi kebijakan kendaraan listrik di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu tantangan terbesar adalah pembangunan infrastruktur pengisian daya yang masih terbatas. Data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Listrik Indonesia (AISMOLI) menunjukkan bahwa pada 2023, jumlah stasiun pengisian daya kendaraan listrik di Indonesia baru mencapai sekitar 500 unit, sementara untuk mencapai target nasional 2,45 juta sepeda motor listrik dan 600.000 mobil listrik pada 2030, setidaknya diperlukan 30.000 stasiun pengisian daya. Kurangnya infrastruktur ini mempengaruhi kepercayaan konsumen terhadap kendaraan listrik dan menghambat adopsi secara luas di kalangan masyarakat. Selain itu, akses terhadap pembiayaan untuk kendaraan listrik juga menjadi isu penting, mengingat harga kendaraan listrik yang masih lebih tinggi dibandingkan kendaraan konvensional. Meski pemerintah telah memberikan insentif berupa subsidi, keberlanjutan insentif tersebut perlu dipastikan agar dapat terus merangsang permintaan. Ke depannya, skema leasing kendaraan listrik atau pembiayaan berbasis

perbankan hijau dapat menjadi solusi untuk menurunkan hambatan akses finansial, khususnya bagi masyarakat berpendapatan menengah ke bawah.

Dengan perkembangan yang pesat di sektor kendaraan listrik ini, pemerintah Indonesia dihadapkan pada tantangan besar dalam memastikan bahwa transformasi menuju transportasi berkelanjutan ini dapat menciptakan keadilan sosial dan pemerataan manfaat di seluruh lapisan masyarakat. Sebagai negara yang berkomitmen pada target penurunan emisi, pengembangan kendaraan listrik harus didukung oleh kebijakan yang inklusif dan berbasis pada prinsip *good governance* dan keadilan sosial, dengan fokus pada transparansi, partisipasi, dan akuntabilitas dalam pelaksanaan kebijakan ini. Upaya transisi menuju kendaraan listrik di Indonesia tidak hanya dilihat sebagai sebuah inovasi teknologi, tetapi juga sebagai bagian integral dari pelayanan publik yang menjamin kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan. Sesuai dengan UU No. 25 Tahun 2009, negara diwajibkan untuk menyediakan layanan yang berkualitas, aman, transparan, dan berkelanjutan kepada seluruh masyarakat. Dalam konteks ini, kendaraan listrik menjadi salah satu elemen penting yang mendukung terciptanya lingkungan yang lebih bersih dan sehat, yang berkontribusi langsung terhadap kesejahteraan masyarakat. Pengembangan kendaraan listrik bukan hanya soal penyediaan sarana transportasi, tetapi juga terkait dengan hak masyarakat untuk mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, sebagaimana dijamin dalam Pasal 28H ayat (1) UUD 1945.

Pentingnya integrasi kendaraan listrik dalam kerangka pelayanan publik terletak pada pemenuhan hak-hak dasar masyarakat terhadap sarana transportasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Melalui kebijakan kendaraan listrik, pemerintah Indonesia bukan hanya bertujuan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga untuk menciptakan ekosistem transportasi yang lebih inklusif dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar Pasal 4 UU No. 25 Tahun 2009, yang menyatakan bahwa setiap penyelenggaraan pelayanan publik harus didasarkan pada asas keadilan, transparansi, dan akuntabilitas. Salah satu contoh konkret dari penerapan prinsip ini adalah insentif pembelian kendaraan listrik yang diberikan pemerintah, yang memungkinkan lebih banyak lapisan masyarakat, termasuk kalangan menengah ke bawah, untuk mengakses kendaraan ramah lingkungan tersebut.

Lebih lanjut, kebijakan pengembangan kendaraan listrik harus memperhatikan aksesibilitas bagi seluruh masyarakat, khususnya dengan membangun infrastruktur pengisian daya yang merata di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini sejalan dengan Pasal 13 UU No. 25 Tahun 2009, yang mengamanatkan bahwa penyediaan pelayanan publik harus memenuhi standar pelayanan yang memadai. Infrastruktur pengisian daya yang cukup dan tersebar luas di berbagai kota dan daerah akan mempermudah adopsi kendaraan listrik, serta meningkatkan kualitas layanan transportasi secara keseluruhan. Seiring dengan itu, kebijakan ini juga harus mendorong pemerataan dalam penyediaan fasilitas yang mengutamakan keadilan sosial, agar tidak terjadi ketimpangan antara wilayah yang satu dengan lainnya dalam menikmati manfaat transisi energi bersih ini.

Sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas pelayanan publik, pemerintah juga dapat memanfaatkan prinsip *good governance* yang berfokus pada transparansi, akuntabilitas, dan partisipasi masyarakat dalam pengambilan keputusan. Hal ini sejalan dengan Pasal 4 UU No. 25 Tahun 2009 yang mengharuskan penyelenggaraan pelayanan publik untuk dilaksanakan secara transparan dan akuntabel. Oleh karena itu, kebijakan pengembangan kendaraan listrik perlu dilaksanakan dengan melibatkan masyarakat, sektor swasta, serta pemerintah daerah dalam setiap tahap perencanaan, implementasi, dan evaluasi, untuk memastikan kebijakan ini dapat memberikan manfaat yang maksimal bagi seluruh lapisan masyarakat. Dengan demikian, transisi menuju kendaraan listrik bukan hanya merupakan kebijakan pengurangan emisi dan transisi energi, tetapi juga merupakan bagian dari pelayanan publik yang memenuhi hak masyarakat atas lingkungan hidup yang sehat dan kesejahteraan sosial yang lebih baik. Keberhasilan implementasi kebijakan ini sangat bergantung pada keterlibatan aktif masyarakat, serta pemerataan akses terhadap teknologi

dan infrastruktur yang mendukung penggunaan kendaraan listrik, guna menciptakan sistem transportasi yang lebih ramah lingkungan, adil, dan berkelanjutan.

Dalam upaya transisi menuju kendaraan listrik, penerapan prinsip *good governance* menjadi sangat penting untuk memastikan kebijakan ini berjalan dengan lancar, transparan, dan memberikan manfaat yang adil bagi seluruh masyarakat. *Good governance* mencakup empat prinsip utama: transparansi, akuntabilitas, partisipasi publik, dan keadilan sosial. Setiap prinsip ini memegang peranan krusial dalam mencapai tujuan kebijakan yang efektif dan berkelanjutan.

Pertama, transparansi dalam kebijakan kendaraan listrik adalah elemen yang sangat vital untuk menjamin bahwa seluruh proses perencanaan, alokasi insentif, dan pengadaan infrastruktur dilakukan secara terbuka dan jelas. Dalam hal ini, insentif pembelian kendaraan listrik, yang merupakan salah satu kebijakan utama untuk mempercepat adopsi kendaraan ramah lingkungan, harus disalurkan dengan mekanisme yang dapat dipertanggungjawabkan. Kementerian Keuangan, Kementerian Perindustrian, serta Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) harus memastikan bahwa alokasi anggaran dan pemberian insentif dilakukan dengan prosedur yang terbuka. Hal ini tidak hanya mencegah potensi distorsi pasar, tetapi juga menghindari penyalahgunaan anggaran yang bisa merugikan masyarakat dan menciptakan ketimpangan dalam distribusi manfaat. Selain itu, transparansi juga harus mencakup pembangunan infrastruktur pengisian daya (*charging stations*). Pengadaan fasilitas ini perlu dilakukan dengan merujuk pada standar pelayanan publik yang jelas, yang tercantum dalam UU No. 25 Tahun 2009. Setiap proyek pembangunan infrastruktur ini harus dipublikasikan dengan rinci, termasuk lokasi stasiun pengisian daya, biaya pembangunan, serta jadwal realisasi, agar masyarakat dapat memantau prosesnya dan tidak ada penyalahgunaan atau pemborosan dana publik. Penerapan transparansi dalam pengadaan ini juga menjadi landasan yang kuat untuk meyakinkan masyarakat bahwa pemerintah berkomitmen pada prinsip keadilan dan keterbukaan dalam kebijakan ini.

