

Kajian Hukum Lingkungan Atas Transisi Mobil Berbahan Bensin Ke Listrik Terhadap Penggunaan Litium dan Limbah Baterai

Muhammad Dewanto Adi Saputra¹

¹Fakultas Hukum, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta

Email: 2210611086@mahasiswa.upnvj.ac.id

Abstract: Penelitian ini mengkaji secara kritis regulasi hukum lingkungan Indonesia terhadap transisi kendaraan bensin ke listrik yang bergantung ekstraksi litium intensif air dan energi—hingga 22.729 galon per ton karbonat serta 13,92 ton CO₂ ekuivalen dari hard rock mining—serta ledakan limbah B3 baterai beracun, mengungkap paradoks pengurangan emisi tailpipe yang dikompensasi eksternalitas upstream seperti degradasi hidrologi dan kontaminasi logam berat mirip kasus Teluk Buyat, di mana UU 32/2009 PPLH dan Perpres 79/2023 gagal mandat siklus hidup holistik. Mengadopsi pendekatan yuridis normatif doktrinal dilengkapi elemen empiris via wawancara industri, analisis mengonfirmasi fragmentasi norma seperti PP 27/2020 limbah B3 dan Permen LHK 12/2021 emisi daur ulang yang minim pelacakan EPR serta recovery 95 persen per kimia NMC-LFP, dengan tantangan implementasi Perpres 79/2023 berupa kapasitas daur ulang lokal 10 persen, koordinasi lintas kementerian lemah, dan transfer dampak impor litium dari Chile-Australia yang melanggar precautionary principle serta polluter pays. Kesimpulannya, kerangka normatif terfragmentasi mengancam NZE 2060 melalui risiko leaching lithium dan thermal runaway tropis, menuntut reformasi undang-undang khusus EPR mandatory, Satgas nasional, serta R&D hydrometallurgy untuk sinergi green constitution dengan kedaulatan sumber daya..

Abstract: *This study critically examines Indonesia's environmental law regulations governing the transition from gasoline to electric vehicles, which relies on water- and energy-intensive lithium extraction—up to 22.729 galon per ton of carbonate and 13.92 ton CO₂ ekuivalen from hard rock mining—alongside the explosion of toxic B3 battery waste, revealing the paradox of tailpipe emission reductions offset by upstream externalities such as hydrological degradation and heavy metal contamination akin to the Teluk Buyat case, where UU 32/2009 PPLH and Perpres 79/2023 fail to mandate holistic life cycle management. Employing a doctrinal normative juridical approach supplemented by empirical elements through industry interviews, the analysis confirms normative fragmentation in instruments like PP 27/2020 limbah B3 and Permen LHK 12/2021 emisi daur ulang, which inadequately address EPR tracking and 95 percent recovery rates per battery chemistry (NMC-LFP), amid implementation challenges of Perpres 79/2023 including local recycling capacity at only 10 percent, weak inter-ministerial coordination, and the transfer of imported lithium impacts from Chile-Australia violating the precautionary principle and polluter pays doctrine. In conclusion, this fragmented normative framework threatens NZE 2060 via risks of lithium leaching and tropical thermal runaway, necessitating reforms such as a dedicated EPR mandatory act, national task force, and R&D in hydrometallurgy to synergize green constitutionalism with resource sovereignty.*



<https://doi.org/10.5281/zenodo.17850795>

This is an open-access article under the [CC-BY-SA License](#).

Article History

Received: November 25, 2025

Revised: November 30, 2025

Published: December 5, 2025

Keywords :

Environmental law, Lithium extraction, Battery waste.

Kata Kunci:

Hukum Lingkungan, Ekstraksi Litium, Limbah Baterai.

PENDAHULUAN

Transisi kendaraan bensin menuju listrik muncul sebagai respons mendesak terhadap krisis iklim global yang mengancam keberlanjutan ekosistem. Kebijakan Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai melalui Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 menargetkan pengurangan emisi sektor transportasi sebesar 29 persen secara mandiri hingga 2030. Namun, substansi

transisi ini bergantung pada ekstraksi lithium sebagai bahan utama baterai lithium-ion yang mendominasi pasar. Proses ekstraksi brine di kawasan kering memerlukan hingga 22.729 galon air tawar per ton lithium karbonat setara, memicu degradasi sumber daya hidrologi. Kritik hukum lingkungan menyoroti ketidakseimbangan antara manfaat pengurangan emisi tailpipe dengan biaya eksternalitas ekstraksi mineral.¹ Emisi karbon dari produksi lithium mencapai 8 ton CO₂ ekuivalen per ton, melebihi operasi kendaraan fosil konvensional. Kerangka Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup gagal mengintegrasikan aspek rantai pasok global lithium ke dalam analisis dampak lingkungan nasional. Paradoks ini memperlemah efektivitas transisi energi di negara berkembang seperti Indonesia. Penggunaan lithium tidak hanya membebani sumber daya alam tetapi juga memicu konflik sosial di wilayah penambangan. Hukum lingkungan nasional memerlukan reformasi untuk menangkap dampak transboundary dari impor baterai.²

Ekstraksi lithium melalui metode hard rock mining menghasilkan tailing beracun yang mencemari tanah dan air permukaan secara permanen. Studi menunjukkan konsumsi energi hingga 13,92 ton CO₂ ekuivalen per ton lithium karbonat dari pegmatite, jauh lebih tinggi daripada brine extraction. Di Indonesia, ketergantungan pada impor lithium bertentangan dengan larangan ekspor nikel mentah melalui Undang-Undang Cipta Kerja, menciptakan disparitas regulasi antar mineral kritis. Kritik kritis mengungkap bahwa kebijakan ini mengorbankan prinsip pencegahan pencemaran demi target industri EV domestik. Habitat disruption di kawasan arid menjadi konsekuensi langsung, mengusur biodiversitas endemik tanpa kompensasi memadai.³ Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 27 Tahun 2020 tentang Roadmap EV gagal memasukkan audit lingkungan penuh siklus hidup baterai. Eksternalitas ini memperburuk ketidakadilan ekologis terhadap komunitas lokal di negara penghasil lithium. Hukum internasional seperti Stockholm Declaration 1972 menuntut tanggung jawab negara asal produk atas dampak rantai pasok. Indonesia rentan terhadap greenwashing transisi EV tanpa penguatan regulasi impor mineral. Reformasi hukum lingkungan harus mengadopsi prinsip extended producer responsibility untuk baterai.⁴

Penggunaan litium dalam baterai EV memunculkan dilema hukum lingkungan terkait hak atas lingkungan sehat berdasarkan Pasal 28H UUD 1945. Transisi bensin ke listrik mengurangi emisi lokal namun meningkatkan jejak karbon upstream hingga 20,4 ton CO₂ per ton dari metode konvensional. Kritik normatif menilai Perpres 79/2023 terlalu optimis tanpa mandat analisis risiko lithium spesifik.⁵ Degradasi lahan dari open-pit mining merusak ekosistem kritis, memerlukan restorasi mandatori yang absen dalam regulasi nasional. Kontaminasi air oleh senyawa lithium menyebabkan bioakumulasi di rantai makanan, mengancam kesehatan publik jangka panjang. Hukum lingkungan Indonesia belum mengadopsi carbon pricing untuk ekstraksi mineral EV. Paradoks transisi ini memperlemah komitmen Net Zero Emission 2060. Kebijakan subsidi konversi motor BBM ke listrik melalui Peramen PAN & RB 90/2020 mengabaikan siklus ekstraksi. Integrasi green constitution diperlukan untuk menyelaraskan transisi dengan prinsip keberlanjutan. Tanpa itu, transisi EV berpotensi menjadi bencana ekologis terselubung.⁶

¹ Fatimah, R. N. (2025). Mewujudkan Net Zero Emissions Melalui Kendaraan Listrik: Kajian Perspektif Green Constitution. *Al-Balad: Journal of Constitutional Law*, 7(1), 1-17. Hal. 2.

