

Kerangka Hukum untuk Ekonomi Sirkular: Identifikasi Kebijakan Tata Kelola Limbah dan Kesenjangan Daya Tahan di Indonesia

Legal Frameworks for the Circular Economy: Identifying Waste Governance Policies and Resilience Gaps in Indonesia

Amanda Adelina Harun¹
Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
Fenty U Puluhulawa²
Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Corresponding author:
Amanda Adelina Harun
amandaharun@ung.ac.id

Submitted: 07-11-2025
Revised 1: 17-01-2026
Revised 2: 04-02-2026
Accepted: 27-03-2026
Published: 25-04-2026

How to cite:
Harun, Amanda Adelina & Fenty U Puluhulawa.
"Kerangka Hukum untuk Ekonomi Sirkular: Identifikasi Kebijakan Tata Kelola Limbah dan Kesenjangan Daya Tahan di Indonesia." *Manhaj: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat* 15, no. 01 (2026): 188-204.
<https://doi.org/10.29300/mjppm.v%vi%i.9323>

ABSTRACT

This study examines the limitations of Indonesia's governance framework in fully integrating circular economy principles, particularly regarding product durability upstream sustainable measures. While existing regulations emphasize downstream waste management, the absence of explicit durability and eco-design obligations reflects a structural regulatory gap. This research was a normative legal research, with comparative and conceptual approach, examining key Indonesian regulations on waste management, environmental protection and industrial production. The findings reveal that Indonesia's regulatory system has institutionalized the 3R principles through mandates on waste management, environmental standards, and producer responsibility. However, the framework remains predominantly reactive, focusing on end-of-pipe solutions, with limited integration of upstream interventions such as eco-design, reparability, and durability standards. Comparative analysis demonstrates that jurisdictions incorporating durability obligations achieve greater waste reductions and resource efficiency. The study concludes that despite its comprehensive scope, Indonesia's regulatory framework requires upstream legal reform to address durability gaps and ensure alignment with circular economy principles.

Keywords: Circular Economy, Waste Governance, Eco-Design, Product Durability.

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji keterbatasan kerangka tata kelola limbah di Indonesia dalam mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular, khususnya terkait daya tahan produk dan intervensi keberlanjutan di tingkat hulu. Meski regulasi yang ada menitikberatkan pada pengelolaan limbah di hilir, ketiadaan kewajiban eksplisit terkait daya tahan dan perancangan ramah lingkungan menunjukkan adanya kesenjangan struktural dalam sistem hukum. Penelitian ini merupakan penelitian hukum normatif dengan pendekatan komparatif dan konseptual, dengan menelaah regulasi utama terkait pengelolaan limbah. Perlindungan lingkungan dan produksi industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem regulasi Indonesia telah menginstitutionalisasi prinsip 3R melalui pengaturan pengelolaan limbah, standar lingkungan dan tanggung jawab produsen. Namun, kerangka tersebut masih bersifat reaktif dan berfokus pada penanganan limbah akhir, dengan integrasi terbatas terhadap intervensi hulu seperti eco-design, keterperbaikan, dan standar daya tahan. Disimpulkan bahwa meskipun komprehensif, reformasi hukum di tingkat hulu diperlukan untuk menutup kesenjangan daya tahan dan menyelaraskan regulasi dengan prinsip ekonomi sirkular.

Kata Kunci: Ekonomi Sirkular, Tata Kelola Limbah, Perancangan Ramah Lingkungan, Daya Tahan Produk



Copyright © Amanda Adelina Harun,
Fenty U Puluhulawa
Publisher UIN Fatmawati Sukarno Bengkulu
Printed Indonesia

A. PENDAHULUAN

Krisis lingkungan global yang kian cepat menegaskan urgensi untuk mengadopsi paradigma ekonomi alternatif yang mampu mendamaikan pertumbuhan ekonomi dengan keberlanjutan ekologis. Ekonomi sirkular (*Circular Economy/CE*) telah muncul sebagai kerangka penting untuk mencapai keseimbangan tersebut karena menekankan pada minimisasi limbah, optimalisasi efisiensi sumber daya, dan pembentukan sistem produksi yang regeneratif.¹ Meskipun sertifikasi CE tidak secara langsung mengevaluasi daya tahan produk, persyaratan yang ditetapkan sering kali mencakup aspek tersebut, terutama ketika berkaitan dengan keselamatan dan perlindungan lingkungan.² Promosi terhadap umur produk yang panjang kini semakin diakui sebagai unsur esensial dalam memperkuat implementasi CE karena secara bersamaan dapat mengurangi volume limbah dan melestarikan sumber daya alam yang terbatas. Namun, dalam banyak pasar konsumen, daya tahan produk masih kurang diprioritaskan; preferensi masyarakat cenderung berpihak pada produk dengan umur pakai singkat, sehingga memperkuat pola konsumsi yang tidak berkelanjutan dan memperberat tantangan dalam pengelolaan limbah.³ Kondisi ini menegaskan pentingnya kajian terhadap intervensi regulatif dan kebijakan publik yang dapat mendorong perubahan sistemik menuju produk tahan lama dan praktik konsumsi berkelanjutan.

Kebutuhan untuk menanggulangi permasalahan tersebut semakin mendesak dengan dominasi model ekonomi linear yang bercirikan pola produksi “ambil–buat–buang (*take–make–dispose*)” yang mempercepat penggunaan material tanpa mempertimbangkan keberlanjutan jangka panjang. Pola konsumsi berbasis langganan semakin memperkuat tren ini dengan menormalkan penggunaan produk berumur pendek dan menurunkan insentif terhadap kepemilikan barang yang tahan lama.⁴ Pada konteks tersebut, paradigma CE menawarkan alternatif transformatif melalui praktik daur ulang, penggunaan kembali, perbaikan, dan perancangan ramah lingkungan (*eco-design*) yang mampu menata ulang sistem produksi dan konsumsi menuju ketahanan dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.⁵

¹ Fenty Puluhulawa, Mohammad Rusdiyanto Puluhulawa, and Amanda Adelina Harun, “Good Environment as Part of Human Right: A Case Study on Plastic Waste Post Pandemic,” *KnE Social Sciences*, ahead of print, October 4, 2022, <https://doi.org/10.18502/kss.v7i15.12071>; Fenty Puluhulawa and Mohammad Rusdiyanto Puluhulawa, “Plastic Waste in Modern Era: Developing Plastic Waste Management for Sustainability,” *E3S Web of Conferences* 259 (2021): 03001, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125903001>.

² Grace Ballor, “CE Marking, Business, and European Market Integration,” *Business History Review* 96, no. 1 (March 2022): 77–108, <https://doi.org/10.1017/S0007680521000696>.

³ Emilia Huttmanová et al., “Closing the Loop in the Process of Manufacturing Noise Barriers and Floating Trash Barrier - Case Study,” *Tem Journal*, 2024, 909–17, <https://doi.org/10.18421/tem132-07>; Mulki Siregar, Raihan Raihan, and Cahyono Cahyono, “Application of Circular Economy in Manufacturing Industry in Indonesia,” *Amca Journal of Community Development* 3, no. 1 (2023): 19–24, <https://doi.org/10.51773/ajcd.v3i1.211>.

⁴ René Hubert Kerschbaumer, Thomas Foscht, and Andreas B. Eisingerich, “Is Ownership of Brands Passe? A New Model of Temporary Usage for Durable Goods,” *Journal of Business Strategy* 45, no. 5 (July 2024): 305–13, <https://doi.org/10.1108/JBS-02-2023-0032>.

⁵ Fenty Puluhulawa and Amanda Adelina Harun, “Enabling Circular Economy: Towards Sustainable Electronic Waste Management Regulation,” *Jambura Law Review* 6, no. 1 (January 2024): 33–65, <https://doi.org/10.33756/jlr.v6i1.24024>; Angga Wijaya Holman Fasa, “Aspek Hukum dan Kebijakan Pemerintah Indonesia Mengenai Ekonomi Sirkular dalam Rangka Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan,” *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional* 10, no. 3 (December 2021): 339, <https://doi.org/10.33331/rechtsvinding.v10i3.774>.