Kedua, akuntabilitas memastikan bahwa setiap pihak yang terlibat dalam kebijakan kendaraan listrik bertanggung jawab atas tindakan dan keputusan yang diambil. Dalam hal ini, lembaga-lembaga pemerintah, seperti Kementerian ESDM, Kementerian Perhubungan, dan Kementerian Perindustrian, harus dapat dipertanggungjawabkan dalam pelaksanaan program konversi kendaraan bermotor ke kendaraan listrik. Lembaga-lembaga ini harus menyusun laporan yang jelas mengenai perkembangan proyek kendaraan listrik, penggunaan anggaran, serta dampaknya terhadap pengurangan emisi dan kualitas udara. Laporan tersebut harus dapat diakses oleh publik agar masyarakat bisa mengawasi jalannya program dan menilai efektivitas kebijakan yang diambil. Selain itu, penting untuk memiliki mekanisme pengawasan yang kuat untuk memastikan bahwa kebijakan ini berjalan sesuai dengan rencana dan tidak disalahgunakan. Salah satu contoh adalah adanya audit independen terhadap program insentif kendaraan listrik yang dilakukan oleh Badan Pemeriksa Keuangan (BPK). Akuntabilitas juga mencakup adanya evaluasi berkala mengenai dampak kebijakan ini terhadap pengurangan polusi udara dan pencapaian target penurunan emisi gas rumah kaca sesuai dengan komitmen Indonesia dalam *Paris Agreement*. Proses evaluasi ini harus dilakukan secara terbuka dan dapat dipertanggungjawabkan, baik kepada lembaga internasional maupun masyarakat Indonesia.

Ketiga, partisipasi publik dalam transisi kendaraan listrik merupakan faktor yang sangat penting dalam memastikan bahwa kebijakan ini diterima dan dipahami oleh masyarakat secara luas. Dalam hal ini, pemerintah perlu memberikan ruang dialog terbuka bagi masyarakat untuk menyuarakan pendapat, kebutuhan, dan harapan mereka terkait dengan kendaraan listrik. Pemerintah dapat mengadakan forum diskusi, workshop, atau kampanye publik yang bertujuan untuk mengedukasi masyarakat tentang manfaat kendaraan listrik, baik dari sisi pengurangan polusi udara maupun penghematan biaya operasional. Selain itu, kemitraan dengan sektor swasta dan asosiasi masyarakat sipil juga sangat diperlukan untuk memperluas jangkauan informasi dan mempercepat transisi ini. Dengan

adanya partisipasi masyarakat, kebijakan ini akan lebih mudah diterima, dan kesadaran akan manfaat kendaraan listrik akan meningkat, terutama di kalangan konsumen. Partisipasi juga memungkinkan pemerintah untuk menyesuaikan kebijakan agar lebih sesuai dengan kebutuhan riil masyarakat, seperti peningkatan jumlah stasiun pengisian daya di daerah-daerah yang kurang terlayani, atau penyesuaian insentif agar lebih merata di seluruh kalangan.

Terakhir, prinsip keadilan sosial harus menjadi landasan utama dalam implementasi kebijakan kendaraan listrik. Ini tidak hanya menyangkut penyediaan kendaraan listrik itu sendiri, tetapi juga terkait dengan aksesibilitas terhadap teknologi ini bagi seluruh lapisan masyarakat, terutama kalangan berpendapatan rendah. Untuk itu, insentif pemerintah dalam pembelian kendaraan listrik perlu diperuntukkan secara adil dan merata, dengan mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Kebijakan subsidi atau pembiayaan berbasis hijau harus menysasar daerah-daerah dengan tingkat kemiskinan tinggi atau mereka yang belum dapat mengakses kendaraan listrik karena keterbatasan finansial. Keadilan sosial juga mencakup pemerataan pembangunan infrastruktur pengisian daya di seluruh wilayah Indonesia. Pemerintah perlu memastikan bahwa daerah-daerah terpencil atau wilayah dengan tingkat mobilitas rendah tidak tertinggal dalam hal akses terhadap fasilitas pengisian daya kendaraan listrik. Pembangunan infrastruktur yang merata dan insentif yang adil dapat mengurangi ketimpangan akses dan memungkinkan seluruh masyarakat menikmati manfaat dari kebijakan kendaraan listrik ini.

