

STRATEGI PENANGANAN LIMBAH BATERAI KENDARAAN LISTRIK DEMI MASA DEPAN INDONESIA YANG LEBIH BERSIH

M Maulvi Aldi Nauri ¹, Muhammad Sulthoni Aziz ², M Yusuf Zenidin Zidan Pratama ³, Ubaidillah Kamal ⁴, M Adymas Hikal Fikri ⁵

E-Mail : maulvialdi@students.unnes.ac.id, azizsulthoni11@students.unnes.ac.id, zenidinzidanpratama14@students.unnes.ac.id, Hikal@mail.unnes.ac.id

Fakultas Hukum, Universitas Negeri Semarang

Correspondence

No. Telp:

Submitted 6 Mei 2024

Accepted 12 Mei 2024

Published 13 Mei 2024

Abstrak

Dalam menghadapi pertumbuhan pesat industri kendaraan listrik di Indonesia, penanganan limbah baterai kendaraan listrik menjadi perhatian utama untuk menciptakan masa depan yang lebih bersih. Artikel ini membahas tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan limbah baterai, potensi bahaya terhadap lingkungan, dan kebutuhan akan sistem pengelolaan yang berkelanjutan. Melalui analisis yang mendalam, artikel ini menguraikan langkah-langkah konkret yang dapat diambil oleh pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengatasi masalah ini. Langkah-langkah tersebut meliputi penguatan regulasi, pengembangan infrastruktur daur ulang, peningkatan kesadaran masyarakat, dan dukungan terhadap inovasi teknologi. Dengan memperkuat kerjasama antara berbagai pemangku kepentingan, diharapkan Indonesia dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Limbah, baterai, dan Kendaraan Listrik

Abstract

In facing the rapid growth of the electric vehicle industry in Indonesia, the handling of electric vehicle battery waste becomes a primary concern to create a cleaner future. This article discusses the challenges in managing battery waste, its potential environmental hazards, and the need for sustainable management systems. Through in-depth analysis, this article outlines concrete steps that can be taken by the government, private sector, and society to address this issue. These steps include strengthening regulations, developing recycling infrastructure, increasing public awareness, and supporting technological innovations. By strengthening cooperation among various stakeholders, it is hoped that Indonesia can achieve safer, more sustainable, and environmentally friendly battery waste management goals.

Keywords: Waste, Battery, and Electric Vehicles

LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara kepulauan dengan kekayaan alam yang melimpah, kini tengah berjuang dalam menghadapi tantangan besar yang ditimbulkan oleh perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Dengan populasi yang terus bertambah dan perkembangan ekonomi yang pesat, tekanan terhadap lingkungan semakin meningkat. Pemanasan global, polusi udara, dan masalah sampah menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan ekosistem kita. Namun, di tengah tantangan ini, Indonesia juga melihat peluang besar dalam mengadopsi teknologi ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Salah satu bidang yang tengah mengalami pertumbuhan pesat adalah industri kendaraan listrik.

Dalam beberapa tahun terakhir, industri kendaraan listrik telah menjadi fokus utama dalam upaya menciptakan transportasi yang lebih ramah lingkungan di Indonesia. Dukungan pemerintah dan meningkatnya kesadaran akan pentingnya mengurangi emisi gas rumah kaca telah mendorong

pertumbuhan pesat pasar kendaraan listrik di tanah air. Produsen mobil besar maupun perusahaan startup lokal telah berlomba-lomba untuk memasarkan kendaraan listrik mereka di Indonesia. Mulai dari mobil pribadi hingga armada transportasi umum, kendaraan listrik menjadi pilihan yang semakin populer di tengah masyarakat yang semakin peduli akan lingkungan.

Meskipun kendaraan listrik dianggap sebagai solusi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil, namun ada sisi gelap yang perlu diperhatikan, yaitu masalah sampah baterai. Baterai yang digunakan dalam kendaraan listrik, meskipun telah didesain untuk daya tahan yang tinggi, pada akhirnya akan mencapai akhir umur pakainya. Sampah baterai ini, jika tidak dikelola dengan baik, memiliki potensi bahaya serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Bahan kimia berbahaya seperti timbal, kadmium, dan asam sulfat yang terkandung dalam baterai dapat mencemari tanah dan air jika dibuang secara sembarangan. Selain itu, bahaya peledakan atau kebakaran juga bisa terjadi jika baterai tersebut tidak diolah dengan benar.

Indonesia perlu memiliki strategi yang komprehensif dalam penanganan sampah baterai kendaraan listrik. Sistem pengelolaan sampah baterai yang berkelanjutan menjadi kebutuhan mendesak untuk memastikan bahwa pertumbuhan industri kendaraan listrik tidak membawa dampak negatif yang tidak terkendali bagi lingkungan. Langkah-langkah

konkret seperti pengembangan infrastruktur daur ulang baterai, implementasi regulasi yang ketat terkait pengelolaan sampah baterai, serta peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah baterai dengan benar, menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan industri kendaraan listrik.

Dengan menghadapi tantangan ini secara proaktif, Indonesia memiliki kesempatan untuk menjadi pemimpin dalam pengembangan industri kendaraan listrik yang berkelanjutan. Dengan strategi penanganan sampah baterai yang tepat, kita dapat memastikan bahwa masa depan transportasi di Indonesia tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga aman dan berkelanjutan. Pemerintah, industri, dan masyarakat perlu bekerja sama secara kolaboratif untuk menciptakan solusi yang holistik dalam mengatasi masalah sampah baterai kendaraan listrik. Dengan demikian, kita dapat membangun masa depan Indonesia yang lebih bersih dan lestari bagi generasi mendatang.

PERMASALAHAN

1. Apa potensi bahaya sampah baterai kendaraan listrik?
2. Bagaimana sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal?
3. Apa upaya yang dilakukan untuk mengatasi sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia?

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam mengkaji permasalahan dalam artikel yang berjudul **“STRATEGI PENANGANAN LIMBAH BATERAI KENDARAAN LISTRIK DEMI MASA DEPAN INDONESIA YANG LEBIH BERSIH”** menggunakan metode penelitian yuridis normatif. Metode ini berfokus pada penelitian yang mengkaji penerapan kaidah-kaidah atau norma-norma dalam hukum positif. Artikel ini memakai pendekatan perundang-undangan. Adapun peraturan perundang-undangan yang akan dikaji adalah peraturan perundang-undang

mengenai lingkungan sebagai bahan hukum primer, jurnal-jurnal hukum, buku hukum, karya tulis hukum, dan sumber internet.

PEMBAHASAN

Potensi Bahaya Sampah Baterai Kendaraan Listrik

Baterai kendaraan listrik merupakan sebuah komponen kunci dalam sistem propulsi kendaraan listrik yang bertujuan untuk menyimpan energi listrik. Baterai ini berperan penting dalam menyediakan daya untuk motor listrik yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, baterai kendaraan listrik menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan karena mereka tidak menghasilkan emisi gas buang selama digunakan. Baterai kendaraan listrik tersusun dari sel-sel elektrokimia yang terhubung secara seri dan paralel untuk membentuk paket baterai yang memiliki kapasitas dan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Setiap sel elektrokimia terdiri dari anoda (terminal positif), katoda (terminal negatif), dan elektrolit yang memungkinkan aliran ion-ion listrik antara kedua elektroda tersebut. Proses ini memungkinkan baterai untuk menyimpan energi dalam bentuk kimia dan melepaskannya saat diperlukan dalam bentuk energi listrik.