Permasalahan penelitian ini berpusat pada terbatasnya integrasi aspek daya tahan produk ke dalam kerangka hukum dan regulasi di negara berkembang, terutama Indonesia. Meskipun prinsip CE semakin memperoleh legitimasi global, penerjemahan prinsip tersebut ke dalam norma hukum yang dapat ditegakkan dan mewajibkan desain produk berdaya tahan tinggi masih belum merata. Kerangka hukum memiliki peran penting dalam mengarahkan pasar menuju keberlanjutan, karena menyediakan struktur regulatif bagi pelaku usaha dan konsumen agar selaras dengan tujuan CE.⁶ Di Indonesia, tata kelola limbah historisnya lebih menitikberatkan pada pendekatan hilir, yaitu pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan limbah, alih-alih pada intervensi hulu yang berfokus pada daya tahan dan manajemen siklus hidup produk. Pendekatan yang sempit ini berisiko melemahkan tujuan transformatif CE karena mengabaikan akar penyebab timbulnya limbah.

Pada konteks yang lebih luas, konsumsi terhadap produk berumur pendek memberi tekanan pada sistem pengelolaan limbah, memperparah pencemaran, dan mempercepat eksploitasi sumber daya alam. Tanpa kerangka hukum yang kokoh untuk mendorong atau mewajibkan daya tahan produk, transisi menuju CE berpotensi bersifat parsial dan tidak memadai.⁷ Penelitian ini berupaya menelaah sejauh mana regulasi di Indonesia telah mengoperasionalkan prinsip CE dengan menitikberatkan pada indikator pengurangan limbah, serta membandingkannya dengan praktik terbaik internasional yang berhasil mengintegrasikan aspek daya tahan ke dalam sistem hukum.

Literatur global mengusulkan solusi berbasis intervensi regulatif yang mewajibkan desain untuk ketahanan dan keterperbaikan produk (*design for longevity and reparability*). Misalnya, Uni Eropa telah mengadopsi berbagai direktif *ecodesign* yang mewajibkan produsen untuk memprioritaskan daya tahan dan keterperbaikan produk guna mengurangi limbah sejak tahap produksi.⁸ Bukti komparatif menunjukkan bahwa perangkat hukum semacam itu tidak hanya memperpanjang umur produk, tetapi juga mendorong inovasi ekonomi dalam material dan teknologi berkelanjutan. Swedia, misalnya, memperkenalkan insentif pajak bagi kegiatan perbaikan dan penggunaan kembali barang, yang mencerminkan komitmen regulatif langsung terhadap peningkatan konsumsi produk tahan lama.⁹

Negara berkembang menghadapi tantangan tersendiri dalam mengadopsi kebijakan serupa akibat keterbatasan kelembagaan, ekonomi, dan sosial-budaya. Literatur menunjukkan bahwa kerangka adaptif yang disesuaikan dengan konteks lokal merupakan syarat penting untuk menjamin kepatuhan hukum

⁶ Johnson A. Oyewale, Lagouge K. Tartibu, and Imhade P. Okokpujie, "A Comparative Bibliometric Analysis on Plastic Waste Recycling," *International Journal of Sustainable Development and Planning* 18, no. 11 (2023): 3401–17, <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181106>; Kachikoti Banda, Erastus Mwanaumo, and Bupe G. Mwanza, *Circular Economy: An Antidote to Municipal Solid Waste Challenges in Zambia*, 2023, <https://doi.org/10.5772/intechopen.109689>.

⁷ Giacomo D. Foggia and Massimo Beccarello, "Sustainability Pathways in European Waste Management for Meeting Circular Economy Goals," *Environmental Research Letters* 18, no. 12 (2023): 124001, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad067f>; Emmanuel E. Arthur et al., "Towards Circular Economy: Unveiling Heterogeneous Effects of Government Policy Stringency, Environmentally Related Innovation, and Human Capital Within OECD Countries," *Sustainability* 15, no. 6 (2023): 4959, <https://doi.org/10.3390/su15064959>.

⁸ Don Fullerton and Shan He, *Do Market Failures Create a 'Durability Gap' in the Circular Economy?* (Cambridge, MA, 2021), <https://doi.org/10.3386/w29073>.

⁹ Fullerton and He.

sembari tetap mendukung pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan.¹⁰ Kebijakan seperti subsidi untuk produksi berkelanjutan, skema tanggung jawab produsen yang diperluas (*Extended Producer Responsibility/EPR*), dan program peningkatan kapasitas bagi pemerintah daerah menjadi langkah kontekstual yang relevan untuk mewujudkan tujuan CE di negara berkembang.¹¹ Penelitian ini memosisikan kajiannya dalam konteks tersebut—untuk mengevaluasi bagaimana mekanisme hukum yang adaptif namun tegas dapat menyeimbangkan kebutuhan pembangunan dengan imperatif lingkungan.

Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa konsumen yang sadar lingkungan cenderung lebih kritis terhadap transparansi korporasi dan lebih memilih produk dengan sertifikasi keberlanjutan yang dapat diverifikasi (*verifiable sustainability credentials*).¹² Sebaliknya, kesenjangan antara klaim keberlanjutan dan kenyataan daya tahan produk dapat memunculkan skeptisisme publik yang justru menghambat adopsi produk sirkular.¹³ Temuan ini memperlihatkan bahwa pembangunan kepercayaan publik sama pentingnya dengan standar teknis dalam memperkuat transisi CE. Pengalaman komparatif dari Uni Eropa, Asia Timur, dan Asia Tenggara menawarkan pelajaran penting bagi Indonesia. Uni Eropa telah memajukan implementasi CE melalui direktif perancangan ramah lingkungan, reformasi pajak lingkungan, serta inisiatif peningkatan daya tahan dan daur ulang produk.¹⁴ Asia Tenggara menampilkan kondisi yang lebih terfragmentasi, dengan tingkat adopsi kebijakan CE yang bervariasi dan memerlukan pendekatan hukum yang kontekstual.¹⁵ Pelajaran-pelajaran ini menegaskan pentingnya memasukkan ketentuan eksplisit mengenai daya tahan produk ke dalam sistem hukum nasional agar transisi CE dapat berlangsung konsisten dan efektif.

Namun demikian, meskipun terdapat kemajuan normatif, penelitian menunjukkan masih adanya kesenjangan antara ambisi CE dan pelaksanaannya di Indonesia, khususnya terkait indikator limbah yang mencerminkan daya tahan produk dan efisiensi sumber daya. Meskipun UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, PP No. 81 Tahun 2012, dan PP No. 27 Tahun 2020 telah menekankan pengelolaan limbah, daur ulang, serta tanggung jawab produsen, ketentuan mengenai kewajiban daya tahan produk belum secara eksplisit diatur. Kekosongan hukum ini membatasi potensi transformatif CE karena pengurangan limbah masih bersifat reaktif, bukan preventif. Selain itu, meskipun UU No. 32 Tahun 2009

¹⁰ Fullerton and He.

¹¹ Nillo Adlin, Minna Lanz, and Mika Lohtander, *The Circular Economy Competence of the Manufacturing Sector — A Case Study*, 2022, 351–60, https://doi.org/10.1007/978-3-031-18326-3_34; Sayaka Ono, Aluthduwe Hewage Harshi Tharungika Sirisena, and Chettiyan Visvanathan, *Circularity in Plastic Waste Management: A Cross-Country Comparison Between Japan and Sri Lanka*, 2022, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2061507/v1>.

¹² Guo Bing et al., “Study on Importance of Brand Loyalty for Customer Retention for Consumer Durable Products: New Era Viewpoint,” *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 14, no. 1 (2024), <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i1/20464>.

¹³ Olalekan Akinbo et al., “Africa and Zero Hunger Agenda: Genome Editing Policy Landscape, Challenges and Opportunities,” *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 13 (2025), <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1526851>.