Upaya transisi menuju kendaraan listrik di Indonesia tidak hanya berfokus pada pengurangan emisi karbon langsung, tetapi juga menghadapi tantangan signifikan terkait pengelolaan limbah baterai dan dekarbonisasi sektor pembangkit listrik. Kendaraan listrik memang memberikan solusi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil, tetapi masalah lingkungan tetap ada, terutama dalam pengelolaan limbah baterai yang mengandung bahan berbahaya seperti litium, nikel, dan kobalt. Limbah ini dapat mencemari tanah dan air jika tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan riset dari McKinsey & Company, Indonesia diperkirakan akan menghasilkan sekitar 12 GWh limbah baterai pada tahun 2030, yang menuntut adanya sistem daur ulang yang efisien dan aman. Sayangnya, saat ini fasilitas pengolahan limbah baterai di Indonesia masih sangat terbatas, dan hanya ada beberapa lembaga yang mampu menangani masalah ini. Jika tidak ada sistem pengelolaan yang memadai, limbah baterai bisa menambah beban pencemaran lingkungan yang sudah ada, memperburuk kualitas air dan tanah, serta membahayakan ekosistem dan kesehatan manusia.

Selain itu, transisi menuju kendaraan listrik juga harus diiringi dengan perubahan besar dalam sektor energi. Salah satu tantangan terbesar adalah masih dominannya pembangkit listrik berbahan bakar fosil di Indonesia. Data dari *Institute for Essential Services Reform* (IESR) pada tahun 2022 menunjukkan bahwa sekitar 61% pasokan listrik Indonesia masih berasal dari batu bara. Kendaraan listrik, meskipun bebas emisi saat digunakan, tetap bergantung pada sumber energi untuk pengisian daya. Jika listrik yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik masih berasal dari pembangkit berbahan bakar fosil, emisi karbon yang dihasilkan tidak akan berkurang secara signifikan. Hal ini menciptakan tantangan dalam mencapai pengurangan emisi secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mempercepat peralihan ke energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, dan biomassa, agar kendaraan listrik dapat sepenuhnya beroperasi dengan sumber energi yang bersih dan berkelanjutan.

Dalam menghadapi tantangan-tantangan ini, Indonesia perlu mengambil langkah-langkah strategis untuk memastikan bahwa transisi menuju kendaraan listrik dapat memberikan manfaat maksimal dalam hal keberlanjutan lingkungan dan pelayanan publik. Langkah-langkah ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mencakup kebijakan dan regulasi yang mendukung, serta peningkatan kesadaran dan partisipasi publik dalam

mewujudkan tujuan bersama. Beberapa langkah-langkah strategis yang dapat dilakukan antara lain:

Pertama, pembangunan infrastruktur hijau yang terintegrasi. Pembangunan infrastruktur yang mendukung kendaraan listrik menjadi kunci untuk mendukung adopsi teknologi ini. Salah satu langkah pertama adalah mempercepat penyediaan stasiun pengisian daya kendaraan listrik (*charging stations*) di kota-kota besar dan daerah terpencil. Infrastruktur ini tidak hanya penting untuk meningkatkan aksesibilitas bagi pengguna kendaraan listrik, tetapi juga untuk mengurangi kecemasan masyarakat terkait keterbatasan infrastruktur pengisian daya. Selain itu, stasiun pengisian daya harus berbasis energi terbarukan untuk memastikan bahwa kendaraan listrik yang digunakan tidak berkontribusi pada emisi karbon dari sektor energi. Pemerintah dapat memberikan insentif atau dukungan kepada sektor swasta dalam membangun dan mengoperasikan stasiun pengisian daya di berbagai lokasi strategis, termasuk di pusat perbelanjaan, area publik, dan pusat-pusat industri.