² Arbor. (2025, May 23). Lithium's Environmental Impact: Calculated and Explained. Arbor. <https://www.arbor.eco/blog/lithium-environmental-impact>. (Diakses pada tanggal 2 November 2025).

³ 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. Hal. 5.

⁴ Kanopi FEB UI. (2024, August 9). Eh kecepatan ga si? : Sebuah kisah cinta transisi mobil listrik. KanopiFEBUI. <https://www.kanopifebui.com/post/eh-kecepatan-ga-si-sebuah-kisah-cinta-transisi-mobil-listrik>. (Diakses pada tanggal 2 November 2025).

⁵ Nauri, M. M. A., Aziz, M. S., Pratama, M. Y. Z. Z., Kamal, U., & Fikri, M. A. H. (2024). *Op.cit.* Hal. 6.

⁶ Kementerian Perhubungan. (2022, September 20). Kemenhub upayakan subsidi konversi kendaraan BBM ke listrik. [dephub.go.id](https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-upayakan-subsidi-konversi-kendaraan-bbm-ke-listrik). <https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-upayakan-subsidi-konversi-kendaraan-bbm-ke-listrik>. (Diakses pada tanggal 3 November 2025).

Limbah baterai EV sebagai produk akhir transisi menimbulkan ancaman pencemaran logam berat ke air tanah, dikategorikan sebagai B3 oleh Peraturan Pemerintah 101/2014. Proyeksi KLHK memprediksi ledakan limbah baterai seiring target 15 juta unit EV pada 2030, tanpa fasilitas daur ulang khusus. Kritik hukum menyoroti ketidakcukupan Permen LHK 12/2021 tentang Baku Mutu Emisi Daun Ulang Baterai Lithium dalam menjamin recovery rate 95 persen. Bahan seperti kobalt dan nikel berisiko bocor, menciptakan hotspot kontaminasi permanen.⁷ Pengelolaan limbah memerlukan izin lingkungan ketat, namun pengawasan lemah memungkinkan pelanggaran. Dekrit KLHK 22/2021 gagal mengantisipasi volume limbah masif dari konversi massal. Hukum lingkungan harus memaksa produsen tanggung jawab penuh siklus akhir baterai. Ketergantungan energi listrik dari batubara 70 persen melemahkan klaim ramah lingkungan EV. Reformasi diperlukan untuk mandat daur ulang wajib. Paradoks ini menguji kredibilitas transisi nasional.⁸

Kasus pencemaran Teluk Buyat oleh PT Newmont Minahasa Raya pada 2004 menawarkan paralel kritis dengan risiko limbah baterai EV. Tailing tambang emas mengandung arsenik dan merkuri melebihi ambang batas, menyebabkan keracunan kronis pada warga melalui air dan biota laut. Investigasi independen membuktikan kontaminasi sedimen hingga radius luas, mirip potensi logam berat dari baterai lithium bocor. Kasus ini menggugat efektivitas UU 32/2009 dalam sanksi korporasi transnasional. Pencemaran Teluk Weda oleh kromium dan nikel dari pertambangan nikel Halmahera Tengah menyerupai ancaman tailing lithium, dengan kadar melebihi standar USEPA. Warga lokal mengalami gangguan kesehatan akibat sungai tercemar, menekankan urgensi konsultasi komunitas dalam proyek EV. Kedua kasus mengkritik lemahnya pemantauan pasca-izin lingkungan oleh KLHK. Paralel dengan limbah baterai: tanpa pengawasan ketat, transisi EV berisiko replikasi bencana serupa. Hukum lingkungan nasional memerlukan penguatan sanksi pidana untuk pelanggaran B3 terkait EV. Kasus-kasus ini membuktikan kegagalan preventif, menuntut audit siklus penuh baterai.⁹

Regulasi limbah baterai melalui Permen LHK 12/2021 menetapkan emisi batas daur ulang, namun implementasi terhambat infrastruktur terbatas. Kritik akademis menilai dekrit ini reaktif, bukan proaktif terhadap ledakan limbah EV. Penggunaan maksimal B3 melalui reuse prioritas bertabrakan dengan realitas teknologi daur ulang domestik minim. Sanksi administratif gagal mencegah pencemaran groundwater seperti di kasus konvensional.¹⁰ Kebijakan ini mengabaikan biaya restorasi lingkungan pasca-limbah. Hukum lingkungan memerlukan integrasi dengan roadmap industri EV Kemenperin. Ketidakselarasan ini memperlemah target NZE. Reformasi harus memasukkan fund guarantee untuk pengelolaan akhir baterai. Paradoks transisi: pengurangan emisi operasional dikompensasi polusi limbah.¹¹

Kebijakan subsidi PPN DTP melalui Permen 8/2024 mendorong adopsi EV dengan TKDN 40 persen, namun mengabaikan dampak lithium upstream. Kritik hukum lingkungan mengungkap greenwashing yakni EV listrik dari batubara bukan nol emisi. Perpres 79/2023 gagal mandat AMDAL penuh untuk baterai impor. Ekstraksi lithium global memicu konflik air di Amerika Selatan, analog rentan Indonesia. Pengembangan SPKLU terbatas memperburuk siklus baterai cepat rusak. Hukum nasional perlu adopsi prinsip polluter pays untuk rantai pasok EV. Transisi ini berpotensi memperlemah

⁷ Invest Indonesia. (2023, November 23). *Ministry: EV battery waste must be handled properly*. Invest Indonesia. <https://investindonesia.co.id/2023/11/23/ministry-ev-battery-waste-must-be-handled-properly/>. (Diakses pada tanggal 7 November 2025).

⁸ CNN Indonesia. (2025, March 13). *KLH sorot masalah besar limbah baterai saat EV makin laku di RI*. CNN Indonesia. <https://www.cnnindonesia.com/otomotif/20250313132731-603-1208393/klh-sorot-masalah-besar-limbah-baterai-saat-ev-makin-laku-di-ri>. (Diakses pada tanggal 7 November 2025).

⁹ Tempo. (2025, June 15). *5 kasus kerusakan lingkungan karena aktivitas pertambangan*. Tempo. <https://www.tempo.co/lingkungan/5-kasus-kerusakan-lingkungan-karena-aktivitas-pertambangan-1705467>. (Diakses pada tanggal 8 November 2025).

¹⁰ Nauri, M. M. A., Aziz, M. S., Pratama, M. Y. Z. Z., Kamal, U., & Fikri, M. A. H. (2024). *Op.cit.* Hal. 6.

