



Kajian Urgensi Undang Undang Pengelolaan Limbah Elektronik Upaya Mewujudkan Net Zero Emission

Rizky Zulkarnaen^{1*}, Muhammad Hilqiya², Riska Indah Andini³, Siska Sari⁴, Yudi Widagdo Harimurti⁵

¹⁻⁵Program Studi Ilmu Hukum, Universitas Trunojoyo Madura, Indonesia

*Penulis Korespondensi: 210111100160@student.trunojoyo.ac.id

Abstract. *This study explores the urgency of enacting a specific Electronic Waste Management Law in Indonesia as a legal foundation to support the achievement of net zero emissions. Using a normative juridical approach, the research analyzes existing legal shortcomings, the application of the Extended Producer Responsibility (EPR) principle, and comparative insights from international e-waste regulatory frameworks. The findings indicate that current environmental regulations, such as Law No. 32 of 2009 on Environmental Protection and Management and Government Regulation No. 101 of 2014 on Hazardous Waste Management, do not explicitly regulate electronic waste. As a result, e-waste management remains fragmented and largely handled by the informal sector without adequate supervision or accountability mechanisms. Therefore, the establishment of a comprehensive E-Waste Law is crucial to enhance Indonesia's legal structure, substantive norms, and legal culture in supporting a sustainable circular economy. Through the implementation of EPR and shared responsibility among producers, consumers, and government institutions, the law can function as a strategic tool to minimize electronic waste generation, improve recycling efficiency, and reduce carbon emissions. Such legal innovation would reinforce Indonesia's environmental governance and accelerate progress toward its national goal of achieving net zero emissions by 2060.*

Keywords: *Circular Economy; Electronic Waste; Extended Producer Responsibility; Net Zero Emission; Sustainable Development*

Abstrak. Studi ini mengkaji urgensi pemberlakuan Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik (E-Waste) yang spesifik di Indonesia sebagai landasan hukum untuk mendukung pencapaian emisi nol bersih. Dengan pendekatan yuridis normatif, penelitian ini menganalisis kelemahan hukum yang ada, penerapan prinsip Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (EPR), dan wawasan komparatif dari kerangka regulasi limbah elektronik internasional. Temuan menunjukkan bahwa regulasi lingkungan yang ada saat ini, seperti Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, tidak secara eksplisit mengatur limbah elektronik. Akibatnya, pengelolaan limbah elektronik masih terfragmentasi dan sebagian besar ditangani oleh sektor informal tanpa pengawasan atau mekanisme akuntabilitas yang memadai. Oleh karena itu, pembentukan Undang-Undang Limbah Elektronik yang komprehensif sangat penting untuk memperkuat struktur hukum, norma substantif, dan budaya hukum Indonesia dalam mendukung ekonomi sirkular yang berkelanjutan. Melalui penerapan EPR dan pembagian tanggung jawab antara produsen, konsumen, dan lembaga pemerintah, undang-undang ini dapat berfungsi sebagai alat strategis untuk meminimalkan timbulan limbah elektronik, meningkatkan efisiensi daur ulang, dan mengurangi emisi karbon. Inovasi hukum seperti ini akan memperkuat tata kelola lingkungan Indonesia dan mempercepat kemajuan menuju tujuan nasional untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060.

Kata kunci: Ekonomi Sirkular; Extended Producer Responsibility; Limbah Elektronik; Net Zero Emission; Pembangunan Berkelanjutan.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada era Revolusi Industri 4.0 telah mendorong penggunaan perangkat elektronik secara masif di seluruh dunia. Telepon pintar, komputer, televisi, pendingin ruangan, hingga peralatan rumah tangga cerdas kini menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan masyarakat modern. Tingginya tingkat konsumsi ini berdampak langsung pada meningkatnya produksi limbah elektronik (*electronic waste* atau *e-waste*). Menurut Global E-Waste Monitor 2020, pada tahun 2019 dunia menghasilkan sekitar

53,6 juta ton e-waste, menjadikannya kategori limbah dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Angka tersebut diperkirakan meningkat menjadi 74,7 juta ton pada tahun 2030 apabila tidak ada intervensi signifikan (Forti et al., 2020). Tren ini menandakan adanya “tsunami digital” yang berimplikasi besar terhadap lingkungan, kesehatan, ekonomi, dan iklim.

