

Menelaah Tata Kelola Pengangkutan Sampah Dan Analisis Dampak Lingkungan Di Kota Cilegon: Kajian Literatur

Rina Nurlaeli Rachmawati Koerniawan^{1*}, Aldri Frinaldi¹, Rembrandt¹,
Dasman Lanin¹, Genius Umar¹

¹ Prodi Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Negeri Padang,
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang 25131, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia
email: rinanurlaeli71@gmail.com

<p><i>Received</i> 4 May 2025</p> <p><i>Revised</i> 28 May 2025</p> <p><i>Accepted</i> 30 May 2025</p>	<p>Abstrak</p> <p>Penelitian ini mengkaji tantangan dan solusi dalam pengelolaan dan pengangkutan sampah di Kota Cilegon, Indonesia, yang menghadapi peningkatan volume sampah akibat pola konsumsi masyarakat yang tinggi. Meskipun terdapat regulasi yang mengatur pengelolaan sampah, seperti UU No. 18 Tahun 2008, implementasinya masih terhambat oleh keterbatasan infrastruktur, rendahnya kesadaran masyarakat, dan lemahnya pengawasan. Metodologi yang digunakan adalah <i>Systematic Literature Review</i> (SLR) untuk mengevaluasi dan menganalisis studi-studi terdahulu terkait pengelolaan sampah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pengangkutan sampah di Cilegon masih belum efektif, dengan cakupan pelayanan yang rendah dan inefisiensi operasional yang tinggi. Dampak lingkungan yang serius, termasuk pencemaran air dan udara, serta risiko kesehatan masyarakat, menjadi perhatian utama. Penelitian ini merekomendasikan pendekatan holistik yang melibatkan optimalisasi infrastruktur, penguatan regulasi, pemberdayaan masyarakat, dan adopsi teknologi digital untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi strategis bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam meningkatkan kualitas hidup dan lingkungan di Kota Cilegon.</p> <p>Kata kunci: Sistem Pengangkutan Sampah, Regulasi Pengelolaan Sampah, Efisiensi Operasional Pencemaran Lingkungan</p>
<p><i>*Correspondence</i> Rina Nurlaeli Rachmawati Koerniawan Email: rinanurlaeli71@gmail.com</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Waste refers to the residue of human or animal activities that no longer holds practical value. According to the Waste Management Law, waste can be classified as either organic or inorganic. Inorganic waste, especially from industrial sources, takes a long time to decompose, whereas organic waste, such as food scraps and plant debris, can be biologically recycled. In Indonesia, low public awareness of proper waste disposal has led to negative environmental impacts, including soil, water, and air pollution. In Padang City, where the population is rapidly growing, the daily volume of waste reaches tens of tons. One solution being implemented is the waste bank system, a collective mechanism for managing dry waste that encourages the community to sort, collect, and recycle waste, thereby giving it economic value and reducing the burden on final disposal sites. Regulatory support provides clear operational guidelines for this system. Research using the Systematic Literature Review (SLR) method shows that the implementation of the waste bank system has increased public awareness and participation through the 3R mechanism (Reduce, Reuse, Recycle), reduced the volume of waste sent to landfills, and created new economic opportunities. However, challenges remain, such as low awareness and limited facilities, which must be addressed through ongoing outreach and regular evaluation. A sustainable waste management system that supports a circular economy requires strong synergy among the government, waste bank managers, and the community.</i></p> <p>Keywords: Waste Transportation System, Waste Management Regulations, Operational Efficiency, Environmental Pollution</p>

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan hidup umat manusia pada era modern terus meningkat dan pola konsumsi masyarakat menjadi semakin tinggi. Perilaku manusia yang semakin konsumtif memberikan berbagai dampak terhadap lingkungan. Salah satunya yaitu meningkatnya jumlah volume sampah yang menyebabkan munculnya berbagai permasalahan lingkungan. Dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, mengartikan bahwa “Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat”. Sampah juga dapat diartikan sebagai limbah yang mengandung zat organik dan zat anorganik yang tidak berguna lagi dan harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan. Sampah bersumber dari hampir seluruh kegiatan manusia. Sumber sampah atau asal timbulan sampah dapat dibagi menjadi 2 (dua) kelompok besar, yaitu; sampah rumah tangga atau sampah dari pemukiman dan sampah non-permukiman seperti sampah komersial, sampah perkantoran, sampah dari jalan atau tempat-tempat umum, sampah industri serta sampah pertanian (Masrida, 2017). Meningkatnya jumlah penduduk dan pola konsumsi masyarakat membuat semakin

beragamnya jenis sampah yang dihasilkan (Hariyanti et al., 2022; Sabila et al., 2023). Berdasarkan asalnya, jenis sampah secara garis besar dibagi menjadi 2 (dua), yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik adalah jenis sampah yang bahannya berasal dari bahan-bahan alam yang dengan mudah dapat terurai secara alami, seperti sampah dapur, dedaunan, sisa sayuran, sisa-sisa makanan, dan lain sebagainya (Rosmala et al., 2020). Sedangkan sampah anorganik adalah jenis sampah yang tidak dapat terurai secara alami atau sebagian besar nya membutuhkan waktu yang sangat lama untuk bisa terurai, seperti logam, plastik, besi, botol, kaleng, dan sejenisnya (Toding et al., 2017).

