

KAJIAN LITERATUR: STRATEGI TRANSFORMASI DIGITAL BERBASIS AI-ANDROID UNTUK EFISIENSI DAUR ULANG SAMPAH ELEKTRONIK

Rahmatia¹, Eliyah A. M. Sampetoding^{2*}, Yulita Sirinti Pongtambing³

^{1,2*} Universitas Hasanuddin, ³Universitas Negeri Makassar

E-mail : rahmatiaa737@gmail.com¹, elijahacantha@unhas.ac.id^{2*}, yulita.sirinti@unm.ac.id³

Abstrak

Pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) yang berkelanjutan menjadi tantangan global di era digital, terutama karena volume *e-waste* yang terus meningkat dan kurangnya sistem pengelolaan yang efisien. Oleh sebab itu, dibutuhkan teknologi AI untuk membantu pengelolaan *e-waste* agar lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk melihat literatur terkait pengembangan inovasi dalam pengelolaan sampah elektronik berbasis kecerdasan buatan (AI) dengan menerapkan aplikasi Android untuk meningkatkan efisiensi proses daur ulang. Aplikasi yang didapatkan dianggap mampu memfasilitasi pengguna dalam mengidentifikasi, memilah, dan mengelola *e-waste* dengan lebih mudah. Melalui algoritma AI, beberapa contoh aplikasi dapat memberikan rekomendasi cara mendaur ulang atau mengelola komponen elektronik yang tidak terpakai secara tepat. Studi ini melibatkan literatur secara komprehensif terhadap sejumlah pengguna yang mengumpulkan data *e-waste* dari berbagai lokasi, serta analisis terhadap peningkatan efisiensi sistem daur ulang melalui fitur yang disediakan aplikasi. Hasil literatur yang didapatkan menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Android berbasis AI ini mampu meningkatkan tingkat kesadaran pengguna terhadap pengelolaan sampah elektronik, serta mengurangi kesalahan dalam proses daur ulang. Dengan demikian, setiap aplikasi mampu menawarkan solusi yang berkelanjutan dan dapat diterapkan di berbagai wilayah untuk mengurangi dampak negatif sampah elektronik terhadap lingkungan.

Kata kunci: Daur Ulang, *E-waste*, Inovasi Berkelanjutan, Kecerdasan Buatan, Pengelolaan Sampah

Abstract

Sustainable electronic waste (e-waste) management is a global challenge in the digital era, primarily due to the ever-increasing volume of e-waste and the lack of efficient management systems. Therefore, AI technology is needed to help manage e-waste more efficiently. This study aims to review the literature related to the development of innovations in artificial intelligence (AI)-based e-waste management by implementing Android applications to improve the efficiency of the recycling process. The applications obtained are considered capable of facilitating users in identifying, sorting, and managing e-waste more easily. Through AI algorithms, several examples of applications can provide recommendations on how to recycle or manage unused electronic components appropriately. This study involves a comprehensive literature review of a number of users who collect e-waste data from various locations, as well as an analysis of improving the efficiency of the recycling system through the features provided by the applications. The results of the literature obtained indicate that the use of these AI-based Android applications can increase the level of user awareness of e-waste management, as well as reduce errors in the recycling process. Thus, each application is able to offer a sustainable solution and can be implemented in various regions to reduce the negative impact of e-waste on the environment.

Keywords: Artificial Intelligence, *E-waste*, Recycling, Sustainable Innovation, Waste Management

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi dalam beberapa dekade terakhir, telah membawa dampak signifikan terhadap peningkatan penggunaan perangkat elektronik di seluruh dunia. Meski memberikan banyak manfaat, penggunaan perangkat elektronik secara masif ini memunculkan permasalahan baru yang cukup serius, yaitu bertambahnya volume sampah elektronik atau *electronic waste (e-waste)*. Menurut laporan dari *Global E-waste Monitor* (Forti

et al., 2020), jumlah sampah elektronik global mencapai 53,6 juta ton pada tahun 2019, dan diperkirakan akan terus meningkat hingga mencapai 74,7 juta ton pada tahun 2030. Sampah elektronik ini mencakup berbagai jenis perangkat elektronik yang sudah tidak terpakai, seperti ponsel, komputer, televisi, dan peralatan elektronik lainnya yang sering kali mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, timbal, dan kadmium, yang dapat merusak lingkungan jika tidak dikelola dengan benar (Paminto *et al.*, 2024).

Di banyak negara, termasuk Indonesia, pengelolaan sampah elektronik belum dikelola secara optimal (Naza *et al.*, 2024). Kurangnya infrastruktur dan kesadaran masyarakat menjadi salah satu faktor penyebab utama tingginya angka sampah elektronik yang tidak terdaur ulang atau tidak diproses dengan baik (Ayuni *et al.*, 2016). Sebagian besar *e-waste* berakhir di tempat pembuangan sampah, tanpa adanya proses daur ulang yang tepat sehingga berpotensi merusak ekosistem dan kesehatan manusia (Tarigan & Kusnopranto, 2024). Kondisi ini memerlukan solusi inovatif yang mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah elektronik, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi digital (Pongtambing *et al.*, 2023).

