

SMART WASTE VENDING MACHINE: TEKNOLOGI CERDAS SEBAGAI STRATEGI UNTUK PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK DAN BOTOL KEMASAN

Intan Paramita Nur Aini¹, Nabila Ramadhani², Nasiatu Sukriyah³

¹²³Universitas dr. Soebandi Jember, Jawa timur, Indonesia

*Corresponding author: intanaini180205@gmail.com

Abstrak

Permasalahan sampah plastik dan botol kemasan sekali pakai masih menjadi tantangan serius dalam pembangunan berkelanjutan akibat tingginya pola konsumsi masyarakat dan rendahnya pemilahan sampah dari sumbernya. Berbagai upaya seperti program 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan bank sampah belum sepenuhnya efektif karena keterbatasan partisipasi masyarakat dan pemanfaatan teknologi. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji potensi *smart waste vending machine* berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai strategi inovatif dalam pengelolaan sampah plastik yang berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan menelaah artikel ilmiah dalam rentang waktu publikasi 5 tahun terakhir, publikasi terkait dengan pengelolaan sampah, teknologi IoT, serta sistem penukaran sampah berbasis insentif yang diperoleh dari Google Scholar, *ScienceDirect*, dan publikasi jurnal terkait lingkungan dan teknologi. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa penerapan *smart waste vending machine* mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui pencatatan dan pemantauan data secara *real-time*, sekaligus mendorong perubahan perilaku masyarakat melalui mekanisme pemberian poin yang dapat ditukarkan dengan kupon belanja. Penggabungan aspek teknologi dan sosial menjadikan sistem ini efektif dalam mendukung ekonomi sirkular. Meskipun terdapat tantangan terkait prasarana yang keberlanjutan, *smart waste vending machine* memiliki potensi besar sebagai solusi strategis pengelolaan sampah plastik berbasis teknologi cerdas.

Kata kunci: vending machine, Internet of Things, sampah plastik, botol kemasan.

Pendahuluan

Permasalahan sampah hingga saat ini masih menjadi tantangan serius dalam pembangunan berkelanjutan dan masih menjadi salah satu isu lingkungan paling mendesak pada era modern ini utamanya permasalahan

sampah plastik dan botol kemasan sekali pakai. Peningkatan jumlah penduduk, pola konsumsi masyarakat yang semakin tinggi, serta rendahnya tingkat pemilahan sampah dari sumbernya menyebabkan volume sampah terus meningkat setiap tahun. Data terbaru menunjukkan bahwa timbunan sampah (Sari dkk., 2023). Komposisi sampah di Indonesia pada tahun 2024, didominasi sampah organik sekitar 57%, dengan sampah plastik menjadi penyumbang terbesar kedua sekitar 16-19,76% (Aziz, I.A, 2025). Kapasitas pengelolaan dan kesadaran masyarakat dalam pengurangan serta daur ulang sampah masih belum optimal. Kondisi ini berdampak langsung pada pencemaran lingkungan, penurunan kualitas kesehatan masyarakat, serta meningkatnya beban tempat pemrosesan akhir (Sari dkk., 2023).

Berbagai upaya konvensional telah dilakukan untuk mengatasi persoalan tersebut, seperti program bank sampah, kampanye 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), serta kebijakan pengurangan plastik sekali pakai. Namun, implementasi di lapangan masih menghadapi kendala, terutama kurangnya kesadaran masyarakat, keterbatasan monitoring, dan minimnya pemanfaatan teknologi untuk pemantauan dan pengelolaan data secara *real-time*. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan sampah yang lebih inovatif terhadap perkembangan teknologi, serta mampu mendorong perubahan perilaku masyarakat secara berkelanjutan (Nurmelasari & Ridho, 2023)

Perkembangan teknologi digital, khususnya *Internet of Things* (IoT), membuka peluang baru dalam pengelolaan sampah cerdas (*smart waste management*). IoT memungkinkan integrasi antara perangkat fisik, sistem sensor, dan jaringan internet untuk melakukan pengumpulan data secara *real-time*, pemantauan, serta pengambilan keputusan berbasis data. Sejumlah studi menunjukkan bahwa penerapan IoT dalam sistem pengelolaan sampah mampu meningkatkan efisiensi operasional, akurasi pemilahan, serta transparansi pengelolaan, sekaligus mengurangi biaya dan dampak lingkungan. Inovasi ini merepresentasikan keadaan terkini dalam transformasi sistem pengelolaan sampah menuju konsep *smart city* (Pamungkas dan Persada, 2025).