Permasalahan sampah telah menjadi tantangan global yang krusial, terutama di negara berkembang. Data World Bank (2018) menunjukkan bahwa 2,01 miliar ton sampah dihasilkan secara global setiap tahun, dengan 33% di antaranya tidak terkelola secara layak, berpotensi mencemari ekosistem dan memperparah krisis iklim. Komitmen internasional seperti Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dan Persetujuan Paris menekankan pentingnya pengelolaan sampah berkelanjutan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan melindungi

lingkungan. Di Indonesia, isu sampah semakin kompleks. Tercatat sebagai penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia (Jambeck et al., 2015) dengan 64 juta ton sampah dihasilkan per tahun (KLHK, 2022). Meski UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah telah mengatur prinsip *reduce, reuse, recycle*, implementasinya masih terhambat oleh keterbatasan infrastruktur, rendahnya kesadaran masyarakat, dan tumpang tindih regulasi di tingkat daerah.

Pengelolaan sampah di daerah perkotaan merupakan tantangan yang semakin kompleks, terutama di kota-kota industri seperti Cilegon. Dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat serta aktivitas industri yang padat, jumlah sampah yang dihasilkan juga semakin besar (Harahap, 2018). Tanpa sistem pengangkutan yang efektif, timbunan sampah dapat mencemari lingkungan, merusak ekosistem, dan mengancam kesehatan masyarakat (Siahaan et al., 2024). Sampah yang tidak terangkut tepat waktu dapat menyumbat drainase, menyebabkan banjir, serta meningkatkan risiko penyebaran penyakit akibat polusi udara dan air (Rahardjo et al., 2021). Oleh karena itu, tata kelola pengangkutan sampah yang baik menjadi aspek krusial dalam menjaga

keseimbangan lingkungan dan kualitas hidup masyarakat.

Di Indonesia, pengelolaan sampah telah memiliki landasan hukum yang cukup kuat, di antaranya Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga. Regulasi ini menegaskan bahwa pengangkutan sampah harus dilakukan secara sistematis, terjadwal, dan sesuai dengan standar lingkungan. Namun, dalam implementasinya di Kota Cilegon, masih ditemukan berbagai permasalahan, seperti kurangnya infrastruktur pengangkutan, minimnya partisipasi masyarakat dalam pemilahan sampah, serta keterbatasan dalam pengawasan dan penegakan hukum lingkungan terkait pengelolaan sampah.

Salah satu tantangan utama dalam sistem pengangkutan sampah di Cilegon adalah keterbatasan sarana dan prasarana. Saat ini, pengangkutan sampah dilakukan melalui dua metode utama, yaitu sistem langsung (*door-to-door*) dan sistem tidak langsung melalui Tempat Penampungan Sementara (TPS) sebelum akhirnya diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun, masih banyak TPS yang mengalami kelebihan kapasitas karena frekuensi pengangkutan yang tidak optimal. Selain itu, armada pengangkut

sampah yang tersedia sering kali tidak memenuhi standar lingkungan, seperti kurangnya sistem penutup yang menyebabkan sampah tercecer selama pengangkutan dan pencemaran air lindi yang bocor ke jalan.

Terdapat tuntutan akan sistem pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan semakin mendesak di tengah peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan setiap harinya. Kota Cilegon, sebagai salah satu kota dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas industri yang pesat, menghadapi tantangan besar dalam mengelola volume sampah yang terus meningkat. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengangkutan yang lebih efisien dan berbasis teknologi untuk memastikan bahwa sampah dapat dikumpulkan dan diangkut secara optimal tanpa menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan. Penerapan teknologi dalam proses pengangkutan tidak hanya memudahkan pelacakan dan penjadwalan, tetapi juga membantu meminimalkan risiko pencemaran yang disebabkan oleh tumpahan atau penumpukan sampah. Selain itu, pengetahuan kebijakan hukum lingkungan beserta pengawasan yang lebih intensif sangat diperlukan untuk memastikan bahwa setiap tahap pengelolaan sampah memenuhi standar keamanan dan kesehatan lingkungan.

Tanpa adanya perbaikan dan inovasi yang signifikan, Kota Cilegon akan terus menghadapi masalah dalam menjaga keseimbangan ekosistem serta kesehatan masyarakat, yang pada akhirnya dapat mengganggu kualitas hidup dan pertumbuhan ekonomi kota tersebut.