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dan aplikasi berbasis Android sebagai alat bantu (Pongtambing *et al.*, 2023; Syarif *et al.*, 2020) pengelolaan sampah elektronik merupakan salah satu upaya untuk menjawab tantangan tersebut. AI memiliki kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan memberikan solusi yang lebih tepat dan efisien dalam pengelolaan sampah (Wang *et al.*, 2024). Melalui implementasi AI, aplikasi dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis sampah elektronik, memberikan rekomendasi terkait metode daur ulang yang tepat, dan bahkan memprediksi kebutuhan daur ulang di masa mendatang. Selain itu, aplikasi berbasis Android memiliki keunggulan berupa aksesibilitas yang luas, mengingat banyaknya pengguna ponsel pintar di Indonesia. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi teknologi, tetapi juga mampu meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah elektronik secara lebih baik (Sampetoding *et al.*, 2023).

Penelitian ini berjenis studi literatur dengan tujuan untuk menganalisis contoh hasil aplikasi Android berbasis AI yang dapat membantu dalam pengelolaan sampah elektronik secara lebih efisien (Ridwan *et al.*, 2021; Czyżowska, 2021). Studi literature ini untuk membantu pengguna dalam melihat pandangan penggunaan aplikasi terhadap mengidentifikasi, memilah, dan mengelola sampah elektronik melalui berbagai fitur yang disediakan. Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan, aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat daur ulang sampah elektronik serta meminimalkan dampak lingkungan yang disebabkan oleh *e-waste*. Penelitian ini juga akan mengkaji efektivitas aplikasi tersebut melalui pengujian di lapangan, serta menganalisis pengaruhnya terhadap perilaku masyarakat dalam menangani sampah elektronik.

Melalui studi literatur pada penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan (Fathurrahman, *et al.*, 2024) yang lebih mendalam mengenai potensi teknologi digital dalam pengelolaan sampah elektronik. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar, baik di tingkat lokal maupun global, guna mendukung terciptanya sistem pengelolaan sampah elektronik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) versi Kitchenham (Kitchenham *et al.*, 2009; Bereton *et al.*, 2007) guna mengeksplorasi penerapan kecerdasan buatan (AI) dan teknologi berbasis Android dalam pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*). SLR ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mensintesis, dan memvalidasi studi terkait penerapan teknologi tersebut dalam meningkatkan efisiensi daur ulang dan pengelolaan *e-*

waste.

Penelitian ini berfokus pada literatur yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2024, dengan mempertimbangkan kondisi perkembangan terkini di bidang pengelolaan sampah elektronik dan penerapan AI. Melalui tinjauan literatur ini, penelitian berupaya memberikan wawasan yang mendalam tentang penggunaan AI dan aplikasi mobile untuk mendukung solusi pengelolaan sampah elektronik yang berkelanjutan, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang yang muncul dari implementasi teknologi ini. Literatur yang dipilih dianalisis secara menyeluruh untuk memahami tren inovasi terbaru dan dampaknya terhadap kebijakan serta praktik pengelolaan lingkungan, terutama di negara-negara berkembang.

Langkah pertama dalam proses *Systematic Literature Review* (SLR) ini adalah menentukan kata kunci pencarian yang spesifik di database **ScienceDirect** dan **IEEE Xplore**. Kata kunci ini dirancang untuk membatasi pencarian hanya pada studi yang relevan dengan penerapan kecerdasan buatan (AI) dan aplikasi berbasis Android dalam pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*). Fokusnya adalah pada studi yang mencakup pengelolaan *e-waste*, penggunaan AI untuk identifikasi dan daur ulang sampah elektronik, serta teknologi mobile. Kata kunci yang digunakan meliputi:

- "Artificial Intelligence" AND "*E-waste* Management" AND "Recycling Efficiency"
- "Android Application" AND "*E-waste*" AND "Sustainable Waste Management"
- "AI-based Waste Management" AND "Mobile Technology" AND "Recycling"

Kata kunci ini dirancang untuk mencakup aspek teknologi kecerdasan buatan dalam konteks pengelolaan *e-waste* serta implementasinya pada aplikasi mobile, sehingga dapat memastikan cakupan literatur yang sesuai dengan tujuan penelitian ini

Langkah selanjutnya ialah pencarian dan seleksi literatur yang relevan, serta analisis sintesis berdasarkan penelitian-penelitian yang ditemukan. Pencarian literatur dilakukan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan pada database **ScienceDirect** dan **IEEE Xplore**. Dari hasil pencarian ini, teridentifikasi sejumlah publikasi sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pencarian Literature