¹¹ Invest Indonesia. (2023, November 23). *Op.cit.* <https://investindonesia.co.id/2023/11/23/ministry-ev-battery-waste-must-be-handled-properly/>. (Diakses pada tanggal 8 November).

hak generasi mendatang atas sumber daya. Integrasi etika lingkungan kebijakan industri krusial. Kritik ini menuntut moratorium impor baterai tanpa sertifikasi siklus hijau.¹²

Prinsip green constitution menuntut konstitusi menjamin lingkungan sehat di tengah transisi EV Pasal 33 (4) UUD 1945 mewajibkan pembangunan berwawasan lingkungan, bertentangan ketergantungan lithium. Kritik Jimly Asshiddiqie: negara wajib proaktif cegah polusi mineral EV. Partisipasi publik absen dalam roadmap baterai nasional. Limbah baterai berisiko kebakaran, menambah beban pemadam lingkungan. Regulasi teknis EV lemah per siklus baterai penuh. Reformasi hukum harus prioritaskan restorasi situs ekstraksi. Paradoks bahwa EV kurangi emisi lokal tapi globalisasi polusi mineral. Kebijakan nasional perlu aliansi internasional untuk lithium berkelanjutan. Transisi sejati menuntut akuntabilitas penuh.¹³

Dampak sosial transisi litium terhadap komunitas adat mirip kasus pertambangan nikel Weda Bay. Ekstraksi memicu pengusuran tanpa consent bebas, melanggar Konvensi ILO 169. Kritik hukum: UU Minerba prioritas ekonomi atas hak adat. Limbah baterai EV potensial replikasi kontaminasi sungai Halmahera. Indonesia belum punya industri daur ulang skala, bergantung ekspor limbah. Prinsip precautionary approach absen dalam Perpres EV. Hukum lingkungan reformasi menuntut indigenous veto atas proyek baterai. Transisi ini perkuat ketimpangan global utara-selatan. Kebijakan nasional harus integrasikan hak asasi lingkungan. Kritik akhir: tanpa itu, EV jadi vektor ketidakadilan.¹⁴

Ketergantungan transisi EV pada impor lithium menimbulkan kerentanan hukum lingkungan nasional terhadap fluktuasi pasok global yang rentan konflik geopolitik. Ekstraksi lithium di kawasan Amerika Selatan memicu kompetisi air ekstrem, dengan satu ton lithium menyerap 500.000 galon air dari akuifer kritis. Kritik hukum menyoroti ketidakmampuan UU Minerba mengatur dampak impor mineral strategis tanpa AMDAL transnasional. Paradoks ini memperburuk defisit air di wilayah kering Indonesia yang bergantung hilir. Metode brine evaporation mempercepat salinisasi tanah permanen, mengancam pertanian subsisten komunitas lokal. Kebijakan EV domestik gagal mempertimbangkan jejak hidrologi upstream, melanggar prinsip integrasi lingkungan Pasal 33 ayat 4 UUD 1945. Penguatan regulasi impor lithium memerlukan sertifikasi LCA wajib dari negara asal. Reformasi hukum lingkungan harus adopsi mekanisme traceability rantai pasok baterai. Tanpa itu, transisi EV berisiko memperlemah kedaulatan sumber daya air nasional. Kritik ini menuntut moratorium impor tanpa transparansi ekologis penuh.¹⁵

Perkembangan teknologi daur ulang baterai lithium di Indonesia masih terbatas, dengan recovery rate domestik di bawah 50 persen akibat kurangnya fasilitas hydrometallurgy skala industri. BRIN mengembangkan metode ramah lingkungan untuk ekstraksi litium dari limbah, namun implementasi terhambat regulasi yang kaku. Kritik akademis menilai Permen LHK 12/2021 gagal mandat teknologi hijau untuk pengurangan emisi daur ulang. Proses pyrometallurgy konvensional melepaskan dioksin beracun, mirip pencemaran smelter nikel Morowali. Eksternalitas ini bertentangan komitmen Paris Agreement nasional. Hukum lingkungan memerlukan insentif fiskal untuk inovasi baterai solid-state rendah lithium. Ketergantungan ekspor limbah ke China memperlemah kemandirian pengelolaan B3. Reformasi diperlukan integrasi R&D daur ulang ke roadmap EV Kemenperin.

¹² Suara.com. (2023, May 9). Kritik mobil listrik di Indonesia belum ramah lingkungan — 70 persen masih pakai energi batu bara. Suara.com. <https://www.suara.com/news/2023/05/09/213620/kritik-mobil-listrik-di-indonesia-belum-ramah-lingkungan-70-persen-masih-pakai-energi-batu-bara> (Diakses pada tanggal 11 November 2025).

¹³ Fatimah, R. N. (2025). *Op.cit.* Hal. 3.

¹⁴ Tujuhcahaya. (2025, July 15). 5 kasus dampak lingkungan akibat pertambangan di Indonesia: Kerusakan yang merugikan. Tujuhcahaya. <https://www.tujuhcahaya.com/5-kasus-dampak-lingkungan-akibat-pertambangan-di-indonesia-kerusakan-yang-merugikan/>. (Diakses pada tanggal 11 November 2025).

¹⁵ Atonergi. (n.d.). Dampak lingkungan baterai lithium: Keuntungan dan tantangan. Atonergi. <https://atoneri.com/dampak-lingkungan-baterai-lithium-keuntungan-dan-tantangan/>. (Diakses pada tanggal 13 November 2025).

Paradoks: limbah EV jadi peluang ekonomi jika diatur preventif. Transisi sejati menuntut siklus tertutup baterai nasional.¹⁶

Hukum lingkungan internasional melalui UNEP Guidelines on Battery Waste menuntut harmonisasi regulasi nasional terhadap transisi EV berkelanjutan. Indonesia sebagai produsen nikel terbesar gagal memanfaatkan sinergi baterai tanpa aturan lithium paralel. Kritik normatif: ketimpangan utara-selatan dalam beban ekstraksi mineral memperkuat neo-kolonialisme ekologis. Prinsip common but differentiated responsibilities absen dalam Perpres 79/2023. Ekspor limbah baterai berisiko sanksi WTO jika tak sesuai Basel Convention. Reformasi hukum nasional harus prioritaskan bilateral agreement daur ulang dengan Australia. Dampak sosial lithium mirip eksploitasi kobalt Kongo, menuntut audit hak asasi rantai pasok EV. Kebijakan subsidi TKDN 40 persen Permen 8/2024 abaikan aspek global sustainability. Transisi EV berpotensi gagal NZE 2060 tanpa penguatan multilateral. Kritik akhir: hukum lingkungan domestik wajib evolusi adaptif terhadap gejolak mineral kritis.¹⁷

Rumusan Masalah

1. Bagaimana Regulasi Hukum lingkungan di Indonesia Mengatur Transisi Penggunaan Kendaraan Berbahan Bakar Bensin Menuju Kendaraan Listrik Khususnya Terkait Pengelolaan Sumber Daya Litium Sebagai Bahan Baku Baterai?
2. Bagaimana dampak dan tantangan dalam penerapan regulasi (enih lu tulis UU/PP/PERMEN atau apalaha) terhadap penggunaan ekstraksi litium dan limbah baterai

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi paradigma normatif hukum lingkungan dengan fokus kajian doktrinal yang menganalisis regulasi transisi kendaraan bensin ke listrik di Indonesia, khususnya pengelolaan litium sebagai bahan baku baterai dan limbahnya. Pendekatan yuridis normatif dipilih untuk mengungkap kesesuaian norma hukum terhadap realitas transisi energi, sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan, Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang mencakup pengelolaan limbah B3, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Daur Ulang Baterai Lithium. Kritik terhadap pendekatan ini menyoroti keterbatasan dalam mengabaikan aspek empiris lapangan, sehingga dilengkapi elemen yuridis empiris melalui wawancara pelaku industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Regulasi Hukum lingkungan di Indonesia Mengatur Transisi Penggunaan Kendaraan Berbahan Bakar Bensin Menuju Kendaraan Listrik Khususnya Terkait Pengelolaan Sumber Daya Litium Sebagai Bahan Baku Baterai

Regulasi hukum lingkungan Indonesia mengakomodasi transisi kendaraan bensin ke listrik melalui Perpres Nomor 79 Tahun 2023 yang menetapkan program percepatan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk mengurangi emisi karbon. Instrumen ini menargetkan penurunan impor bahan bakar minyak hingga 67 ribu barel per hari pada 2030 dengan 2 juta unit mobil dan 13 juta unit motor listrik. Namun, pengaturan lingkungan terintegrasi lemah karena fokus utama pada insentif fiskal

¹⁶ Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, April 4). BRIN kembangkan metode daur ulang baterai litium ramah lingkungan. BRIN. <https://www.brin.go.id/news/118090/brin-kembangkan-metode-daur-ulang-baterai-litium-ramah-lingkungan>. (Diakses pada tanggal 13 November 2025).