Seiring dengan perkembangan teknologi, baterai kendaraan listrik telah mengalami berbagai inovasi yang memperbaiki kinerja, kapasitas, dan keamanannya. Salah satu teknologi yang banyak digunakan saat ini adalah baterai ion-litium, yang menawarkan kepadatan energi yang tinggi dan umur pakai yang panjang dibandingkan dengan teknologi baterai lainnya. Baterai ion-litium juga relatif ringan dan memiliki tingkat self-discharge yang rendah, membuatnya ideal untuk digunakan dalam kendaraan listrik. Baterai kendaraan listrik memiliki sejumlah kelebihan yang membuatnya menjadi solusi yang menarik dalam menggerakkan kendaraan dan aplikasi lainnya.¹ Salah satu kelebihan utamanya adalah kemampuan untuk menyediakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan. Baterai kendaraan listrik tidak menghasilkan emisi gas buang selama digunakan, sehingga membantu mengurangi polusi udara dan jejak karbon. Hal ini sangat penting dalam konteks perubahan iklim global dan upaya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Kelebihan lain dari baterai kendaraan listrik adalah kinerja yang tenang dan halus. Motor listrik yang digerakkan oleh baterai memiliki kurang getaran dan suara daripada mesin pembakaran internal, sehingga memberikan pengalaman berkendara yang lebih nyaman bagi pengguna. Selain itu, baterai kendaraan listrik juga memiliki respons yang lebih cepat terhadap

¹ Ulfa, R. A., Boedoyo, M. S., & Sasongko, N. A. (2021). ANALISIS DAUR HIDUP BATERAI UNTUK PENGEMBANGAN KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA DALAM Mendukung Ketahanan Energi Nasional. *Ketahanan Energi*, 7(2).

perubahan kecepatan, sehingga memberikan akselerasi yang lebih baik dan pengendalian yang lebih presisi dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar fosil. Baterai kendaraan listrik juga memiliki keuntungan dalam hal biaya operasional dan pemeliharaan. Meskipun biaya awal untuk membeli kendaraan listrik mungkin lebih tinggi daripada kendaraan konvensional, namun biaya pengoperasian jangka panjangnya cenderung lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh biaya energi listrik yang lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar fosil, serta kurangnya perawatan yang diperlukan untuk motor listrik dan sistem transmisi dibandingkan dengan mesin pembakaran internal yang kompleks.

Kelebihan selanjutnya dari baterai kendaraan listrik ialah memberikan fleksibilitas dalam hal desain dan penempatan kendaraan. Karena baterai dapat ditempatkan di berbagai tempat dalam kendaraan, termasuk di bawah lantai atau di bagian belakang, ini memberikan desainer kendaraan lebih banyak kebebasan dalam menciptakan ruang yang lebih luas dan ergonomis bagi penumpang. Selain itu, penggunaan baterai kendaraan listrik juga memungkinkan untuk pengembangan kendaraan yang lebih ringan dan kompak, sehingga meningkatkan efisiensi dan kinerja keseluruhan kendaraan.

Kelebihan terakhir dari baterai kendaraan listrik adalah potensi untuk mendukung penyimpanan energi terbarukan dan jaringan listrik cerdas. Dengan penggunaan baterai kendaraan listrik yang terintegrasi dalam jaringan listrik, energi listrik dari sumber

terbarukan seperti matahari dan angin dapat disimpan dan didistribusikan secara efisien, sehingga mengurangi ketergantungan pada pembangkit listrik konvensional yang berbasis bahan bakar fosil. Selain itu, baterai kendaraan listrik juga dapat berfungsi sebagai sumber cadangan untuk menyediakan daya saat terjadi gangguan atau pemadaman listrik, sehingga meningkatkan keandalan dan stabilitas jaringan listrik secara keseluruhan.

Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, baterai kendaraan listrik juga dapat menimbulkan limbah yang berbahaya. Limbah baterai kendaraan listrik adalah jenis limbah yang dihasilkan dari baterai yang digunakan dalam kendaraan listrik. Ini mencakup berbagai jenis baterai, termasuk baterai lithium-ion, nikel-kadmium, nikel-metal hidrida, dan lainnya, yang digunakan untuk menyimpan energi dalam kendaraan listrik. Seiring dengan pertumbuhan industri kendaraan listrik, produksi dan penggunaan baterai kendaraan listrik juga meningkat, sehingga menghasilkan jumlah limbah baterai yang signifikan.

Baterai kendaraan listrik memiliki struktur yang kompleks dan mengandung berbagai bahan kimia dan logam yang berpotensi berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Salah satu komponen utama dalam baterai kendaraan listrik adalah elektrolit, yang seringkali terbuat dari bahan-bahan kimia seperti lithium, kobalt, nikel, dan grafit. Selain itu, baterai juga mengandung logam berat seperti kadmium dan timbal, yang dapat mencemari tanah, air, dan

Limbah baterai kendaraan listrik dapat berupa baterai yang sudah tidak terpakai atau rusak, serta komponen-komponen baterai yang telah dipisahkan atau didaur ulang. Baterai yang sudah tidak terpakai seringkali mengalami degradasi dan tidak dapat digunakan lagi untuk menyimpan energi. Sementara itu, komponen-komponen baterai yang dipisahkan atau didaur ulang, seperti sel baterai, elektrolit, dan logam, juga dapat menghasilkan limbah selama proses pemisahan dan daur ulang.

Selain dari sisi komposisi kimianya, limbah baterai kendaraan listrik juga dapat bervariasi dalam hal volume, bentuk, dan tingkat keberbahayaannya. Baterai kendaraan listrik umumnya memiliki kapasitas yang lebih besar daripada baterai konvensional, sehingga menghasilkan limbah dalam volume yang lebih besar. Selain itu, baterai kendaraan listrik seringkali dirancang dalam bentuk yang kompleks dan padat untuk

mengoptimalkan penyimpanan energi, sehingga mempengaruhi proses pengelolaan limbah.

Dalam konteks pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik, penting untuk memperhatikan berbagai aspek, termasuk identifikasi, pemisahan, penanganan, transportasi, penyimpanan, pengolahan, dan pembuangan akhir limbah. Hal ini memerlukan perhatian khusus terhadap risiko yang terkait dengan limbah baterai, termasuk bahaya kebakaran, ledakan, pencemaran air dan udara, serta risiko kesehatan bagi pekerjaan masyarakat sekitar.

Sampah baterai kendaraan listrik memiliki potensi bahaya yang perlu dipertimbangkan secara serius, terutama karena baterai tersebut mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Salah satu bahaya utama yang terkait dengan sampah baterai kendaraan listrik adalah potensi pencemaran air, tanah, dan udara. Baterai kendaraan listrik umumnya menggunakan bahan kimia berbahaya seperti timbal, kadmium, dan asam sulfat dalam komponennya. Jika baterai ini tidak diolah dengan benar setelah mencapai akhir umur pakainya, bahan-bahan kimia ini dapat bocor ke lingkungan dan mencemari air tanah dan permukaan, serta tanah di sekitarnya. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem air dan tanah yang dapat berdampak pada kesehatan manusia dan keberlanjutan lingkungan.