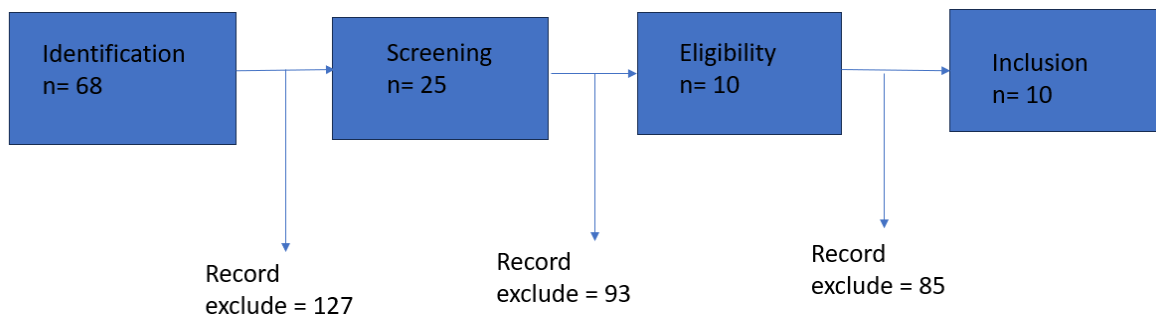
No	Database	Keywords	Stage			
			0	1	2	3
			Identification	Screening	Egible	Inclusion
1	ScienceDirect	A	20	14	7	3
		B	10	1	1	0
2	IEEE	A	17	8	2	0
		B	21	16	0	0

Pada tahap pertama, dilakukan **identifikasi** literatur yang menghasilkan 68 publikasi di tahap awal. Dari jumlah tersebut, publikasi kemudian disaring berdasarkan relevansi topik, yaitu aplikasi berbasis Android dan penerapan AI dalam pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*). Hasil penyaringan tersebut menyisakan 39 publikasi yang sesuai.

Proses seleksi literatur **eligible** dilakukan dengan mengabaikan publikasi yang abstraknya tidak memuat kata kunci seperti "Artificial Intelligence," "*E-waste* Management," "Android Application," dan yang serupa. Setelah diseleksi lebih lanjut, didapatkan 10 publikasi yang memenuhi kriteria kelayakan untuk dianalisis lebih mendalam.

Pada tahap akhir, dilakukan **review manual** dengan memeriksa isi utama dari 10 artikel

tersebut untuk memastikan kesesuaiannya dengan pertanyaan riset yang telah ditetapkan sebelumnya.



Gambar 1. Tahapan dan Sintesis dalam pencairan Literatur

Pada tahap ini, literatur yang telah lolos kriteria inklusi dianalisis secara menyeluruh untuk menemukan pola, tren, serta dampak penerapan **kecerdasan buatan (AI)** dan **aplikasi berbasis Android** dalam pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*). Temuan-temuan utama disintesis dengan fokus pada beberapa aspek penting, yaitu teknologi identifikasi sampah elektronik menggunakan AI, penggunaan aplikasi mobile untuk mendukung proses daur ulang, serta tantangan dalam penerapan teknologi ini di negara-negara berkembang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada bagian ini, disajikan hasil-hasil penelitian dari sepuluh artikel pilihan yang relevan terkait dengan pengelolaan sampah berbasis teknologi digital, khususnya aplikasi mobile yang mendukung pengelolaan sampah rumah tangga dan elektronik. Temuan-temuan ini mencakup pengembangan aplikasi berbasis Android, penerapan model prototipe untuk aplikasi penukaran sampah menjadi insentif finansial, hingga studi literatur yang membandingkan pengelolaan sampah elektronik di negara maju dan Indonesia. Rangkuman hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penelitian artikel terpilih

No	Judul Artikel	Metode	Hasil
1	Analisa dan Perancangan Aplikasi Pengolahan Sampah Rumah Tangga Berbasis Android (Nurfadillah & Kurnianda, 2019)	Riset terapan merancang solusi pengelolaan sampah Android; data melalui observasi, wawancara, studi pustaka; analisis kebutuhan OOA; desain berorientasi objek (UML, basis data, antarmuka) akhirnya diwujudkan sebagai prototipe aplikasi “Clean Up”	Studi ini menemukan bahwa mengutamakan tujuan kesejahteraan dapat membawa perubahan positif pada perilaku konsumen. Pada minggu-minggu ketika kebijakan kesehatan diberlakukan, terjadi peningkatan signifikan dalam penjualan produk-produk sehat seperti sayur-sayuran dan yogurt, sementara penjualan produk-produk yang lebih memanjakan, seperti es krim dan daging sapi cincang yang menurun. Menariknya, meskipun beberapa pembeli pada awalnya tertarik pada makanan yang memanjakan, secara keseluruhan, pilihan makanan yang

