

# Studi Banding dan Pengembangan Aplikasi Mobile Manajemen E-Waste untuk Rencana Aksi Bisnis Hijau Kota Bandung

*by Dr.ayi Purbasari,st.,mt -*

---

**Submission date:** 18-Apr-2023 09:57AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2067917114

**File name:** embangan\_Aplikasi\_Mobile\_Manajemen\_E-Wate\_Untuk\_Rencana\_Aksi.pdf (464.28K)

**Word count:** 4161

**Character count:** 27163



# Studi Banding dan Pengembangan Aplikasi Mobile Manajemen E-Waste untuk Rencana Aksi Bisnis Hijau Kota Bandung

Ayi Purbasari<sup>#1</sup>, Wanda Gusdya<sup>#2</sup>, Rifqi Muhammad<sup>#3</sup>, Arief Zulianto<sup>\*4</sup><sup>1,2</sup>Teknik Informatika Universitas Pasundan

Jl. Dr. Setiabudi No.193, Gegerkalong, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40153

<sup>1</sup>pbasari@unpas.ac.id<sup>2</sup>wanda.gusdya@unpas.ac.id<sup>3</sup>rifqi@gmail.com<sup>4</sup>Magister Teknik Informatika, Universitas Langlangbuana

Jl. Karapitan No.116, Cikawao, Kec. Lengong, Kota Bandung, Jawa Barat 40261

<sup>4</sup>madzul@unla.ac.id

**Abstrak**— Salah satu tingkat kerumitan pelayanan dalam pengangkutan sampah adalah dalam pemilahan sampah, khususnya sampah B3 Rumah tangga, termasuk di dalamnya sampah elektronik (e-waste). Perusahaan Daerah (PD) Kebersihan, selaku operator pengelolaan layanan sampah akan melakukan upaya maksimal dalam pengelolaan sampah elektronik. Salah satunya adalah dalam melakukan penyediaan titik-titik *drop off* sampah elektronik serta penjemputan sampah elektronik untuk masyarakat. Namun gagasan tersebut harus dibantu oleh teknologi dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan oleh masyarakat luas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan praktik dan kebijakan pengelolaan sampah elektronik di Indonesia, khususnya di Kota Bandung; didukung dengan sistem dan aplikasi *mobile* Pengelolaan Sampah Elektronik yang dikembangkan dan diterapkan. Pada penelitian telah dilakukan kajian yang komprehensif terkait pengenalan persoalan dan solusi pengangkutan sampah serta memahami dan menentukan konteks pengguna, dituangkan dalam bentuk model. Kebutuhan pengguna, solusi perancangan telah dikonstruksi menjadi *prototype* awal aplikasi pengangkutan sampah. Diperlukan uji coba dan sosialisasi aplikasi layanan pengangkutan sampah disertai dengan evaluasi perancangan terhadap kebutuhan pengguna. Untuk selanjutnya, dilakukan penerapan aplikasi layanan pengangkutan sampah elektronik untuk pilot area di Kota Bandung. Diperlukan penguatan solusi dari perspektif bisnis, agar rencana aksi memulai bisnis hijau di Bandung, Indonesia, dapat segera terwujud.

**Kata kunci**— Pengangkutan Sampah, Sampah Elektronik, e-waste, Aplikasi, Mobile, Location based

## I. PENDAHULUAN

Majunya perkembangan ekonomi global meningkatkan konsumsi peralatan listrik dan elektronik / *electrical and electronic equipment* (EEE). EEE telah menjadi keharusan

untuk meningkatkan kualitas hidup dalam masyarakat modern ini, tetapi produksi dan konsumsinya bisa sangat menuntut sumber daya. Pendapatan konsumen yang lebih tinggi meningkatkan tingkat konsumsi EEE, karena EEE memiliki siklus hidup yang pendek dan sedikit pilihan perbaikan. Oleh karena itu, konsumen cenderung membeli produk terbaru daripada memperbaiki yang lama. Ini menciptakan risiko melimpahnya produk yang tidak terpakai, yang perlahan menjadi salah satu tantangan paling mendesak dan mendesak di zaman kita jika diabaikan [1]. Berdasarkan The Global E-waste Monitor 2020, pada tahun 2019, sekitar 53,6 juta metrik ton (Mt) limbah elektronik (tidak termasuk panel PV) dihasilkan. Selain itu, jumlah global limbah elektronik meningkat pada tingkat yang mengkhawatirkan hampir 2 Mt per tahun. Dengan demikian, diperkirakan jumlah e-waste yang dihasilkan akan melebihi 74Mt pada tahun 2030 [2]