Salah satu bentuk implementasi teknologi tersebut adalah *Smart Waste Vending Machine*, yaitu sebuah sistem berbasis IoT yang dirancang menyerupai mesin penjual otomatis, namun berfungsi untuk menerima sampah terpilah dari masyarakat dan menukarkannya dengan poin. Sistem ini tidak hanya berperan sebagai sarana pengumpulan sampah, tetapi juga sebagai sarana edukatif yang mendorong agar masyarakat aktif dalam mengelola sampah. Melalui integrasi sensor, sistem identifikasi, dan platform digital, mesin ini mampu mencatat jenis dan jumlah sampah, mengelola data pengguna, serta memberikan penghargaan secara transparan dan akuntabel. Berdasarkan kerangka berpikir

tersebut, penerapan *smart waste vending machine* dipandang sebagai solusi strategis dalam menjawab keterbatasan sistem pengelolaan sampah yang ada saat ini. Pendekatan ini menggabungkan aspek teknologi, perilaku sosial, dan keberlanjutan lingkungan dalam satu sistem terpadu. Dengan demikian, pengelolaan sampah tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada perubahan pola pikir dan kebiasaan masyarakat melalui mekanisme insentif yang terukur (Nurmelasari dan Ridho, 2023)

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji peran dan potensi *smart waste vending machine* berbasis IoT sebagai strategi pengelolaan sampah berkelanjutan. Lingkup pembahasan meliputi konsep dasar teknologi yang digunakan, relevansinya dengan permasalahan pengelolaan sampah saat ini, serta manfaat dan urgensi penerapannya dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Diharapkan, hasil kajian ini dapat menjadi landasan konseptual bagi pengembangan kebijakan, inovasi teknologi, serta penelitian lanjutan dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas di masa mendatang.

Metode

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *literature review* mengenai penggunaan *smart waste vending machine* sebagai solusi cerdas untuk mengelola sampah plastik dan botol kemasan. Pengumpulan data dan pustaka dilakukan dengan mengakses berbagai sumber ilmiah yang relevan, meliputi artikel jurnal nasional dan internasional, serta publikasi kebijakan terkait pengelolaan sampah dan penerapan *Internet of Things* (IoT). Pencarian literatur dilakukan melalui basis data ilmiah seperti Google Scholar, *ScienceDirect*, dan publikasi jurnal-jurnal terkait lingkungan dan teknologi. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran pustaka antara lain *smart waste management*, *waste vending machine*, daur ulang sampah plastik, Sistem pengelolaan limbah berbasis IoT. Data jurnal yang digunakan dalam rentang waktu publikasi 5 tahun terakhir yaitu dari 2020-2025. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan relevansi dengan fokus kajian, tahun publikasi, serta ketersediaan akses teks lengkap.

Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan penelusuran jurnal terkait pengelolaan sampah plastik dan botol kemasan berbasis teknologi cerdas, melalui google scholar, *ScienceDirect* ditemukan jurnal penelitian yang sesuai dengan kriteria, adapun jurnal penelitian yang dipublikasi antara tahun 2020-2025.