No	Judul Artikel	Metode	Hasil
			lebih sehat meningkat karena adanya primadona kesehatan.
2	Taxchange: Aplikasi Penukar Sampah Menjadi Ulang (Utama <i>et al.</i> , 2022)	Metode yang digunakan adalah Prototype Model sebuah pendekatan yang menjembatani desain dengan realisasi system dengan tahapan berulang: (1) mendengarkan klien/mengumpulkan kebutuhan (analisis kebutuhan), (2) membangun atau memperbaiki aplikasi (perancangan/pengembangan), dan (3) pengujian; setelah pengujian, siklus kembali ke tahap pengumpulan informasi hingga seluruh kebutuhan terpenuhi, sehingga cocok ketika klien belum mampu merumuskan kebutuhan secara rinci sejak awal.	Hasil penerapan metode prototipe menghasilkan rancangan fungsional aplikasi “Traxchange” dalam bentuk mock-up (Figma) dengan alur bisnis dua peran pengguna (masyarakat) dan pebisnis/agen kolektor daur ulang yang saling terhubung untuk proses penukaran sampah menjadi uang. Aplikasi ini memungkinkan pengguna menukar sampah dengan uang. Prototipe menunjukkan bahwa pengguna lebih termotivasi dalam mengelola sampah karena adanya insentif finansial.
3	Studi Banding dan Pengembangan Aplikasi Mobile Manajemen <i>E-waste</i> untuk Rencana Aksi Bisnis Hijau Kota Bandung (Purbasari <i>et al.</i> , 2022)	Metode yang dipakai adalah studi komparatif dan perancangan berorientasi pengguna: penulis memetakan persoalan dan konteks pengguna, membandingkan aplikasi <i>e-waste</i> yang sudah ada, lalu merumuskan kebutuhan dan solusi ke dalam model dan prototype/mock-up aplikasi. Pengembangan dilakukan bertahap untuk area percontohan Kota Bandung: tahap awal menyiapkan aplikasi	Menyoroti bahwa aplikasi <i>e-waste</i> management dapat berperan signifikan dalam mendukung rencana bisnis hijau di Bandung dengan mempermudah proses pengelolaan dan pendauran ulang <i>e-waste</i>
4	Pengembangan Aplikasi E-Pulung Berbasis Android untuk Mendigitalisasi Bank Sampah Kuncup Mekar Kelurahan Wates Kota Magelang (Maghfiroh <i>et al.</i> , 2022)	Metode yang digunakan adalah Rapid Application Development (RAD) dengan tiga tahap inti: perencanaan syarat-syarat (menggali kebutuhan melalui observasi dan wawancara alur kerja bank sampah serta merumuskan tujuan digitalisasi), workshop design (merancang flowchart, use case, antarmuka, dan spesifikasi sistem), dan implementasi (pengkodean aplikasi klien Android dan website admin serta penyusunan basis data)	Aplikasi e-Pulung membantu mendigitalisasi proses pengumpulan dan pengolahan sampah melalui bank sampah di Magelang. Efektivitas meningkat dengan fitur digital tracking dan pengelolaan nasabah bank sampah
5	Aplikasi Layanan Pengangkutan Sampah Berbasis Android (Kai <i>et al.</i> , 2018)	Metode kerangka sistem pada studi ini dibangun dengan Rapid Application Development (RAD), dengan tiga fase iteratif (requirements planning, RAD design workshop, implementation) yang dipandu “kerangka pikir” (framework) berisi tahapan pembuatan layanan angkut sampah untuk Kota Manado	Aplikasi pengelolaan sampah berbasis android berhasil mempermudah komunikasi antara rumah tangga dan pengelola sampah, dengan peningkatan dalam efektivitas pengumpulan sampah.
6	Analisis Perencanaan Aplikasi Bank Sampah Digital Studi Kasus pada Bank Sampah Solusi Hijau (Utami <i>et al.</i> , 2022)	Penelitian menggunakan kualitatif studi kasus pada Bank Sampah Solusi Hijau, mengumpulkan data melalui wawancara dan kuesioner, menganalisis kebutuhan pencatatan transaksi digital untuk merancang fitur inti aplikasi bank sampah.	Hasil Studi menunjukkan bahwa digitalisasi bank sampah dapat memperbaiki efisiensi operasional bank sampah serta mempermudah pencatatan dan pelaporan transaksi