Limbah elektronik memiliki karakteristik unik dibandingkan kategori limbah lainnya. Di satu sisi, e-waste mengandung berbagai bahan berbahaya seperti timbal, merkuri, arsenik, kadmium, serta senyawa bromin yang berpotensi mencemari tanah, air, dan udara jika tidak dikelola secara aman (Song et al., 2019; Cucchiella et al., 2015). Di sisi lain, e-waste menyimpan potensi nilai ekonomi karena mengandung logam berharga, misalnya emas, perak, platinum, tembaga, dan rare earth elements yang dapat dimanfaatkan melalui proses daur ulang dan *urban mining* (Tansel, 2017; Liu et al., 2023). Kontradiksi inilah yang membuat pengelolaan e-waste memerlukan regulasi khusus, karena tanpa tata kelola yang tepat, risiko lingkungan dan kesehatan jauh lebih besar daripada manfaat ekonominya.

Dari perspektif perubahan iklim, pengelolaan e-waste juga memiliki hubungan erat dengan upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Produksi perangkat elektronik baru membutuhkan ekstraksi sumber daya alam, energi, dan transportasi global yang menyumbang emisi signifikan. Sebaliknya, proses daur ulang mampu mengurangi jejak karbon dengan menggantikan kebutuhan bahan primer dan menurunkan energi produksi (Zeng et al., 2017; Chancerel & Rotter, 2009). Menurut studi *Journal of Industrial Ecology*, daur ulang limbah elektronik dapat mengurangi emisi karbon hingga 25–40% dibandingkan dengan produksi berbasis bahan baku primer (Wang et al., 2020). Dengan demikian, tata kelola e-waste yang efektif tidak hanya mengatasi persoalan lingkungan lokal, tetapi juga menjadi strategi mitigasi iklim yang berkontribusi langsung terhadap pencapaian target *net zero emission*.

Berbagai negara telah mengambil langkah strategis dalam merespons krisis e-waste. Uni Eropa sejak tahun 2002 menerapkan *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive* yang menetapkan mekanisme *Extended Producer Responsibility (EPR)*, mewajibkan produsen bertanggung jawab atas pengumpulan dan pengolahan produk elektronik setelah masa pakai berakhir (Huisman et al., 2015). Jepang menerapkan *Home Appliance Recycling Law* sejak tahun 2001 yang mengatur kewajiban produsen dan konsumen untuk membiayai proses daur ulang peralatan rumah tangga tertentu, seperti televisi dan lemari es (Oguchi et al., 2008). Tiongkok sebagai produsen elektronik terbesar dunia memperkenalkan *Circular Economy Promotion Law* dan sistem lisensi daur ulang, meskipun implementasinya masih menghadapi kendala sektor informal (Liu et al., 2006; Zeng et al., 2017). Sementara itu, India menerapkan *E-Waste (Management) Rules 2016* yang juga berbasis EPR, meskipun

efektivitasnya masih terbatas akibat lemahnya penegakan hukum dan keterbatasan infrastruktur (Dwivedy & Mittal, 2012).

Studi komparatif menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan e-waste sangat bergantung pada kerangka hukum yang jelas, mekanisme insentif, serta koordinasi kelembagaan yang baik (Compagnoni et al., 2022). Negara-negara yang memiliki undang-undang khusus tentang e-waste terbukti lebih mampu meningkatkan tingkat pengumpulan, mengurangi pembuangan ilegal, serta menurunkan jejak karbon sektor elektronik. Hal ini mengindikasikan bahwa pembentukan Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik menjadi prasyarat penting bagi negara berkembang, termasuk Indonesia, untuk keluar dari jebakan masalah struktural pengelolaan e-waste.

Indonesia, dengan populasi lebih dari 270 juta jiwa, merupakan salah satu konsumen perangkat elektronik terbesar di Asia Tenggara. Laporan United Nations University memperkirakan bahwa Indonesia menghasilkan sekitar 2 juta ton e-waste per tahun, dengan proyeksi pertumbuhan signifikan seiring meningkatnya digitalisasi dan urbanisasi (Rochman et al., 2017). Tingkat kepemilikan telepon pintar yang tinggi serta tren *fast replacement* gadget mempercepat laju timbulan limbah elektronik.

Indonesia belum memiliki regulasi khusus mengenai e-waste. Instrumen hukum yang ada masih terbatas pada Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Regulasi tersebut tidak memberikan definisi spesifik tentang e-waste, tidak mengatur kewajiban produsen, serta tidak menetapkan mekanisme daur ulang berbasis EPR. Akibatnya, sebagian besar e-waste dikelola oleh sektor informal dengan standar teknis rendah, seperti pembongkaran manual atau pembakaran terbuka, yang berpotensi meningkatkan risiko polusi udara, tanah, dan air (Sari et al., 2024; Rochman et al., 2017).