Nama Pengarang	Tahun	Negara	Tujuan Penelitian	Partisipan	Desain dan Metode Pengambilan Data	Temuan	Implikasi
Nurmelasari Elyzabeth Eka & Ridho Wahyu Fahrul	2023	Indonesia	Mengurangi penumpukan sampah botol plastik di kota D.I. Yogyakarta melalui pengoperasian mesin otomatis <i>Reverse Vending Machine</i> serta mengaitkannya dengan konsep ekonomi sirkular.	Masyarakat di sekitar kota D.I. Yogyakarta sebagai mitra pengabdian, melibatkan masyarakat secara langsung dalam penggunaan mesin RVM	Metode pengabdian masyarakat secara luring. Teknik pengumpulan data meliputi studi literatur dan wawancara langsung dengan masyarakat. Pelaksanaan dilakukan melalui sosialisasi, simulasi, pelatihan penggunaan dan pengoperasian mesin RVM, serta observasi lapangan	Masyarakat mampu mengoperasikan mesin RVM dan memahami nilai ekonomis sampah botol plastik. Sistem RVM mampu mengidentifikasi botol plastik berdasarkan ukuran dan memberikan imbalan berupa poin atau uang	meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah plastik, mengurangi pencemaran lingkungan, serta mengubah botol plastik menjadi sumber nilai ekonomi yang berkelanjutan
Lianawati Yosita et al	2024	Indonesia	Mengimplementasikan sistem monitoring dan <i>controlling Smart Waste</i> berbasis <i>Internet of Things</i> menggunakan modul ESP32 untuk memilah	Tidak melibatkan responden manusia secara langsung, objek penelitian berupa prototipe alat <i>Smart</i>	Metode dilakukan dengan studi literatur, perancangan teknis, pembuatan prototipe, dan pengujian komponen. Sistem diuji melalui 30 kali percobaan pada setiap komponen (sensor proximity,	Sistem <i>Smart Waste</i> bisa memilah sampah organik, plastik, dan logam secara otomatis. Menghasilkan bahan pupuk dari sampah organik dan biji plastik dari sampah	Implementasi <i>Smart Waste</i> berbasis IoT, meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah, mengurangi pencemaran lingkungan, dan

			sampah organik dan plastik secara <i>real-time</i>	Waste yang diterapkan di Kampus STIKOM Yos Sudarso	sensor ultrasonik, motor servo, load cell HX711, stepper motor, relay, dan notifikasi <i>WhatsApp</i>)	plastik. Sistem monitoring dan <i>controlling</i> berjalan dengan baik dengan rata-rata tingkat keberhasilan sebesar 86,67%	mendukung pemanfaatan sampah menjadi produk bernilai guna.
Rao V. Srinivas, Kiran Narla et al	2025	India	Merancang, mengembangkan <i>Smart Reverse Vending Machine</i> ramah pengguna, dan terjangkau untuk mengumpulkan botol plastik guna meningkatkan partisipasi masyarakat dalam daur ulang	objek penelitian berupa prototipe <i>Smart Reverse Vending Machine</i> untuk botol plastik	Metode dilakukan melalui perancangan perangkat keras berbasis Arduino Uno, pengujian sensor IR untuk deteksi botol, <i>load cell</i> dengan modul HX711 untuk pengukuran berat, pengujian sistem pemberian reward (koin), serta observasi kinerja alat dalam kondisi uji terkontrol	<i>Smart RVM</i> berhasil mendeteksi keberadaan botol, mengukur berat secara akurat, dan memberikan reward sesuai kategori berat botol. Sistem bekerja responsif dengan umpan balik <i>real-time</i> melalui LCD dan memiliki tingkat keandalan tinggi selama pengujian	<i>Smart RVM</i> bisa menjadi solusi berkelanjutan untuk pengelolaan sampah botol plastik, mendukung konsep <i>cash from trash</i> , pengembangan integrasi IoT, <i>AI-based recognition</i> , dan sistem reward digital
Geinata	2024	Indonesia	Mengetahui	Objek	Metode penelitian	Sistem	SVM dan NN