No	Judul Artikel	Metode	Hasil
7	Kajian Pengelolaan Sampah Elektronik di Negara-Negara maju dan Perbandingannya di Indonesia (Al, 2021)	Kajian literatur dan regulasi <i>e-waste</i> nasional, pemetaan pemangku kepentingan, observasi proses pengelolaan, wawancara terarah, serta analisis deskriptif untuk mengidentifikasi masalah, merancang alur solusi, dan menyusun rekomendasi kebijakan operasional.	Studi perbandingan menunjukkan bahwa Indonesia masih memiliki tantangan besar dalam mengelola sampah elektronik dibanding negara maju. Implementasi teknologi diperlukan untuk meningkatkan manajemen <i>e-waste</i> .
8	Pengembangan Aplikasi Mobile Transaksi Bank Sampah Online Berbasis Android (Studi Kasus: Bank Sampah Malang) (Wardhana et al., 2019)	Metode berupa pengembangan sistem berbasis web dengan analisis kebutuhan dan perancangan, diikuti pengujian unit (white-box), validasi fungsional (black-box, 32 kasus), serta uji kompatibilitas (3 perangkat) pada studi kasus Bank Sampah Malang	Hasilnya berupa sistem transaksi bank sampah berbasis web untuk Bank Sampah Malang dengan buku tabungan online, pemesanan jemput berlokasi (Google Maps), dan informasi BSM; pengujian valid 100%: white-box (3 kasus), black-box (32 kasus), serta kompatibilitas lintas perangkat (3 uji)
9	Pemanfaatan Aplikasi iGOFREEN Ubah Sampah Menjadi Rupiah Berbasis Android di SMK Muhammadiyah 1 Palembang (Rahmawati & Juliansa, 2019)	Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif; data dihimpun melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka untuk mengevaluasi pemanfaatan aplikasi iGOGREEN dalam pengelolaan sampah serta dampaknya bagi masyarakat	Aplikasi berhasil memotivasi siswa untuk mengelola sampah dengan lebih baik, karena adanya manfaat finansial melalui fitur penukaran sampah menjadi uang.
10	Perancangan Aplikasi Ecorecycle untuk Pengelolaan Limbah Sampah Daur Ulang dengan Metode Human-Centered Design (HCI) (Azizah, 2024)	Metode menggunakan Human-Centered Design: tahapan discover, define, design, prototype, dan testing; fokus pada kebutuhan pengguna untuk merancang aplikasi Ecorecycle pengelolaan limbah daur ulang	Aplikasi Ecorecycle membantu memfasilitasi pengelolaan sampah daur ulang dengan pendekatan berbasis manusia, meningkatkan partisipasi warga dalam memilah dan mendaur ulang sampah.

Beberapa pola utama yang ditemukan meliputi tren peningkatan efisiensi pengelolaan sampah elektronik melalui aplikasi berbasis Android, terutama dalam hal pengumpulan, penyortiran, dan pendaurulangan *e-waste*. Selain itu, analisis literatur menunjukkan bahwa teknologi AI dapat meningkatkan ketepatan dalam mengidentifikasi jenis-jenis sampah elektronik yang dapat didaur ulang.

Tantangan utama yang diidentifikasi dalam studi ini termasuk kendala teknis seperti keterbatasan akses teknologi di wilayah rural dan biaya implementasi awal yang tinggi. Selain itu, terdapat hambatan dalam hal edukasi dan kesadaran masyarakat terkait pentingnya daur ulang *e-waste*, yang mengurangi efektivitas penggunaan aplikasi berbasis Android untuk pengelolaan sampah.

Dari segi dampak, penerapan AI dan aplikasi mobile berpotensi mempercepat transisi menuju pengelolaan sampah elektronik yang lebih berkelanjutan dan efektif, khususnya dengan memanfaatkan teknologi digital untuk memantau dan mengoptimalkan rantai daur ulang. Potensi lainnya adalah pengembangan lebih lanjut dari teknologi ini untuk menjangkau skala yang lebih luas dan mendukung kebijakan pengelolaan lingkungan yang lebih baik.

Berdasarkan hasil dalam tabel, ditemukan bahwa penggunaan aplikasi mobile dalam pengelolaan sampah memberikan dampak positif terhadap efisiensi pengumpulan, pendauran

ulang, dan pengelolaan sampah, baik rumah tangga maupun elektronik. Teknologi digital memungkinkan interaksi yang lebih cepat dan responsif antara pengguna dan penyedia layanan pengelolaan sampah, serta meningkatkan transparansi dan akurasi data pengelolaan sampah. Pendekatan seperti *Rapid Application Development* (RAD) dan *Human-Centered Design* (HCI) juga terbukti efektif dalam merancang aplikasi yang lebih intuitif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Selain itu, penelitian ini menekankan bahwa digitalisasi pengelolaan sampah dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memilah sampah, serta memotivasi mereka melalui insentif seperti penukaran sampah menjadi uang. Namun, penelitian ini juga menggarisbawahi bahwa meskipun aplikasi berbasis teknologi memberikan solusi yang signifikan, tantangan seperti infrastruktur pendukung dan keterlibatan pengguna yang konsisten masih perlu diperhatikan untuk menjamin keberlanjutan program pengelolaan sampah secara digital. Secara keseluruhan, integrasi teknologi digital dalam pengelolaan sampah berperan penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional di berbagai sektor.