Kedua, penguatan regulasi dan pengelolaan limbah baterai. Sebagai bagian dari transisi ke kendaraan listrik, pemerintah perlu mengeluarkan regulasi yang mengatur pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik. Baterai yang digunakan dalam kendaraan listrik, seperti baterai litium-ion, mengandung bahan kimia yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak didaur ulang dengan benar. Oleh karena itu, pengelolaan limbah baterai perlu disertai dengan penerapan skema *Extended Producer Responsibility* (EPR), yang mengharuskan produsen kendaraan listrik bertanggung jawab atas pengelolaan limbah baterai yang dihasilkan. Sistem ini akan memastikan bahwa limbah baterai dapat didaur ulang dengan cara yang aman dan efisien. Selain itu, Indonesia perlu mempercepat pembangunan fasilitas daur ulang baterai yang dapat menangani jumlah limbah baterai yang diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan adopsi kendaraan listrik. Ini akan menjadi langkah penting dalam membangun ekonomi sirkular yang mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Ketiga, insentif untuk produksi kendaraan listrik lokal. Agar transisi ke kendaraan listrik memberikan dampak positif pada ekonomi domestik, penting untuk mendorong produksi kendaraan listrik dalam negeri. Insentif perlu diberikan kepada produsen kendaraan listrik lokal untuk meningkatkan TKDN, sehingga kendaraan listrik yang diproduksi di Indonesia tidak hanya mengurangi emisi tetapi juga menciptakan lapangan kerja, mendorong transfer teknologi, dan meningkatkan nilai tambah ekonomi domestik. Pemerintah dapat memberikan berbagai bentuk insentif, seperti keringanan pajak, pembebasan bea masuk, atau dukungan dalam penelitian dan pengembangan teknologi baterai dan kendaraan listrik. Dukungan ini akan meningkatkan daya saing industri kendaraan listrik dalam negeri dan memastikan bahwa Indonesia tidak hanya menjadi konsumen teknologi tetapi juga produsen yang aktif dalam industri kendaraan listrik global.

Keempat, literasi energi dan edukasi publik. Literasi publik mengenai manfaat kendaraan listrik dan pentingnya transisi energi bersih sangat penting untuk memastikan kesuksesan kebijakan ini. Pemerintah perlu melakukan kampanye edukasi yang terus-menerus untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang keuntungan penggunaan kendaraan listrik, seperti pengurangan polusi udara, efisiensi biaya operasional, dan kontribusinya dalam mengurangi emisi karbon. Kampanye ini dapat dilakukan melalui berbagai media, seminar, pelatihan, dan program-program pendidikan di tingkat sekolah dan universitas. Selain itu, edukasi juga harus mencakup pentingnya beralih ke energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan panel surya atau sistem energi terbarukan lainnya di rumah tangga dan perusahaan. Melalui peningkatan literasi publik, diharapkan masyarakat tidak hanya menyadari manfaat kendaraan listrik, tetapi juga memahami peran mereka dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kelima, dekarbonisasi sektor energi dan pembangkit listrik. Pencapaian target pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) tidak hanya tergantung pada penggantian kendaraan berbahan bakar fosil dengan kendaraan listrik, tetapi juga pada peralihan sektor

energi Indonesia menuju sumber energi terbarukan. Pemerintah perlu mempercepat dekarbonisasi sektor pembangkit listrik dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil, khususnya batu bara, yang menyumbang lebih dari 60% dari total pasokan energi di Indonesia. Langkah ini dapat dilakukan dengan merencanakan investasi dalam infrastruktur energi terbarukan, seperti pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan biomassa, serta mendorong penggunaan energi terbarukan di sektor-sektor lain. Dalam jangka panjang, transisi ini akan mengurangi ketergantungan Indonesia pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi karbon, dan menciptakan sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Keenam, fasilitasi partisipasi publik dalam kebijakan lingkungan. Pemerintah harus memastikan bahwa masyarakat memiliki peran aktif dalam proses perencanaan dan pelaksanaan kebijakan transisi energi ini. Partisipasi publik perlu diintegrasikan dalam pengambilan keputusan, baik dalam hal kebijakan pengurangan emisi, pengelolaan sumber daya alam, maupun dalam penentuan prioritas pembangunan infrastruktur hijau. Partisipasi ini dapat dilakukan melalui forum-forum konsultasi publik, survei, atau dialog antara pemerintah dan masyarakat, sehingga kebijakan yang diambil dapat lebih inklusif dan mencerminkan kebutuhan serta aspirasi masyarakat. Selain itu, transparansi dalam proses penganggaran dan distribusi insentif untuk kendaraan listrik juga harus dijamin untuk menghindari potensi penyalahgunaan anggaran atau ketidakadilan dalam distribusi manfaat.