Selain persoalan regulasi, tantangan lain adalah rendahnya kesadaran masyarakat, terbatasnya infrastruktur daur ulang formal, serta lemahnya koordinasi antar-lembaga pemerintah. Padahal, nilai ekonomi dari e-waste Indonesia diperkirakan mencapai miliaran dolar AS setiap tahunnya jika dikelola secara sistematis melalui skema *urban mining* dan ekonomi sirkular (Widmer et al., 2005). Dengan demikian, terdapat paradoks antara potensi besar yang tersedia dan ketiadaan kerangka hukum yang mampu mengoptimalkannya.

Indonesia telah menyampaikan komitmen dalam *Paris Agreement* untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% dengan kemampuan sendiri dan hingga 43,20% dengan dukungan internasional pada 2030, serta mencapai *net zero emission* pada tahun 2060 atau

lebih cepat (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Selama ini, fokus mitigasi emisi cenderung diarahkan pada sektor energi, transportasi, dan kehutanan. Padahal, sektor limbah, termasuk e-waste, memiliki kontribusi yang signifikan.

Studi oleh Wang et al. (2020) menunjukkan bahwa penerapan sistem daur ulang e-waste yang terintegrasi dapat mengurangi emisi karbon hingga jutaan ton CO₂ per tahun secara global. Jika diimplementasikan di Indonesia, manfaat ini akan mendukung pencapaian target NDC (Nationally Determined Contribution) dan memperkuat posisi Indonesia dalam diplomasi iklim internasional. Oleh karena itu, pengelolaan e-waste harus ditempatkan sebagai bagian integral dari kebijakan iklim nasional, bukan sekadar isu lingkungan teknis.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian teoritis dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan dasar konseptual bagi urgensi pembentukan Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik (e-waste) di Indonesia sebagai bagian dari strategi hukum menuju *net zero emission*. Secara umum, penelitian ini berlandaskan pada beberapa teori utama, yakni teori hukum pembangunan, teori sistem hukum, teori *extended producer responsibility (EPR)*, teori ekonomi sirkular, serta teori pembangunan berkelanjutan.

Teori Hukum Pembangunan

Teori hukum pembangunan yang dikemukakan oleh Mochtar Kusumaatmadja (1976) berpandangan bahwa hukum harus menjadi alat rekayasa sosial (*law as a tool of social engineering*) untuk mengarahkan perubahan masyarakat menuju tatanan yang lebih baik. Hukum tidak semata berfungsi menjaga ketertiban, tetapi juga mendorong transformasi perilaku sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Dalam konteks e-waste, teori ini menegaskan bahwa pembentukan Undang-Undang baru diperlukan untuk mendorong perubahan perilaku produsen dan konsumen agar bertanggung jawab terhadap siklus hidup produk elektronik. Prinsip ini relevan dengan gagasan Soekanto (2006) bahwa hukum akan efektif apabila mampu menyesuaikan diri dengan nilai-nilai sosial dan budaya masyarakat.

Dengan demikian, hukum pembangunan menjadi pijakan bagi Indonesia untuk mengubah pola konsumsi dan produksi elektronik yang selama ini linear menjadi sistem sirkular yang mendukung keberlanjutan dan pengurangan emisi karbon. Pembentukan Undang-Undang e-waste dengan prinsip tanggung jawab produsen dan daur ulang wajib merupakan bentuk konkret implementasi teori ini.

Teori Sistem Hukum Lawrence M. Friedman

Lawrence M. Friedman (1975) menyatakan bahwa efektivitas suatu sistem hukum ditentukan oleh tiga elemen utama: struktur hukum, substansi hukum, dan budaya hukum.

Dalam konteks pengelolaan e-waste di Indonesia, teori ini memberikan kerangka untuk menganalisis kelemahan hukum yang ada. Dari sisi struktur, kelembagaan pengelola limbah masih terfragmentasi antara kementerian dan pemerintah daerah. Dari sisi substansi, belum ada norma hukum yang secara khusus mengatur pengumpulan, daur ulang, dan tanggung jawab produsen atas produk elektronik bekas. Sedangkan dari aspek budaya hukum, kesadaran masyarakat terhadap bahaya e-waste dan pentingnya daur ulang masih rendah (Rochman, Sembiring, & Schuster, 2017).