Dengan memahami permasalahan yang ada, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi pemerintah daerah, sektor swasta, dan masyarakat dalam membangun sistem pengangkutan sampah yang lebih efektif dan berkelanjutan. Kesuksesan dalam perbaikan sistem ini akan menjadi langkah penting dalam menciptakan kota yang lebih bersih, sehat, dan ramah lingkungan bagi generasi mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana implementasi hukum lingkungan dalam tata kelola pengangkutan sampah di Cilegon telah diterapkan, serta mengidentifikasi hambatan utama yang dihadapi.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Metode SLR dipilih untuk mengidentifikasi, menilai, mengevaluasi, dan menginterpretasikan secara menyeluruh berbagai penelitian yang relevan (Priharsari, 2022). Isu yang

diangkat adalah tata kelola pengangkutan sampah dan dampak lingkungannya, khususnya di wilayah perkotaan seperti Kota Cilegon. Proses ini dilakukan dengan mengikuti pedoman sistematis yang berlaku pada setiap tahap, mulai dari penelusuran hingga analisis literatur. Pendekatan ini menekankan pentingnya penelaahan kritis terhadap studi-studi ilmiah yang mendukung pemahaman mendalam terhadap pengelolaan sampah serta implikasi lingkungannya. Hasil dari tinjauan pustaka sistematis ini diharapkan menjadi dasar untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengelolaan sistem

pengangkutan sampah melalui pendekatan yang terstruktur. Pada tahap awal, peneliti merumuskan Pertanyaan Penelitian yang berperan sebagai landasan untuk menyusun fokus kajian. Pertanyaan ini membantu dalam proses pengumpulan dan evaluasi sumber-sumber yang relevan dengan permasalahan tata kelola pengangkutan sampah dan dampaknya terhadap lingkungan. Artikel-artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi serta dinilai kualitasnya untuk memastikan kesesuaian dengan fokus penelitian.

Tabel 1.
 Paper Criteria

Kriteria	Inklusif	Eksklusif
1	Artikel terbit dalam 10 tahun terakhir (2015–2024)	Artikel yang terbit sebelum tahun 2015
2	Konten membahas pengangkutan sampah, sistem manajemen persampahan, atau dampak lingkungan di Cilegon	Artikel yang tidak berkaitan dengan pengelolaan sampah atau konteks Kota Cilegon
3	Artikel jurnal ilmiah, prosiding, atau laporan penelitian lembaga resmi	Buku, artikel populer, opini, serta jurnal yang tidak melalui proses peer-review
4	Artikel berbahasa Indonesia atau Inggris yang dapat diakses penuh (<i>open access/full text</i>)	Artikel yang tidak dapat diakses secara penuh atau hanya tersedia dalam bentuk abstrak
5	Penelitian yang menggunakan pendekatan optimasi, simulasi sistem, evaluasi kebijakan, atau inovasi	Artikel yang tidak memuat analisis metodologis yang relevan dengan tujuan penelitian

Hasil SLR disajikan dalam bentuk narasi yang terstruktur untuk memberikan pemahaman komprehensif terhadap topik yang diteliti. Bila memungkinkan, dilakukan pula meta-analisis statistik untuk mengintegrasikan hasil penelitian secara kuantitatif. Selain itu, peneliti menyusun tabel yang memuat daftar artikel yang

dianalisis, serta menjelaskan dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kebiasaan membuang sampah sembarangan beserta dampak kesehatan yang diakibatkannya. Di tahap akhir, hasil-hasil dari berbagai artikel dibandingkan dan dianalisis guna merumuskan kesimpulan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian-penelitian ini memberikan wawasan mendalam mengenai penerapan sistem pengangkutan sampah dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah, keterlibatan masyarakat, serta dampaknya terhadap kebersihan lingkungan dan kualitas hidup. Dalam tabel berikut, disajikan berbagai

penelitian yang membahas peran pengangkutan sampah dalam mendukung pengelolaan sampah, pelayanan publik, dan kontribusinya terhadap aspek lingkungan dan kesejahteraan sosial. Daftar artikel yang dijadikan referensi untuk penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 2.
 Deskripsi Hasil Penelitian Yang Relevan

Peneliti dan Tahun	Judul	Jurnal	Hasil dan Penelitian
Danang Triwibowo & Alin Halimatussadiyah (2015)	Aplikasi Model Optimasi untuk Meningkatkan Efisiensi Pengangkutan Sampah di Kota Cilegon	Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia, Vol. 16, No. 1	Penelitian ini mengestimasi inefisiensi dalam pengangkutan sampah yang dikelola pemerintah Kota Cilegon, dengan temuan inefisiensi mencapai 37,48% dari total biaya pengangkutan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa komponen tenaga kerja menyumbang sebagian besar inefisiensi (sekitar 94,48%). Dengan menggunakan model optimasi rute berbasis vehicle routing problem (VRP), penelitian ini mengusulkan perbaikan dalam rute pengangkutan untuk menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah.
Dwi Sutrisno, M. Adha Ilhami, Evi Febianti (2024)	Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Dengan Metode Vehicle Routing Problem With Time Window Menggunakan Binary Integer Programming	Jurnal Teknik Industri	Penelitian ini menentukan rute optimal pengangkutan sampah di Kota Cilegon menggunakan metode VRP (Vehicle Routing Problem) dengan Time Window. Diketahui bahwa 10 kendaraan armroll yang tersedia harus mengangkut sampah dari 36 TPS ke TPA dalam batasan waktu 367 menit. Dengan optimasi menggunakan software WinQSB, rute yang dihasilkan mampu mengurangi jumlah kendaraan yang mengalami overtime dan meningkatkan efisiensi waktu tempuh. Hasil analisis menunjukkan bahwa rute usulan lebih optimal