Limbah baterai kendaraan listrik juga memiliki potensi untuk mencemari udara jika tidak diolah dengan benar. Proses penghancuran atau pembakaran baterai yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pelepasan gas beracun ke atmosfer, termasuk gas sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dan partikel beracun lainnya.² Paparan terhadap polusi udara ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk iritasi saluran pernapasan, gangguan pernapasan, dan bahkan penyakit serius seperti kanker. Selain dampak langsung terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, sampah baterai kendaraan listrik juga memiliki potensi untuk menyebabkan kebakaran atau peledakan jika tidak diolah dengan benar. Baterai yang terkena suhu tinggi atau tekanan eksternal dapat mengalami reaksi kimia yang tidak terkendali, menyebabkan pelepasan gas berbahaya dan bahkan ledakan.

Kejadian seperti ini dapat mengakibatkan kerusakan properti, cedera, dan bahkan kematian jika tidak diatasi dengan cepat dan tepat. Selain potensi bahaya fisik, sampah baterai kendaraan listrik juga memiliki potensi untuk menciptakan masalah sosial dan ekonomi jika tidak dikelola dengan baik. Limbah baterai yang menumpuk di tempat pembuangan sampah dapat menjadi sumber pencemaran yang serius bagi lingkungan sekitarnya, serta dapat menyebabkan masalah estetika dan mengurangi nilai properti di sekitarnya. Selain itu, biaya untuk mengelola dan membuangnya limbah baterai yang tidak diolah dengan benar juga dapat menjadi beban finansial yang

Sistem Pengelolaan Sampah Baterai Yang Ideal

Baterai kendaraan listrik memiliki potensi besar untuk menjadi solusi yang bersih dan ramah lingkungan dalam menggerakkan kendaraan masa depan. Namun, meskipun memiliki berbagai kelebihan, ada sejumlah faktor yang menjadi penghambat dalam adopsi dan penggunaan baterai kendaraan listrik secara luas. Salah satu faktor utama adalah masalah infrastruktur pengisian daya yang belum cukup matang. Infrastruktur pengisian daya yang kurang berkembang dan belum tersebar secara luas menjadi salah satu penghambat utama dalam adopsi kendaraan listrik. Sebagian besar negara masih

² Wijaya, N. M. A., Kumara, I. N. S., Partha, C. G. I., & Divayana, Y. (2021). Perkembangan Baterai dan Charger untuk Mendukung Pemasarakan Sepeda Listrik di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 8(1).

menghadapi tantangan dalam membangun jaringan pengisian daya yang memadai untuk mendukung jumlah kendaraan listrik yang semakin bertambah. Hal ini membuat para konsumen khawatir tentang ketersediaan fasilitas pengisian daya saat mereka membutuhkannya, terutama saat melakukan perjalanan jarak jauh.

Keterbatasan jangkauan atau daya tahan baterai juga menjadi hambatan dalam adopsi kendaraan listrik. Meskipun teknologi baterai terus berkembang, namun jarak tempuh per pengisian baterai masih menjadi perhatian bagi sebagian besar konsumen. Terutama dalam kondisi penggunaan yang ekstrem, seperti di daerah dengan iklim ekstrim atau dalam situasi lalu lintas yang padat, daya tahan baterai dapat menjadi kendala yang signifikan dalam penggunaan kendaraan listrik sehari-hari.³ Selain itu, biaya awal yang tinggi untuk membeli kendaraan listrik juga menjadi penghambat dalam adopsi teknologi ini. Meskipun biaya operasional jangka panjangnya cenderung lebih rendah dari pada kendaraan berbahan bakar fosil, namun biaya pembelian kendaraan listrik yang lebih mahal masih menjadi halangan bagi sebagian besar konsumen. Selain itu, biaya untuk memperbaiki atau mengganti baterai yang rusak juga dapat menjadi beban finansial tambahan bagi pemilik kendaraan listrik.

Kekhawatiran akan masa pakai dan umur pakai baterai juga menjadi faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian kendaraan listrik. Meskipun baterai kendaraan listrik biasanya memiliki umur pakai yang cukup lama, namun masih ada kekhawatiran tentang penurunan kapasitas dan performa baterai seiring berjalannya waktu. Hal ini dapat menyebabkan konsumen ragu untuk berinvestasi dalam kendaraan listrik, terutama jika mereka merasa perlu mengganti baterai dalam waktu yang relatif singkat. Selain faktor-faktor teknis dan ekonomi, juga ada faktor-faktor psikologis dan perilaku yang mempengaruhi adopsi kendaraan listrik. Beberapa konsumen mungkin ragu untuk beralih ke kendaraan listrik karena kebiasaan atau preferensi mereka terhadap kendaraan berbahan bakar fosil yang sudah mereka kenal dan percayai. Selain itu, kurangnya kesadaran atau pemahaman tentang manfaat kendaraan listrik dan teknologi baterai juga dapat membuat konsumen enggan untuk mencoba atau membeli kendaraan listrik.

Dalam mengatasi faktor-faktor penghambat ini, diperlukan upaya kolaboratif dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat. Pemerintah dapat memainkan peran yang penting dalam mengembangkan kebijakan dan regulasi yang mendukung adopsi kendaraan listrik, termasuk insentif pajak dan subsidi untuk pembelian kendaraan listrik, serta investasi dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya yang lebih luas dan efisien.⁴ Industri juga perlu terus melakukan inovasi dalam pengembangan teknologi baterai dan kendaraan listrik untuk meningkatkan efisiensi, kinerja, dan daya tarik konsumen. Upaya untuk mengurangi biaya produksi dan memperpanjang umur pakai baterai juga perlu terus dilakukan untuk membuat kendaraan listrik menjadi lebih terjangkau dan menarik bagi konsumen. Di sisi lain, masyarakat juga perlu terlibat aktif dalam meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang manfaat kendaraan listrik dan teknologi baterai. Pendidikan dan kampanye publik tentang keberlanjutan lingkungan dan

³ Istiqomah, S., Putra, P. S., Zunaidi, R. A., & Hilda, R. N. (2023). Reliabilitas Kendaraan Listrik. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(5), 1112-1120.

⁴ Karmiadi, D. W., & La Ode, M. F. (2023). Studi Kelayakan Jenis Baterai Kendaraan Listrik Roda Empat Dengan Metode Weighed Objective Untuk Program Kendaraan Listrik Di Indonesia. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 123-129.

keuntungan ekonomi dari kendaraan listrik dapat membantu mengubah sikap dan perilaku konsumen terhadap teknologi ini.

Meskipun Indonesia telah melakukan beberapa langkah dalam mengelola sampah baterai, namun sistem pengolahan sampah baterai di Indonesia belum dapat dikatakan sebagai ideal. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, sampah baterai kendaraan listrik memiliki potensi bahaya yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak diolah dengan benar. Namun, upaya untuk mengelola sampah baterai ini masih menghadapi sejumlah tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama dalam sistem pengolahan sampah baterai di Indonesia adalah kurangnya infrastruktur dan fasilitas yang memadai untuk mengelola limbah baterai. Meskipun beberapa fasilitas daur ulang baterai telah didirikan di beberapa daerah, namun cakupannya masih terbatas dan belum dapat memenuhi permintaan yang meningkat dari pertumbuhan industri kendaraan listrik. Kurangnya investasi dan dukungan pemerintah dalam pembangunan infrastruktur pengolahan limbah baterai juga menjadi kendala utama dalam mengatasi masalah ini. Selain itu, kurangnya regulasi dan kebijakan yang ketat terkait dengan pengelolaan sampah baterai juga menjadi masalah serius dalam sistem pengolahan sampah baterai di Indonesia. Meskipun ada beberapa regulasi yang mengatur pengelolaan limbah baterai, namun implementasinya masih lemah dan tidak konsisten di seluruh wilayah. Diperlukan langkah-langkah lebih lanjut untuk menguatkan regulasi yang ada dan memberlakukan sanksi yang lebih tegas bagi pelanggar.