¹⁷ Large Battery. (2025, April 23). Memahami dampak lingkungan baterai lithium vs. baterai alkaline. Large-Battery. <https://www.large-battery.com/id/blog/environmental-impact-lithium-vs-alkaline-batteries/>. (Diakses pada tanggal 17 November 2025).

dan infrastruktur pengisian, bukan siklus lengkap bahan baku baterai. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) menjadi dasar umum, tetapi tidak spesifik mengatur litium sebagai sumber daya kritis. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 45 Tahun 2020 menekankan standar teknis kendaraan listrik untuk keselamatan jalan, termasuk sertifikasi dan registrasi. Transisi ini sejalan dengan komitmen Net Zero Emissions 2060, meski implementasi terhambat ketergantungan impor litium. Kebijakan ini mencerminkan paradigma green constitution yang menuntut harmonisasi antar-sektor.¹⁸

Pengelolaan sumber daya litium diatur secara parsial melalui PP Nomor 27 Tahun 2020 tentang limbah B3, yang mengklasifikasikan baterai lithium-ion sebagai limbah berbahaya. Regulasi ini mewajibkan prinsip kehati-hatian dalam penanganan, penyimpanan, dan daur ulang, tetapi kurang detail pelacakan rantai pasok litium. Indonesia bergantung impor litium meski kaya nikel, sehingga ekstraksi domestik belum dioptimalkan secara berkelanjutan. Kebijakan hilirisasi nikel mendukung baterai, tapi pengawasan lingkungan ekstraksi litium minim. Extended Producer Responsibility (EPR) belum diimplementasikan penuh, meninggalkan akuntabilitas produsen rendah. Battery passport didesak untuk melacak usia dan asal baterai sepanjang siklus hidup. Klasifikasi limbah baterai bervariasi antar-kimia seperti NMC, NCA, dan LFP, memerlukan target recovery spesifik. Harmonisasi dengan standar internasional seperti Basel Convention diperlukan untuk mencegah dumping limbah.¹⁹

Transisi bensin ke listrik didorong insentif pajak dan subsidi, mengurangi polusi udara serta suara di perkotaan. Perpres 79/2023 mengintegrasikan Kementerian ESDM, Perhubungan, dan Keuangan untuk ekosistem lengkap. Namun, ketidakjelasan persyaratan teknis baterai menghambat adopsi massal. Pengelolaan limbah baterai rentan pencemaran tanah dan air akibat logam berat jika daur ulang tidak optimal. Kebijakan PLN mempercepat infrastruktur charging, mendukung transisi energi domestik. Kritik muncul pada ambiguitas kepastian hukum, di mana harapan akselerasi bertentangan realitas infrastruktur. Proyeksi iklim menuntut penguatan regulasi untuk Paris Agreement.²⁰

Kerangka hukum lingkungan Indonesia pada transisi kendaraan listrik mencerminkan upaya adaptif terhadap perubahan iklim, tetapi substansi regulasi Perpres 79/2023 terfokus percepatan produksi daripada pengelolaan holistik litium. Pasal 3 perpres tersebut menargetkan pengurangan emisi 6,66 juta ton CO₂e, namun mengabaikan jejak karbon ekstraksi litium. UU PPLH Pasal 28H menjamin hak lingkungan sehat, tapi implementasi lemah tanpa *lex specialis* untuk baterai. Kesenjangan ini memicu risiko pencemaran kronis dari limbah baterai yang diproyeksikan melonjak. Prinsip polluter pays principle belum diterapkan ketat pada importir litium. Harmonisasi dengan green development memerlukan regulasi battery passport nasional. Pakar menekankan kolaborasi pusat-daerah-industri untuk ekosistem berkelanjutan.²¹

Pengelolaan litium sebagai bahan baku baterai menghadapi dualisme yakni potensi hilirisasi nikel domestik versus impor litium berisiko lingkungan. PP 27/2020 mengatur limbah B3, mewajibkan daur ulang 80 persen, tapi tanpa mekanisme pelacakan digital. Kelemahan penerapan kehati-hatian terlihat pada absen regulasi spesifik klasifikasi baterai. Transisi bensin ke listrik mengurangi emisi transportasi 41 persen pada 2030, tapi gagal jika limbah litium tidak terkendali. Kebijakan fiskal insentif

¹⁸ Sri, D., Binner, H., Prayudi, A., Romadlon, F., Santoso, E., & Pranadita, N. (2025). Tinjauan Yuridis Terhadap Pengelolaan Limbah Baterai Kendaraan Listrik Sebagai Limbah B3 Berdasarkan PP No. 27 Tahun 2020. *Al-Zayn: Jurnal Ilmu Sosial & Hukum*, 3(4), 4467-4476. Hal. 4470-4471.

¹⁹ Subekti, R. (2022). Urgensi regulasi kendaraan listrik untuk pengendalian iklim dan penggunaan energi terbarukan (Analisis komparatif antara Indonesia, China, dan Amerika Serikat). *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional*, 11(3). Hal. 441.

²⁰ Subiantoro, H., & Maharani, A. E. P. (2024). Analisis Perpres Nomor 55 tahun 2019 Terkait Program Kendaraan Listrik Dalam Rangka Mewujudkan Transportasi Ramah Lingkungan. *Jurist-Diction*, 7(1). Hal. 54.

²¹ Kementerian ESDM. (2021, 1 September). Peduli Lingkungan dan Bahan Bakar Murah? Pakai Kendaraan Listrik. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/peduli-lingkungan-dan-bahan-bakar-murah-pakai-kendaraan-listrik>. (Diakses pada tanggal 20 November 2025).

efektif awal, namun akuntabilitas produsen rendah tanpa EPR wajib. Kritik terhadap Perpres 79/2023 mencakup celah kerusakan lingkungan dari rantai pasok. Integrasi teknologi blockchain untuk battery passport solutif.²²

Implementasi regulasi lingkungan transisi EV menunjukkan ketidakseimbangan antara target ambisius dan kapasitas pengawasan. Permen 45/2020 memastikan laik jalan, tapi tidak sentuh dampak baterai pasca-pakai. Risiko pencemaran akibat litium mencakup kontaminasi air tanah oleh lithium sulfate. Prinsip sustainable development dalam UU PPLH terabaikan pada sektor ekstraktif. Daur ulang baterai domestik baru 10 persen, jauh di bawah standar global 95 persen. Pemerintah didesak susun sistem nasional berbasis EPR untuk tarik ulang baterai. Kolaborasi internasional harmonisasi kebijakan Basel Convention krusial.²³

Kritik normatif terhadap regulasi litium menyoroti absennya pengaturan ekstraksi berkelanjutan di Indonesia. Ketergantungan impor dari Australia dan Chile berpotensi transfer dampak lingkungan. Perpres 79/2023 gagalantisipasi ledakan limbah baterai 2030. EPR sebagai doktrin internasional harus diadopsi *lex specialis* nasional. Target recovery per kimia baterai esensial untuk efisiensi daur ulang. Penguatan sanksi administratif dan pidana pada pelanggar PPLH mendesak. Daerah percontohan EV ramah lingkungan direkomendasikan.²⁴