Teori Friedman menegaskan bahwa pembentukan Undang-Undang E-Waste tidak cukup hanya menambah substansi hukum, tetapi juga harus memperkuat lembaga pelaksana serta membangun budaya hukum yang kondusif. Harmonisasi ketiga elemen ini menjadi syarat mutlak bagi efektivitas implementasi hukum lingkungan.

Teori *Extended Producer Responsibility* (EPR)

Konsep *Extended Producer Responsibility* (EPR) pertama kali diperkenalkan oleh Thomas Lindhqvist (2000) di Swedia sebagai kebijakan yang memperluas tanggung jawab produsen terhadap siklus hidup produknya hingga tahap pasca-konsumsi. Prinsip EPR mendorong produsen untuk mendesain produk yang lebih tahan lama, mudah didaur ulang, dan bertanggung jawab atas pengumpulan serta pengolahan limbah yang dihasilkannya.

Negara-negara maju telah mengadopsi teori ini ke dalam kebijakan nasional. Uni Eropa menetapkannya melalui *WEEE Directive* (European Commission, 2012), Jepang melalui *Home Appliance Recycling Law* (Aizawa et al., 2008), dan Korea Selatan melalui sistem *Producer Recycling Obligation*. Penerapan EPR terbukti efektif meningkatkan tingkat pengumpulan e-waste hingga 65% (Compagnoni et al., 2022).

Di Indonesia, konsep EPR baru diimplementasikan secara sukarela melalui panduan Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK, 2021). Belum adanya payung hukum yang bersifat memaksa menyebabkan tanggung jawab produsen tidak berjalan optimal. Oleh karena itu, teori EPR memberikan dasar normatif bagi pembentukan UU E-Waste yang mewajibkan produsen ikut membiayai dan mengelola limbah elektronik untuk mendukung pencapaian *net zero emission*.

Teori Ekonomi Sirkular

Teori ekonomi sirkular merupakan pendekatan baru terhadap sistem produksi dan konsumsi yang bertujuan memaksimalkan nilai sumber daya dengan menutup siklus material melalui prinsip *reduce, reuse, recycle, and recover* (Geissdoerfer et al., 2017). Berbeda dari sistem linear yang menghasilkan limbah besar, ekonomi sirkular menekankan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan jangka panjang.

Dalam konteks e-waste, penerapan ekonomi sirkular berarti memperpanjang umur produk elektronik, menggunakan kembali komponen, dan mendaur ulang logam berharga seperti tembaga, perak, dan emas. Penelitian Zeng et al. (2017) menunjukkan bahwa penerapan ekonomi sirkular dalam sektor elektronik dapat mengurangi emisi karbon hingga 25–30% dibandingkan model linear.

Pemerintah Indonesia mulai mengadopsi konsep ini dalam *National Circular Economy Roadmap* (Bappenas, 2021), namun belum memiliki dasar hukum yang kuat. Pembentukan UU E-Waste dapat menjadi langkah strategis untuk menjadikan ekonomi sirkular sebagai paradigma hukum nasional, sekaligus mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon.

Teori Pembangunan Berkelanjutan dan Net Zero Emission

Teori pembangunan berkelanjutan, sebagaimana dirumuskan dalam laporan *Our Common Future* oleh Komisi Brundtland (1987), menekankan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan keadilan sosial. Dalam konteks hukum lingkungan, teori ini menjadi dasar bahwa setiap kebijakan hukum harus mempertimbangkan dampaknya terhadap keberlanjutan antar-generasi.

Limbah elektronik merupakan contoh nyata di mana keseimbangan tersebut diuji. E-waste mengandung bahan beracun yang dapat merusak lingkungan, tetapi juga sumber daya sekunder bernilai tinggi. Maka, pengelolaan yang bijak menjadi bagian integral dari strategi pembangunan berkelanjutan dan upaya mitigasi perubahan iklim.

Konsep *net zero emission* memperluas gagasan pembangunan berkelanjutan ke arah keseimbangan karbon global. Wang et al. (2020) menemukan bahwa proses daur ulang logam dari e-waste menghasilkan emisi karbon 80% lebih rendah dibandingkan ekstraksi bahan mentah dari tambang. Oleh karena itu, penguatan sistem hukum e-waste akan berkontribusi signifikan terhadap pencapaian *Nationally Determined Contribution (NDC)* Indonesia yang menargetkan pengurangan emisi sebesar 31,89% pada tahun 2030 (KLHK, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode yuridis normatif atau penelitian hukum doktrinal, yaitu penelitian yang menempatkan hukum sebagai sistem norma yang berlaku (Soekanto, 2006). Fokusnya adalah analisis terhadap peraturan perundang-undangan, asas hukum, serta doktrin yang berkaitan dengan pengelolaan limbah elektronik. Pemilihan metode ini didasarkan pada adanya kekosongan hukum (*legal vacuum*) di Indonesia, karena belum terdapat Undang-Undang khusus mengenai e-waste, sementara peraturan yang ada seperti Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 hanya mengatur secara umum limbah B3.