Ginting			Kinerja Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM) dan <i>Natural Network</i> (NN) dalam system pemilahan limbah berbasis Arduino	berupa sistem pemilahan sampah berbasis Arduino dengan algoritme pembelajaran mesin metode SVM dan NN	meliputi pengumpulan data real-time, inisialisasi algoritma pada mikrokontroler, serta evaluasi kinerja melalui fase pelatihan dan pengujian untuk menilai akurasi, presisi, <i>recall</i> , dan kecepatan pemrosesan sistem dalam kondisi nyata.	pengelolaan dan daur ulang limbah cerdas berbasis IoT menunjukkan kinerja yang baik, dengan akurasi SVM 92% dan NN 96%, serta nilai presisi, <i>recall</i> , dan F1-score yang tinggi. Konsistensi True Positive pada seluruh kategori limbah menegaskan kemampuan sistem dalam memilah limbah ke tempat sampah yang sesuai.	mendorong praktik pemilahan sampah yang efektif dan mendukung daur ulang berkelanjutan, sementara pengembangan mesin ke depan berpotensi meningkatkan efisiensi dan skalabilitas sistem untuk lingkungan yang lebih bersih dan sehat.
Andre Kurniawan	2025	Indonesia	Merancang, membangun, dan menguji prototipe tempat sampah pintar tiga	Tidak melibatkan responden manusia, objek penelitian	Metode Penelitian menerapkan manajemen proyek dengan model <i>waterfall</i> , pengumpulan data	Prototipe sistem tempat sampah pintar berbasis IoT berfungsi optimal, mencakup	Implementasi skema transportasi dinamis dan efisien terbukti bisa

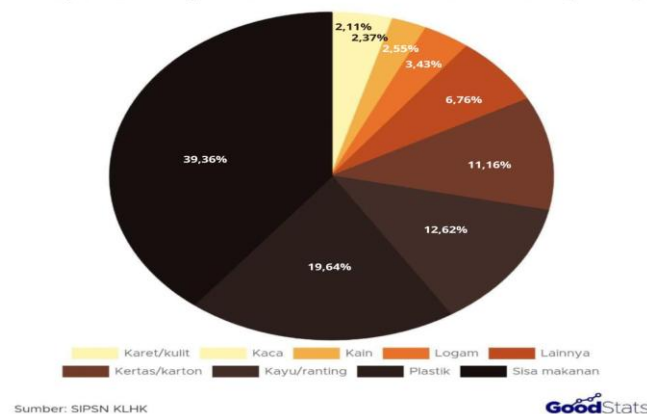
			kompartemen berbasis IoT sebagai solusi atas inefisiensi jadwal transportasi statis yang menyebabkan penumpukan sampah dan masalah lingkungan.	berupa prototipe tempat sampah pintar terintegrasi IoT dengan dasbor pemantauan ketinggian sampah.	menggunakan perangkat sensor berbasis mikrokontroler Wemos, serta pengujian sistem dilakukan melalui metode blackbox yang berfokus pada fungsionalitas aplikasi.	mekanisme buka-tutup otomatis berbasis sensor inframerah, pemantauan volume sampah akurat dengan sensor ultrasonik, serta dukungan dasbor pemantauan berbasis web yang skalabel.	mengatasi inefisiensi dan penumpukan sampah perkotaan, dan menjadi solusi untuk transformasi tempat sampah konvensional menjadi tempat sampah pintar berbasis IoT.
Gilang Aryo Pamungkas	2025	Indonesia	Mengimplemen- tasikan RVM berbasis IoT dengan <i>MobileNet</i> SSD serta sistem reward berbasis poin untuk mendorong partisipasi masyarakat	Objek penelitian berupa aplikasi <i>e-commerce</i> dan <i>Reverse Vending Machine</i> (RVM) yang memungkinkan	Metode penelitian yaitu manajemen proyek menggunakan pendekatan Agile, dengan pengembangan iteratif melalui tiga fase utama: fungsionalitas inti, integrasi sistem, dan optimasi performa.	Sistem menunjukkan komunikasi real-time melalui MQTT dan <i>WebSocket</i> dengan rata-rata latensi 200 ms, respons cepat terhadap pengguna, serta performa deteksi	Mekanisme reward berbasis poin diterapkan untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam pengelolaan botol plastik, berfungsi