Keterbatasan dalam teknologi pengolahan sampah baterai juga menjadi hambatan dalam sistem pengelolaan limbah baterai di Indonesia. Beberapa metode pengolahan yang ada mungkin belum sepenuhnya efektif dalam mengatasi bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam baterai, seperti timbal dan kadmium.⁵ Diperlukan penelitian dan inovasi lebih lanjut dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah baterai yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Selain tantangan teknis dan infrastruktur, kurangnya kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya pengelolaan sampah baterai juga menjadi masalah serius dalam sistem pengolahan sampah baterai di Indonesia. Banyak masyarakat yang masih kurang informasi tentang bahaya limbah baterai dan cara pengelolaannya yang benar. Diperlukan upaya lebih lanjut dalam meningkatkan kesadaran masyarakat melalui kampanye edukasi dan penyuluhan tentang bahaya limbah baterai serta pentingnya daur ulang dan pengelolaan yang bertanggung jawab.

Selain itu, kurangnya kerjasama antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, industri, dan masyarakat, juga menjadi kendala dalam sistem pengolahan sampah baterai di Indonesia. Dibutuhkan kolaborasi yang lebih erat dan koordinasi yang lebih baik antara semua pihak terkait untuk mengatasi masalah ini secara efektif. Ini termasuk pembentukan kemitraan antara pemerintah dan industri untuk meningkatkan investasi dalam infrastruktur pengolahan limbah baterai, serta melibatkan masyarakat dalam proses pengambilan keputusan dan implementasi program-program pengelolaan limbah baterai.

⁵ Zola, G., Nugraheni, S. D., Rosiana, A. A., Pambudy, D. A., & Agustanta, N. (2023). Inovasi Kendaraan Listrik Sebagai Upaya Meningkatkan Kelestarian Lingkungan dan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Hijau di Indonesia: Perkembangan Kendaraan Listrik di Indonesia, Kendaraan Listrik Bagi Kelestarian Lingkungan, Kendaraan Listrik dalam Mencapai Ekonomi Hijau. *e-Jurnal Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan*, 12(3), 159-170.

Sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal dapat diibaratkan sebagai sebuah integrasi dari berbagai komponen yang saling mendukung dan melengkapi. Sebuah sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal harus mampu mengatasi masalah lingkungan, kesehatan manusia, dan keberlanjutan secara menyeluruh, sambil mempertimbangkan berbagai faktor seperti infrastruktur, regulasi, teknologi, kesadaran masyarakat, dan kerjasama antar berbagai pemangku kepentingan. Salah satu elemen utama dari sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal adalah infrastruktur yang memadai untuk mengumpulkan, mengangkut, dan mengolah limbah baterai dengan aman dan efisien. Ini mencakup pembangunan fasilitas daur ulang baterai yang canggih dan modern, serta jaringan pengisian daya yang luas dan mudah diakses untuk mendukung jumlah kendaraan listrik yang semakin bertambah. Infrastruktur yang kuat dan terintegrasi ini akan memastikan bahwa limbah baterai dapat diolah dengan benar dan tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

Selain infrastruktur yang memadai, sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal juga memerlukan regulasi dan kebijakan yang ketat dan konsisten untuk mengatur pengelolaan limbah baterai. Regulasi yang kuat akan membantu mengatur proses produksi, penggunaan, dan pembuangan baterai, serta menetapkan standar untuk pengelolaan limbah baterai yang aman dan bertanggung jawab. Ini termasuk persyaratan untuk produsen kendaraan listrik dalam mengelola limbah baterai mereka dengan benar, serta sanksi yang tegas bagi pelanggar.

Teknologi juga memainkan peran penting dalam sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal. Pengembangan teknologi pengolahan limbah baterai yang inovatif dan efisien akan memungkinkan limbah baterai untuk didaur ulang atau diproses dengan cara yang tidak hanya aman bagi lingkungan, tetapi juga ekonomis dan berkelanjutan. Ini termasuk pengembangan metode daur ulang yang lebih efisien, pemurnian bahan-bahan kimia berbahaya dari limbah baterai, dan penggunaan teknologi pemantauan untuk mendeteksi dan mencegah kebocoran bahan kimia berbahaya.⁶

Selain faktor-faktor teknis dan infrastruktur, sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal juga memerlukan kesadaran dan partisipasi aktif dari masyarakat. Pendidikan dan kampanye publik tentang bahaya limbah baterai serta pentingnya pengelolaan yang bertanggung jawab akan membantu meningkatkan kesadaran masyarakat dan mendorong perilaku yang lebih berkelanjutan dalam penggunaan dan pembuangan baterai. Selain itu, partisipasi masyarakat dalam program-program daur ulang dan pengelolaan limbah baterai lokal juga akan memperkuat sistem pengelolaan sampah baterai secara keseluruhan.

Kerjasama antar berbagai pemangku kepentingan juga menjadi kunci dalam sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal. Kolaborasi antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat sipil akan memungkinkan berbagi pengetahuan, sumber daya, dan pengalaman untuk mengatasi masalah yang kompleks ini secara efektif. Pembentukan kemitraan dan forum diskusi akan membantu memfasilitasi dialog dan kerjasama antar berbagai pihak dalam menciptakan solusi yang berkelanjutan.

⁶ Lesmana, H., & Fithry, A. (2023). PENGATURAN DAN PERLINDUNGAN HUKUM TERHADAP PENGGUNAAN SEPEDA LISTRIK DI JALAN RAYA INDONESIA. *Prosiding SNAPP: Sosial Humaniora, Pertanian, Kesehatan dan Teknologi*, 2(1), 109-113.

Dengan demikian, sistem pengelolaan sampah baterai yang ideal adalah sebuah sistem yang terintegrasi dan holistik, yang mencakup infrastruktur yang memadai, regulasi yang ketat, teknologi yang inovatif, kesadaran masyarakat, dan kerjasama antar berbagai pemangku kepentingan. Hanya dengan pendekatan yang komprehensif dan kolaboratif, kita dapat menciptakan sistem pengelolaan sampah baterai yang efektif, efisien, dan berkelanjutan, yang akan melindungi lingkungan dan kesehatan manusia dari bahaya limbah baterai dan mendukung perkembangan industri kendaraan listrik secara berkelanjutan.