Bahan hukum yang digunakan meliputi: (1) bahan hukum primer berupa peraturan perundang-undangan nasional, dokumen komitmen internasional seperti *Paris Agreement* dan *Basel Convention*, serta regulasi asing seperti *WEEE Directive* Uni Eropa dan *Home Appliance Recycling Law* Jepang; (2) bahan hukum sekunder berupa literatur akademik, artikel jurnal bereputasi internasional seperti *Journal of Cleaner Production* dan *Resources, Conservation and Recycling* (Compagnoni et al., 2022; Forti et al., 2020); serta (3) bahan hukum tersier seperti kamus hukum dan data statistik pendukung.

Pendekatan yang digunakan terdiri atas pendekatan perundang-undangan (*statute approach*) untuk menganalisis substansi regulasi di Indonesia, pendekatan konseptual (*conceptual approach*) dengan mengacu pada teori *extended producer responsibility* (EPR) dan ekonomi sirkular (Zeng et al., 2017), serta pendekatan perbandingan (*comparative approach*) untuk mengkaji praktik pengelolaan e-waste di Uni Eropa, Jepang, India, dan Tiongkok. Selain itu digunakan pula pendekatan kasus (*case approach*) dengan menelaah studi lapangan seperti penelitian Rochman, Sembiring, dan Schuster (2017) mengenai dominasi sektor informal dalam pengelolaan e-waste di Yogyakarta.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Faktual Pengelolaan E-Waste di Dunia dan Indonesia

E-waste atau limbah elektronik telah diidentifikasi sebagai salah satu jenis limbah dengan tingkat pertumbuhan tercepat di dunia. Menurut laporan *Global E-Waste Monitor 2020*, total timbulan e-waste global pada tahun 2019 mencapai 53,6 juta ton metrik, meningkat 21% hanya dalam lima tahun sejak 2014. Proyeksi menunjukkan angka tersebut akan meningkat hingga 74,7 juta ton pada 2030 apabila tidak ada intervensi kebijakan yang signifikan (Forti et al., 2020). Dari jumlah tersebut, hanya 17,4% yang dikelola secara formal melalui proses pengumpulan dan daur ulang resmi, sedangkan sisanya berakhir di tempat pembuangan

terbuka, dibakar secara ilegal, atau diproses oleh sektor informal dengan teknologi sederhana yang berisiko tinggi bagi kesehatan dan lingkungan.

Secara global, distribusi timbulan e-waste sangat timpang. Asia menghasilkan jumlah terbesar yaitu 24,9 juta ton, diikuti oleh Amerika (13,1 juta ton), Eropa (12 juta ton), Afrika (2,9 juta ton), dan Oseania (0,7 juta ton). Eropa, meskipun tidak memproduksi e-waste sebesar Asia, memiliki tingkat pengumpulan resmi tertinggi yakni sekitar 42,5%, sementara Afrika hanya 0,9% (Forti et al., 2020). Data ini memperlihatkan bahwa persoalan utama e-waste bukan hanya soal volume timbulan, tetapi juga kapasitas kelembagaan dan regulasi dalam mengelolanya.

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 270 juta jiwa dan penetrasi perangkat elektronik yang terus meningkat, merupakan salah satu penyumbang utama e-waste di kawasan Asia Tenggara. Berdasarkan laporan United Nations University, produksi e-waste Indonesia pada tahun 2019 diperkirakan mencapai 2 juta ton (Balde et al., 2020). Jumlah ini diprediksi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan konsumsi smartphone, komputer, dan peralatan rumah tangga elektronik.

Permasalahan yang dihadapi Indonesia adalah dominasi sektor informal dalam pengelolaan e-waste. Studi yang dilakukan Rochman, Sembiring, dan Schuster (2017) di Yogyakarta menemukan bahwa sebagian besar e-waste dikumpulkan oleh pengepul kecil, dibongkar, dan dilebur menggunakan teknologi sederhana tanpa standar kesehatan dan lingkungan. Praktik tersebut menghasilkan paparan timbal, merkuri, kadmium, serta polutan organik persisten yang berbahaya, tidak hanya bagi pekerja tetapi juga bagi masyarakat sekitar. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa regulasi dan kelembagaan yang kuat, pengelolaan e-waste justru menjadi sumber pencemaran baru yang memperburuk krisis lingkungan.