			dibandingkan rute awal karena memiliki standar deviasi waktu tempuh yang lebih kecil.
Yelita Anggiane Iskandar, Intan Oktafiani, Muhamad Koyimatu, Resista Vikaliana, Evi Sofia, & Vivi Varlina (2024)	Peningkatan Pemanfaatan Sampah Plastik Melalui Inovasi Sosial Berbasis Logistik	Jurnal Media Abdimas, Vol. 3 No. 1, Februari 2024	Penelitian ini, meskipun berfokus pada peningkatan pemanfaatan sampah plastik melalui inovasi logistik, juga menekankan pentingnya pengelolaan pengangkutan sampah. Kegiatan seminar online (webinar) yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan di Cilegon mengupas peran sistem logistik—termasuk pengumpulan dan pengangkutan sampah—dalam mendukung sistem bank sampah. Hasil diskusi menunjukkan bahwa perbaikan proses pengangkutan sampah dapat mengurangi beban TPA serta membuka peluang pendapatan baru melalui optimalisasi jaringan distribusi sampah.
Achmad Bahauddin, Muhammad Hasyim Abdullah, Bobby Kurniawan, Anis Fuad, Dyah L. Trenggonowati, Rahmayetty, Endang Suhendi (2022)	Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penanganan Sampah Berbasis Circular Economy Secara Digital di Kota Cilegon	Journal of System Engineering and Management Vol. 1, No. 1, 2022	Penelitian ini mengembangkan sistem informasi berbasis Android untuk manajemen pengangkutan sampah di Kota Cilegon. Aplikasi "Bank Sandi" dibuat untuk mengoptimalkan pencatatan transaksi dan distribusi sampah dengan konsep circular economy. Pengujian menunjukkan aplikasi ini memiliki usability yang baik, dengan skor usability sebesar 85,75.
Wildanurrizal, Achmad Bahauddin, Putro Ferro Ferdinand (2012)	Perancangan Model Simulasi Pengelolaan Sampah Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Di Kota Cilegon	Jurnal Teknik Industri Untirta	Penelitian ini merancang model simulasi pengelolaan sampah di Kota Cilegon dengan sistem dinamis untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan sampah. Model yang dibuat mencakup variabel terkontrol seperti jumlah kendaraan arm roll dan dump truck, serta variabel tidak terkontrol seperti pertumbuhan sampah. Dari enam skenario yang diuji, skenario 6 dengan kombinasi pengangkutan, bank sampah, komposting, dan daur ulang menghasilkan peningkatan pelayanan kebersihan hingga 99,647%.
Annisa Aurellia Ismiandini, Revita Yuniar, M Dian Hikmawan (2020)	Implementasi Kebijakan Plastik Berbayar di Kota Cilegon	Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah, Vol. 4, No. 1, Juni 2020	Pengangkutan sampah di Kota Cilegon masih dilakukan secara swadaya oleh masyarakat karena tidak adanya Tempat

			<p>Pembuangan Akhir (TPA) resmi. Dinas Kebersihan Kota Cilegon bertanggung jawab atas pengambilan sampah di jalanan dan trotoar, namun layanan pengangkutan sampah masih kurang efisien. Sebanyak 60%-70% sampah seharusnya diangkut oleh petugas yang berwenang, tetapi terjadi kendala dalam disiplin kerja petugas serta keterbatasan dana operasional.</p>
<p>Wildanurrizal, Achmad Bahauddin, & Putro Ferro Ferdinant (2014)</p>	<p>Perancangan Model Simulasi Pengelolaan Sampah Dengan Pendekatan Sistem Dinamis Di Kota Cilegon</p>	<p>Jurnal Teknik Industri, Vol. 2, No. 3, November 2014</p>	<p>Penelitian ini merancang model simulasi pengelolaan sampah dengan pendekatan sistem dinamis yang mencakup beberapa aspek, termasuk pengangkutan sampah. Model tersebut mengintegrasikan variabel terkontrol (seperti pengangkutan arm roll dan dump truck) dan tidak terkontrol, serta parameter operasional (jumlah kendaraan, ritase, dan volume sampah per TPS). Dari beberapa skenario alternatif yang diuji, alternatif yang terintegrasi (alternatif 6) menunjukkan potensi peningkatan pelayanan kebersihan hingga 99,65% dengan perbaikan efisiensi pengangkutan dan pengurangan waktu operasional, sehingga diusulkan sebagai solusi kebijakan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah di Kota Cilegon.</p>
<p>Mulyani Febriyanti, W. H. Legiana, & Dinar Sugiana Fitrayadi (2022)</p>	<p>Implementasi Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2012 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan di Kota Cilegon</p>	<p>Jurnal Kewarganegaraan, Vol. 6, No. 1, Juni 2022</p>	<p>Penelitian ini mengkaji penerapan regulasi retribusi pelayanan persampahan/kebersihan di Kota Cilegon. Studi mengungkapkan bahwa kendala operasional, termasuk keterbatasan sumber daya dan inefisiensi armada pengangkutan sampah, berkontribusi pada rendahnya efektivitas layanan. Ditemukan bahwa masalah pengangkutan (misalnya keterlambatan dan tidak optimalnya rute) perlu diatasi melalui peningkatan sosialisasi, koordinasi antar instansi, dan perbaikan sistem pengangkutan untuk mendukung target pendapatan retribusi dan meningkatkan efisiensi layanan.</p>