Pembahasan

Pada penelitian ini, kami meninjau beberapa artikel yang relevan mengenai pengembangan dan implementasi aplikasi berbasis teknologi untuk pengelolaan sampah, baik sampah rumah tangga maupun sampah elektronik (*e-waste*). Fokus utama dari penelitian ini adalah mengidentifikasi bagaimana penerapan teknologi, khususnya aplikasi mobile berbasis Android, dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah, memfasilitasi perubahan perilaku masyarakat, serta mendukung keberlanjutan lingkungan. Berdasarkan temuan dari sepuluh artikel yang direview, beberapa aspek penting teridentifikasi, antara lain perancangan aplikasi, manfaat digitalisasi dalam pengelolaan sampah, serta tantangan yang dihadapi dalam penerapan teknologi ini.

1. Perancangan Aplikasi Pengelolaan Sampah Berbasis Android

Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar aplikasi pengelolaan sampah yang dikembangkan menggunakan pendekatan *Rapid Application Development* (RAD) dan *Prototyping*. Model pengembangan ini dianggap cocok karena memungkinkan pengembang melakukan perbaikan secara bertahap sesuai dengan umpan balik pengguna. Contohnya, aplikasi *E-Pulung* dan *Ecorecycle* yang berbasis RAD dirancang untuk mendigitalisasi bank sampah, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mencatat pengelolaan sampah dan melakukan penukaran dengan insentif finansial. Penggunaan kerangka sistem atau metode *Human-Centered Design* (HCI) pada aplikasi *Ecorecycle* juga menekankan pentingnya aspek usability, di mana aplikasi harus ramah pengguna dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang menjadi target. Aplikasi seperti *Traxchange*, yang memungkinkan pengguna menukar sampah menjadi uang, menggunakan model prototipe yang sederhana namun efektif. Dengan fitur ini, masyarakat terdorong untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sampah karena adanya insentif finansial, yang menciptakan hubungan simbiosis antara teknologi dan perilaku pengguna.

2. Manfaat Digitalisasi dalam Pengelolaan Sampah

Digitalisasi membawa banyak manfaat dalam pengelolaan sampah. Aplikasi berbasis teknologi memungkinkan pengelolaan sampah yang lebih efisien, baik dari segi pengumpulan maupun daur ulang. Sebagai contoh, aplikasi *Pengolahan Sampah Rumah Tangga Berbasis Android* mampu mengotomatiskan proses pencatatan dan pengangkutan sampah dari rumah tangga ke tempat pembuangan atau pusat daur ulang.

Ini membantu mengurangi kesalahan manual, serta meningkatkan akurasi dan transparansi dalam proses pengelolaan sampah. Beberapa artikel juga menyoroti bagaimana aplikasi ini berkontribusi pada peningkatan kesadaran masyarakat terkait pentingnya memilah sampah. Aplikasi-aplikasi tersebut sering kali dilengkapi dengan fitur edukasi yang memberikan informasi kepada pengguna mengenai cara memilah sampah dan dampak positif yang dapat mereka hasilkan terhadap lingkungan.

3. Penerapan Teknologi dalam Pengelolaan *E-waste*

Selain sampah rumah tangga, penelitian ini juga meninjau bagaimana teknologi digunakan untuk pengelolaan *e-waste*, yang memiliki tantangan berbeda karena sifatnya yang berbahaya dan sulit didaur ulang. Artikel yang membahas *Studi Banding dan Pengembangan Aplikasi Mobile Manajemen E-waste* di Bandung menunjukkan bahwa aplikasi berbasis Android yang dirancang untuk pengelolaan *e-waste* dapat membantu mengkoordinasikan antara pengguna, penyedia layanan daur ulang, dan pemerintah. Aplikasi ini mampu mencatat jenis-jenis *e-waste*, memfasilitasi proses pengangkutan, dan memastikan bahwa limbah elektronik ditangani sesuai dengan prosedur daur ulang yang benar. Penelitian lain yang membandingkan pengelolaan *e-waste* di negara-negara maju dan Indonesia menyoroti bahwa meskipun teknologi digital dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan *e-waste*, tantangan terbesar di Indonesia adalah infrastruktur yang belum memadai dan rendahnya kesadaran masyarakat tentang bahaya *e-waste*. Oleh karena itu, aplikasi-aplikasi ini harus disertai dengan program edukasi yang masif untuk memastikan bahwa masyarakat memahami pentingnya membuang *e-waste* dengan cara yang benar.