¹⁴ Sven K. v. Langen and Renato Passaro, “The Dutch Green Deals Policy and Its Applicability to Circular Economy Policies,” *Sustainability* 13, no. 21 (2021): 11683, <https://doi.org/10.3390/su132111683>; Michal LEVICKY, Marta URBANIKOVA, and Maria DRAGUNOVA, “Progress in the Transition of the Circular Economy in Slovakia and the European Union,” *Job* 10, no. 1 (2021): 44–51, <https://doi.org/10.31578/job.v10i1.185>.

¹⁵ I. Tsuchimoto and Yuya Kajikawa, “Recycling of Plastic Waste: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis,” *Sustainability* 14, no. 24 (2022): 16340, <https://doi.org/10.3390/su142416340>.

tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan UU No. 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian telah memperkuat aspek akuntabilitas melalui ketentuan tanggung jawab mutlak, absennya klausul eksplisit mengenai daya tahan menunjukkan belum terintegrasinya prinsip CE secara penuh dalam kebijakan nasional.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi lanskap regulatif Indonesia melalui indikator CE, dengan menempatkan regulasi nasional dalam konteks perbandingan, penelitian ini mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan sistem yang ada serta memberikan rekomendasi berbasis bukti untuk penyelarasan dengan praktik terbaik internasional. Kebaruan penelitian ini terletak pada dua aspek utama: pertama, peran kerangka hukum dalam mengoperasionalkan prinsip CE di negara berkembang; dan kedua, integrasi daya tahan produk sebagai dimensi inti keberlanjutan.

B. METODE

Penelitian ini merupakan pendekatan hukum normatif, dengan pendekatan konseptual dan perbandingan. Penelitian hukum normatif dilakukan melalui penelaahan sistematis terhadap kerangka regulasi di Indonesia yang berkaitan dengan pengelolaan limbah, perlindungan lingkungan, dan produksi industri. Pendekatan konseptual digunakan untuk memposisikan daya tahan produk dalam kerangka ekonomi sirkular. Pendekatan komparatif dilakukan dengan membandingkan regulasi nasional guna mengidentifikasi model regulasi yang efektif. Analisis dilakukan dengan pemetaan kebijakan hukum (*policy-legal-mapping*) dan interpretasi normatif untuk menilai tingkat integrasi prinsip keberlanjutan dalam sistem regulasi.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Limbah Rumah Tangga dan Limbah Padat Perkotaan (Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 & Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012)

Analisis terhadap tata kelola limbah rumah tangga dan limbah padat perkotaan berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 menunjukkan bahwa desain regulasi Indonesia menekankan penerapan sistematis prinsip 3R—*Reduce* (mengurangi), *Reuse* (menggunakan kembali), dan *Recycle* (mendaur ulang) sebagai mekanisme utama dalam menekan timbulan limbah padat perkotaan (*Municipal Solid Waste/MSW*). Berbagai studi empiris menegaskan bahwa efektivitas pendekatan 3R tidak hanya terletak pada kemampuannya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga dalam menghasilkan manfaat sosial-ekonomi bagi masyarakat, seperti pembukaan lapangan kerja baru di sektor daur ulang serta pengurangan biaya pengelolaan limbah daerah.¹⁶

Pada tataran praktik, pemilahan sampah menjadi tahapan operasional krusial dalam kerangka 3R. Bukti dari berbagai konteks perkotaan menunjukkan bahwa pemilahan sistematis di tingkat rumah tangga secara signifikan menurunkan volume sampah campuran, sehingga mengurangi biaya pengolahan

¹⁶ Tika L. Mahartin, "Waste Management Plan With Reduce, Reuse, Recycle (3r) Method," *Jssew* 1, no. 1 (2023), <https://doi.org/10.61511/jssew.v1i1.2023.181>.

sekaligus menekan risiko lingkungan.¹⁷ Namun demikian, meskipun terdapat mandat regulatif untuk penyediaan Tempat Penampungan Sementara (TPS) dan TPS-3R, kelemahan kapasitas pemerintah daerah yang masih berlanjut telah menghambat konsistensi pelaksanaan kebijakan tersebut, sehingga mengurangi efektivitas inisiatif daur ulang berbasis komunitas.¹⁸ Kewajiban berbatas waktu yang termuat dalam PP No. 81 Tahun 2012, yang mewajibkan pemerintah daerah membangun sistem pemilahan limbah dalam jangka waktu tertentu, terbukti berkorelasi dengan peningkatan tingkat kepatuhan. Pemerintah kota yang diwajibkan memenuhi tenggat hukum menunjukkan mobilisasi sumber daya keuangan dan manusia yang lebih kuat, sehingga meningkatkan kemampuan mereka untuk menginstitutionalisasi praktik berkelanjutan.¹⁹

Strategi pelibatan publik yang belum optimal masih menjadi kendala dalam mencapai potensi penuh dari reformasi ini. Hasil survei terhadap program kampanye kesadaran publik menunjukkan bahwa tanpa dukungan program edukasi yang kuat, rumah tangga tetap enggan untuk melakukan pemilahan sampah, yang pada akhirnya menyebabkan kontaminasi pada aliran limbah yang dapat didaur ulang.²⁰ Temuan ini menegaskan perlunya kerangka regulatif yang menggabungkan mandat infrastruktur dengan pendekatan pemberdayaan berbasis masyarakat agar tercapai pengurangan timbulan limbah yang berkelanjutan dan berdampak jangka panjang.

2. Aliran Limbah Spesifik (Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020)

Inovasi regulatif yang diperkenalkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 berfokus pada kategori limbah yang memiliki risiko lingkungan dan sosial tinggi, khususnya limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), puing bencana, limbah pembongkaran bangunan, serta residu yang tidak dapat diolah kembali. Bukti komparatif menunjukkan bahwa pengelolaan limbah pasca-bencana menuntut strategi terpadu yang menggabungkan inovasi teknologi, perencanaan pra-bencana, serta partisipasi masyarakat guna memastikan efektivitas dalam proses daur ulang dan pembuangan puing.²¹ Hukum Indonesia mencerminkan praktik terbaik global ini melalui kewajiban perencanaan awal dan pembagian tanggung jawab kelembagaan dalam pengelolaan puing bencana. Namun, implementasi efektif dari mandat tersebut masih sangat bergantung pada ketersediaan pendanaan yang memadai serta koordinasi lintas lembaga yang efisien.

¹⁷ Pattaraporn Warintarawej and Pichetwut Nillaor, "Implementing Data Analysis Based on the Mixed Clustering Technique for Sustainable Participatory Waste Management in a Low-Budget Area," *Foresight* 25, no. 1 (2022): 108–25, <https://doi.org/10.1108/fs-09-2021-0179>.

¹⁸ Kunle I. Olatayo, Paul Mativenga, and Annlizé L. Marnewick, "Does Policy on Plastic Waste Support Higher Waste Management Hierarchy Options?," *Recycling* 7, no. 3 (2022): 36, <https://doi.org/10.3390/recycling7030036>; Ronhick E. Sanchez, "Assessing the Awareness and Practices of the Community in Brgy. Cawilan, Tagana-An, Surigao Del Norte Towards Solid Waste Management," *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies* 3, no. 10 (2023): 184–94, <https://doi.org/10.47760/cognizance.2023.v03i10.013>.

¹⁹ Lina Warlina and Sri Listyarini, "The Study of Estimation of Landfill Capacity Through Dynamic System Approach," *Scientifica* 2022 (2022): 1–8, <https://doi.org/10.1155/2022/1068111>; Edmund K. Chengqin et al., "Determinants of Household Behavioural Intention Towards Reducing, Reusing and Recycling Food Waste Management," *Nankai Business Review International* 15, no. 1 (2022): 128–52, <https://doi.org/10.1108/nbri-01-2022-0011>.

²⁰ Sapta Suhardono et al., "Current Situation of Solid Waste Management to Archive Sustainability in Klungkung Regency, Bali," *Jsi* 2, no. 1 (2023), <https://doi.org/10.61078/jsi.v2i1.14>.

²¹ Rajshree Kamat and Nilesh K. Sinha, *Disaster Waste Mitigation*, 2022, <https://doi.org/10.47472/axnf3sej>.