Saat ini, EEE telah menjadi sangat diperlukan dan meningkatkan standar hidup, tetapi sering kali mengandung bahan kimia beracun yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia [2]-[4]. Perhatian utama dengan praktik pengelolaan limbah elektronik saat ini adalah; kurangnya sistem pengumpulan, pembuangan, dan daur ulang yang efisien serta kurangnya mekanisme untuk meminta pertanggungjawaban produsen EEE atas pembuangan akhir masa pakainya. Oleh karena itu, kegagalan untuk mengadopsi prinsip daur ulang limbah elektronik yang tepat dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan yang sangat besar [5],[6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan praktik dan kebijakan pengelolaan sampah elektronik di Indonesia, khususnya Kota Bandung; dengan dukungan sistem dan aplikasi *mobile* yang diusulkan. Sistem ini diharapkan dapat memulai model bisnis baru untuk

pengelolaan limbah elektronik, penetrasi pasar baru, dan inovasi untuk produk atau layanan baru. Juga meningkatkan potensi untuk merampingkan distribusi e-waste dan rantai pasokan logistik, dan peluang untuk bermitra dengan pemasok dan konsumen. Selain itu, penelitian ini menggunakan hasil penelitian sebelumnya, mempertimbangkan masalah khusus negara, dan mengidentifikasi area penelitian di masa depan untuk menyajikan praktik terbaik untuk praktik pengelolaan limbah elektronik.

Makalah ini disusun menjadi lima bagian, Bagian pertama menyajikan latar belakang dan gagasan umum, masalah penelitian, dan tujuan penelitian ini. Bagian kedua ikhtisar keadaan pengelolaan e-waste saat ini. Bagian ketiga merinci praktik pengelolaan limbah elektronik di negara-negara terpilih. Bagian keempat menjelaskan perbandingan aplikasi *mobile* E-waste manajemen yang ada di Indonesia. Bagian kelima menyediakan proses pengembangan sistem yang diusulkan dan *mock-up* aplikasi seluler.

## II. E-WASTE

Pada awal tahun 2000, *Extended Producer Responsibility* (EPR) menjadi sorotan sebagai alternatif kebijakan yang potensial untuk pengelolaan limbah elektronik, kemudian undang-undang tentang pengelolaan limbah elektronik telah dipromosikan di tingkat internasional. Kebijakan serupa dapat ditemukan di negara-negara Asia. Negara-negara yang memimpin perubahan Jepang, Korea Selatan, Cina, dan Taiwan telah menangani pengelolaan limbah elektronik sejak sekitar tahun 2000 [7]-[9]. Sayangnya, terlepas dari upaya yang dilakukan oleh produsen, pendaur ulang, dan pembuatan kebijakan, pengumpulan dan fasilitas pemrosesan limbah elektronik yang canggih masih terbatas, dan sebagian besar negara terutama negara berkembang di Asia Tenggara masih berjuang untuk menyelesaikannya. sistem pengelolaan limbah elektronik yang efektif [10], [11]. Kegagalan ini dapat menyebabkan masalah dalam mencapai tujuan kebijakan di masa depan.