4. Tantangan dalam Penerapan Teknologi Pengelolaan Sampah

Meskipun penerapan teknologi digital membawa banyak manfaat, penelitian ini juga menyoroti beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya infrastruktur teknologi yang memadai, terutama di daerah pedesaan atau kawasan yang sulit dijangkau oleh teknologi. Misalnya, meskipun aplikasi *E-Pulung* dapat membantu mendigitalisasi bank sampah, efektivitasnya di lapangan sangat bergantung pada ketersediaan jaringan internet dan perangkat mobile yang mendukung. Tanpa infrastruktur yang baik, aplikasi ini tidak dapat digunakan secara optimal oleh masyarakat. Tantangan lain yang muncul adalah keterlibatan pengguna yang konsisten. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun aplikasi menawarkan berbagai fitur yang menarik, penggunaan jangka panjang aplikasi oleh masyarakat masih menjadi isu. Kebiasaan lama, seperti membuang sampah sembarangan, sulit diubah meskipun telah ada insentif dalam bentuk uang atau poin. Ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi dalam pengelolaan sampah harus disertai dengan pendekatan sosial dan edukatif yang lebih mendalam untuk mengubah perilaku masyarakat.

5. Potensi Masa Depan: Integrasi Teknologi dengan Kebijakan Pemerintah

Salah satu kesimpulan penting dari penelitian ini adalah bahwa keberhasilan penerapan teknologi digital dalam pengelolaan sampah sangat bergantung pada dukungan dari pemerintah. Beberapa artikel menunjukkan bahwa aplikasi-aplikasi yang didukung oleh kebijakan pemerintah setempat memiliki peluang yang lebih besar untuk diadopsi secara luas oleh masyarakat. Pemerintah dapat memainkan peran penting dalam menyediakan infrastruktur, memberikan insentif, serta mengadakan kampanye kesadaran untuk mendorong penggunaan aplikasi. Selain itu, integrasi aplikasi dengan kebijakan lingkungan dan tata kelola kota juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih efektif. Misalnya, data yang dikumpulkan dari aplikasi dapat digunakan oleh pemerintah untuk merancang kebijakan pengelolaan sampah yang lebih responsif dan berbasis data. Teknologi seperti *machine learning* juga dapat diterapkan untuk

memprediksi pola pengumpulan sampah, yang akan membantu pemerintah dalam mengoptimalkan sumber daya dan merancang strategi pengelolaan yang lebih efisien.

6. **Impak Sosial dan Lingkungan**

Penerapan aplikasi pengelolaan sampah berbasis teknologi tidak hanya memiliki dampak ekonomi, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas lingkungan. Aplikasi seperti *iGoGreen*, yang mengubah sampah menjadi uang, tidak hanya membantu mengurangi volume sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), tetapi juga menciptakan kesadaran bahwa sampah memiliki nilai ekonomi. Dengan demikian, masyarakat didorong untuk lebih bertanggung jawab dalam mengelola sampah mereka. Dari perspektif lingkungan, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan teknologi dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh proses pengelolaan sampah tradisional. Teknologi juga memungkinkan implementasi konsep ekonomi sirkular, di mana sampah tidak hanya dibuang, tetapi didaur ulang dan dimanfaatkan kembali, menciptakan siklus yang lebih berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital, khususnya aplikasi mobile berbasis Android, memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, baik sampah rumah tangga maupun *e-waste*. Teknologi ini tidak hanya membantu mempercepat proses pengumpulan dan pendauran ulang sampah, tetapi juga meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan sampah yang bertanggung jawab. Namun, tantangan seperti infrastruktur teknologi yang terbatas dan keterlibatan pengguna yang konsisten masih perlu diatasi agar manfaat teknologi ini dapat dirasakan secara optimal. Dengan dukungan pemerintah dan pendekatan edukasi yang komprehensif, teknologi pengelolaan sampah berbasis aplikasi ini memiliki potensi untuk menciptakan dampak sosial dan lingkungan yang signifikan, serta mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan dalam hal pengelolaan sampah dan lingkungan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al, H. U. (2021). *KAJIAN PENGELOLAAN SAMPAH ELEKTRONIK DI NEGARA-NEGARA MAJU DAN PERBANDINGANNYA DI INDONESIA* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Ayuni, T., Nurrochmat, D. R., & Indrasti, N. S. (2016). Strategi pengelolaan limbah elektronik melalui pengembangan infrastruktur ramah lingkungan. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 3(1), 78-86
- Azizah, E. A. (2024). Perancangan Aplikasi Ecorecycle Untuk Pengelolaan Limbah Sampah Daur Ulang Dengan Metode Human-Centered Design (HCI). *Jurnal Repositor*, 6(2).
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of systems and software*, 80(4), 571-58
- Czyżowska, N. (2021). Meaning in life and its significance in emerging adulthood-literature review and preliminary study results. *Kwartalnik Naukowy Fides Et Ratio*, 48(4), 346-362