Pengelolaan limbah B3 dalam PP No. 27 Tahun 2020 secara kuat terintegrasi dengan prinsip tanggung jawab produsen yang diperluas (*Extended Producer Responsibility/EPR*). Kewajiban bagi produsen untuk mengumpulkan, memberi label, serta melakukan pengolahan aman terhadap produk yang mengandung B3 dimaksudkan untuk mengurangi risiko lingkungan sekaligus mendorong inovasi ramah lingkungan (*eco-innovation*) dalam desain produk. Pengalaman internasional menunjukkan bahwa skema pengambilan kembali (*take-back schemes*) semacam ini secara signifikan meningkatkan tingkat pemulihan limbah dengan menginternalisasikan biaya pembuangan ke dalam tanggung jawab produsen.²²

Selain itu, mekanisme pemantauan merupakan komponen penting dari PP No. 27 Tahun 2020. Kajian menunjukkan bahwa penerapan teknologi pelacakan digital, seperti sistem berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*), memungkinkan pengawasan *real-time* terhadap aliran limbah B3, sehingga regulator dapat menjamin transparansi dan akuntabilitas mulai dari tahap penghasil hingga pembuangan akhir.²³ Mekanisme pelengkap seperti pelaporan publik dan audit berkala turut memperkuat kepatuhan regulatif dengan meningkatkan transparansi kelembagaan dan kepercayaan publik terhadap sistem tata kelola limbah.²⁴

3. Perlindungan Lingkungan dan Pengendalian Pencemaran (Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 & Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001)

Kerangka ganda yang diatur melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 menegaskan pentingnya standar efluen serta sistem klasifikasi mutu air sebagai instrumen utama dalam pengendalian pencemaran lingkungan. Standar pembuangan efluen menetapkan batas maksimum kadar pencemar yang diizinkan, sehingga menciptakan insentif kuat bagi sektor industri untuk menerapkan metode produksi bersih (*cleaner production*).²⁵ Bukti empiris menunjukkan bahwa penerapan ambang batas efluen yang ketat berkontribusi terhadap peningkatan signifikan kualitas air, termasuk penurunan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan konsentrasi zat berbahaya di ekosistem perairan terdampak.²⁶ Temuan tersebut menegaskan kapasitas regulatif dari standar efluen dalam mendorong adopsi teknologi bersih serta perubahan perilaku di sektor industri.

Instrumen ekonomi yang tertanam dalam PP No. 82 Tahun 2001 melengkapi pendekatan command

²² María E. C. Ramos, Jeiner J. S. Chuquimarca, and Luis A. Orrego-Ferreyros, "Integrated Management of Hazardous Solid Waste in Dental Offices of Talara (Peru) and Machala (Ecuador): A Policy Brief Comparing Two Latin American Countries," *F1000research* 13 (2024): 762, <https://doi.org/10.12688/f1000research.152652.1>.

²³ Z. Wang et al., "Stepwise Flotation Separation of WEEE Plastics by Polymeric Aluminum Chloride towards Source Control of Microplastics," *Waste Management* 149 (2022): 1–10, Scopus, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.05.029>.

²⁴ Raihan C. P. Budiman, Didik G. Suharto, and Rutiana D. Wahyunengseh, "Study of the Implementation of Household Hazardous and Toxic Waste Management Policy in the Province of the Special Region of Yogyakarta," *Iop Conference Series Earth and Environmental Science* 1275, no. 1 (2023): 012037, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1275/1/012037>.

²⁵ Muhammad K. M. Ilias et al., "Environmental Remediation Potential of Ferrous Sulfate Waste as an Eco-Friendly Coagulant for the Removal of NH₃-N and COD From the Rubber Processing Effluent," *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, no. 23 (2021): 12427, <https://doi.org/10.3390/ijerph182312427>.

²⁶ Fella Zenati, Adel Djellali, and Debojit Sarker, "Wastewater Assessment and Biochemical Oxygen Demand Value Prediction From Mining Operations: A Case Study," *Engineering Technology & Applied Science Research* 13, no. 3 (2023): 10754–58, <https://doi.org/10.48084/etasr.5721>; Ali W. Butu et al., "Downstream Effects of Industrial Effluents Discharge on Some Physicochemical Parameters and Water Quality Index of River Rido, Kaduna State, Nigeria," *Tropical Aquatic and Soil Pollution* 2, no. 2 (2022): 90–108, <https://doi.org/10.53623/tasp.v2i2.100>.

and control dalam hukum lingkungan. Subsidi, insentif pajak, dan fasilitas kredit bagi teknologi ramah lingkungan menjadi pendorong kepatuhan sukarela perusahaan, sementara denda dan sanksi administratif bagi pelanggar memperkuat efek jera.²⁷ Struktur ganda ini menyelaraskan insentif ekonomi dengan tujuan ekologis, sejalan dengan tren global dalam regulasi lingkungan yang mengintegrasikan instrumen berbasis pasar (*market-based instruments*) ke dalam rezim hukum formal.

Ketentuan tanggung jawab mutlak (*strict liability*) dalam UU No. 32 Tahun 2009 merupakan pilar penting strategi perlindungan lingkungan di Indonesia. Dengan menghapus beban pembuktian atas unsur kelalaian atau kesengajaan, mekanisme ini menjamin bahwa korporasi secara otomatis bertanggung jawab atas kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitasnya.²⁸ Yurisdiksi yang menerapkan pendekatan serupa melaporkan peningkatan kepatuhan terhadap standar keselamatan lingkungan serta peningkatan investasi perusahaan dalam teknologi pencegahan pencemaran.²⁹ Kasus Indonesia menunjukkan potensi besar penerapan tanggung jawab mutlak dalam mencegah pelanggaran pengelolaan limbah berbahaya, meskipun penegakan hukum yang konsisten masih menjadi tantangan akibat keterbatasan kelembagaan dan sumber daya.

4. Limbah Industri dan Industri Hijau (Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014)

Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 mengintegrasikan tata kelola limbah ke dalam kebijakan industri melalui konsep industri hijau (*green industry*). Model industri hijau menekankan inovasi yang bertujuan meminimalkan timbulan limbah, mengurangi konsumsi energi, serta meningkatkan efisiensi ekologis (*eco-efficiency*) di seluruh siklus produksi.³⁰ Berbagai temuan empiris lintas yurisdiksi menunjukkan bahwa penerapan produksi bersih (*clean production*) dan teknologi efisien lingkungan menghasilkan penurunan signifikan pada limbah berbahaya maupun non-berbahaya tanpa mengorbankan kinerja ekonomi.³¹ Praktik-praktik tersebut diperkuat melalui instrumen regulatif yang mewajibkan sektor industri untuk menyesuaikan proses produksinya dengan tolok ukur keberlanjutan (*sustainability benchmarks*) sebagai bagian dari sasaran pembangunan nasional. Penerapan kerangka 4R—*Reduce* (mengurangi), *Reuse* (menggunakan kembali), *Recycle* (mendaur ulang), dan *Recovery* (memulihkan) dalam konteks industri telah menunjukkan manfaat nyata dalam meningkatkan kinerja keberlanjutan. Perusahaan yang menerapkan strategi 4R secara komprehensif tidak hanya berhasil mengurangi volume pembuangan limbah, tetapi juga memperoleh penghematan biaya operasional melalui optimalisasi

²⁷ Zulaikha Mokhtar, *Review of Malaysia's Environmental Waterways' Compliance With Industrial Effluent Discharge*, 2023, <https://doi.org/10.14293/pr2199.000011.v1>.

²⁸ Kadiatu A. Swaray et al., "Assessment of Liberia's Beer Industry Effluent Discharge Parameters in the Context of Urban Sustainability," *European Journal of Theoretical and Applied Sciences* 2, no. 3 (2024): 616–38, [https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2\(3\).47](https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2(3).47).

²⁹ HUSAM E. SADIG and MOHAMMED TABIDI, "An Approach for Cr+3 Ions Recycle From the Industrial Wastewater by the Chemical Precipitation Methods," *Pollution Research*, 2022, 42–46, <https://doi.org/10.53550/pr.2022.v41i01.005>.