Selain itu, lemahnya sistem pengumpulan formal membuat sebagian besar e-waste berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA) bersama dengan sampah domestik lainnya. Padahal, e-waste memiliki karakteristik berbeda dengan sampah rumah tangga karena mengandung logam berharga seperti emas, perak, dan tembaga, sekaligus bahan beracun. Kegagalan mengelola e-waste berarti kehilangan potensi ekonomi dari logam berharga sekaligus meningkatkan risiko pencemaran.

Kekosongan Hukum dalam Pengelolaan E-Waste di Indonesia

Analisis hukum menunjukkan bahwa Indonesia belum memiliki instrumen hukum khusus yang mengatur pengelolaan e-waste. Regulasi yang ada saat ini hanya mencakup secara umum. UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

mengatur prinsip umum pencegahan pencemaran, sedangkan PP No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3 memasukkan e-waste ke dalam kategori limbah B3 tanpa pengaturan detail. Akibatnya, terdapat *legal vacuum* dalam aspek definisi, klasifikasi, tanggung jawab produsen, mekanisme pengumpulan, maupun sistem daur ulang.

Ketiadaan Undang-Undang khusus ini menimbulkan beberapa permasalahan. Pertama, *fragmentasi regulasi* antara kebijakan pengelolaan sampah perkotaan dengan kebijakan pengelolaan limbah B3, yang menimbulkan ketidakpastian hukum bagi pelaku usaha maupun masyarakat. Kedua, lemahnya instrumen pengawasan dan penegakan hukum yang menyebabkan sektor informal mendominasi tanpa pengaturan. Ketiga, tidak adanya insentif hukum bagi produsen untuk menerapkan desain ramah lingkungan atau mengambil tanggung jawab terhadap produk mereka setelah berakhir masa pakai.

Dalam perspektif teori sistem hukum Lawrence Friedman (1975), persoalan ini dapat dijelaskan melalui tiga komponen. Dari segi struktur hukum, kelembagaan pengelola limbah belum memiliki unit khusus yang menangani e-waste. Dari sisi substansi hukum, kekosongan aturan menyebabkan ketidakpastian dalam implementasi. Sementara dari aspek budaya hukum, rendahnya kesadaran masyarakat dan produsen memperparah lemahnya penegakan hukum. Hal ini menegaskan bahwa tanpa pembentukan Undang-Undang khusus, pengelolaan e-waste tidak dapat berjalan efektif.

Perbandingan Rezim Hukum Internasional

Urgensi pembentukan Undang-Undang E-Waste di Indonesia semakin jelas apabila dibandingkan dengan praktik internasional. Uni Eropa, Jepang, India, dan Tiongkok telah mengadopsi regulasi khusus untuk e-waste dengan berbagai model.

a. Uni Eropa

Uni Eropa memberlakukan *Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Directive* sejak 2003, yang diperbarui pada 2012. Regulasi ini mengadopsi prinsip *extended producer responsibility (EPR)*, di mana produsen wajib menanggung biaya pengumpulan, pengolahan, dan daur ulang produk elektronik. Selain itu, Uni Eropa juga mengaitkan WEEE Directive dengan kebijakan ekonomi sirkular, sehingga produsen didorong mendesain produk dengan umur pakai lebih panjang dan mudah didaur ulang (European Commission, 2012). Tingkat pengumpulan e-waste di Uni Eropa mencapai lebih dari 65%, salah satu yang tertinggi di dunia.

b. Jepang

Jepang memberlakukan *Home Appliance Recycling Law* sejak 2001. Regulasi ini mewajibkan konsumen membayar biaya daur ulang ketika membuang produk elektronik rumah tangga, sementara produsen wajib mendaur ulang barang tersebut sesuai standar lingkungan. Sistem ini berhasil membangun disiplin sosial yang tinggi dalam pengelolaan e-waste (Aizawa et al., 2008).

c. India

India mengeluarkan *E-Waste (Management) Rules* tahun 2016, yang memperkenalkan sistem registrasi produsen dan kewajiban melaporkan jumlah e-waste yang dihasilkan. Regulasi ini juga mulai mengintegrasikan sektor informal dengan memberikan lisensi dan pengawasan (Rajeev et al., 2020).

d. Tiongkok

Tiongkok memberlakukan *Regulation on the Administration of the Recovery and Disposal of Waste Electrical and Electronic Products* pada 2009. Regulasi ini mengharuskan produsen membayar kontribusi ke dana khusus pemerintah untuk mendukung proses pengumpulan dan daur ulang (Wang et al., 2020).