Fatah Sulaiman et al. (2015)	Kajian Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga di Kota Cilegon	Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Banten, 2015	Kajian ini mengidentifikasi bahwa salah satu kendala utama dalam pengelolaan sampah di Kota Cilegon adalah rendahnya efektivitas pengangkutan sampah. Ditemukan bahwa inefisiensi pada tahap pengangkutan, termasuk perencanaan rute yang kurang optimal dan keterbatasan armada—mengakibatkan volume sampah yang tidak tertangani dengan baik. Penelitian ini menyarankan peningkatan infrastruktur, optimalisasi rute, dan pelibatan aktif masyarakat sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah yang lebih efisien.
------------------------------	--	---	---

a. Permasalahan dan Penanganan Pengangkutan Sampah di Kota Cilegon

Sistem pengangkutan dan pengelolaan sampah di Kota Cilegon menunjukkan kompleksitas yang tinggi, melibatkan peran aktif dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP), masyarakat, serta pihak-pihak informal dan swasta. Pada prinsipnya, pengelolaan dilakukan melalui sistem kontainer tetap yang dilayani dump truck dan sistem kontainer angkat oleh arm roll (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015). Namun, upaya pengangkutan ini menghadapi berbagai hambatan, seperti rasio pengangkutan yang rendah, yakni hanya sekitar 49,7% pada tahun 2012 (Wildanurrizal et al., 2014), bahkan pada tahun 2014 tercatat hanya mencapai 51,98% (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015). Volume sampah

yang terus meningkat setiap tahun, rata-rata sebesar 8,72%, memperburuk situasi karena sebagian besar pengelolaan masih bertumpu pada TPA yang kapasitasnya hampir penuh (Sulaiman et al., 2015).

Infrastruktur dan armada pengangkutan menjadi isu krusial dalam sistem ini. Kota Cilegon hanya memiliki 12 dump truck dan 12 arm roll dengan ritase terbatas, sehingga banyak TPS yang belum terlayani secara optimal, terutama 25 titik bak kontainer yang rutin terabaikan (Wildanurrizal et al., 2014). Dalam praktiknya, pengangkutan oleh arm roll mengalami kelebihan beban waktu (overtime), karena belum adanya sistem rute optimal. Untuk itu, solusi Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) dengan metode Binary Integer Programming telah diterapkan guna meratakan beban kerja dan menghindari lembur (Sutrisno et al., 2024). Selain itu,

realitas di lapangan menunjukkan pengangkutan sampah masih sering dilakukan secara langsung dari rumah ke TPSA tanpa melalui TPS, bahkan dengan praktik pungli oleh petugas (Mulyani Febriyanti et al., 2022).

Permasalahan juga muncul dalam hal partisipasi masyarakat. Masih banyak warga membuang sampah sembarangan, membakar sampah, atau membuang ke sungai karena kurangnya fasilitas dan kesadaran lingkungan (Ismiandini et al., 2020; Febriyanti et al., 2022). Keterbatasan tenaga kerja semakin memperparah kondisi, seperti di Kelurahan Citangkil yang hanya memiliki tiga petugas untuk sembilan RW (Febriyanti et al., 2022). Ketiadaan TPS di sebagian besar perkampungan dan perumahan (72% dan 62% masing-masing) turut berkontribusi pada menumpuknya sampah di lingkungan permukiman (Sulaiman et al., 2015).

Dari sisi biaya, aktivitas pengumpulan dan pengangkutan menyumbang porsi terbesar, mencapai 60–70% dari total biaya pengelolaan sampah (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015). Sementara itu, pendekatan teknologi dan digitalisasi mulai diupayakan melalui aplikasi Bank Sandi untuk mempercepat dan mempermudah transaksi di bank sampah, meskipun implementasinya masih

terbatas dan dilakukan secara manual (Bahauddin et al., 2022).