³⁰ Erzi Tang, "Green Effects of Research and Development on Industrial Waste Reduction During the Production Phase: Evidence From China and Policy Implications," *Frontiers in Public Health* 10 (2022), <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1000393>.

³¹ Elizaveta Tereshchenko et al., "Green Growth, Waste Management, and Environmental Impact Reduction Success Cases From Small and Medium Enterprises Context: A Systematic Mapping Study," *IEEE Access* 11 (2023): 56900–56920, <https://doi.org/10.1109/access.2023.3271972>.

sumber daya dan peningkatan efisiensi proses.³² Dalam sektor-sektor seperti tekstil, yang menghadapi tantangan limbah cukup kompleks, penerapan sistematis prinsip 4R terbukti mampu mengurangi ketergantungan terhadap tempat pembuangan akhir secara signifikan.

Berbagai tantangan masih menghambat realisasi penuh praktik industri sirkular, seperti keterbatasan infrastruktur daur ulang dan tingginya permintaan konsumen terhadap fast fashion yang menghasilkan limbah berlebih.³³ Dengan demikian, keberhasilan implementasi konsep industri hijau bergantung pada integrasi kebijakan lintas sektor yang memperkuat inovasi teknologi, tanggung jawab produsen, dan perubahan perilaku konsumsi secara berkelanjutan.

5. Sintesis Lintas Dokumen dan Wawasan Komparatif

Apabila dinilai secara keseluruhan, berbagai instrumen regulatif tersebut membentuk kerangka tata kelola yang komprehensif, mencakup seluruh spektrum jenis limbah—mulai dari limbah rumah tangga, limbah berbahaya (B3), produk sampingan industri, hingga efluen cair. Desain kumulatif ini mencerminkan pergeseran paradigma dari sistem pengelolaan limbah yang reaktif dan berorientasi pada pembuangan menuju pendekatan yang lebih preventif dan terintegrasi. Namun demikian, analisis ini juga mengidentifikasi sejumlah kesenjangan krusial. Secara khusus, meskipun kerangka hukum Indonesia menekankan upaya hilir seperti penanganan, pengolahan, dan pembuangan akhir limbah, belum terdapat mandat eksplisit terhadap intervensi hulu yang berfokus pada daya tahan produk (*product durability*) dan perancangan ramah lingkungan (*eco-design*). Wawasan komparatif dari Uni Eropa, yang telah mengintegrasikan ketentuan daya tahan produk dalam direktif ecodesign serta skema tanggung jawab produsen yang diperluas (*Extended Producer Responsibility/EPR*), menunjukkan bahwa Indonesia dapat memperkuat transisi menuju ekonomi sirkular (CE) melalui adopsi instrumen regulatif hulu serupa.³⁴

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kerangka tata kelola limbah di Indonesia bersifat komprehensif dalam cakupan, mencakup limbah rumah tangga, limbah berbahaya, produk sampingan industri, dan efluen cair. Namun demikian, integrasi terhadap intervensi hulu seperti perancangan ramah lingkungan (*eco-design*) dan standar daya tahan produk masih belum merata. Ketiadaan ketentuan eksplisit mengenai daya tahan produk dalam peraturan yang ada menandakan kesenjangan kritis, mengingat bahwa daya tahan merupakan faktor penentu dalam mengurangi timbulan limbah dan meningkatkan efisiensi sumber daya.³⁵ Uni Eropa menerapkan Direktif Ecodesign yang mewajibkan produsen untuk merancang produk agar memiliki umur panjang dan mudah diperbaiki, sehingga daya tahan produk menjadi kewajiban hukum. Hal ini sangat kontras dengan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 di Indonesia, yang meskipun efektif dalam mengatur tanggung jawab pengumpulan dan

³² Qudsia Kanwal, Jinhui Li, and Xianlai Zeng, "Mapping Recyclability of Industrial Waste for Anthropogenic Circularity: A Circular Economy Approach," *Acs Sustainable Chemistry & Engineering* 9, no. 35 (2021): 11927–36, <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04139>.

³³ Jeanger P. Juanga-Labayan, Ildfonso V. Labayan, and Qiuyan Yuan, "A Review on Textile Recycling Practices and Challenges," *Textiles* 2, no. 1 (2022): 174–88, <https://doi.org/10.3390/textiles2010010>.

³⁴ Fullerton and He, *Do Market Failures Create a 'Durability Gap' in the Circular Economy?*; Langen and Passaro, "The Dutch Green Deals Policy and Its Applicability to Circular Economy Policies."

³⁵ Febriana Wurjaningrum and Begawan H. Bhaskoro, "Waste Management Using Lean-Green Approach: A Case Study in a Furniture Company," *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Airlangga* 34, no. 1 (2024): 113–27, <https://doi.org/10.20473/jeba.v34i12024.113-127>.

pembuangan limbah, belum mengharuskan produsen memperpanjang umur produk mereka. Pembelajaran dari praktik Eropa menegaskan pentingnya penerapan mandat eco-design dan standar keterperbaikan (*repairability standards*) sebagai bagian dari kerangka regulatif holistik yang mampu menginternalisasi eksternalitas lingkungan sejak tahap produksi.³⁶ Tanpa ketentuan semacam ini, Indonesia berisiko terus berfokus pada penanganan limbah di tahap akhir (*end-of-pipe*), sehingga membatasi potensi transformatif dari transisi menuju ekonomi sirkular.

Tabel 1. Temuan penelitian

Bidang yang dikaji	Instrumen Hukum	Temuan Utama	Kesenjangan Implementasi
Limbah Rumah Tangga & Perkotaan	Undang-Undang No. 18 Tahun 2008; Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012	Institusionalisasi prinsip 3R; kewajiban pemilahan, penyediaan TPS/TPS-3R, dan penetapan tenggat waktu pemisahan	Kapasitas daerah terbatas; keterlibatan publik masih lemah
Aliran Limbah Spesifik	Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2020	Tanggung jawab produsen, kewajiban pengambilan kembali (<i>take-back</i>), dan pemantauan berbasis RFID	Keterbatasan pendanaan; tantangan skalabilitas pelaksanaan
Perlindungan Lingkungan & Pengendalian Pencemaran	Undang-Undang No. 32 Tahun 2009; Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001	Standar efluen meningkatkan kualitas air; instrumen ekonomi mendorong kepatuhan	Ketidakkonsistenan penegakan; keterbatasan kelembagaan
Limbah Industri & Industri Hijau	Undang-Undang No. 3 Tahun 2014	Integrasi konsep industri hijau; penerapan praktik 4R; peningkatan efisiensi ekologis	Infrastruktur daur ulang belum memadai; permintaan terhadap fast fashion menghambat kemajuan

Dimensi lain dari tantangan ini terletak pada mekanisme akuntabilitas. Kerangka hukum Indonesia telah menetapkan rezim sanksi dan tanggung jawab, terutama melalui ketentuan tanggung jawab mutlak (*strict liability*) dalam UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, namun efektivitasnya bergantung pada konsistensi penegakan dan transparansi pengawasan. Bukti komparatif menunjukkan bahwa penyelarasan mekanisme akuntabilitas dengan standar internasional—seperti pelacakan digital limbah berbahaya atau pelaporan wajib untuk pembuangan industri—dapat memperkuat kepatuhan dan meningkatkan kredibilitas regulasi.³⁷ Penerapan tolok ukur tersebut tidak

³⁶ Fullerton and He, *Do Market Failures Create a 'Durability Gap' in the Circular Economy?*

³⁷ Budiman, Suharto, and Wahyunengseh, "Study of the Implementation of Household Hazardous and Toxic Waste Management Policy in the Province of the Special Region of Yogyakarta"; Wang et al., "Stepwise Flotation Separation of WEEE Plastics by Polymeric Aluminum Chloride towards Source Control of Microplastics."

hanya akan memperkuat pengawasan domestik tetapi juga memfasilitasi penyalarsan Indonesia dengan praktik ekonomi sirkular global.³⁸

Tanggung jawab produsen (*Extended Producer Responsibility/EPR*) tetap menjadi elemen sentral dalam pembentukan hasil pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Ketentuan EPR dalam PP No. 27 Tahun 2020 telah menetapkan kewajiban bagi produsen untuk mengumpulkan dan mengolah produk berbahaya, namun perluasan cakupan EPR ke kategori produk yang lebih luas akan mempercepat arus utama praktik sirkular. Studi menunjukkan bahwa kerangka EPR, ketika dipadukan dengan ketentuan tanggung jawab yang tegas dan sanksi yang dapat ditegakkan, mendorong produsen untuk menginternalisasi biaya lingkungan serta berinovasi dalam desain produk, yang pada gilirannya meningkatkan daya tahan dan menekan timbulan limbah.³⁹ Dengan mengintegrasikan standar daya tahan produk yang jelas ke dalam skema EPR, hasil regulatif dapat ditingkatkan secara signifikan dengan memastikan bahwa tujuan keberlanjutan tercapai di seluruh siklus hidup produk.