Potensi peningkatan e-waste yang tidak terkendali merupakan masalah serius namun belum mendapat perhatian yang memadai di Indonesia. Tantangan praktik pengelolaan sampah elektronik tidak dapat diselesaikan dengan baik karena belum adanya regulasi yang secara khusus mengatur sampah elektronik dan peredarannya. Di tingkat pemerintah, terdapat perbedaan pemahaman antar lembaga terkait e-waste dan tata cara pengelolaannya. Dengan demikian, tidak adanya data yang akurat untuk jumlah penggunaan EEE dan jumlah e-waste semakin meningkatkan kompleksitas tantangan. Selain itu, E-waste sulit untuk diklasifikasikan sebagai limbah padat atau jenis berbahaya dan beracun di industri dan rumah tangga karena tidak ada definisi khusus untuk limbah elektronik dalam peraturan yang ada di Indonesia. Belum ada organisasi formal yang mengolah sampah elektronik, sehingga pemanfaatan kembali dan daur ulang sampah elektronik dilakukan oleh sektor informal yang berpeluang

untuk tidak menanganinya dengan baik dan tidak terkendali. Selanjutnya, tidak adanya mekanisme untuk mengatur sektor informal menciptakan kegiatan daur ulang yang tidak tepat [12], [13].

EEE menjadi e-waste setelah dibuang oleh pemiliknya sebagai limbah tanpa maksud untuk digunakan kembali [14]. Setiap produk memiliki kandungan bahan yang berbeda yang dibuang dan didaur ulang dengan cara yang berbeda, sementara juga berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia jika tidak dikelola dengan cara yang ramah lingkungan. EEE terdiri dari berbagai macam produk. Untuk tujuan statistik, EEE diklasifikasikan berdasarkan fungsi yang serupa, komposisi bahan yang sebanding, berat rata-rata, dan atribut akhir masa pakai yang serupa [2], [14]. Enam kategori umum yang sesuai dengan karakteristik pengelolaan sampahnya adalah:

- Peralatan penukar suhu, termasuk lemari es, AC, dan kulkas.
- Layar dan monitor, termasuk televisi, monitor, laptop, dan tablet.
- Lampu neon.
- Peralatan besar, termasuk mesin cuci, kompor listrik, mesin cetak dan fotokopi, dan panel fotovoltaik.
- Peralatan kecil, termasuk penyedot debu, microwave, pemanggang roti, alat cukur listrik, kalkulator, perangkat radio, kamera video, mainan elektronik, peralatan listrik dan elektronik kecil, peralatan medis kecil, monitor kecil, dan instrumen kontrol.
- Peralatan IT dan telekomunikasi kecil, termasuk ponsel, perangkat *Global Positioning System* (GPS), kalkulator saku, router, komputer pribadi, printer, dan telepon.

Pemantauan jumlah dan aliran data limbah elektronik sangat penting untuk evaluasi kemajuan dari waktu ke waktu serta untuk penetapan dan target dari para *stakeholder* (pemerintah, produsen, masyarakat pengguna, dan komunitas).

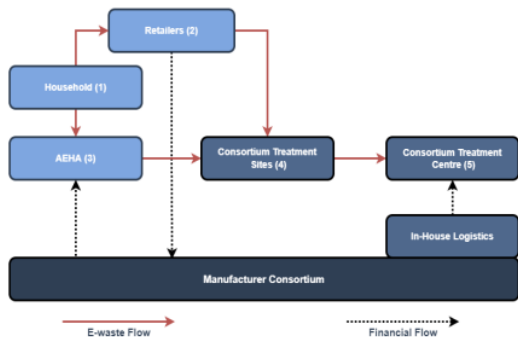
## III. PRAKTEK E-WASTE DI BERBAGAI NEGARA

Penelitian ini menggunakan studi banding untuk memahami praktik e-waste yang diikuti di Jepang, Taiwan, dan Korea Selatan. Kemudian, bagian ini menganalisis bagaimana mereka melakukan pengelolaan, sistem daur ulang, peran pemangku kepentingan, dan pengeluaran mereka.

### A. Jepang

Sejak tahun 2001, Kementerian Lingkungan Hidup Jepang, dan Kementerian Ekonomi, Perdagangan, dan Industri menetapkan undang-undang dasar, untuk mempromosikan daur ulang dan konservasi sumber daya untuk mengatasi masalah kapasitas TPA dan kelangkaan sumber daya yang didasarkan pada EPR. Gambar 1 menunjukkan sistem pengelolaan limbah elektronik Jepang. Sementara Tabel 1 menunjukkan peran dan tanggung jawab pemangku kepentingan utama. Produsen mendirikan stasiun agregasi regional untuk pengumpulan limbah elektronik sebagai perantara dari rumah tangga ke fasilitas daur ulang.