Upaya Yang Dilakukan Untuk Mengatasi Sampah Baterai Kendaraan Listrik Di Indonesia

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 12 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Daur Ulang Baterai Lithium merupakan langkah penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, limbah baterai kendaraan listrik memiliki potensi bahaya yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak diolah dengan benar. Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 bertujuan untuk mengatur dan mengontrol emisi dari proses daur ulang baterai lithium, yang merupakan salah satu tahapan penting dalam pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik.⁷

Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 menetapkan standar baku mutu emisi yang harus dipatuhi oleh pabrik-pabrik atau fasilitas daur ulang baterai lithium. Standar baku mutu ini mencakup parameter-parameter kualitas udara seperti konsentrasi gas-gas beracun yang dapat dihasilkan selama proses daur ulang baterai, seperti sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dan partikel-partikel berbahaya lainnya. Dengan menetapkan standar baku mutu yang ketat, Permen LHK ini bertujuan untuk melindungi kualitas udara sekitar fasilitas daur ulang baterai dan mencegah dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Selain itu, Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 juga menetapkan persyaratan untuk pemantauan dan pelaporan emisi dari fasilitas daur ulang baterai lithium. Pabrik atau fasilitas daur ulang baterai wajib melakukan pemantauan secara teratur terhadap emisi yang dihasilkan selama proses produksi, serta menyampaikan laporan tentang hasil pemantauan tersebut kepada otoritas lingkungan setempat. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa fasilitas daur ulang baterai beroperasi sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan dan tidak mencemari lingkungan sekitarnya.

Selain mengatur aspek emisi, Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 juga mencakup ketentuan-ketentuan terkait dengan pengelolaan limbah baterai lithium hasil daur ulang. Fasilitas daur ulang baterai wajib mematuhi standar pengelolaan limbah yang aman dan bertanggung jawab, termasuk pengelolaan limbah cair, limbah padat, dan limbah gas yang dihasilkan selama proses daur ulang. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan memastikan bahwa limbah baterai lithium dikelola dengan benar dari awal hingga akhir siklus hidupnya.

⁷ Hanafiah, M. R. (2023). *Analisis yuridis pengembangan kendaraan listrik terhadap pencemaran lingkungan di Indonesia perspektif fiqh lingkungan* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).

Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 juga menetapkan sanksi-sanksi bagi pelanggar yang tidak mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan. Pelanggaran terhadap standar baku mutu emisi atau persyaratan pengelolaan limbah dapat dikenai sanksi administratif, seperti denda atau pencabutan izin usaha, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Hal ini bertujuan untuk memberikan insentif bagi pabrik atau fasilitas daur ulang baterai untuk mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan dan mendorong praktik-praktik produksi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Daur Ulang Baterai Lithium merupakan langkah penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Dengan mengatur dan mengontrol emisi dari proses daur ulang baterai lithium, Permen LHK ini bertujuan untuk melindungi lingkungan dan kesehatan manusia dari dampak negatif limbah baterai, serta mendorong praktik-praktik produksi yang lebih bersih dan berkelanjutan dalam industri daur ulang baterai di Indonesia. Hanya dengan penerapan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan dalam Permen LHK ini secara konsisten dan ketat, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Selain dari Permen LHK Nomor 12 Tahun 2021, peraturan lain yang mengatur tentang masalah ini adalah Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah merupakan landasan hukum yang penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, limbah baterai kendaraan listrik memiliki potensi bahaya yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak diolah dengan benar. Undang-Undang ini menjadi instrumen penting dalam mengatur pengelolaan sampah secara umum, termasuk limbah baterai, dan menetapkan prinsip-prinsip dasar yang harus dipatuhi dalam pengelolaan sampah untuk melindungi lingkungan hidup.

Salah satu aspek penting dari Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 adalah penekanan pada prinsip-prinsip pengelolaan sampah berdasarkan hierarki pengelolaan sampah. Hierarki ini meliputi pencegahan, pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan pembuangan akhir, dalam urutan prioritas. Dengan demikian, Undang-Undang ini mendorong untuk mengutamakan langkah-langkah pencegahan dan pengurangan sampah sebelum mempertimbangkan opsi pengelolaan yang lain, termasuk limbah baterai kendaraan listrik. Selain itu, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 juga menetapkan prinsip tanggung jawab produsen atau produsen-pengguna dalam pengelolaan sampah. Prinsip ini menyatakan bahwa produsen atau produsen-pengguna bertanggung jawab atas sampah yang dihasilkan oleh produk-produknya, termasuk limbah baterai. Dengan demikian, produsen kendaraan listrik bertanggung jawab untuk memastikan bahwa baterai kendaraan listrik yang sudah tidak terpakai diolah dan didaur ulang dengan benar, sehingga tidak mencemari lingkungan.

⁸Selanjutnya, Undang-Undang ini juga mengatur tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), termasuk limbah baterai. Undang-Undang menetapkan bahwa limbah B3 harus dikelola secara terpisah dan dengan cara yang aman, serta dilakukan pemantauan terhadap proses pengelolaannya. Hal ini mengakui potensi bahaya dari limbah baterai kendaraan listrik dan pentingnya mengelolanya dengan hati-hati untuk mencegah dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

⁸ NURKHOPIAH, S. (2022). *PENGOLAHAN AIR LIMBAH DARI PROSES RECYCLE KATODA BATERAI LFP DENGAN METODE ADSORPSI DAN PRESIPITASI* (Doctoral dissertation, Universitas

Gadjah Mada).

Selain itu, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 juga memberikan landasan untuk pembentukan kebijakan dan regulasi lebih lanjut terkait dengan pengelolaan sampah, termasuk limbah baterai. Berbagai peraturan pemerintah dan peraturan daerah kemudian dapat dikeluarkan untuk mengatur lebih rinci tentang tata cara pengelolaan limbah baterai, standar baku mutu limbah baterai, dan sanksi bagi pelanggar. Dengan demikian, Undang-Undang ini memberikan dasar hukum yang kuat untuk mengatur dan mengendalikan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik secara efektif.

Dalam implementasinya, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 juga menegaskan pentingnya partisipasi masyarakat dan keterlibatan aktif dari berbagai pihak terkait dalam pengelolaan sampah. Hal ini termasuk partisipasi masyarakat dalam program-program pengurangan sampah, daur ulang, dan pengelolaan limbah baterai secara lokal. Dengan melibatkan masyarakat secara aktif, diharapkan dapat tercipta kesadaran yang lebih tinggi tentang pentingnya pengelolaan sampah secara bertanggung jawab, termasuk limbah baterai kendaraan listrik.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah memberikan landasan hukum yang penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Dengan mengatur prinsip-prinsip dasar pengelolaan sampah, tanggung jawab produsen, pengelolaan limbah B3, dan keterlibatan masyarakat, Undang-Undang ini membantu menciptakan kerangka kerja yang komprehensif untuk mengelola limbah baterai dengan lebih baik. Namun, implementasi yang efektif dari Undang-Undang ini masih memerlukan komitmen dan kerjasama dari semua pihak terkait, termasuk pemerintah, industri, masyarakat, dan lembaga swadaya masyarakat. Hanya dengan kerjasama yang solid dan konsisten, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) juga menjadi landasan penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, limbah baterai kendaraan listrik mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan benar. PP ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk pengelolaan limbah B3 secara umum, termasuk limbah baterai, dan menetapkan prinsip-prinsip yang harus dipatuhi dalam pengelolaan limbah B3 untuk melindungi lingkungan hidup dan kesehatan manusia.

Salah satu aspek penting dari PP Nomor 101 Tahun 2014 adalah penekanan pada prinsip pencegahan dan pengendalian polusi dari sumbernya. PP ini menetapkan bahwa setiap orang yang melakukan kegiatan yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan upaya pencegahan dan pengendalian polusi yang sesuai dengan prinsip-prinsip perlindungan lingkungan. Ini mencakup produsen kendaraan listrik yang bertanggung jawab atas limbah baterai yang dihasilkan oleh produk-produknya, termasuk limbah baterai kendaraan listrik. Dengan demikian, PP ini mendorong untuk mengutamakan langkah-langkah pencegahan dan pengendalian polusi sebelum limbah baterai dihasilkan.