Temuan lain menunjukkan bahwa insentif keuangan dan regulatif untuk perancangan ramah lingkungan dan peningkatan daya tahan produk berperan penting dalam menjembatani kesenjangan kebijakan yang ada. Literatur tentang produksi berkelanjutan menegaskan bahwa mandat hukum semata tidak selalu cukup; kombinasi antara standar preskriptif dan insentif terarah dapat meningkatkan kepatuhan sekaligus mendorong investasi dalam teknologi efisiensi ekologis.⁴⁰ Integrasi persyaratan pelaporan dan akuntabilitas hukum dalam regulasi limbah tidak hanya memperkuat transparansi, tetapi juga mendorong perbaikan berkelanjutan, karena perusahaan diwajibkan untuk memantau dan mengungkapkan kemajuan dalam pengurangan limbah dan keberlanjutan produk.⁴¹

Analisis ini juga mengungkapkan fragmentasi tata kelola di berbagai sektor, termasuk tingkat pemerintah daerah, industri, dan lingkungan. Regulasi limbah di Indonesia tersebar di berbagai undang-undang dan kewenangan kementerian, yang sering kali beroperasi secara terpisah. Fragmentasi ini mengurangi koherensi regulatif dan menghambat pengembangan strategi terpadu yang mampu menyatukan berbagai pemangku kepentingan. Dengan model tata kelola yang lebih integratif, Indonesia dapat menciptakan sinergi yang mengatasi inefisiensi serta memberdayakan komunitas lokal untuk berpartisipasi aktif dalam inisiatif pengurangan limbah. Keterlibatan pemangku kepentingan, terutama di tingkat masyarakat, terbukti meningkatkan kepatuhan dan menyesuaikan regulasi dengan konteks lokal, sehingga memperkuat efektivitas standar nasional.⁴²

³⁸ Prisca Listiningrum et al., "Waste Management Without Direction in Indonesia: A Proposed Legal Reform Towards Smart Cities," *Jurnal Ilmiah Hukum Legality* 31, no. 2 (2023): 224–44, <https://doi.org/10.22219/ljih.v31i2.27375>.

³⁹ Paul A. Aidonojie et al., "Breaking Legal and Socio-Economic Challenges to Plastic Waste Regulation in Nigeria: Lessons Learned From Singapore," *Yustisia Jurnal Hukum* 13, no. 1 (2024): 64, <https://doi.org/10.20961/yustisia.v13i1.78388>.

⁴⁰ La O. Angga et al., "Responsibility of Manufacturers in Waste Management of Plastic Packaged Drink Products Based on Law Number 18 of 2008 Regarding Waste Management (Case Study in Ambon City, Maluku Province)," *International Journal of Sustainable Development and Planning* 16, no. 2 (2021): 327–34, <https://doi.org/10.18280/ijdp.160212>.

⁴¹ Rikke M. Moalem and Søren Kerndrup, "The Entrepreneurial Role of Waste Companies in Transforming Waste Streams to Value Streams: Lessons From a Danish Municipal Waste Company," *Waste Management & Research the Journal for a Sustainable Circular Economy* 41, no. 3 (2022): 620–34, <https://doi.org/10.1177/0734242x221124048>.

⁴² Stephanie Perkiss, "Climate Apartheid: The Failures of Accountability and Climate Justice," *Accounting Auditing & Accountability Journal* 37, no. 7/8 (2024): 1761–94, <https://doi.org/10.1108/aaaj-02-2024-6903>.

Implikasi dari kerangka tata kelola limbah Indonesia melampaui aspek teknis pengelolaan limbah, dan beririsan dengan diskursus keadilan lingkungan (*environmental justice*) serta keberlanjutan di negara-negara Global South. Kebijakan limbah yang tidak dirancang atau ditegakkan dengan baik berpotensi menimbulkan beban tidak proporsional bagi kelompok marjinal yang tinggal di sekitar lokasi pembuangan atau tidak memiliki akses terhadap layanan limbah yang memadai.⁴³ Kondisi ini menimbulkan persoalan keadilan dan kesetaraan dalam distribusi risiko dan manfaat lingkungan. Riset mengenai keadilan lingkungan menekankan pentingnya model tata kelola inklusif yang memastikan partisipasi aktif komunitas terdampak dalam proses pengambilan keputusan regulatif.⁴⁴ Dengan demikian, penguatan dimensi partisipatif dalam instrumen hukum Indonesia tidak hanya akan meningkatkan kepatuhan, tetapi juga memastikan hasil kebijakan yang lebih adil dan berorientasi pada kesetaraan sosial, memperkuat keterpaduan antara keberlanjutan dan keadilan sosial.

Penekanan bahwa penyelarasan kerangka regulasi Indonesia dengan komitmen internasional terkait mitigasi perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan merupakan hal yang mendesak. Pengelolaan limbah yang efektif serta promosi daya tahan produk berkontribusi langsung terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca, pelestarian sumber daya alam, dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya Tujuan 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Bukti komparatif menunjukkan bahwa kerangka hukum yang kokoh dan mengintegrasikan prinsip eco-design, tanggung jawab produsen, dan tata kelola lintas sektor mampu menunjukkan kemajuan nyata terhadap target global tersebut.⁴⁵ Dengan menempatkan reformasi hukumnya dalam agenda internasional, Indonesia dapat memastikan bahwa pengembangan regulasinya bergema tidak hanya di tingkat nasional, tetapi juga global, memperkuat posisinya sebagai aktor penting dalam transisi keberlanjutan di kawasan Global South.

D. PENUTUP

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kerangka regulasi Indonesia dan operasional prinsip ekonomu sirkular dalam tata kelola limbah, khususnya dalam kaitannya dengan pengurangan limbah dan daya tahan produk. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa Indonesia telah memiliki kerangka hukum yang relatif luas dan multidimensional, yang mencakup pengaturan limbah rumah tangga, limbah berbahaya, limbah industri dan pembuangan efluen. Kerangka tersebut menunjukkan adanya penguatan prinsip ekonomi sirkular, terutama melalui institusionalisasi konsep 3R (*reduce, reuse, recycle*), tanggung jawab produsen, instrumen ekonomi, dan mekanisme perlindungan lingkungan. Namun demikian, penelitian ini juga menemukan bahwa operasionalisasi prinsip ekonomi sirkular dalam regulasi nasional masih belum sepenuhnya komprehensif. Kesenjangan utama terletak pada intervensi

⁴³ Louise Guibrunet and Araceli S. Jiménez, "The Current and Potential Role of Urban Metabolism Studies to Analyze the Role of Food in Urban Sustainability," *Journal of Industrial Ecology* 27, no. 1 (2022): 196–209, <https://doi.org/10.1111/jiec.13361>.

⁴⁴ Keeren S. Rajoo et al., "Urban Forest Research in Malaysia: A Systematic Review," *Forests* 12, no. 7 (2021): 903, <https://doi.org/10.3390/f12070903>.