Perbandingan ini menunjukkan bahwa keberhasilan tata kelola e-waste sangat bergantung pada adanya instrumen hukum yang jelas, pengaturan tanggung jawab produsen, serta insentif dan pengawasan dari negara. Indonesia dapat belajar dari model EPR Uni Eropa dan Jepang untuk membangun sistem pengelolaan yang lebih efektif.

E-Waste dan Agenda Net Zero Emission

Pengelolaan e-waste memiliki keterkaitan erat dengan agenda mitigasi perubahan iklim dan target *net zero emission*. Pertama, pembakaran terbuka e-waste menghasilkan emisi gas rumah kaca serta polutan berbahaya seperti dioksin dan furan (Gupta & Nath, 2021). Kedua, kegagalan mendaur ulang logam berharga memaksa industri melakukan penambangan baru yang menghasilkan emisi karbon sangat tinggi.

Penelitian Wang et al. (2020) menunjukkan bahwa daur ulang logam dari e-waste dapat mengurangi emisi CO₂ hingga 80% dibandingkan dengan ekstraksi dari tambang baru. Dengan demikian, sistem hukum yang mendorong peningkatan tingkat daur ulang e-waste berkontribusi langsung pada mitigasi iklim.

Indonesia telah berkomitmen dalam *Updated Nationally Determined Contribution (NDC)* untuk menurunkan emisi 31,89% secara mandiri atau hingga 43,20% dengan dukungan internasional pada 2030 (KLHK, 2022). Namun, tanpa regulasi khusus e-waste, kontribusi sektor pengelolaan limbah terhadap pencapaian target tersebut sulit diukur maupun

ditingkatkan. Oleh karena itu, pembentukan UU E-Waste harus dipandang sebagai bagian dari strategi hukum nasional untuk mendukung pencapaian *net zero emission* pada 2060.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan limbah elektronik (e-waste) di Indonesia masih menghadapi tantangan serius akibat belum adanya payung hukum khusus. Kekosongan hukum ini menyebabkan penanganan e-waste cenderung bersifat sporadis, didominasi sektor informal, dan belum berorientasi pada prinsip keberlanjutan. Padahal, limbah elektronik mengandung potensi ekonomi dan dampak lingkungan yang besar.

Analisis teoritis menunjukkan bahwa pembentukan Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik merupakan keharusan strategis dalam kerangka hukum pembangunan berkelanjutan. Melalui penerapan prinsip *extended producer responsibility* (EPR) dan ekonomi sirkular, hukum dapat berperan sebagai instrumen rekayasa sosial untuk mengubah pola konsumsi dan produksi masyarakat. Selain itu, penguatan sistem hukum melalui harmonisasi struktur, substansi, dan budaya hukum menjadi kunci efektivitas pelaksanaan kebijakan e-waste.

Saran

Pemerintah perlu segera merumuskan Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik yang komprehensif dengan mengadopsi prinsip EPR, ekonomi sirkular, dan tanggung jawab multi-pihak. Regulasi tersebut sebaiknya mengatur mekanisme pengumpulan, pemrosesan, serta pembiayaan e-waste secara terintegrasi antara pemerintah, produsen, dan masyarakat.

Selain itu, penguatan kapasitas kelembagaan, peningkatan kesadaran publik, serta insentif fiskal bagi industri daur ulang ramah lingkungan menjadi langkah strategis untuk memastikan efektivitas implementasi hukum. Dengan demikian, hukum lingkungan tidak hanya berfungsi represif, tetapi juga menjadi pendorong transformasi menuju masyarakat rendah karbon dan berkeadilan ekologis.

DAFTAR REFERENSI

- Aizawa, H., Yoshida, H., & Sakai, S. (2008). Current results and future perspectives for Japanese recycling of home electrical appliances. *Waste Management*, 28(1), 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.01.010>
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2020). *The global e-waste monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential*. United Nations University.
- Bappenas. (2021). *National circular economy roadmap: Unlocking Indonesia's circular economy potential*. Kementerian PPN/Bappenas.