Produsen dapat mendaur ulang limbah elektronik di fasilitas daur ulang internal mereka atau melalui pihak ketiga. Untuk limbah elektronik yang tidak dikumpulkan oleh produsen atau pemerintah kota, ada badan hukum yang ditunjuk yang disebut *Association of Electrical Household Appliances (AEHA)* yang ditunjuk oleh pemerintah. Entitas ini juga mengumpulkan e-waste dari daerah terpencil, jika diminta oleh pemerintah kota yang mengatur daerah tersebut atau dari penduduk itu sendiri [15], [16].



Gambar. 1 Diagram Alur E-waste Manajemen di Jepang

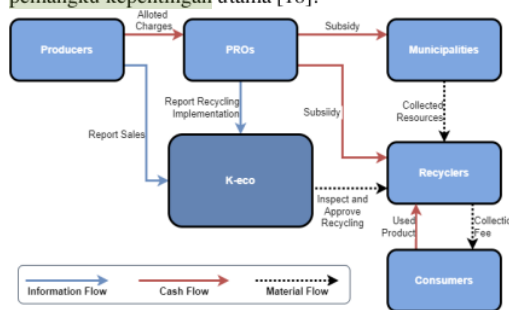
TABEL I  
PERAN DAN TANGGUNG JAWAB PEMANGKU KEPENTINGAN PADA MANAJEMEN E-WASTE DI JEPANG

Pemangku Kepentingan	Peran dan Tanggung Jawab
Produsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kumpulkan limbah elektronik dari pengecer dan entitas yang ditunjuk</li> <li>Berinvestasi untuk membangun infrastruktur untuk mendaur ulang dan mempublikasikan biaya untuk mendaur ulang limbah elektronik</li> </ul>
Pengecer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengumpulkan limbah elektronik yang dijual sendiri dari konsumen bisnis (B2B)</li> <li>Mengirimkan limbah elektronik yang terkumpul ke pabrik daur ulang berlisensi;</li> <li>Menerbitkan voucher daur ulang peralatan rumah tangga kepada produsen dan badan yang di tunjuk</li> <li>Mengirim salinan voucher daur ulang ke konsumen</li> <li>Menampilkan biaya pengumpulan dan pengangkutan secara terbuka.</li> </ul>
Pemerintah Kota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengumpulkan E-waste dari konsumen dan mengangkutnya ke produsen dan badan yang di tunjuk.</li> </ul>
Konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisahkan dan buang E-waste ke pengumpul resmi dan bayar biaya daur ulang.</li> </ul>

### B. Korea Selatan

*Korean Ministry of Environment (KMOE)* dapat meminta *Korea Environmental Corporation (K-ECO)* untuk memberikan bantuan keuangan kepada perusahaan yang menjalankan bisnis daur ulang dan meninjau masalah teknis, seperti inspeksi dan analisis untuk sumber daya sirkular. Produsen EEE diwajibkan untuk memenuhi target daur ulang resmi yang ditetapkan oleh KMOE.

Produsen dapat memenuhi target mereka dengan mengalihdayakan pekerjaan ke perusahaan daur ulang komersial, membangun pabrik daur ulang mereka, atau bergabung dengan *Producer Responsibility Organization (PRO)*, di mana produsen harus membayar biaya dan membiarkan PRO mendaur ulang [17]. Gambar 2 menunjukkan 10 em EPR di Korea Selatan, dan Tabel 2 menunjukkan peran dan tanggung jawab masing-masing pemangku kepentingan utama [18].