			dalam pengelolaan sampah, khususnya botol plastik.	masyarakat menukarkan sampah anorganik, khususnya botol plastik, dengan poin.		objek yang baik menggunakan ESP32-CAM terintegrasi Flask dan OpenCV. Firebase Realtime Database mendukung sinkronisasi data yang lancar dengan keandalan tinggi (uptime 99,9%).	sebagai insentif untuk meningkatkan kesadaran dan keterlibatan aktif dalam program daur ulang.
Kim Daegi, Lee Sangyub, Park Minsoo, Lee Kwanyong & Kim Do-Yong	2021	Korea	Mengembangkan sistem RVM daur ulang limbah plastik, kaca, botol, dan kaleng yang dapat diterapkan pada pemilahan sampah daur ulang minimarket	Prototipe berupa RVM yang mendeteksi bentuk sampah dengan kamera sensor, penyortiran dan identifikasi material.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan perancangan sistem RVM dengan alat pemilah diminimarket pinggir jalan, Korea Selatan, untuk menyortir sampah minimarket berdasarkan bentuk, warna, dan material.	Didapatkan efisiensi penyortiran menggunakan RVM dengan proses pemilahan 3 langkah dengan hasil 94% dan 95% untuk polietilen tereftalat dan 98% untuk botol kaca.	RVM yang diuji cocok diterapkan di area minimarket dan toko swalayan dimana sampah yang umum dijumpai yaitu plastik, kaleng, dan gelas.

Murwonugroho Wegig, Rinanti Astri, Septiani Winnie, Nurhikma Nurhikma, Sunaryo Thalia & Chonmaitree Thirathep	2023	Indonesia	Menguji kontribusi RVM dalam menyelesaikan permasalahan yang dijabarkan dalam artikel, yaitu tumpukan sampah yang berpotensi menyebabkan longsor, mengurangi kesuburan tanah dan air, dan merusak ekosistem laut serta masalah turunan akibat pengelolaan sampah plastik yang salah yaitu masalah sosial dan ekonomi	Subjek observasi yang digunakan adalah masyarakat umum yang menghasilkan sampah botol plastik dan 18 pengelola sampah tradisional (pengumpul dan pemulung sampah) sebagai subjek wawancara di Jakarta.	Penelitian dengan desain kualitatif menggunakan prosedur design thinking dengan lima langkah prosedur, yaitu empati, definisi, ideasi, dan prototip.	RVM dapat mengurangi risiko penurunan kualitas tanah dan air. Dalam segi ekonomi mendukung realisasi ekonomi digital dalam masyarakat, meningkatkan laju ekonomi hijau dan mengubah ekonomi linier menjadi ekonomi sirkular.	Sampah plastik tidak lagi dipandang sebagai komoditas yang menghasilkan keuntungan tetapi juga diperlakukan untuk pemerataan ikatan sosial antar pengusaha pengolah pelet plastik, mengembangkan kompetensi sebagai pekerja dan pengusaha, serta melatih kemandirian finansial
---	------	-----------	--	--	--	--	--

Permasalahan sampah plastik dan botol kemasan merupakan isu global yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan konsumsi produk sekali pakai. Plastik menjadi jenis limbah yang paling dominan di kawasan perkotaan dan memiliki tingkat daur ulang yang relatif rendah apabila tidak didukung oleh sistem pemilahan yang efektif dari sumbernya (DK dkk., 2025). Pada tahun 2024 timbulan sampah di Indonesia mencapai sekitar 33,79 juta ton, dengan sampah plastik menjadi komposisi terbesar kedua yaitu 19,64% (Aziz, I.A, 2025).

Komposisi Sampah Nasional Berdasarkan Jenis (2024)



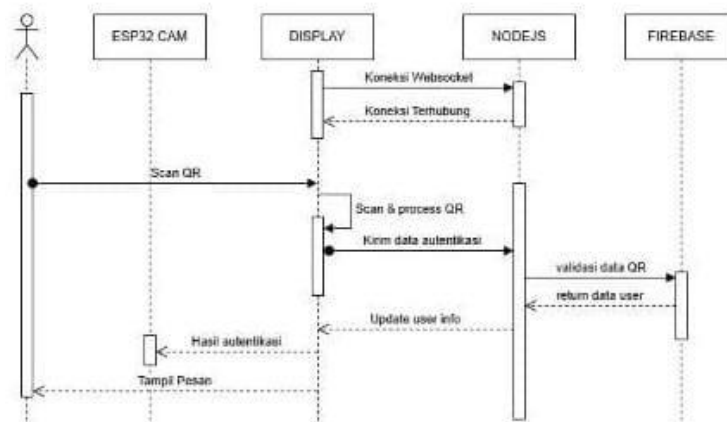
Gambar 1. Komposisi Sampah di Indonesia Tahun 2024

Sampah plastik masih menjadi isu yang berkepanjangan dapat dibuktikan dari solusi yang ada, seperti menggunakan tas belanja pribadi dan menggunakan botol minum pribadi masih kurang dalam menyelesaikan permasalahan sampah. Kondisi tersebut memerlukan adanya inovasi yang tidak hanya berfokus pada cara pengelolaan sampah, tetapi juga pada perubahan perilaku masyarakat. Tujuan adanya *smart waste vending machine* adalah untuk mengurangi jumlah sampah plastik dan botol kemasan untuk nantinya di daur ulang.