- Chancerel, P., & Rotter, V. S. (2009). Recycling-oriented characterization of small waste electrical and electronic equipment. *Waste Management*, 29(8), 2336–2352. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.04.003>
- Compagnoni, A., Bonoli, A., Degli Esposti, S., & Santiangeli, A. (2022). Extended producer responsibility and e-waste management: A review of international practices. *Journal of Cleaner Production*, 343, 130957. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130957>
- Compagnoni, M., Bazzanella, S., & Montini, A. (2022). Is Extended Producer Responsibility living up to expectations? A systematic literature review of the socio-economic impacts of EPR on waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Journal of Cleaner Production*, 330, 129812. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133101>
- Cucchiella, F., D'Adamo, I., Koh, S. C. L., & Rosa, P. (2015). Recycling of WEEEs: An economic assessment of present and future e-waste streams. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.010>
- Dwivedy, M., & Mittal, R. K. (2012). An investigation into e-waste flows in India. *Journal of Cleaner Production*, 37, 229–242. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.017>
- European Commission. (2012). *Directive 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment (WEEE)*. Official Journal of the European Union.
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *The global e-waste monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University.
- Friedman, L. M. (1975). *The legal system: A social science perspective*. Russell Sage Foundation.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Grandhi, S. P., & Singh, A. (2024). Policy pathways to sustainable e-waste management in emerging economies. *Resources, Conservation and Recycling*, 200, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106789>
- Gupta, N., & Nath, B. (2021). Electronic waste management and sustainable development goals: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 12715–12732. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11570-2>
- Huisman, J., Magalini, F., Kuehr, R., Maurer, C., Ogilvie, S., Poll, J., Delgado, C., Artim, E., Szlezak, J., & Stevels, A. (2015). *Study on WEEE Directive*. European Commission.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Updated Nationally Determined Contribution (NDC) Indonesia*. KLHK.
- Kusumaatmadja, M. (1976). *Hukum, masyarakat, dan pembangunan*. Bina Cipta.
- Lindhqvist, T. (2000). *Extended producer responsibility in cleaner production*. Lund University.
- Liu, K., Wang, F., & Li, J. (2023). A global perspective on e-waste recycling: Trends, challenges, and opportunities. *Science of the Total Environment*, 872, 162022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162022>
- Liu, X., Tanaka, M., & Matsui, Y. (2006). Generation amount prediction and material flow analysis of electronic waste: A case study in Beijing, China. *Waste Management & Research*, 24(5), 434–445. <https://doi.org/10.1177/0734242X060067449>
- Marzuki, P. M. (2017). *Penelitian hukum* (Edisi revisi). Kencana.
- Oguchi, M., Murakami, S., Sakanakura, H., Kida, A., & Kameya, T. (2008). A preliminary categorization of end-of-life electrical and electronic equipment as secondary metal resources. *Waste Management*, 28(7), 1581–1587. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.07.041>

- Rajeev, P., Sagar, A. D., & Singh, A. (2020). E-waste management in India: Issues and strategies. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104573. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104573>
- Rochman, F. F., Sembiring, E., & Schuster, M. (2017). Informal e-waste management in Yogyakarta, Indonesia: Magnitude, flow, and recycling practices. *Waste Management & Research*, 35(7), 712–721. <https://doi.org/10.1177/0734242X17710630>
- Sari, D. P., Masruroh, N. A., & Asih, A. M. S. (2024). Economic and environmental benefits of e-waste management networks design in Yogyakarta Province, Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(2), 215–232. <https://doi.org/10.3926/jiem.6651>
- Singh, N., Duan, H., & Tang, Y. (2022). Disentangling the worldwide web of e-waste and climate change. *Resources, Conservation and Recycling*, 185, 106435. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106435>
- Soekanto, S. (2006). *Pengantar penelitian hukum*. Universitas Indonesia Press.
- Song, Q., Li, J., & Zeng, X. (2019). Minimizing the increasing solid waste through zero-waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118198>
- Tansel, B. (2017). From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges. *Environment International*, 98, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.002>
- Wang, F., Huisman, J., Meskers, C. E., & Stevels, A. (2020). Enhancing e-waste recycling for climate change mitigation. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105154. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105154>
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., & Böni, H. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5), 436–458. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.04.001>
- Zeng, X., Mathews, J. A., & Li, J. (2017). Urban mining of e-waste is becoming more cost-effective than virgin mining. *Environmental Science & Technology*, 52(8), 4835–4841. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b04909>
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., & Li, J. (2017). Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. *Science of the Total Environment*, 575, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.078>