Gambar. 2 Diagram Alur E-waste Manajemen di Korea Selatan

TABEL II  
PERAN DAN TANGGUNG JAWAB PEMANGKU KEPENTINGAN PADA MANAJEMEN E-WASTE DI KOREA SELATAN

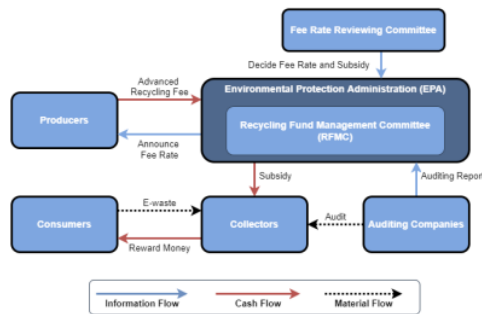
Pemangku Kepentingan	Peran dan Tanggung Jawab
Produsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lakukan kewajiban daur ulang yang diwajibkan atau bergabunglah dengan PRO.</li> <li>Berikan subsidi kepada pendaur ulang untuk mengumpulkan dan mendaur ulang sampah.</li> </ul>
KMOE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisahkan koleksi item target EPR</li> <li>Mengoperasikan Program EPR secara keseluruhan dan mendukung pengesahan dan revisi undang-undang, peraturan, dan pedoman</li> <li>Hitung dan umumkan tingkat target daur ulang untuk setiap item</li> <li>Otorisasi pembentukan Organisasi yang Bertanggung Jawab Produsen (PRO)</li> </ul>
K-ECO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengumpulkan dan menyetujui catatan penjualan dan impor serta rencana pemenuhan tanggung jawab produsen</li> <li>Terima laporan pemenuhan dan verifikasi/periksa kinerjanya</li> <li>Kelola administrasi dan pengawasan yang terkait dengan operasi EPR, termasuk biaya daur ulang</li> <li>Tentukan subsidi untuk setiap produk yang dapat didaur ulang</li> </ul>
Pemerintah Kota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kumpulkan dan daur ulang sampah</li> </ul>
Konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisahkan dan buang limbah elektronik ke pengumpul resmi dan bayar biaya daur ulang</li> </ul>

### C. Taiwan

Di Taiwan, *Fee Rates Review Committee (FRRC)*, yang dibentuk oleh perwakilan dari pemerintah, produsen, dan kelompok konsumen, setiap tahun menentukan tarif biaya dan subsidi untuk setiap produk yang dapat didaur ulang. Informasi tersebut diteruskan ke *Recycling Fund Management Committee (RFMC)*, yang merupakan biro



Environmental Protection Administration (EPA). RFMC mengumpulkan biaya dari produsen dan memberikan subsidi kepada pendaur ulang untuk mengumpulkan dan mendaur ulang limbah elektronik. Pengeluaran yang dikumpulkan dari produsen ditentukan oleh volume penjualan tahun sebelumnya dan biaya pengumpulan dan daur ulang per item. Jumlah subsidi yang diberikan kepada pendaur ulang harus melalui proses audit untuk memastikan sampahnya tuntas [19], [17]. Gambar 3 menunjukkan sistem EPR di Taiwan, dan Tabel 3 menunjukkan peran dan tanggung jawab masing-masing pemangku kepentingan utama [15].



Gambar. 3 Diagram Alur E-waste Manajemen di Taiwan

TABEL III  
 PERAN DAN TANGGUNG JAWAB PEMANGKU KEPENTINGAN PADA MANAJEMEN E-WASTE DI TAIWAN

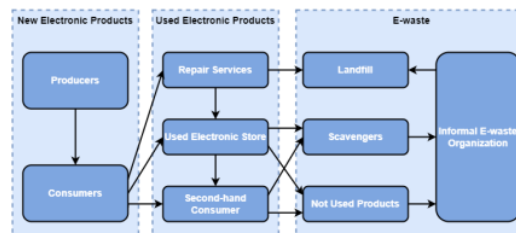
Pemangku Kepentingan	Peran dan Tanggung Jawab
Produsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membayar biaya proses daur ulang lanjutan kepada pemerintah.</li> <li>Pisahkan dan buang produk daur ulang.</li> </ul>
EPA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengoperasikan program EPR secara keseluruhan dan mendukung pengesahan dan revisi undang-undang, peraturan, dan pedoman.</li> </ul>
FRRC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menentukan tarif biaya daur ulang lanjutan untuk setiap proses produk yang dapat didaur ulang</li> <li>Menentukan subsidi untuk setiap produk yang dapat didaur ulang</li> </ul>
RMFC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengumpulkan biaya daur ulang lanjutan dari produsen.</li> </ul>
Pemerintah Kota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengumpulkan dan mendaur ulang sampah</li> <li>Meriliskan dan mempublikasikan laporan daur ulang</li> </ul>
Konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pisahkan dan buang E-waste ke pengumpul formal</li> </ul>

Dapat dilihat bahwa pengelolaan di ketiga negara tersebut melibatkan produsen, konsumen, dan terutama pemerintah. Di Jepang, terdapat pihak pengecer, sedangkan di Korea Selatan terdapat badan K-ECO dimana di Taiwan lebih banyak lagi pihak terlibat, yaitu FRRC dan RMFC.