Harmonisasi regulasi lintas sektor menjadi kunci mengatasi kesenjangan pengelolaan litium. Sinkronisasi ESDM-Perhubungan-LH memerlukan Satgas Nasional EV. Prinsip precautionary principle dalam PPLH harus diterjemahkan operasional untuk litium. Proyeksi zero emisi 2060 terancam tanpa regulasi battery life cycle. Industri otomotif wajib kontribusi R&D daur ulang domestik. Kebijakan importir bertanggung jawab penuh atas limbah. Transisi EV sukses jika lingkungan prioritas utama.²⁵

Pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik saat ini menjadi tantangan besar dalam regulasi lingkungan di Indonesia. Limbah baterai mengandung logam berat seperti kobalt, nikel, dan litium yang bersifat toksik, sehingga harus dikelola sesuai ketentuan limbah B3 dalam PP Nomor 27 Tahun 2020. Namun, pengawasan dan implementasi di lapangan masih kurang optimal, khususnya dalam sistem pengumpulan dan daur ulang yang belum terstandarisasi secara nasional. Hal ini menimbulkan potensi pencemaran lingkungan seperti kontaminasi air tanah dan ekosistem sekitar apabila baterai bekas dibuang tidak terkelola dengan benar. Regulasi saat ini belum mengatur secara rinci tanggung jawab produsen dan importir dalam siklus hidup baterai, menciptakan celah hukum dalam pengelolaan limbah B3 dari kendaraan listrik. Dalam konteks ini, pentingnya penerapan Extended Producer Responsibility (EPR) ditegaskan agar produsen memiliki kewajiban pengelolaan limbah hingga akhir masa pakai.²⁶

Untuk mendukung regulasi tersebut, teknologi pendukung seperti sistem battery passport berbasis digital dapat menjadi solusi strategis dalam melacak dan mengaudit siklus hidup baterai secara transparan. Pemerintah didorong untuk merumuskan regulasi yang mengintegrasikan teknologi ini guna mempermudah pelaporan dan memastikan baterai bekas tidak menjadi beban lingkungan. Selain itu, peningkatan kapasitas lokal untuk daur ulang baterai sangat penting agar Indonesia tidak hanya menjadi

²² Merdeka.com. (2025, November 30). Pemerintah didesak segera susun regulasi battery passport untuk kendaraan listrik. <https://www.merdeka.com/peristiwa/pemerintah-didesak-segera-susun-regulasi-battery-passport-untuk-kendaraan-listrik-501669-mvk.html>. (Diakses pada tanggal 20 November 2025).

²³ Barus, F. L. T. (2024). Implementasi Pengelolaan Limbah Baterai Kendaraan Listrik Berbasis B3: Systematic Literature Review (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada). Hal. 32.

²⁴ Merdeka.com. (2025, November 30). *Op.cit.* <https://www.merdeka.com/peristiwa/pemerintah-didesak-segera-susun-regulasi-battery-passport-untuk-kendaraan-listrik-501669-mvk.html>. (Diakses pada tanggal 20 November 2025).

²⁵ Pantau.com. (2025, November 30). Pakar ITB: Pengelolaan baterai bekas kendaraan listrik harus jadi sistem nasional berbasis ekonomi sirkular. <https://www.pantau.com/otomotif/307756/pakar-itb-pengelolaan-baterai-bekas-kendaraan-listrik-harus-jadi-sistem-nasional-berbasis-ekonomi-sirkular>. (Diakses pada tanggal 21 November 2025).

²⁶ Barus, F. L. T. (2024). *Op.cit.* Hal. 34.

pasar kendaraan listrik, tetapi juga pengembang teknologi ramah lingkungan yang berkelanjutan. Pengembangan teknologi robotik dan kimia dalam proses daur ulang menjadi peluang strategis yang harus didukung oleh kebijakan fiskal dan regulasi yang mendorong inovasi. Dengan demikian, transisi kendaraan listrik dapat diimbangi dengan pengelolaan sumber daya baterai yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.²⁷

Implikasi hukum dari regulasi tersebut menuntut penguatan kerangka normatif untuk memastikan tanggung jawab penuh seluruh pemangku kepentingan sepanjang rantai nilai kendaraan listrik. Undang-undang dan peraturan pelaksana harus secara tegas mencakup aspek pengambilan, penyimpanan, dan pengolahan limbah baterai serta sanksi pidana dan administratif yang berat bagi pelanggar. Harmonisasi peraturan antara Kementerian Lingkungan Hidup, Energi dan Sumber Daya Mineral, serta Kementerian Perhubungan harus dipercepat agar tidak terjadi tumpang tindih aturan yang menghambat pelaksanaan kebijakan. Selain itu, penguatan sosialisasi dan pelibatan masyarakat sangat diperlukan agar pengelolaan limbah baterai dapat terlaksana efektif di lapangan, dengan dukungan teknologi dan kebijakan yang adaptif. Regulasi yang lengkap, inovasi teknologi, dan sinergi antar pemangku kepentingan merupakan fondasi utama untuk menjawab tantangan transisi kendaraan listrik berkelanjutan di Indonesia.²⁸

Dampak dan tantangan dalam penerapan regulasi Perpres No. 79 Tahun 2023 terhadap penggunaan ekstraksi litium dan limbah baterai

Peraturan Presiden Nomor 79 Tahun 2023 mengubah Perpres 55/2019 dengan menaikkan target Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) baterai kendaraan listrik hingga 80 persen pada 2030 untuk mendukung produksi domestik. Kebijakan ini memfasilitasi insentif pajak bagi perusahaan pengelola limbah baterai serta pelonggaran TKDN impor hingga 2026 demi akselerasi adopsi. Namun, regulasi tersebut minim spesifikasi teknis ekstraksi litium, meninggalkan ketergantungan impor bahan baku kritis. Dampak positif terlihat pada pengurangan emisi transportasi melalui percepatan Battery Electric Vehicle (BEV), sejalan komitmen net zero 2060. Tantangan muncul dari absen regulasi pelacakan siklus hidup baterai, berpotensi kontaminasi logam berat seperti litium dan kobalt. Penelitian yuridis normatif mengonfirmasi kesenjangan implementasi Extended Producer Responsibility (EPR) dalam pengelolaan limbah B3.²⁹

Pengelolaan limbah baterai diatur secara parsial melalui pengakuan perusahaan pengolah sebagai penerima insentif, tapi tanpa target recovery spesifik per kimia baterai. Ekstraksi litium domestik belum dioptimalkan meski hilirisasi nikel maju, menyebabkan impor berisiko rantai pasok tidak berkelanjutan. Dampak negatif mencakup potensi pencemaran air tanah oleh litium sulfat jika daur ulang gagal mencapai 80 persen seperti mandat global. Tantangan penerapan terletak pada koordinasi lintas kementerian ESDM, LHK, dan Perhubungan yang lemah. Studi literatur sistematis menemukan hanya 10 persen kapasitas daur ulang lokal, jauh di bawah China yang optimalisasi komponen litium-ion. Regulasi Perpres 79/2023 gagal antisipasi thermal runaway baterai bekas di iklim

²⁷ Pantau.com. (2025, November 30). *Op.cit.* <https://www.pantau.com/otomotif/307756/pakar-itb-pengelolaan-baterai-bekas-kendaraan-listrik-harus-jadi-sistem-nasional-berbasis-ekonomi-sirkular>. (Diakses pada tanggal 21 November 2025).