Selain itu, PP Nomor 101 Tahun 2014 juga mengatur tentang pengelolaan limbah B3 dari

sumbernya hingga pembuangan akhir. PP ini menetapkan bahwa setiap orang yang melakukan kegiatan yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan identifikasi, pencatatan, pelabelan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Ini termasuk pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik dari tahap awal produksi hingga tahap daur ulang atau pembuangan akhir. Dengan mengatur proses pengelolaan limbah B3 secara menyeluruh, PP ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan dan melindungi kesehatan manusia dari bahaya limbah B3, termasuk limbah baterai.

Selanjutnya, PP Nomor 101 Tahun 2014 juga menetapkan standar baku mutu limbah B3 yang harus dipatuhi oleh setiap orang yang melakukan kegiatan yang menghasilkan limbah B3. Standar baku mutu ini mencakup parameter-parameter kualitas lingkungan seperti konsentrasi bahan berbahaya dan beracun dalam limbah B3, serta batas-batas maksimum yang diperbolehkan untuk emisi atau pembuangan limbah B3 ke lingkungan. Dengan menetapkan standar baku mutu yang ketat, PP ini bertujuan untuk memastikan bahwa limbah B3, termasuk limbah baterai kendaraan listrik, dikelola dengan benar dan tidak mencemari lingkungan.

Selain mengatur aspek teknis dan regulasi, PP Nomor 101 Tahun 2014 juga menetapkan sanksi-sanksi bagi pelanggar yang tidak mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan. Pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan dalam PP ini dapat dikenai sanksi administratif, seperti denda, pencabutan izin usaha, atau tindakan perbaikan paksa, sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Hal ini bertujuan untuk memberikan insentif bagi setiap orang yang melakukan kegiatan yang menghasilkan limbah B3 untuk mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan dalam PP ini dan mendorong praktik-praktik pengelolaan limbah B3 yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memberikan landasan hukum yang penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Dengan mengatur prinsip-prinsip pencegahan dan pengendalian polusi, pengelolaan limbah B3 dari sumbernya hingga pembuangan akhir, standar baku mutu limbah B3, dan sanksi bagi pelanggar, PP ini membantu menciptakan kerangka kerja yang komprehensif untuk mengelola limbah baterai dengan lebih baik. Namun, implementasi yang efektif dari PP ini memerlukan komitmen dan kerjasama dari semua pihak terkait, termasuk pemerintah, industri, masyarakat, dan lembaga swadaya masyarakat. Hanya dengan kerjasama yang solid dan konsisten, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Dasar hukum dari pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik juga berasal dari Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menjadi landasan penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Sebagai bagian dari kerangka regulasi yang lebih luas, PP ini memiliki relevansi yang signifikan dalam mengatur aspek-aspek pengelolaan lingkungan yang mencakup penanganan limbah baterai tersebut. Sebelumnya telah dibahas tentang berbagai peraturan dan undang-undang terkait, yang semuanya menjadi bagian penting dalam memastikan bahwa limbah baterai kendaraan listrik dikelola dengan baik untuk melindungi lingkungan hidup dan kesehatan manusia.

Salah satu aspek penting dari PP Nomor 22 Tahun 2021 adalah penekanan pada perlindungan dan pelestarian lingkungan hidup sebagai tanggung jawab bersama. PP ini

menegaskan bahwa setiap orang, baik secara individu maupun kolektif, bertanggung jawab untuk melindungi dan melestarikan lingkungan hidup sesuai dengan prinsip kehati-hatian dan pencegahan. Dengan demikian, produsen kendaraan listrik, produsen baterai, dan pemangku kepentingan lainnya dalam rantai pasokan kendaraan listrik memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa limbah baterai kendaraan listrik dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan.

Selain itu, PP Nomor 22 Tahun 2021 juga menetapkan prinsip pengelolaan lingkungan hidup berkelanjutan. PP ini mengakui pentingnya menjaga keseimbangan ekologi dan memperhatikan aspek-aspek sosial dan ekonomi dalam pengelolaan lingkungan hidup. Dengan demikian, dalam konteks penanganan limbah baterai kendaraan listrik, PP ini mendorong untuk mengadopsi praktik-praktik pengelolaan limbah yang

ramah lingkungan dan berkelanjutan, seperti daur ulang baterai untuk mengurangi ketergantungan pada bahan baku baru dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Selanjutnya, PP Nomor 22 Tahun 2021 juga mengatur tentang tata cara evaluasi dampak lingkungan (EIA) dan tata cara analisis dampak lingkungan (AMDAL) sebagai bagian dari proses perencanaan dan pelaksanaan kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Ini berarti bahwa setiap proyek atau kegiatan yang melibatkan produksi, penggunaan, atau daur ulang baterai kendaraan listrik harus menjalani proses EIA atau AMDAL untuk mengevaluasi dan mengidentifikasi dampak lingkungan yang mungkin timbul serta mengusulkan upaya mitigasi yang diperlukan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa dampak lingkungan dari penanganan limbah baterai kendaraan listrik diminimalkan sebisa mungkin.

Selain itu, PP ini juga menegaskan pentingnya partisipasi masyarakat dalam proses pengambilan keputusan yang berkaitan dengan lingkungan hidup. Setiap orang memiliki hak untuk mengetahui informasi tentang lingkungan hidup dan berpartisipasi dalam pengambilan keputusan yang dapat mempengaruhi lingkungan hidup mereka. Dengan demikian, masyarakat memiliki peran penting dalam memantau dan mengawasi kegiatan produksi, penggunaan, dan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik serta memberikan masukan dan masukan kepada pemerintah dan industri tentang praktik-praktik yang bertanggung jawab dan berkelanjutan.

PP Nomor 22 Tahun 2021 juga menetapkan sanksi administratif bagi pelanggar ketentuan-ketentuan dalam PP ini. Pelanggaran terhadap ketentuan-ketentuan tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, termasuk penanganan limbah baterai kendaraan listrik, dapat dikenai sanksi berupa denda, pencabutan izin usaha, atau tindakan perbaikan paksa sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Hal ini bertujuan untuk memberikan insentif bagi pihak-pihak terkait untuk mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan dalam PP ini dan mendorong praktik-praktik pengelolaan lingkungan hidup yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup memberikan kerangka kerja yang penting dalam upaya penanganan limbah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Dengan mengatur prinsip-prinsip perlindungan lingkungan, pengelolaan lingkungan berkelanjutan, tata cara EIA dan AMDAL, partisipasi masyarakat, dan sanksi administratif, PP ini membantu menciptakan kerangka kerja yang komprehensif untuk mengelola limbah baterai dengan lebih baik. Namun, implementasi yang efektif dari PP ini memerlukan komitmen dan kerjasama dari semua pihak terkait, termasuk pemerintah, industri, masyarakat, dan lembaga swadaya masyarakat. Hanya dengan kerjasama

yang solid dan konsisten, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai kendaraan listrik yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Sebagai tanggapan terhadap tantangan yang dihadapi dalam penanganan sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, limbah baterai kendaraan listrik memiliki potensi bahaya yang serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan benar. Oleh karena itu, langkah-langkah konkret diperlukan untuk mengurangi dampak negatif limbah baterai terhadap lingkungan dan masyarakat.