**D. Indonesia**

Peneliti memilih kota Depok dan Jakarta sebagai contoh praktik pengelolaan sampah elektronik di Indonesia. Secara umum aliran e-waste di Depok ditunjukkan pada Gambar 4 [20]. Beberapa aktor memiliki peran dan tanggung jawab masing-masing dalam aliran e-waste seperti:

- Produsen, memproduksi produk untuk dijual ke konsumen
- Distributor, menyalurkan produk dari produsen ke konsumen
- Konsumen: menggunakan produk, mengganti atau memperbaiki produk untuk memperbaiki layanan, dan membuang e-waste ke pemulung atau langsung ke TPA.
- Toko Elektronik Bekas, memperbaiki dan ganti produk bekas pelanggan untuk digunakan kembali, atau beli produk bekas lalu dijual kembali.
- Tempat Pembuangan Akhir (TPA): pembuangan akhir semua jenis sampah yang terkumpul
- Pemulung, mencari dan mengumpulkan e-waste yang bernilai ekonomis, seperti plastik, kertas, karton, kaleng, e-waste.
- Organisasi Informal, membongkar e-waste untuk mendapatkan unsur-unsur berharga yang terkandung dalam e-waste.



Gambar. 4 Diagram Alur E-waste Manajemen di Kota Depok, Indonesia

Gambaran praktik pengelolaan sampah elektronik di Kota Depok menunjukkan bahwa tidak ada sektor formal dari pemerintah yang mengelola e-waste.

Sedangkan di DKI Jakarta, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta telah berupaya untuk mengatasi masalah sampah elektronik tersebut, di antaranya dengan membuat program pengumpulan limbah elektronik, program penjemputan limbah elektronik, serta sosialisasi. Untuk program pengumpulan limbah elektronik, sampah-sampah tersebut dihimpun di setiap wilayah kecamatan dan dikirim ke gudang Dinas Lingkungan Hidup Jakarta di Pulomas setiap pekan. Pengumpulan limbah elektronik juga dikumpulkan di sekolah-sekolah Adiwiyata Mandiri sebelum ditransfer ke kecamatan. Program penjemputan limbah elektronik diberikan kepada warga Jakarta melalui petugas Dinas Lingkungan hidup untuk datang ke rumah dan mengangkut sampah elektronik [21]. Akan tetapi, proses penjemputan tidak dilengkapi dengan aplikasi yang memudahkan dan menencourage masyarakat untuk memilah sampah elektronik.

#### IV. APLIKASI E-WASTE MANAJEMEN TERKAIT DI INDONESIA

Indonesia masih berjuang untuk mengatur bagaimana penduduknya mengelola sampah umum mereka. Saat ini, pemerintah masih men<sup>16</sup>ong untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah. Misalkan Program Kang Pisman yang ada di Kota Bandung, mengajarkan masyarakat untuk kurangi, pisahkan, dan manfaatkan. Minimnya pengetahuan untuk memilah sampah umum membuat semua sampah, termasuk juga sampah elektronik, tercampur di TPA. Selain itu, pemulung informal datang dan pergi untuk mengumpulkan sampah berharga yang dapat mereka jual ke organisasi sampah informal atau pendaur ulang. Dalam tiga tahun terakhir, aplikasi pengumpulan sampah dan platform digital telah melangkah untuk memformalkan posisi pemulung dengan memberi mereka deskripsi pekerjaan dan pelatihan nyata, memberi mereka seragam dan peralatan yang tepat, dan memungkinkan mereka menghasilkan pendapatan yang adil. Adanya aplikasi ini secara tidak langsung dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam pengetahuan memilah sampah. Beberapa aplikasi bahkan menyertakan asuransi kesehatan. Diantaranya adalah *start-up* pengelolaan sampah Waste4Change, yang menyediakan layanan di 10 kota di seluruh negeri; aplikasi E-Recycle di Jakarta; aplikasi Rapel di Yogyakarta dan Jawa Tengah; aplikasi Kepul di Medan Sumatera Utara; dan aplikasi Octopus di Indonesia bagian timur, Bali, dan Jawa Barat. Aplikasi seperti E-<sup>19</sup>ycle, Rapel, dan Octopus memungkinkan pengguna menukar sampah yang dapat didaur ulang dengan uang tunai atau poin yang dapat ditukarkan sebagai *voucher* atau ditransfer ke *e-wallet*. Pemetik terdaftar mengunjungi pengguna yang memposting sampah plastik dan alamat mereka di aplikasi.