Ketujuh, penerapan kebijakan fiskal dan pembiayaan hijau. Pemerintah harus memastikan bahwa kebijakan fiskal dan pembiayaan hijau tersedia untuk mendukung investasi dalam infrastruktur energi bersih dan kendaraan listrik. Ini termasuk menyediakan dana khusus atau skema pembiayaan hijau yang dapat digunakan oleh sektor swasta untuk berinvestasi dalam teknologi rendah karbon, serta memberikan insentif bagi perusahaan yang berfokus pada inovasi kendaraan listrik dan energi terbarukan. Pemerintah juga perlu mendorong bank-bank dan lembaga keuangan untuk memberikan pinjaman dengan bunga rendah kepada produsen dan konsumen kendaraan listrik, serta mendorong keberadaan pasar pembiayaan karbon yang transparan dan efisien.

Dengan langkah-langkah strategis yang komprehensif ini, Indonesia diharapkan dapat menciptakan ekosistem yang mendukung transisi energi dan kendaraan listrik yang berkelanjutan. Kombinasi kebijakan yang berbasis pada pengurangan emisi karbon, pembangunan infrastruktur hijau, pengelolaan limbah yang efisien, dan peningkatan partisipasi publik akan menjadikan Indonesia sebagai pemimpin dalam sektor kendaraan listrik di Asia Tenggara, serta memastikan bahwa negara ini dapat memenuhi target *Paris Agreement* sambil menjaga keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

SIMPULAN

Transisi Indonesia menuju kendaraan listrik merupakan langkah strategis untuk mencapai target pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) yang tercantum dalam *Paris Agreement*, yang menargetkan penurunan emisi sebesar 32% dengan usaha sendiri dan 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030. Kendaraan listrik menjadi solusi untuk sektor transportasi, yang menyumbang lebih dari 80% emisi karbon di Indonesia, namun tantangan lingkungan tetap ada, seperti pengelolaan limbah baterai yang berpotensi mencemari lingkungan. Untuk itu, diperlukan kebijakan yang mengintegrasikan pembangunan infrastruktur hijau, pengelolaan limbah baterai, dan regulasi yang mendukung ekonomi sirkular. Selain itu, sektor energi juga perlu bertransformasi dengan mempercepat dekarbonisasi pembangkit listrik, yang masih sangat bergantung pada batu bara, untuk memastikan bahwa transisi energi tidak hanya mengurangi emisi transportasi, tetapi juga dari sektor energi.

Langkah-langkah strategis yang diperlukan untuk mendukung transisi kendaraan listrik meliputi pembangunan infrastruktur pengisian daya berbasis energi terbarukan, penguatan regulasi pengelolaan limbah baterai dengan sistem *Extended Producer Responsibility*

(EPR), serta insentif untuk mendorong produksi kendaraan listrik lokal. Literasi publik yang tinggi dan partisipasi masyarakat juga penting untuk meningkatkan kesadaran tentang manfaat kendaraan listrik dan energi terbarukan. Di sisi lain, pemerintah perlu memastikan partisipasi publik dalam kebijakan ini dan memastikan transparansi serta akuntabilitas dalam alokasi insentif dan pengadaan infrastruktur. Dengan menerapkan langkah-langkah strategis ini, Indonesia dapat memenuhi target emisi global, sekaligus memastikan bahwa transisi energi ini tidak hanya berkelanjutan secara lingkungan, tetapi juga memberi manfaat sosial dan ekonomi yang merata bagi seluruh masyarakat.

Referensi:

Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945

Undang-Undang No. 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik

Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement To The United Nation Framework Convention On Climate Change (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim)

Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan

Andrian, B., & Marpaung, J. V. (2019). Studi perancangan kendaraan listrik E-BSW yang ramah lingkungan. *Jurnal Inosains*, 14(2), [halaman tidak disebutkan]. Jakarta.

Wijaya, F., dkk. (2024). *Powering the future – An assessment of energy storage solutions and the applications for Indonesia*. Institute for Essential Services Reform.

Mera, & Bieker. (2023). *Perbandingan daur hidup emisi gas rumah kaca dari kendaraan bermotor mesin bakar dengan kendaraan listrik pada kendaraan penumpang dan roda dua di Indonesia*. The International Council on Clean Transportation.