²⁸ Kementerian PANRB. (2019, 16 Agustus). Inilah Perpres No. 55/2019 tentang Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. <https://www.menpan.go.id/site/berita-terkini/berita-daerah/inilah-perpres-no-55-2019-tentang-program-kendaraan-bermotor-listrik-berbasis-baterai>. (Diakses pada tanggal 25 November 2025).

²⁹ Presiden Republik Indonesia. (2023, 8 Desember). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan. <https://jdih.kemenkeu.go.id/api/download/2426f667-7c15-4afb-8a52-4efc01da5e9b/2023perpres079.pdf>. (Diakses pada tanggal 2 Desember 2025).

tropis Indonesia. Harmonisasi dengan Basel Convention absen, memungkinkan transboundary movement limbah ilegal.³⁰

Insentif fiskal Perpres 79/2023 mendorong investasi baterai swap dan SPKLU, mengurangi ketergantungan bensin fosil secara bertahap. Namun, pelanggaran TKDN impor CBU menciptakan paradoks percepatan volume tanpa kemandirian bahan baku litium. Dampak lingkungan ekstraksi terabaikan, padahal litium mining boros air dan energi, kontradiktif tujuan ramah lingkungan perpres. Tantangan teknis meliputi smelter pemurnian litium yang masih bergantung kolaborasi asing tanpa transfer teknologi permanen. Pengawasan lapangan minim, memicu illegal dumping baterai di sungai dan TPA konvensional. Proyeksi 2030 memprediksi 100 ribu ton limbah baterai tahunan tanpa EPR wajib. Kebijakan ini mencerminkan trade-off ekonomi-lingkungan yang tidak seimbang.³¹

Substansi Perpres 79/2023 menargetkan ekosistem BEV melalui TKDN progresif, tapi dampak ekstraksi litium diabaikan sepenuhnya tanpa mandat sustainable mining. Pasal terkait insentif limbah baterai bersifat deklaratif, kurang mekanisme akuntabilitas produsen atas siklus lengkap. Kritik normatif menyoroti pelanggaran precautionary principle UU PPLH akibat absen risk assessment lithium leaching. Tantangan implementasi terletak pada infrastruktur daur ulang terpusat di Jawa, mengabaikan disparitas regional. Harmonisasi dengan PP 27/2020 B3 diperlukan untuk klasifikasi baterai NMC versus LFP secara spesifik. Battery passport digital essential guna traceability import lithium hingga disposal. Reformasi kebijakan harus prioritaskan R&D lokal pemurnian litium rendah karbon.³²

Penerapan Perpres 79/2023 memicu ledakan produksi BEV, tapi tantangan limbah baterai memproyeksikan krisis B3 baru mirip e-waste global. Dampak ekstraksi impor litium mentransfer beban lingkungan dari Australia-Chile ke Indonesia via baterai bekas. Kelemahan hukum terlihat pada sanksi administratif ringan, tidak deterensial bagi pelanggar EPR sukarela. Perbandingan dengan UK-Australia tunjukkan optimalisasi suhu baterai perpanjang umur pakai, kurangi limbah prematur. Kebijakan fiskal efektif short-term, tapi long-term gagal tanpa regulasi lifecycle assessment wajib. Integrasi AI monitoring dumping baterai potensial solusi teknologi. Kolaborasi GAIKINDO-industri baterai domestik mendesak untuk TKDN autentik.³³

Tantangan utama regulasi Perpres 79/2023 adalah ketidaksinkronan dengan target NZE 2060, di mana limbah litium ancam pencapaian emisi nol. Dampak positif insentif terbatas pada urban elite, abaikan akses pedesaan tanpa SPKLU merata. Kritik terhadap pelanggaran TKDN hingga 2026 ciptakan window eksploitasi impor murah tanpa standar lingkungan. Penguatan Satgas Nasional BEV diperlukan untuk audit ekstraksi litium rantai pasok. Prinsip polluter pays gagal diterapkan pada importir baterai tanpa deposit scheme. Benchmark China recovery 95 persen litium menuntut transfer knowledge ke Indonesia. Sosialisasi masyarakat krusial cegah misuse baterai bekas sebagai powerbank ilegal.³⁴

Harmonisasi internasional Basel Convention mendesak untuk cegah illegal trade limbah baterai litium. Perpres 79/2023 abaikan risiko gejolak harga litium global akibat ketergantungan impor. Tantangan kapasitas SDM pengolahan B3 rendah, hanya 20 persen tenaga ahli tersertifikasi. Reformasi kurikulum vokasi baterai recycling esensial dukung implementasi. Dampak positif TKDN tinggi

³⁰ Antara. (2025, 15 Januari). Membangun ekosistem baterai EV Indonesia: Potensi besar, tantangan teknologi, dan komentar pakar. ANTARA News. <https://www.antaranews.com/berita/4584598/membangun-ekosistem-baterai-ev-indonesia-potensi-besar-tantangan-teknologi-dan-komentar-pakar>. (Diakses pada tanggal 2 Desember 2025).

³¹ Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. (2024, 4 Januari). GAIKINDO Berharap Baterai Mobil Listrik Produksi Lokal Masuk Bobot TKDN. <https://www.gaikindo.or.id/gaikindo-berharap-baterai-mobil-listrik-produksi-lokal-masuk-bobot-tkdn/> (Diakses pada tanggal 4 Desember 2025).

³² Nauri, M. M. A., Aziz, M. S., Pratama, M. Y. Z. Z., Kamal, U., & Fikri, M. A. H. (2024). *Op.cit.* Hal. 8.

³³ Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. (2024, 4 Januari). *Op.cit.* <https://www.gaikindo.or.id/gaikindo-berharap-baterai-mobil-listrik-produksi-lokal-masuk-bobot-tkdn/> (Diakses pada tanggal 4 Desember 2025).

³⁴ *Ibid.*

potensi ciptakan 50 ribu lapangan kerja hijau, tapi kondisional pengelolaan limbah. Kebijakan retaliatory tariff impor baterai non-ramah lingkungan strategis. Pengembangan litium lokal Sulawesi percontohan berkelanjutan prioritas.³⁵

Implikasi jangka panjang Perpres 79/2023 bergantung penguatan EPR mandatory dengan sanksi pidana berat. Kritik yuridis tekankan absen judicial review mekanisme untuk sengketa ekstraksi litium. Tantangan iklim tropis percepat degradasi baterai, tingkatkan volume limbah tahunan 30 persen. Integrasi green bond pendanaan infrastruktur daur ulang inovatif. Benchmark Lebanon temperature control kurangi waste generation 25 persen aplikabel lokal. Sinergi pemerintah-swasta-masyarakat wajib untuk ekosistem baterai closed-loop. Respons substansi rumusan: dampak positif ekonomi, tantangan lingkungan-hukum diatasi reformasi komprehensif.³⁶

Penguatan mekanisme pengawasan menjadi krusial dalam mengatasi tantangan penerapan Perpres 79/2023 terkait ekstraksi litium dan pengelolaan limbah baterai. Absennya satuan tugas terintegrasi lintas kementerian menyebabkan fragmentasi pengawasan lapangan terhadap fasilitas daur ulang yang menerima insentif. Dampaknya, potensi pelanggaran lingkungan seperti leaching litium ke sungai meningkat tanpa audit rutin berbasis digital. Tantangan utama terletak pada keterbatasan personel pengawas B3 yang hanya mencapai 15 persen dari kebutuhan nasional. Regulasi ini gagal mendefinisikan indikator kinerja pengolahan limbah spesifik per jenis baterai seperti NMC atau LFP. Kritik normatif menyoroti pelanggaran prinsip good governance akibat kurangnya transparansi rantai pasok litium impor. Integrasi sistem informasi geografis untuk monitoring dumping ilegal baterai mendesak diterapkan. Harmonisasi dengan Permen LHK tentang indeks pengelolaan B3 esensial untuk efektivitas.³⁷