Sebagai respons terhadap kompleksitas ini, pemerintah dan peneliti telah merancang berbagai skenario alternatif pengelolaan dengan pendekatan sistem dinamis. Salah satu skenario unggulan adalah skenario ke-6 yang menggabungkan peningkatan ritase armada, penambahan unit bank sampah, komposting, dan pengelolaan daur ulang. Skenario ini berhasil meningkatkan layanan kebersihan hingga 99,647% (Wildanurrizal et al., 2014). Upaya ini menegaskan pentingnya kebijakan terintegrasi yang mencakup perbaikan infrastruktur, efisiensi operasional, pemberdayaan masyarakat, serta pemanfaatan teknologi digital demi mewujudkan pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan efektif di Kota Cilegon.

b. Implementasi Hukum Lingkungan dalam Pengangkutan Sampah di Kota Cilegon

Implementasi hukum lingkungan dalam pengelolaan sampah di Kota Cilegon mengacu pada berbagai regulasi, baik di tingkat nasional maupun daerah. Undang-undang utama yang menjadi dasar adalah UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah serta UU No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, yang memberikan kewenangan kepada

pemerintah daerah untuk mengelola, mengangkut, dan memproses akhir sampah, serta menyediakan prasarana dan sarana yang memadai (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015). Selain itu, sejumlah peraturan pelaksana seperti PP No. 81 Tahun 2012 juga memperkuat kerangka hukum dalam pengelolaan sampah rumah tangga (Bahauddin et al., 2022; Wildanurrizal et al., 2014).

Meskipun kerangka hukum telah ada, implementasinya di Cilegon masih menemui banyak kendala. Rendahnya alokasi anggaran kebersihan – hanya 0,47% dari total APBD tahun 2014 – serta kecilnya kontribusi retribusi (3,45% dari biaya operasional) menunjukkan bahwa aspek pembiayaan belum dikelola dengan optimal (Sulaiman et al., 2015; Sutrisno et al., 2024). Bahkan di lapangan, Perda No. 8 Tahun 2012 yang bertujuan menarik retribusi untuk pelayanan kebersihan belum berjalan efektif akibat kurangnya sosialisasi, pemahaman petugas yang terbatas, dan ketidakpatuhan masyarakat terhadap kewajiban membayar (Febriyanti et al., 2022). Masalah serupa ditemukan dalam pelaksanaan Perda No. 5 Tahun 2003 yang mengatur ketertiban dan kebersihan, termasuk kebijakan plastik berbayar sejak 2018, yang belum membawa dampak signifikan karena

lemahnya kontrol dan penegakan (Ismiandini et al., 2020).

Dalam upaya menjawab tantangan tersebut, beberapa pendekatan strategis mulai diinisiasi. Salah satunya adalah pengembangan kebijakan berbasis circular economy dan logistik berkelanjutan, seperti diseminasi informasi serta webinar publik yang digelar oleh Universitas Pertamina dan mitra seperti ESWKA Foundation (Iskandar et al., 2024). Langkah ini sejalan dengan arahan kebijakan yang menekankan perubahan cara pandang masyarakat terhadap sampah, dari limbah menjadi sumber daya ekonomi, serta mendorong praktik daur ulang dan pemilahan berbasis komunitas melalui bank sampah (Bahauddin et al., 2022).

Namun, menurut Wildanurrizal et al. (2014), integrasi antara pengelolaan formal dan informal masih belum maksimal. Meskipun terdapat Causal Loop Diagram (CLD) yang menunjukkan potensi kolaborasi antara pemda, DKP, masyarakat, dan pengelola informal, kenyataannya kolaborasi ini belum sepenuhnya terwujud dalam sistem operasional yang terstruktur. Hal ini turut diperparah dengan lemahnya koordinasi antar lembaga, minimnya SDM, serta belum adanya sanksi tegas terhadap pelanggar (Sulaiman et al., 2015).

Dengan demikian, keberhasilan implementasi hukum lingkungan di Kota Cilegon sangat bergantung pada konsistensi penegakan aturan, peningkatan kapasitas kelembagaan, serta partisipasi aktif masyarakat. Tanpa sinergi yang kuat antara aspek hukum, teknis, dan sosial, pengelolaan sampah berkelanjutan masih akan menjadi tantangan besar bagi pemerintah daerah.

c. Dampak Pengangkutan Sampah di Kota Cilegon: Efisiensi, Lingkungan, dan Sosial Ekonomi

Dampak dari sistem pengelolaan sampah yang belum optimal di Kota Cilegon dirasakan secara menyeluruh, baik dari sisi efisiensi operasional, kondisi lingkungan, hingga aspek sosial ekonomi masyarakat. Salah satu masalah mendasar adalah tingginya tingkat inefisiensi dalam sistem pengangkutan, yang mencapai 37,48%, dengan kontribusi terbesar berasal dari sektor tenaga kerja sebesar 94,48% (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015). Hal ini diperparah oleh fakta bahwa pelayanan pengangkutan hanya mencakup sekitar separuh dari total timbulan sampah, dan masih banyak TPS yang belum terlayani optimal. Sementara itu, untuk mencapai pelayanan 100%, dibutuhkan tambahan anggaran besar, yakni Rp33,884 miliar untuk biaya modal dan Rp9,921

miliar untuk biaya rutin tahunan (Triwibowo & Halimatussadiyah, 2015).