Andrian, B., & Marpaung, J. V. (2019). Studi perancangan kendaraan listrik E-BSW yang ramah lingkungan. *Jurnal Inosains*, 14(2).

PRCF Indonesia. (2025, Maret 9). *Emisi gas rumah kaca: Definisi, penyebab, dan cara mengatasinya*. Diakses dari <https://prcfindonesia.org/emisi-gas-rumah-kaca-definisi-penyebab-dan-cara-mengatasinya/>

Lestari Kompas. (2025, Februari 20). *Penetrasi kendaraan listrik bisa menghadirkan 1,7 juta lapangan kerja*. Diakses dari <https://lestari.kompas.com/read/2025/02/20/140000186/penetrasi-kendaraan-listrik-bisa-hadirkan-1-7-juta-lapangan-kerja>

Money Kompas. (2023, Desember 1). *Industri kendaraan listrik diyakini dapat menciptakan lapangan kerja baru*. Diakses dari <https://money.kompas.com/read/2023/12/01/063000826/industri-kendaraan-listrik-diyakini-dapat-ciapkan-lapangan-kerja-baru>

Ferlia, S. A., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Analisis efisiensi kendaraan listrik sebagai salah satu transportasi ramah lingkungan pengukuran emisi karbon. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2). <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3282Uniflor E-Journal>

Nauri, M. M. A., Aziz, M. S., Pratama, M. Y. Z. Z., Kamal, U., & Fikri, M. A. H. (2024). Strategi penanganan limbah baterai kendaraan listrik demi masa depan Indonesia yang lebih bersih. *Kultura: Jurnal Ilmu Hukum, Sosial, dan Humaniora*, 2(5), 177–194. <https://doi.org/10.572349/kultura.v2i5.1436Kolibi Journal>

Syarawie, M. M., Subagiada, K., & Natalisanto, A. I. (2024). Proyeksi emisi gas rumah kaca sektor energi transportasi kendaraan dinas Universitas Mulawarman. *Progressive Physics*

Journal, 5(2), 404–416. <https://doi.org/10.30872/ppj.v5i2.635jurnal.fmipa.unmul.ac.id>

Putri, L. P. R. M., Rachmaddi, A., Pradana, A., & Sasue, R. R. O. (2023). Analisis penanganan limbah baterai mobil listrik untuk mendukung pengembangan kendaraan listrik di Indonesia. *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, 10(1), 379–385. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PFSTPT/article/view/45238Jurnal UNEJ>

Wicaksono, S. A., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2024). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kendaraan listrik di Pulau Jawa sebagai upaya pengurangan emisi gas rumah kaca. *Journal Serambi Engineering*, 9(1), 8133–8139. <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/jse/article/view/1134Serambi Mekkah Journal>

Damayanti, A., Rohman, A., & Dhokhikah, Y. (2024). Emisi gas rumah kaca (GRK) dari kendaraan bermotor di Kampus Tegalboto Universitas Jember. *Jurnal Proteksi: Jurnal Lingkungan Berkelanjutan*, 4(1), 22–34. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/PROTEKSI/article/view/49226Jurnal UNEJ>

Rahayu, M. T. M., Karmiadiji, D. W., & Firman, L. O. M. (2023). Studi kelayakan jenis baterai kendaraan listrik roda empat dengan metode weighted objective untuk program kendaraan listrik di Indonesia. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2). <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5292Universitas Pancasila Journal>

Ayuningtyas, U., Yani, M., & Maimunah, S. (2023). Emisi gas rumah kaca penggunaan listrik pada kereta rel listrik Jabodetabek dengan metode life cycle assessment. *Jurnal Standardisasi*, 25(2). <https://js.bsn.go.id/index.php/standardisasi/article/view/792js.bsn.go.id>

Putri, C. D. W., Hayati, K. S. N., Widitya, I. W. O., Ramadhani, M. H., Nurdiansyah, D. W., Sanjaya, A. K., Fuadi, M. K., & Afanin, R. H. (2024). Penggunaan kendaraan listrik terhadap pengurangan emisi karbon di Indonesia. *Jurnal Angka*, 2(1). [https://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka/article/view/970​contentReference\[oaicite:16\]{index=16}](https://jurnalilmiah.org/journal/index.php/angka/article/view/970​contentReference[oaicite:16]{index=16})