Gambar 2. Reverse Vending Machine
Sumber: recyclingtoday.org

Smart waste vending machine atau mesin penukaran sampah adalah sistem yang pengaplikasiannya dengan menerima *reward* dari pengumpulan sampah plastik dan botol plastik yang kosong ke dalam mesin tersebut. Cara kerja *smart waste vending machine* biasanya sederhana, masyarakat cukup memasukkan kemasan sampah botol plastik kedalam mesin, kemudian mesin akan mengenali jenis sampah botol plastik yang digunakan berdasarkan berat, bahan melalui kode QR yang ada pada kode. Masyarakat pengguna akan memindai scan kode QR sesuai kode sampah yang akan dimasukkan melalui aplikasi seluler masing-masing, kemudian mesin akan menerima objek berupa sampah plastik atau botol kemasan dan akan teridentifikasi untuk disortir poin yang diperoleh tergantung jenis sampah yang dimasukkan. Hasil dari penukaran botol yang telah dimasukkan dapat ditukarkan dengan poin. Kemudian poin tersebut diserahkan dan ditambahkan ke saldo poin *database smart waste vending machine* yang kemudian, poin dapat disediakan untuk pengguna melihat total saldo poin melalui aplikasi (Nurmelasari dan Ridho, 2023).



Gambar 3. Sequence Diagram autentikasi dengan QR Code
 Sumber: Pamungkas & Persada, 2025

Gambar 3 menunjukkan alur proses autentikasi menggunakan QR code melalui kamera yang terpasang pada alat RM. sistem akan langsung memindai ketika pengguna menunjukkan QR pada kamera yang terpasang pada *hardware* tablet. proses validasi akan dilakukan server *Node.js* dengan *Firebase Database*. Server akan mengirim sinyal konfirmasi ke ESP32 untuk mengaktifkan sistem RVM dan akan menampilkan informasi pengguna. Teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam pengelolaan sampah mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi sistem secara signifikan. Sistem berbasis IoT mampu melakukan pencatatan jenis dan jumlah sampah secara otomatis dan memantau kapasitas tempat penampungan sampah, sehingga

memungkinkan proses identifikasi, pencatatan, dan pemantauan sampah dilakukan secara otomatis dan real-time. Literatur juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam pengelolaan sampah merupakan bagian dari perkembangan terbaru dalam konsep *smart city* dan pengelolaan lingkungan berbasis data (Pamungkas dan Persada, 2025)

Model penukaran sampah dengan insentif, baik berupa poin, uang elektronik, maupun kupon belanja, diketahui mampu mendorong masyarakat untuk lebih aktif dalam memilah dan mengumpulkan sampah plastik. Tindakan yang bersifat langsung dan terukur dinilai lebih efektif dibandingkan pendekatan edukatif tidak disertai dengan apresiasi yang nyata. Literatur juga menyoroti bahwa sistem penukaran sampah berbasis poin memiliki potensi besar dalam mendukung penerapan ekonomi sirkular, dengan memberikan nilai ekonomi pada sampah plastik dan botol kemasan. Sistem ini mampu memperpanjang siklus hidup material dan mengurangi ketergantungan pada bahan baku baru. Hal ini sejalan dengan tujuan pengelolaan sampah berkelanjutan yang menekankan pada pengurangan limbah, pemanfaatan kembali, dan daur ulang. Berdasarkan hasil dari kajian pustaka, dapat dipahami bahwa *smart waste vending machine* merupakan bentuk penggabungan antara teknologi IoT dan pendekatan perubahan perilaku dalam pengelolaan sampah plastik. Keunggulan utama dari sistem ini terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan aspek teknis dan sosial secara bersamaan. Teknologi berperan sebagai alat pencatat dan pengelola data, sementara pertukaran poin menjadi kupon belanja sebagai penggerak agar partisipasi masyarakat meningkat.