Kondisi ini berdampak langsung pada kinerja kendaraan pengangkut, di mana banyak kendaraan mengalami lembur (overtime), menyebabkan kelelahan kerja dan pemborosan bahan bakar. Namun, melalui optimalisasi rute menggunakan metode Vehicle Routing Problem with Time Window, beban kerja menjadi lebih seimbang dan efisiensi meningkat, terbukti dari penurunan standar deviasi waktu tempuh dari 56,315 menit menjadi 17,426 menit (Sutrisno et al., 2024).

Dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan juga sangat mencolok. Sampah yang tidak terkelola dengan baik menimbulkan pencemaran udara, tanah, dan air. Praktik membakar sampah dan pembuangan langsung ke sungai masih marak dilakukan oleh masyarakat (Febriyanti et al., 2022; Sulaiman et al., 2015). Akibatnya, kualitas air dan tanah di beberapa wilayah menurun drastis. Kesadaran masyarakat terhadap pemilahan sampah sangat rendah, hanya dilakukan oleh 12% warga perkampungan dan 24% warga perumahan (Sulaiman et al., 2015). Ditambah lagi, kebijakan plastik berbayar dinilai belum efektif karena hanya menyasar minimarket dan tidak menjangkau pasar tradisional. Mayoritas

masyarakat masih menggunakan kantong plastik karena praktis dan murah (Ismiandini et al., 2020).

Dari sisi ekonomi dan sosial, partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah masih tergolong rendah, baik dalam program retribusi maupun kegiatan bank sampah. Hal ini menyebabkan turunnya penerimaan daerah (PAD) dan hubungan yang kurang harmonis antara masyarakat dan petugas kebersihan (Febriyanti et al., 2022). Kendati demikian, terdapat solusi potensial melalui penguatan bank sampah dan digitalisasi sistem, seperti implementasi aplikasi Bank Sandi, yang telah terbukti meningkatkan efisiensi pendataan dan transaksi serta memudahkan masyarakat dalam menabung sampah (Bahauddin et al., 2022).

Salah satu inovasi yang terbukti berhasil adalah skenario pengelolaan komprehensif dengan pendekatan sistem dinamis. Skenario 6 yang menggabungkan penambahan arm roll, dump truck, bank sampah, gerobak, cator, serta pengolahan melalui komposting dan daur ulang berhasil meningkatkan cakupan pelayanan hingga 99,647% (Wildanurrizal et al., 2012; 2014). Pendekatan ini tidak hanya menurunkan volume sampah di TPS dan TPA, tetapi juga memberi arah kebijakan yang terintegrasi antara sektor formal dan

informal, serta mendorong pengembangan ekonomi sirkular (Iskandar et al., 2024).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sampah di Kota Cilegon menghadapi tantangan besar, mulai dari efisiensi operasional hingga dampak sosial-lingkungan. Namun, pendekatan holistik yang melibatkan optimalisasi sistem, pemberdayaan masyarakat, digitalisasi, dan penguatan kebijakan berpotensi besar menjadi solusi berkelanjutan ke depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur, systematic literature review dari proses identifikasi, evaluasi, dan interpretasi secara menyeluruh terhadap penelitian-penelitian yang relevan dengan topik dan pertanyaan tertentu. Kajian dari berbagai sumber menunjukkan bahwa pengelolaan dan pengangkutan sampah di Kota Cilegon menghadapi tantangan teknis, hukum, dan sosial yang kompleks. Sistem pengangkutan dinilai belum efektif, dengan cakupan layanan terbatas, inefisiensi operasional, dan ketergantungan tinggi pada TPA yang hampir penuh. Selain itu, implementasi hukum lingkungan seperti UU No. 18 Tahun 2008 belum optimal akibat lemahnya sosialisasi, minimnya anggaran, dan rendahnya kepatuhan masyarakat terhadap regulasi.