⁴⁵ Langen and Passaro, "The Dutch Green Deals Policy and Its Applicability to Circular Economy Policies."

hulu, khususnya terkait eco-design, keterperbaikan dan daya tahan produk belum terintegrasi secara eksplisit, sehingga orientasi regulasi masih dominan pada penanganan limbah di tahap akhir, belum sepenuhnya pada pencegahan timbulnya limbah sejak tahap produksi. Dengan demikian, tujuan ekonomi sirkular dalam sistem hukum Indonesia baru tercapai secara parsial.

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dengan mengaitkan kerangka hukum dan indikator ekonomi sirkular, serta menekankan pentingnya daya tahan produk sebagai isu utama regulasi dan keberlanjutan. Studi ini juga mengidentifikasi kesenjangan riset, khususnya dalam operasionalisasi sistem pemantauan dan skalabilitas skema tanggung jawab produsen di negara berkembang. Penelitian lanjutan perlu mengeksplorasi integrasi mandat eco-design serta dampak sosial-ekonomi dari regulasi yang berfokus pada daya tahan produk. Kajian semacam itu tidak hanya akan memperkaya diskursus akademik mengenai tata kelola limbah dan ekonomi sirkular, tetapi juga memberikan dasar empiris bagi pembuat kebijakan dalam menyelaraskan instrumen hukum Indonesia dengan praktik terbaik internasional di bidang tata kelola limbah berkelanjutan.

REFERENSI

- Adlin, Nillo, Minna Lanz, and Mika Lohtander. *The Circular Economy Competence of the Manufacturing Sector — A Case Study*. 2022, 351–60. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18326-3_34.
- Aidonojie, Paul A., Majekodunmi T. Afolabi, Eregbuonye Obieshi, Molola J. Adeyemi-Balogun, and Saminu A. Wakili. "Breaking Legal and Socio-Economic Challenges to Plastic Waste Regulation in Nigeria: Lessons Learned From Singapore." *Yustisia Jurnal Hukum* 13, no. 1 (2024): 64. <https://doi.org/10.20961/yustisia.v13i1.78388>.
- Akinbo, Olalekan, Bongani Z. Nkhabindze, Josephine Amedu, Rufus Ebegba, Agnes Asagbra, Billy O. Ratemo, Susan A. Dada, et al. "Africa and Zero Hunger Agenda: Genome Editing Policy Landscape, Challenges and Opportunities." *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 13 (2025). <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1526851>.
- Angga, La O., Dyah R. A. Datie, Popi Tuhulele, Sabri Fataruba, and Iqbal I. Taufiq. "Responsibility of Manufacturers in Waste Management of Plastic Packaged Drink Products Based on Law Number 18 of 2008 Regarding Waste Management (Case Study in Ambon City, Maluku Province)." *International Journal of Sustainable Development and Planning* 16, no. 2 (2021): 327–34. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.160212>.
- Arthur, Emmanuel E., Solomon Gyamfi, Wolfgang Gerstlberger, Jan Stejskal, and Viktor Prokop. "Towards Circular Economy: Unveiling Heterogeneous Effects of Government Policy Stringency, Environmentally Related Innovation, and Human Capital Within OECD Countries." *Sustainability* 15, no. 6 (2023): 4959. <https://doi.org/10.3390/su15064959>.
- Ballor, Grace. "CE Marking, Business, and European Market Integration." *Business History Review* 96, no. 1 (March 2022): 77–108. <https://doi.org/10.1017/S0007680521000696>.
- Banda, Kachikoti, Erastus Mwanaumo, and Bupe G. Mwanza. *Circular Economy: An Antidote to Municipal Solid Waste Challenges in Zambia*. 2023. <https://doi.org/10.5772/intechopen.109689>.
- Bing, Guo, Badar A. Mughairi, Asif M. Karim, and Ajwaad M. Karim. "Study on Importance of Brand

- Loyalty for Customer Retention for Consumer Durable Products: New Era Viewpoint.” *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences* 14, no. 1 (2024). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i1/20464>.
- Budiman, Raihan C. P., Didik G. Suharto, and Rutiana D. Wahyunengseh. “Study of the Implementation of Household Hazardous and Toxic Waste Management Policy in the Province of the Special Region of Yogyakarta.” *Iop Conference Series Earth and Environmental Science* 1275, no. 1 (2023): 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1275/1/012037>.
- Butu, Ali W., Chukwudi N. Emeribe, Ijeoma O. Muoka, Oluchi F. Emeribe, and Emmanuel T. Ogbomida. “Downstream Effects of Industrial Effluents Discharge on Some Physicochemical Parameters and Water Quality Index of River Rido, Kaduna State, Nigeria.” *Tropical Aquatic and Soil Pollution* 2, no. 2 (2022): 90–108. <https://doi.org/10.53623/tasp.v2i2.100>.
- Chengqin, Edmund K., Suhaiza Zailani, Muhammad K. Rahman, Azmin A. Aziz, Miraj A. Bhuiyan, and Md. A. I. Gazi. “Determinants of Household Behavioural Intention Towards Reducing, Reusing and Recycling Food Waste Management.” *Nankai Business Review International* 15, no. 1 (2022): 128–52. <https://doi.org/10.1108/nbri-01-2022-0011>.
- Foggia, Giacomo D., and Massimo Beccarello. “Sustainability Pathways in European Waste Management for Meeting Circular Economy Goals.” *Environmental Research Letters* 18, no. 12 (2023): 124001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad067f>.
- Fullerton, Don, and Shan He. *Do Market Failures Create a ‘Durability Gap’ in the Circular Economy?* Cambridge, MA, 2021. <https://doi.org/10.3386/w29073>.
- Guibrunet, Louise, and Araceli S. Jiménez. “The Current and Potential Role of Urban Metabolism Studies to Analyze the Role of Food in Urban Sustainability.” *Journal of Industrial Ecology* 27, no. 1 (2022): 196–209. <https://doi.org/10.1111/jiec.13361>.
- Holman Fasa, Angga Wijaya. “ASPEK HUKUM DAN KEBIJAKAN PEMERINTAH INDONESIA MENGENAI EKONOMI SIRKULAR DALAM RANGKA MENCAPAI TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN.” *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional* 10, no. 3 (December 2021): 339. <https://doi.org/10.33331/rechtsvinding.v10i3.774>.
- Huttmanová, Emília, Jana Chovancová, Martin Rovňák, and Simona Mindášová. “Closing the Loop in the Process of Manufacturing Noise Barriers and Floating Trash Barrier - Case Study.” *Tem Journal*, 2024, 909–17. <https://doi.org/10.18421/tem132-07>.
- Ilias, Muhammad K. M., Md. S. Hossain, Rahmat Ngteni, Adel Al-Gheethi, Harlina Ahmad, Fatehah M. Omar, Mu. Naushad, and Sadanand Pandey. “Environmental Remediation Potential of Ferrous Sulfate Waste as an Eco-Friendly Coagulant for the Removal of NH₃-N and COD From the Rubber Processing Effluent.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18, no. 23 (2021): 12427. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312427>.
- Juanga-Labayen, Jeanger P., Ildefonso V. Labayen, and Qiuyan Yuan. “A Review on Textile Recycling Practices and Challenges.” *Textiles* 2, no. 1 (2022): 174–88. <https://doi.org/10.3390/textiles2010010>.
- Kamat, Rajshree, and Nilesh K. Sinha. *Disaster Waste Mitigation*. 2022. <https://doi.org/10.47472/axnf3sej>.
- Kanwal, Qudsia, Jinhui Li, and Xianlai Zeng. “Mapping Recyclability of Industrial Waste for Anthropogenic