- Fathurrahman, M., Pratiwi, P. D. R., Awairaro, M., Al-lahmadi, N., Silayar, S., & Djakaria, I. (2024). Integrasi Teknologi dalam Pendidikan Matematika: Wawasan dari Tinjauan Literatur Sistematis. *KAMBIK: Journal of Mathematics Education*, 2(1), 66-79
- Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). The global *e-waste* monitor 2020. *United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam*, 120.
- Kai, H. N., Sompie, S. R., & Sambul, A. M. (2018). Aplikasi Layanan Pengangkutan Sampah Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(4)
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1), 7-15.
- Maghfiroh, E. F., Fahrurroz, Y., Lestari, W., & Prajoko, S. (2022). Pengembangan Aplikasi E-Pulung Berbasis Android untuk Mendigitalisasi Bank sampah Kuncup Mekar Kelurahan Wates Kota Magelang. *CSPE: Journal of Community Service in Public Education*, 2(2), 70-83
- Naza, S. L., Safna, A. N., & Rachman, I. F. (2024). Optimalisasi Penggunaan Teknologi Digital dalam Mengatasi Sampah Elektronik (*E-waste*) di Indonesia pada Era Disruptif. *JOURNAL SAINS STUDENT RESEARCH*, 2(3), 464-477
- Nurfadillah, N., & Kurnianda, N. R. (2019). Analisa dan perancangan aplikasi pengolahan sampah rumah tangga berbasis Android. *Jurnal Ilmiah FIFO*, 11(1), 41-51
- Paminto, A. K., Lautetu, L. M., Prayoga, M. B. R., & Debora, D. D. (2024). Evaluasi pengelolaan limbah elektronik di Indonesia. *Waste, Society and Sustainability*, 1(1)
- Pongtambing, Y. S., Appa, F. E., Siddik, A. M. A., Sampetoding, E. A. M., Admawati, H., Purba, A. A., Sau, A., & Manapa, E. S. (2023). Peluang dan tantangan kecerdasan buatan bagi generasi muda. *Bakti Sekawan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 23-28
- Pongtambing, Y. S., Pitrianti, S., Sadno, M., Admawati, H., & Sampetoding, E. A. (2023). Peran dan Peluang Kecerdasan Buatan dalam Proses Bisnis UMKM. *Ininnawa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 201-206
- Purbasari, A., Gusdya, W., Muhammad, R., & Zulianto, A. (2022). Studi banding dan pengembangan aplikasi mobile manajemen *e-waste* untuk rencana aksi bisnis hijau Kota Bandung. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 8(2), 371-377
- Rahmawati, D., & Juliansa, P. R. (2019, February). Pemanfaatan Aplikasi iGogreen Ubah Sampah Menjadi Rupiah Berbasis Android di SMK Muhammadiyah 1 Palembang. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG*.
- Ridwan, M., Suhar, A. M., Ulum, B., & Muhammad, F. (2021). Pentingnya penerapan literature review pada penelitian ilmiah. *Jurnal Masohi*, 2(1), 42-51
- Sampetoding, E. A. M., Ardhana, V. Y. P., Pongtambing, Y. S., & Pitrianti, S. (2023). Artificial intelligence dalam perpektif transdisiplin ilmu. *SainsTech Innovation Journal*, 6(2), 353-362
- Syarif, S., Ahmad, M., & Manapa, E. S. (2020). Application mattampu as fetal growth education media during pregnancy based on android. *Enfermería Clínica*, 30, 602-605

- Tarigan, B. P., & Kusnoputranto, H. (2024). Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Elektronik (*E-waste*) dan Tingkat Kesadaran Masyarakat dalam Mengelola Limbah di Wilayah Daerah Khusus Jakarta. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 2339-2361
- Utama, R. W., Syahputra, R. M., Nafian, A. I., Pamungkas, A. R., & Furqon, M. N. (2022). Traxchange: Aplikasi penukar sampah menjadi uang. *Journal of Software Engineering, Information and Communication Technology (SEICT)*, 2(1), 37–46
- Utami, K., Rialmi, Z., & Nugraheni, R. (2022). Analisis perencanaan aplikasi bank sampah digital studi kasus pada bank sampah solusi hijau. *Jurnal Penelitian Manajemen Terapan (PENATARAN)*, 7(1), 34-49.
- Wang, P., Zhang, L. Y., Tzachor, A., & Chen, W. Q. (2024). *E-waste* challenges of generative artificial intelligence. *Nature Computational Science*, 4(11), 818-823
- Wardhana, W. S., Tolle, H., & Kharisma, A. P. (2019). Pengembangan Aplikasi Mobile Transaksi Bank Sampah Online Berbasis Android (Studi Kasus: Bank Sampah Malang). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(7), 6548-6555.