Inovasi rantai pasok berkelanjutan diperlukan untuk menjawab defisiensi Perpres 79/2023 dalam mengelola dampak ekstraksi litium. Kebijakan TKDN tinggi memicu permintaan litium domestik, tapi tanpa mandat zero-waste mining berpotensi degradasi lahan Sulawesi. Tantangan teknologi pemurnian litium lokal masih bergantung joint venture asing tanpa klausul transfer ilmu permanen. Dampak positif terlihat pada pengurangan impor baterai utuh, namun limbah sekunder meningkat 40 persen proyeksi 2027. Pengembangan hydrometallurgy rendah air menjadi solusi kunci bagi ekstraksi berkelanjutan di iklim tropis. Kritik terhadap perpres mencakup abaikan risiko volatilitas harga litium global yang ancam stabilitas industri.³⁸

Reformasi hukum jangka panjang mendesak untuk mengantisipasi ledakan limbah baterai pasca-implementasi Perpres 79/2023. Undang-undang khusus pengelolaan baterai EV harus dirumuskan mengintegrasikan EPR mandatory dengan deposit-refund scheme. Tantangan konstitusional muncul dari potensi pelanggaran hak lingkungan sehat UU PPLH akibat regulasi parsial ini. Dampak ekstraksi litium impor mentransfer eksternalitas negatif ke ekosistem Indonesia tanpa kompensasi. Penguatan sanksi pidana minimal 5 tahun untuk illegal disposal baterai efektif deterensial. Kritik yuridis tekankan perlunya judicial review independen terhadap keputusan insentif limbah. Percontohan zona ekonomi hijau baterai di Batang mendukung transisi berkelanjutan. Sinergi dengan ASEAN Battery Alliance percepat standarisasi regional.³⁹

³⁵ detikcom. (2024, March 8). Regulasi untuk Kendaraan Listrik dan Hidrogen. <https://news.detik.com/kolom/d-7231851/regulasi-untuk-kendaraan-listrik-dan-hidrogen>. (Diakses pada tanggal 4 Desember 2025).

³⁶ Peraturan Presiden Republik Indonesia. (2023, 8 Desember). Perpres No. 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Perpres No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/273447/perpres-no-79-tahun-2023>. (Diakses pada tanggal 5 Desember 2025).

³⁷ Barus, F. L. T. (2024). *Op.cit.* Hal. 35.

³⁸ Antara. (2025, 15 Januari). *Op.cit.* <https://www.antaranews.com/berita/4584598/membangun-ekosistem-baterai-ev-indonesia-potensi-besar-tantangan-teknologi-dan-komentar-pakar>. (Diakses pada tanggal 5 Desember 2025).

³⁹ Sri, D., Binner, H., Prayudi, A., Romadlon, F., Santoso, E., & Pranadita, N. (2025). *Op.cit.* Hal. 4473.

SIMPULAN

Regulasi hukum lingkungan Indonesia dalam mengatur transisi kendaraan bensin ke listrik, khususnya pengelolaan sumber daya litium dan limbah baterai, menunjukkan upaya adaptif melalui Perpres Nomor 79 Tahun 2023 yang merevisi Perpres 55/2019, dengan target TKDN baterai hingga 80 persen pada 2030 serta pengurangan emisi signifikan menuju NZE 2060. Namun, kerangka normatif seperti UU Nomor 32 Tahun 2009 PPLH dan PP Nomor 27 Tahun 2020 tentang limbah B3 terfragmentasi, gagal menyediakan pengaturan holistik siklus hidup baterai termasuk pelacakan litium impor dan recovery spesifik per kimia seperti NMC atau LFP, sehingga melanggar prinsip precautionary dan polluter pays dengan risiko kontaminasi air tanah serta degradasi lahan ekstraktif. Dampak positif berupa pengurangan emisi transportasi 41 persen pada 2030 melalui insentif fiskal dan SPKLU terancam oleh tantangan kapasitas daur ulang lokal hanya 10 persen versus standar global 95 persen, absen EPR mandatory, serta koordinasi lintas kementerian yang lemah, memicu thermal runaway dan illegal dumping di iklim tropis. Reformasi hukum mendesak mencakup pengesahan undang-undang khusus baterai EV berbasis EPR wajib dengan deposit-refund scheme, penguatan sanksi pidana minimal 5 tahun untuk pelanggaran B3, serta harmonisasi Basel Convention guna cegah transboundary movement ilegal, didukung Satgas Nasional BEV, R&D hydrometallurgy rendah karbon, dan percontohan zona hijau di Sulawesi-Batang. Pendekatan ini menjamin akuntabilitas produsen sepanjang rantai pasok, mengubah tantangan menjadi peluang kemandirian lingkungan yang selaras dengan green constitution dan sustainable development.

SARAN

- a. Pemerintah wajib merumuskan undang-undang khusus pengelolaan baterai kendaraan listrik berbasis Extended Producer Responsibility (EPR) mandatory dengan deposit-refund scheme, mengintegrasikan pelacakan siklus hidup litium sesuai revisi Perpres 79/2023 atas Perpres 55/2019, guna menutup kesenjangan normatif PP 27/2020 tentang limbah B3.
- b. Penguatan sanksi pidana minimal lima tahun dan administratif progresif untuk pelanggaran pengelolaan limbah baterai, disertai harmonisasi Basel Convention, esensial mencegah illegal dumping dan transboundary movement, sebagaimana ketentuan insentif pengolahan limbah dalam Perpres 79/2023.
- c. Pembentukan Satgas Nasional Battery Electric Vehicle lintas kementerian ESDM-LHK-Perhubungan untuk audit rantai pasok litium impor dan domestik, didukung battery passport digital berbasis blockchain guna traceability kimia baterai NMC-LFP.
- d. Percepatan R&D hydrometallurgy rendah karbon dan percontohan zona hijau ekstraksi litium di Sulawesi-Batang, dengan insentif fiskal TKDN progresif hingga 80 persen pada 2030 sesuai Perpres 79/2023, memastikan sinergi hilirisasi nikel dan pengurangan emisi NZE 2060.
- e. Integrasi precautionary principle UU 32/2009 PPLH melalui risk assessment wajib ekstraksi litium dan recovery target 95 persen, melibatkan kolaborasi industri-masyarakat-daerah untuk transisi berkelanjutan tanpa krisis limbah baru.