Sistem IoT sebagai teknologi memberikan nilai tambah dalam hal transparansi, akurasi data, dan kemudahan monitoring. Data yang dihasilkan dapat digunakan untuk evaluasi kinerja sistem, perencanaan pengelolaan sampah, serta Pengambilan keputusan berdasarkan data dan fakta yang ada, dengan demikian, *smart waste vending machine* tidak hanya berfungsi sebagai alat operasional, tetapi juga sebagai sumber data strategis dalam pengelolaan sampah. Kemudian adanya pemberian poin yang dapat ditukarkan dengan kupon belanja terbukti menjadi strategi efektif dalam meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat. Literatur menunjukkan bahwa pendekatan secara langsung mampu mengatasi hambatan dan kebiasaan yang selama ini terjadi dilapangan dalam pemilahan sampah, dengan adanya timbal balik langsung masyarakat lebih terdorong untuk melakukan perilaku ramah lingkungan secara berkelanjutan (Pamungkas dan Persada, 2025).

Namun terdapat juga sejumlah tantangan dalam penerapan sistem ini. Keberhasilan *smart waste vending machine* sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur teknologi, keandalan sistem IoT, serta keberlanjutan skema

insentif. Selain itu, juga perlu menekankan pentingnya sosialisasi dan edukasi berkelanjutan agar masyarakat dapat memanfaatkan teknologi secara optimal dan tidak hanya bergantung pada dorongan jangka pendek. Namun demikian smart waste vending machine memiliki potensi besar sebagai solusi inovatif dalam pengelolaan sampah plastik dan botol kemasan. Sistem ini merepresentasikan pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas dan ekonomi sirkular, dengan pengembangan dan dukungan yang tepat, konsep ini berpeluang untuk digunakan secara lebih luas sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah berkelanjutan.

Kesimpulan

Hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *Smart Waste Vending Machine* berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan solusi inovatif yang berpotensi besar dalam pengelolaan sampah plastik dan botol kemasan secara berkelanjutan. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah melalui pencatatan dan pemantauan data secara *real-time*, sekaligus mendorong perubahan perilaku masyarakat melalui mekanisme insentif berupa poin yang dapat ditukarkan dengan kupon belanja. Penggabungan antara aspek teknologi dan sosial menjadikan *smart waste vending machine* tidak hanya berfungsi sebagai alat pengumpulan sampah, tetapi juga sebagai sarana edukatif dan penggerak partisipasi masyarakat. Selain mendukung penerapan ekonomi sirkular, sistem ini juga memberikan nilai tambah dalam transparansi dan akurasi pengelolaan data sampah. Meskipun demikian, keberhasilan implementasinya memerlukan dukungan infrastruktur teknologi yang memadai, serta sosialisasi dan edukasi berkelanjutan kepada masyarakat. Adanya pengembangan dan dukungan kebijakan yang tepat, *smart waste vending machine* berpeluang menjadi bagian penting dari strategi pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas dr. Soebandi Jember atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Anas Fadli Wijaya, SST., M. Imun selaku dosen pembimbing dan team penyusun artikel yang telah memberikan arahan, masukan, serta dukungan ilmiah yang berharga. Selain itu, penulis turut mengapresiasi berbagai pihak yang telah menyediakan sumber literatur dan referensi sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga artikel ini dapat memberikan kontribusi

positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Aziz, I.A. 2025. Simak Komposisi Sumber Sampah di Indonesia 2024. <https://data.goodstats.id/statistic/39-sampah-indonesia-adalah-sisa-makanan-r1vK4>. Diakses tanggal 22 Desember 2025.
- Budiman, M.J. and Pongoh, D.S. (2025) 'Design and Development of a Vending Machine for Plastic Bottle Waste', 186(60), pp. 12–14.
- DK, A., K., Budiman, M.J. and Pongoh, D.S. (2025) 'Design and Development of a Vending Machine for Plastic Bottle Waste', 186(60), pp. 12–14.
- Fathonah, P.D. (2020) 'Rancang Bangun Reverse Vending Machine Sampah Botol Plastik Dengan Alat Tulis', 1(2), pp. 201–206.
- Ginting, G. and Apnena, R.D. (2024) 'Smart Waste Management and Recycling Based on IoT using Machine Learning Algorithm', 9(2), pp. 192–199.
- Kedaton, A.S., Handayani, E.F. and Aqilla, F.T. (2025) 'Pemilah Sampah Organik dan Anorganik Otomatis menggunakan Teknologi Telegram Bot untuk Pemberitahuan', pp. 688–694.
- Kim, Daegi *et al.* (2021) 'Perancangan mesin penjual otomatis terbalik untuk meningkatkan efisiensi penyortiran bahan daur ulang untuk aplikasinya di toko swalayan .', 2247. Available at: <https://doi.org/10.1080/10962247.2021.1939811>.
- Kurniawan, A. *et al.* (2025) 'Machine Translated by Google Sistem Pengelolaan Sampah Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dengan Real-Time Pemantauan Kapasitas Machine Translated by Google', 12(1), pp. 90–96. Available at: <https://doi.org/10.24167/sisforma.v12i1.13753>.
- Lianawati, Y. *et al.* (2024) 'Sistem Monitoring dan Controlling " Smart Waste " Berbasis Internet of Things Menggunakan Modul ESP 32 The Internet of Things-based " Smart waste " Monitoring and Controlling System Uses the ESP 32 Module', 06(02), pp. 163–175.
- Marta, K. (2025) 'Pengembangan Reverse Vending Machine Berbasis Scan Barcode Dan Sensor Untuk Pemilahan Botol Plastik Dan Kaleng Dengan Sistem Pembayaran Cashless', 12(5), pp. 7306–7310.
- Marzuki, A. *et al.* (2025) 'IoT-Based Reverse Vending Machine with Deep Learning for Bottle Waste Management', 8(2). Available at:

<https://doi.org/10.32877/bt.v8i2.3183>.

- Murwonugroho, W. *et al.* (2023) *How Can Reverse Vending Machine s for Plastic Bottle Packaging Contribute to Sociopreneurship ?* Atlantis Press International BV. Available at: <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-350-4>.
- Pamungkas, G.A. and Persada, A.G. (2025) ‘Implementasi Sistem Reverse Vending Machine (RVM) Berbasis IoT Menggunakan MobileNet SSD untuk Deteksi Objek dan Mekanisme Insentif Poin pada Platform’, 6(1), pp. 414–426.
- Rao, A.V.S. *et al.* (2025) ‘A Smart Reverse Vending Machine for Plastic Bottles’, 11(2), pp. 2485–2489.
- Recycling Today (2026) What Is a Reverse Vending Machine? How It Works. <https://www.recyclingtoday.org/blogs/news/what-is-a-reverse-vending-machine-how-it-works> (Diakses 3 Januari 2026).
- Romadhona, M.S. and Putra, M.Y. (2026) ‘Sistem Smart Trash Berbasis Long Range Menggunakan Metode Research And Development (R & D)’, 6(1), pp. 1–12.
- Sallehuddin, M. *et al.* (2021) ‘Mikroelektronika dan Nanoteknologi – Pusat Penelitian Shamsuddin (MiNT-SRC), Fakultas Teknik Elektro dan Elektronika’, 2(2), pp. 803–810.
- Sari, C.N. *et al.* (2023) ‘Keterbatasan Fasilitas Tempat Pembuangan Sampah Dan Tantangan Kesadaran Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Di Desa Jandi Meriah Kec . Tiganderket Kab . Karo)’, 3(2), pp. 268–276.
- Sirkuler, E., Nurmelasari, E.E. and Ridho, W.F. (2023) ‘Pemanfaatan Penggunaan dan Pengoperasian Mesin Otomatis pengelolaan Sampah Botol Plastik (RVM) pada Masyarakat berbasis’, 2(2).
- Ubaidillah, M.R. and Cahaya, C.T. (2023) ‘Kampanye Pengelolaan Sampah Melalui Bentuk Reverse Vending Machine Plasticpay’, pp. 712–719.