Salah satu upaya utama yang telah dilakukan adalah pengembangan infrastruktur untuk pengelolaan limbah baterai. Pemerintah dan sektor swasta telah berkolaborasi dalam pembangunan fasilitas daur ulang baterai yang modern dan efisien. Fasilitas ini dilengkapi dengan teknologi canggih untuk memproses limbah baterai dengan aman dan efektif, serta memastikan bahwa bahan-bahan berbahaya dan beracun dalam baterai dipisahkan dan diolah dengan benar. Pembangunan infrastruktur ini merupakan langkah penting dalam meningkatkan kapasitas pengelolaan limbah baterai di Indonesia.

Selain infrastruktur, langkah-langkah kebijakan juga telah diambil untuk mengatur pengelolaan limbah baterai. Sejumlah peraturan pemerintah telah diterbitkan untuk mengatur pengelolaan limbah baterai, seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor 12 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Daur Ulang Baterai Lithium, Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), dan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Peraturan-peraturan ini mengatur berbagai aspek pengelolaan limbah baterai, mulai dari standar baku

mutu emisi, tata cara pengelolaan limbah B3, proses evaluasi dampak lingkungan, hingga sanksi bagi pelanggar.

Selain infrastruktur dan kebijakan, pendekatan pendidikan dan kesadaran masyarakat juga menjadi fokus dalam upaya mengatasi sampah baterai kendaraan listrik. Berbagai kampanye publik telah dilakukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya limbah baterai dan pentingnya pengelolaan yang bertanggung jawab. Pendidikan lingkungan juga telah diperkuat di sekolah-sekolah dan lembaga pendidikan lainnya untuk menanamkan nilai-nilai kepedulian terhadap lingkungan dan mengajarkan praktik-praktik yang ramah lingkungan, termasuk dalam pengelolaan limbah baterai.

Selain upaya-upaya tersebut, sektor industri juga berperan penting dalam mengatasi masalah sampah baterai kendaraan listrik. Produsen kendaraan listrik telah mulai mengadopsi desain produk yang ramah lingkungan, termasuk penggunaan baterai yang lebih tahan lama dan mudah didaur ulang. Selain itu, industri juga telah aktif dalam mendukung penelitian dan pengembangan teknologi daur ulang baterai yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Meskipun telah ada upaya-upaya yang dilakukan, pertanyaan yang muncul adalah apakah upaya tersebut sudah cukup berhasil dalam mengatasi masalah sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia. Secara positif, langkah-langkah seperti pembangunan infrastruktur, pengaturan kebijakan, dan pendidikan masyarakat telah membawa dampak positif dalam meningkatkan kesadaran dan kapasitas pengelolaan limbah baterai. Banyak fasilitas daur ulang baterai yang telah didirikan dan beroperasi, serta peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya

mengelola limbah baterai dengan benar.

Namun, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai keberhasilan yang lebih besar dalam penanganan limbah baterai kendaraan listrik. Salah satunya adalah masalah kepatuhan terhadap regulasi dan kebijakan yang telah ditetapkan. Meskipun sudah ada peraturan yang mengatur pengelolaan limbah baterai, kepatuhan terhadap regulasi tersebut masih menjadi tantangan. Diperlukan penegakan hukum yang lebih kuat dan efektif untuk memastikan bahwa semua pihak mematuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan. Selain itu, kendala lain yang dihadapi adalah keterbatasan sumber daya, baik dari segi finansial maupun teknis. Pembangunan infrastruktur dan pengelolaan limbah baterai memerlukan investasi yang cukup besar, serta keahlian dan

teknologi yang mutakhir. Oleh karena itu, diperlukan dukungan yang lebih besar dari pemerintah, sektor swasta, dan lembaga internasional untuk mengatasi kendala-kendala tersebut.

Selanjutnya, perlu juga dilakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala terhadap efektivitas dari langkah-langkah yang telah dilakukan dalam mengatasi sampah baterai kendaraan listrik. Evaluasi ini dapat membantu mengidentifikasi kelemahan dalam sistem pengelolaan limbah baterai yang ada, serta menemukan solusi-solusi yang lebih efektif dan efisien dalam mengatasi masalah tersebut.⁹ Meskipun telah ada upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia, masih ada ruang untuk perbaikan dan peningkatan. Hanya dengan kerjasama yang solid antara pemerintah, industri, masyarakat, dan lembaga internasional, serta komitmen yang kuat untuk melindungi lingkungan hidup, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Meskipun telah ada beberapa upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia, masih terdapat berbagai upaya yang belum dilakukan namun seharusnya dilakukan agar pelaksanaannya dapat dianggap ideal. Adapun langkah-langkah konkret yang harus diambil oleh pemerintah, swasta, dan masyarakat adalah sebagai berikut:

Selain itu, pemerintah juga harus memperkuat penegakan hukum terhadap pelanggaran terkait dengan pengelolaan limbah baterai. Diperlukan peningkatan kapasitas aparat penegak hukum untuk mengawasi dan menindak pelanggaran, serta peningkatan transparansi dalam pelaporan dan pengawasan terhadap kegiatan industri yang berpotensi menghasilkan limbah baterai. Langkah-langkah ini penting untuk menjamin bahwa ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan dijalankan dengan benar dan tidak diabaikan oleh pihak-pihak yang terlibat.

Selanjutnya, pemerintah juga dapat memperkuat kerjasama dengan sektor swasta dalam mengembangkan infrastruktur dan teknologi yang diperlukan untuk mengelola limbah baterai secara efektif. Ini mencakup pembangunan lebih banyak fasilitas daur ulang baterai yang modern dan ramah lingkungan, serta investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi daur ulang yang lebih efisien dan inovatif. Dengan mendorong inovasi dalam pengelolaan limbah baterai, pemerintah dapat membantu menciptakan solusi-solusi yang lebih berkelanjutan dan efektif dalam mengatasi masalah limbah baterai.

⁹ Prastyono, A., & Sandrina, F. (2023). SUBSIDI KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI: SEBERAPA BESAR DAMPAK TERHADAP MASYARAKAT INDONESIA?. *JURNAL ILMIAHEDUNOMIKA*, 8(1).

Selain upaya pemerintah, sektor swasta juga memiliki peran penting dalam mengatasi sampah baterai kendaraan listrik. Industri kendaraan listrik dan produsen baterai perlu meningkatkan tanggung jawab sosial dan lingkungan mereka dalam mengelola limbah baterai. Ini termasuk mengadopsi desain produk yang lebih ramah lingkungan, seperti menggunakan baterai yang lebih tahan lama dan mudah didaur ulang, serta mengembangkan sistem pengumpulan dan daur ulang baterai yang efisien. Selain itu, sektor swasta juga dapat berperan dalam menginvestasikan sumber daya untuk pengembangan infrastruktur dan teknologi pengelolaan limbah baterai.