- Circularity: A Circular Economy Approach.” *Acs Sustainable Chemistry & Engineering* 9, no. 35 (2021): 11927–36. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04139>.
- Kerschbaumer, René Hubert, Thomas Foscht, and Andreas B. Eisingerich. “Is Ownership of Brands Passe? A New Model of Temporary Usage for Durable Goods.” *Journal of Business Strategy* 45, no. 5 (July 2024): 305–13. <https://doi.org/10.1108/JBS-02-2023-0032>.
- Langen, Sven K. v., and Renato Passaro. “The Dutch Green Deals Policy and Its Applicability to Circular Economy Policies.” *Sustainability* 13, no. 21 (2021): 11683. <https://doi.org/10.3390/su132111683>.
- LEVICKY, Michal, Marta URBANIKOVA, and Maria DRAGUNOVA. “Progress in the Transition of the Circular Economy in Slovakia and the European Union.” *Job* 10, no. 1 (2021): 44–51. <https://doi.org/10.31578/job.v10i1.185>.
- Listiningrum, Prisca, Moh Dahlan, Muhammad Anis Zhafran Al Anwary, Herlin S. Wahyuni, and Rizqi Bachtiar. “Waste Management Without Direction in Indonesia: A Proposed Legal Reform Towards Smart Cities.” *Jurnal Ilmiah Hukum Legality* 31, no. 2 (2023): 224–44. <https://doi.org/10.22219/ljih.v31i2.27375>.
- Mahartin, Tika L. “Waste Management Plan With Reduce, Reuse, Recycle (3r) Method.” *Jssew* 1, no. 1 (2023). <https://doi.org/10.61511/jssew.v1i1.2023.181>.
- Moalem, Rikke M., and Søren Kerndrup. “The Entrepreneurial Role of Waste Companies in Transforming Waste Streams to Value Streams: Lessons From a Danish Municipal Waste Company.” *Waste Management & Research the Journal for a Sustainable Circular Economy* 41, no. 3 (2022): 620–34. <https://doi.org/10.1177/0734242x221124048>.
- Mokhtar, Zulaikha. *Review of Malaysia’s Environmental Waterways’ Compliance With Industrial Effluent Discharge*. 2023. <https://doi.org/10.14293/pr2199.000011.v1>.
- Olatayo, Kunle I., Paul Mativenga, and Annlizé L. Marnewick. “Does Policy on Plastic Waste Support Higher Waste Management Hierarchy Options?” *Recycling* 7, no. 3 (2022): 36. <https://doi.org/10.3390/recycling7030036>.
- Ono, Sayaka, Aluthduwe Hewage Harshi Tharangika Sirisena, and Chettiyappan Visvanathan. *Circularity in Plastic Waste Management: A Cross-Country Comparison Between Japan and Sri Lanka*. 2022. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2061507/v1>.
- Oyewale, Johnson A., Lagouge K. Tartibu, and Imhade P. Okokpujie. “A Comparative Bibliometric Analysis on Plastic Waste Recycling.” *International Journal of Sustainable Development and Planning* 18, no. 11 (2023): 3401–17. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.181106>.
- Perkiss, Stephanie. “Climate Apartheid: The Failures of Accountability and Climate Justice.” *Accounting Auditing & Accountability Journal* 37, no. 7/8 (2024): 1761–94. <https://doi.org/10.1108/aaaj-02-2024-6903>.
- Puluhulawa, Fenty, and Amanda Adelina Harun. “Enabling Circular Economy: Towards Sustainable Electronic Waste Management Regulation.” *Jambura Law Review* 6, no. 1 (January 2024): 33–65. <https://doi.org/10.33756/jlr.v6i1.24024>.
- Puluhulawa, Fenty, and Mohammad Rusdiyanto Puluhulawa. “Plastic Waste in Modern Era: Developing Plastic Waste Management for Sustainability.” *E3S Web of Conferences* 259 (2021): 03001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125903001>.

- Puluhulawa, Fenty, Mohammad Rusdiyanto Puluhulawa, and Amanda Adelina Harun. "Good Environment as Part of Human Right: A Case Study on Plastic Waste Post Pandemic." *KnE Social Sciences*, ahead of print, October 4, 2022. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i15.12071>.
- Rajoo, Keeren S., Daljit S. Karam, Arifin Abdu, Zamri Rosli, and Geoffery J. Gerusu. "Urban Forest Research in Malaysia: A Systematic Review." *Forests* 12, no. 7 (2021): 903. <https://doi.org/10.3390/f12070903>.
- Ramos, María E. C., Jeiner J. S. Chuquimarca, and Luis A. Orrego-Ferreyros. "Integrated Management of Hazardous Solid Waste in Dental Offices of Talara (Peru) and Machala (Ecuador): A Policy Brief Comparing Two Latin American Countries." *F1000research* 13 (2024): 762. <https://doi.org/10.12688/f1000research.152652.1>.
- SADIG, HUSAM E., and MOHAMMED TABIDI. "An Approach for Cr+3 Ions Recycle From the Industrial Wastewater by the Chemical Precipitation Methods." *Pollution Research*, 2022, 42–46. <https://doi.org/10.53550/pr.2022.v4i101.005>.
- Sanchez, Ronhick E. "Assessing the Awareness and Practices of the Community in Brgy. Cawilan, Tagana-An, Surigao Del Norte Towards Solid Waste Management." *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies* 3, no. 10 (2023): 184–94. <https://doi.org/10.47760/cognizance.2023.v03i10.013>.
- Siregar, Mulki, Raihan Raihan, and Cahyono Cahyono. "Application of Circular Economy in Manufacturing Industry in Indonesia." *Amca Journal of Community Development* 3, no. 1 (2023): 19–24. <https://doi.org/10.51773/ajcd.v3i1.211>.
- Suhardono, Sapta, Iva Y. Septiariva, Wisnu Prayogo, I W. K. Suryawan, and Mega M. Sari. "Current Situation of Solid Waste Management to Archive Sustainability in Klungkung Regency, Bali." *Jsi* 2, no. 1 (2023). <https://doi.org/10.61078/jsi.v2i1.14>.
- Swaray, Kadiatu A., Hui Gong, Danyang Zhu, Mohamed Yateh, and Xiaohu Dai. "Assessment of Liberia's Beer Industry Effluent Discharge Parameters in the Context of Urban Sustainability." *European Journal of Theoretical and Applied Sciences* 2, no. 3 (2024): 616–38. [https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2\(3\).47](https://doi.org/10.59324/ejtas.2024.2(3).47).
- Tang, Erzi. "Green Effects of Research and Development on Industrial Waste Reduction During the Production Phase: Evidence From China and Policy Implications." *Frontiers in Public Health* 10 (2022). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1000393>.
- Tereshchenko, Elizaveta, Ari Happonen, Jari Porras, and Chockalingam A. Vaithilingam. "Green Growth, Waste Management, and Environmental Impact Reduction Success Cases From Small and Medium Enterprises Context: A Systematic Mapping Study." *Ieee Access* 11 (2023): 56900–56920. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3271972>.
- Tsuchimoto, I., and Yuya Kajikawa. "Recycling of Plastic Waste: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis." *Sustainability* 14, no. 24 (2022): 16340. <https://doi.org/10.3390/su142416340>.
- Wang, Z., H. Jiang, Y. Zhang, K. Bian, H. Wang, and C. Wang. "Stepwise Flotation Separation of WEEE Plastics by Polymeric Aluminum Chloride towards Source Control of Microplastics." *Waste Management* 149 (2022): 1–10. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.05.029>.
- Warintarawej, Pattaraporn, and Pichetwut Nillaor. "Implementing Data Analysis Based on the Mixed Clustering Technique for Sustainable Participatory Waste Management in a Low-Budget Area." *Foresight* 25, no. 1 (2022): 108–25. <https://doi.org/10.1108/fs-09-2021-0179>.

Warlina, Lina, and Sri Listyarini. "The Study of Estimation of Landfill Capacity Through Dynamic System Approach." *Scientifica 2022* (2022): 1–8. <https://doi.org/10.1155/2022/1068111>.

Wurjaningrum, Febriana, and Begawan H. Bhaskoro. "Waste Management Using Lean-Green Approach: A Case Study in a Furniture Company." *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Airlangga* 34, no. 1 (2024): 113–27. <https://doi.org/10.20473/jeba.v34i12024.113-127>.

Zenati, Fella, Adel Djellali, and Debojit Sarker. "Wastewater Assessment and Biochemical Oxygen Demand Value Prediction From Mining Operations: A Case Study." *Engineering Technology & Applied Science Research* 13, no. 3 (2023): 10754–58. <https://doi.org/10.48084/etasr.5721>.