Lebih lanjut, permasalahan ini berdampak langsung pada pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat, yang diperburuk oleh rendahnya kesadaran dalam pengelolaan sampah mandiri. Meski begitu, beberapa literatur menawarkan solusi melalui pendekatan sistem dinamis dan teknologi digital, seperti optimalisasi rute pengangkutan dan pemanfaatan aplikasi bank sampah digital. Literatur secara konsisten merekomendasikan pendekatan holistik yang mencakup perbaikan infrastruktur, penguatan regulasi, peningkatan partisipasi masyarakat, dan integrasi teknologi untuk membangun sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan adaptif terhadap dinamika lingkungan kota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan dukungannya dalam proses penyelesaian penelitian. Selain itu, apresiasi juga disampaikan kepada berbagai pihak yang jurnalnya menjadi sumber referensi utama. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas penelitian di masa depan. Penulis berharap hasil

penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahauddin, A., Hasyim, M., Kurniawan, B., Fuad, A., & Trenggonowati, D. L. (2022). Perancangan sistem informasi manajemen penanganan sampah berbasis circular economy secara digital di Kota Cilegon. *Journal of System Engineering and Management*, 1(1), 53–62.
- Harahap, T. K. (2018). Manajemen pengolahan sampah terpadu dalam meningkatkan pendapatan masyarakat di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jurnal Ilmu Administrasi Negara ASIAN (Asosiasi Ilmuwan Administrasi Negara)*, 5(2), 88–98. <https://doi.org/10.47828/jianaasian.v5i2.8>
- Hariyanti, Y., Susanto, J., Alfarisi, I., & Chotib, M. (2022). Mekanisme pengangkutan sampah di Kecamatan Pasar Muara Bungo Kabupaten Bungo. *Jurnal Reformasi Administrasi*, 9(2), 94–104. <https://ojs.stiami.ac.id/index.php/reformasi/article/view/2717>
- Iskandar, Y., Oktafiani, I., Koyimatu, M., Vikaliana, R., Sofia, E., & Varlina, V. (2024). Peningkatan pemanfaatan sampah plastik melalui inovasi sosial berbasis logistik. *Media Abdimas*, 3, 68–76. <https://doi.org/10.37817/mediaabdima.s.v3i1.3767>
- Ismiandini, A. A., Yuniar, R., & Hikmawan, M. D. (2020). Implementasi kebijakan plastik berbayar di Kota Cilegon. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 4(1), 49–61. <https://ejournal.bantenprov.go.id/index.php/jkpd/article/view/101/43>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Andrady, A., Narayan,

- R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). Laporan tahunan 2022. KLHK.
- Masrida, R. (2017). Kajian timbulan dan komposisi sampah sebagai dasar pengelolaan sampah di Kampus II Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. *Journal of Environmental Engineering & Waste Management*, 2(2), 69–78.
- Mulyani, F., Legiana, W. H., & Fitrayadi, D. S. (2022). Implementasi Peraturan Daerah Nomor 8 Tahun 2012 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan di Kota Cilegon. *Jurnal Kewarganegaraan*, 6(1), 104–111.
- Priharsari, D. (2022). Systematic literature review di bidang sistem informasi dan systematic literature review in information systems and computer engineering: A guideline. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 9(2), 263–268. <https://doi.org/10.25126/jtiik.20229384>
- Rahardjo, M., Rondiyah, & Sulistiyani. (2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pengelolaan sampah di Pasar Banjarsari. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2, 192–199.
- Rosmala, A., Mirantika, D., & Rabbani, W. (2020). Takakura sebagai solusi penanganan sampah organik rumah tangga. *Abdimas Galuh*, 2(2), 165. <https://doi.org/10.25157/ag.v2i2.4088>
- Sabila, F. T., Setyaningsih, W., Hardati, P., & Nugraha, S. B. (2023). Literasi lingkungan dan pengelolaan sampah plastik di Kelurahan Karangjati Kecamatan Blora Kabupaten Blora. *Edu Geography*, 11(1), 85–92. <https://doi.org/10.15294/edugeo.v11i1.65558>
- Siahaan, S., Fauziah, R., Supriatna, S., & Novitasari, J. (2024). Gambaran pengelolaan sampah di Pondok Pesantren Darul Muhtadin Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(2), 1495. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v24i2.4953>
- Sulaiman, F., Utari, E., Sidik, M., Yadi, Y. H., Suhendi, E., & Andriana, E. (2015). Kajian pengelolaan dan pemanfaatan limbah rumah tangga. Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Banten.
- Sutrisno, D., Ilhami, M. A., & Febianti, E. (2024). Optimasi rute pengangkutan sampah dengan metode vehicle routing problem with time window menggunakan binary integer programming. *Jurnal Teknik Industri*. (Volume dan halaman tidak disebutkan)
- Toding, C., Lumenta, A. S. M., & Dringhuzen, J. M. (2017). Pembuatan animasi 3 dimensi perbedaan sampah organik dan anorganik untuk anak-anak. *E-Jurnal Teknik Informatika*, 12(1).
- Triwibowo, D., & Halimatussadiyah, A. (2015). Aplikasi model optimasi untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan sampah di Kota Cilegon. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 16(1). <https://doi.org/10.21002/jepi.v16i1.05>
- Wildanurrizal, Bahauddin, A., & Ferdinant, P. F. (2014). Perancangan model simulasi pengelolaan sampah dengan pendekatan sistem dinamis di Kota Cilegon. *Jurnal Teknik Industri*.
- World Bank. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Group.