Selanjutnya, masyarakat juga memiliki peran yang tidak kalah penting dalam mengatasi sampah baterai kendaraan listrik. Pendidikan dan kesadaran lingkungan perlu ditingkatkan di semua lapisan masyarakat, sehingga masyarakat dapat lebih memahami bahaya limbah baterai dan pentingnya mengelola limbah baterai dengan benar. Masyarakat juga perlu diberdayakan untuk berpartisipasi dalam program-program pengelolaan limbah baterai yang ada, seperti pengumpulan limbah baterai bekas dan partisipasi dalam program daur ulang.¹⁰ Dengan meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat, upaya pengelolaan limbah baterai dapat menjadi lebih efektif dan berkelanjutan. Dengan mengambil langkah-langkah ini secara bersama-sama, diharapkan bahwa penanganan sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia dapat menjadi lebih ideal dan efektif. Hanya dengan kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, kita dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Dalam menghadapi tantangan penanganan limbah baterai kendaraan listrik, Indonesia harus mengambil langkah-langkah strategis untuk memastikan masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Artikel ini telah mengulas berbagai aspek yang terkait dengan masalah ini, mulai dari pertumbuhan pesat industri kendaraan listrik di Indonesia, potensi bahaya sampah baterai terhadap lingkungan, hingga kebutuhan akan sistem pengelolaan sampah baterai yang berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan berbagai pengetahuan dan analisis, artikel ini menyimpulkan beberapa strategi penting yang harus diambil untuk mengatasi masalah limbah baterai kendaraan listrik secara efektif.

Pertama-tama, pemerintah perlu memainkan peran yang lebih aktif dalam merancang kebijakan dan regulasi yang mendukung pengelolaan limbah baterai yang bertanggung jawab. Ini mencakup penetapan standar baku mutu, prosedur pengelolaan limbah, serta sanksi bagi pelanggar. Pemerintah juga perlu memperkuat pemantauan dan penegakan hukum terhadap pelanggaran regulasi yang telah ditetapkan. Dengan memperkuat regulasi dan penegakan hukum, pemerintah dapat menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi praktik-praktik pengelolaan limbah baterai yang lebih bertanggung jawab.

Selain regulasi yang kuat, pembangunan infrastruktur untuk pengelolaan limbah baterai juga menjadi langkah kunci. Pemerintah dan sektor swasta perlu bekerja sama dalam pembangunan fasilitas daur ulang baterai yang modern dan efisien. Ini termasuk investasi dalam teknologi canggih untuk memproses limbah baterai dengan aman dan efektif, serta mengembangkan sistem pengumpulan dan pengangkutan limbah yang efisien.

¹⁰ Fatimah, S. B., Siahaan, T., & Khaerudin, K. (2020). Analisis Strategi Penerapan Kebijakan Daur Ulang Baterai Lithium-Ion Di Industri Pertahanan (Studi Kasus: Pt. Garda Persada).

Industri Pertahanan, 2(2), 136-151.

Dengan memperkuat infrastruktur ini, Indonesia dapat meningkatkan kapasitas pengelolaan limbah baterai dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Selain upaya pemerintah dan sektor swasta, peran masyarakat juga sangat penting dalam mengatasi masalah limbah baterai kendaraan listrik. Masyarakat perlu diberdayakan melalui pendidikan dan kesadaran tentang bahaya limbah baterai serta pentingnya pengelolaan limbah yang bertanggung jawab. Ini dapat dilakukan melalui kampanye pendidikan dan informasi publik, serta program-program pendidikan lingkungan di sekolah-sekolah dan lembaga pendidikan lainnya. Dengan meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat, Indonesia dapat menciptakan budaya yang lebih peduli terhadap lingkungan dan lebih proaktif dalam pengelolaan limbah baterai.

Selain itu, langkah-langkah konkrit juga harus diambil oleh pemerintah, swasta, dan masyarakat untuk mengurangi limbah baterai kendaraan listrik secara efektif. Ini termasuk memperkuat regulasi dan penegakan hukum, mengembangkan infrastruktur untuk pengelolaan limbah baterai, meningkatkan kesadaran dan pendidikan masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah yang bertanggung jawab, mendukung inovasi dan penelitian dalam teknologi daur ulang baterai, serta mendukung kebijakan dan inisiatif yang bertujuan untuk mengurangi limbah baterai. Hanya dengan kerjasama yang solid antara pemerintah, swasta, dan masyarakat, Indonesia dapat mencapai tujuan pengelolaan limbah baterai yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Dalam kesimpulannya, penanganan limbah baterai kendaraan listrik merupakan tantangan yang kompleks yang membutuhkan perhatian serius dari semua pihak terkait. Dengan mengadopsi pendekatan yang terintegrasi dan langkah-langkah strategis yang mencakup regulasi yang kuat, pembangunan infrastruktur, pendidikan masyarakat, dan kerjasama lintas sektor, Indonesia dapat mengurangi dampak negatif limbah baterai dan menciptakan masa depan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Hanya dengan upaya bersama, kita dapat melindungi lingkungan hidup kita untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ulfa, R. A., Boedoyo, M. S., & Sasongko, N. A. (2021). ANALISIS DAUR HIDUP BATERAI UNTUK PENGEMBANGAN KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA DALAM Mendukung KETAHANAN ENERGI NASIONAL. *Ketahanan Energi*, 7(2).
- Wijaya, N. M. A., Kumara, I. N. S., Partha, C. G. I., & Divayana, Y. (2021). Perkembangan Baterai dan Charger untuk Mendukung Pemasaryakatan Sepeda Listrik di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM* Vol, 8(1).
- Istiqomah, S., Putra, P. S., Zunaidi, R. A., & Hilda, R. N. (2023). Reliabilitas Kendaraan Listrik. *BULLET: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(5), 1112-1120.
- Karmiadji, D. W., & La Ode, M. F. (2023). Studi Kelayakan Jenis Baterai Kendaraan Listrik Roda Empat Dengan Metode Weigthed Objective Untuk Program Kendaraan Listrik Di Indonesia. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 123-129.

- Zola, G., Nugraheni, S. D., Rosiana, A. A., Pambudy, D. A., & Agustanta, N. (2023). Inovasi Kendaraan Listrik Sebagai Upaya Meningkatkan Kelestarian Lingkungan dan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Hijau di Indonesia: Perkembangan Kendaraan Listrik di Indonesia, Kendaraan Listrik Bagi Kelestarian Lingkungan, Kendaraan Listrik dalam Mencapai Ekonomi Hijau. *e-Jurnal Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan*, 12(3), 159-170.
- Lesmana, H., & Fithry, A. (2023). PENGATURAN DAN PERLINDUNGAN HUKUM TERHADAP PENGGUNAAN SEPEDA LISTRIK DI JALAN RAYA INDONESIA. *Prosiding SNAPP: Sosial Humaniora, Pertanian, Kesehatan dan Teknologi*, 2(1), 109-113.
- Hanafiah, M. R. (2023). Analisis yuridis pengembangan kendaraan listrik terhadap pencemaran lingkungan di Indonesia perspektif fiqh lingkungan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- NURKHOPIPAH, S. (2022). PENGOLAHAN AIR LIMBAH DARI PROSES RECYCLE KATODA BATERAI LFP DENGAN METODE ADSORPSI DAN PRESIPITASI (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Prastyono, A., & Sandrina, F. (2023). SUBSIDI KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI: SEBERAPA BESAR DAMPAK TERHADAP MASYARAKAT INDONESIA?. *JURNAL ILMIAH EDUNOMIKA*, 8(1).
- Fatimah, S. B., Siahaan, T., & Khaerudin, K. (2020). Analisis Strategi Penerapan Kebijakan Daur Ulang Baterai Lithium-Ion Di Industri Pertahanan (Studi Kasus: Pt. Garda Persada). *Industri Pertahanan*, 2(2), 136-151.