REFERENSI

Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
Peraturan Presiden No. 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Perpres No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle).
Peraturan Menteri No. 45 Tahun 2020 tentang Kendaraan Tertentu dengan Menggunakan Penggerak Motor Listrik

- Peraturan Menteri PAN & RB No. 65 Tahun 2020 tentang Pemberian Tunjangan Kinerja Pegawai di Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi
- Peraturan Menteri No. 12 Tahun 2021 tentang Pertimbangan Teknis Pertanahan
- Peraturan Menteri No. 8 Tahun 2024 tentang Pajak Pertambahan Nilai Atas Penyerahan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Roda Empat Tertentu Dan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Bus Tertentu Yang Ditanggung Pemerintah Tahun Anggaran 2024
- Peraturan Pemerintah No. 27 tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik
- Peraturan Pemerintah No. 22 tahun 2021 Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Barus, F. L. T. (2024). Implementasi Pengelolaan Limbah Baterai Kendaraan Listrik Berbasis B3: Systematic Literature Review (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Fatimah, R. N. (2025). Mewujudkan Net Zero Emissions Melalui Kendaraan Listrik: Kajian Perspektif Green Constitution. *Al-Balad: Journal of Constitutional Law*, 7(1), 1-17.
- 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.
- Sri, D., Binner, H., Prayudi, A., Romadlon, F., Santoso, E., & Pranadita, N. (2025). Tinjauan Yuridis Terhadap Pengelolaan Limbah Baterai Kendaraan Listrik Sebagai Limbah B3 Berdasarkan PP No. 27 Tahun 2020. *Al-Zayn: Jurnal Ilmu Sosial & Hukum*, 3(4), 4467-4476.
- Subekti, R. (2022). Urgensi regulasi kendaraan listrik untuk pengendalian iklim dan penggunaan energi terbarukan (Analisis komparatif antara Indonesia, China, dan Amerika Serikat). *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional*, 11(3).
- Subiantoro, H., & Maharani, A. E. P. (2024). Analisis Perpres Nomor 55 tahun 2019 Terkait Program Kendaraan Listrik Dalam Rangka Mewujudkan Transportasi Ramah Lingkungan. *Jurist-Diction*, 7(1).
- Antara. (2025, 15 Januari). Membangun ekosistem baterai EV Indonesia: Potensi besar, tantangan teknologi, dan komentar pakar. *ANTARA News*. <https://www.antaranews.com/berita/4584598/membangun-ekosistem-baterai-ev-indonesia-potensi-besar-tantangan-teknologi-dan-komentar-pakar>. (Diakses pada tanggal 2 Desember 2025).
- Arbor. (2025, May 23). Lithium's Environmental Impact: Calculated and Explained. *Arbor*. <https://www.arbor.eco/blog/lithium-environmental-impact>. (Diakses pada tanggal 2 November 2025).
- Atonergi. (n.d.). Dampak lingkungan baterai lithium: Keuntungan dan tantangan. *Atonergi*. <https://atonerigi.com/dampak-lingkungan-baterai-lithium-keuntungan-dan-tantangan/>. (Diakses pada tanggal 13 November 2025).
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2024, April 4). BRIN kembangkan metode daur ulang baterai litium ramah lingkungan. *BRIN*. <https://www.brin.go.id/news/118090/brin-kembangkan-metode-daur-ulang-baterai-litium-ramah-lingkungan>. (Diakses pada tanggal 13 November 2025).
- CNN Indonesia. (2025, March 13). KLH sorot masalah besar limbah baterai saat EV makin laku di RI. *CNN Indonesia*. <https://www.cnnindonesia.com/otomotif/20250313132731-603-1208393/klh-sorot-masalah-besar-limbah-baterai-saat-ev-makin-laku-di-ri>. (Diakses pada tanggal 7 November 2025).

- Detikcom. (2024, March 8). Regulasi untuk Kendaraan Listrik dan Hidrogen. <https://news.detik.com/kolom/d-7231851/regulasi-untuk-kendaraan-listrik-dan-hidrogen>. (Diakses pada tanggal 4 Desember 2025).
- Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. (2024, 4 Januari). GAIKINDO Berharap Baterai Mobil Listrik Produksi Lokal Masuk Bobot TKDN. <https://www.gaikindo.or.id/gaikindo-berharap-baterai-mobil-listrik-produksi-lokal-masuk-bobot-tkdn/> (Diakses pada tanggal 4 Desember 2025).
- Invest Indonesia. (2023, November 23). *Ministry: EV battery waste must be handled properly*. Invest Indonesia. <https://investindonesia.co.id/2023/11/23/ministry-ev-battery-waste-must-be-handled-properly/>. (Diakses pada tanggal 7 November 2025).
- Kanopi FEB UI. (2024, August 9). Eh kecepatan ga si? : Sebuah kisah cinta transisi mobil listrik. KanopiFEBUI. <https://www.kanopifebui.com/post/eh-kecepatan-ga-si-sebuah-kisah-cinta-transisi-mobil-listrik>. (Diakses pada tanggal 2 November 2025).
- Kementerian PANRB. (2019, 16 Agustus). Inilah Perpres No. 55/2019 tentang Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai. <https://www.menpan.go.id/site/berita-terkini/berita-daerah/inilah-perpres-no-55-2019-tentang-program-kendaraan-bermotor-listrik-berbasis-baterai>. (Diakses pada tanggal 25 November 2025).
- Kementerian ESDM. (2021, 1 September). Peduli Lingkungan dan Bahan Bakar Murah? Pakai Kendaraan Listrik. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/peduli-lingkungan-dan-bahan-bakar-murah-pakai-kendaraan-listrik>. (Diakses pada tanggal 20 November 2025).
- Kementerian Perhubungan. (2022, September 20). Kemenhub upayakan subsidi konversi kendaraan BBM ke listrik. [dephub.go.id. https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-upayakan-subsidi-konversi-kendaraan-bbm-ke-listrik](https://dephub.go.id/post/read/kemenhub-upayakan-subsidi-konversi-kendaraan-bbm-ke-listrik). (Diakses pada tanggal 3 November 2025).
- Large Battery. (2025, April 23). Memahami dampak lingkungan baterai lithium vs. baterai alkaline. Large-Battery. <https://www.large-battery.com/id/blog/environmental-impact-lithium-vs-alkaline-batteries/>. (Diakses pada tanggal 17 November 2025).
- Merdeka.com. (2025, November 30). Pemerintah didesak segera susun regulasi battery passport untuk kendaraan listrik. <https://www.merdeka.com/peristiwa/pemerintah-didesak-segera-susun-regulasi-battery-passport-untuk-kendaraan-listrik-501669-mvk.html>. (Diakses pada tanggal 20 November 2025).
- Pantau.com. (2025, November 30). Pakar ITB: Pengelolaan baterai bekas kendaraan listrik harus jadi sistem nasional berbasis ekonomi sirkular. <https://www.pantau.com/otomotif/307756/pakar-itb-pengelolaan-baterai-bekas-kendaraan-listrik-harus-jadi-sistem-nasional-berbasis-ekonomi-sirkular>. (Diakses pada tanggal 21 November 2025).
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. (2023, 8 Desember). Perpres No. 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Perpres No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/273447/perpres-no-79-tahun-2023>. (Diakses pada tanggal 5 Desember 2025).
- Presiden Republik Indonesia. (2023, 8 Desember). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan. <https://jdih.kemenkeu.go.id/api/download/2426f667-7c15-4afb-8a52-4efc01da5e9b/2023perpres079.pdf>. (Diakses pada tanggal 2 Desember 2025).

- Suara.com. (2023, May 9). Kritik mobil listrik di Indonesia belum ramah lingkungan — 70 persen masih pakai energi batu bara. Suara.com. <https://www.suara.com/news/2023/05/09/213620/kritik-mobil-listrik-di-indonesia-belum-ramah-lingkungan-70-persen-masih-pakai-energi-batu-bara> (Diakses pada tanggal 11 November 2025).
- Tempo. (2025, June 15). 5 kasus kerusakan lingkungan karena aktivitas pertambangan. Tempo. <https://www.tempo.co/lingkungan/5-kasus-kerusakan-lingkungan-karena-aktivitas-pertambangan-1705467>. (Diakses pada tanggal 8 November 2025).
- Tujuh Cahaya. (2025, July 15). 5 kasus dampak lingkungan akibat pertambangan di Indonesia: Kerusakan yang merugikan. Tujuhcahaya. <https://www.tujuhcahaya.com/5-kasus-dampak-lingkungan-akibat-pertambangan-di-indonesia-kerusakan-yang-merugikan/>. (Diakses pada tanggal 11 November 2025).