Meskipun inisiatif berbasis aplikasi merupakan batu loncatan untuk pengelolaan sampah yang lebih baik dan peningkatan kesejahteraan bagi pemulung, dukungan dari pemerintah masih sangat dibutuhkan. Kemitraan antara pemerintah daerah dan perusahaan swasta sangat penting untuk meningkatkan kapasitas dalam mengumpulkan, mengangkut, dan mengolah sampah. Di antara banyak tantangan bagi pemerintah adalah melengkapi regulasi yang ada dengan instrumen penegakan yang efektif, menetapkan standar dan sertifikasi untuk semua pelaku pengelolaan sampah, dan menyiapkan skema pembiayaan yang adil dan berkelanjutan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia mengatakan bahwa memformalkan status pemulung adalah tugas *multi-stakeholder* jangka panjang. Kementerian setidaknya secara resmi meminta pemerintah daerah untuk mendaftarkan pemulung dan mengakui mereka sebagai bagian dari perencanaan pengelolaan sampah di kota dan kabupaten masing-masing. Peningkatan mendadak dalam inisiatif berbasis aplikasi mengubah adegan pengelolaan sampah di Indonesia, bersama dengan penerapan ekonomi sirkular oleh beberapa raksasa konsumen untuk mendaur ulang kemasan bekas mereka. Sebagai contoh, Danone

Aqua dan Coca-Cola Am<sup>21</sup> telah meluncurkan pabrik daur ulang baru tahun ini di Pasuruan Jawa Timur dan Bekasi Jawa Barat. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan berkomitmen untuk memelihara ekosistem ekonomi sirkular, termasuk mendorong Kementerian Keuangan untuk menurunkan pajak produk plastik daur ulang menjadi 2 persen, dari 10 persen. Seperti halnya taksi *online* di Indonesia, inisiatif sampah berbasis aplikasi akan mendominasi pengelolaan sampah di masa depan karena adanya kepercayaan dari masyarakat. Sistem memungkinkan untuk melakukan pelaporan rutin yang memberi tahu konsumen berapa banyak limbah mereka yang telah didaur ulang. Mengetahui hal tersebut juga memberikan rasa bangga bagi pengguna yang turut serta melestarikan lingkungan.

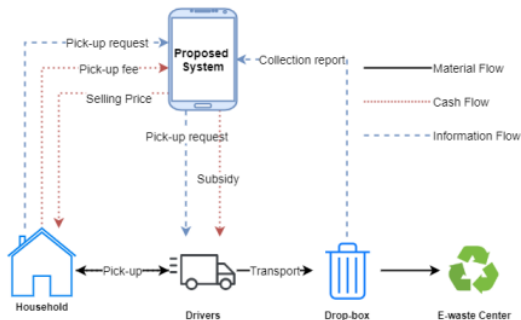
#### V. USULAN SISTEM

Karena Indonesia, khususnya Kota Bandung, belum memiliki organisasi formal khusus untuk mengelola e-waste, maka tujuan sistem ini adalah untuk memprakarsai dan meningkatkan praktik pengelolaan e-waste. Selain itu, dapat menginisiasi model bisnis baru untuk layanan pengelolaan limbah elektronik. Dalam penelitian ini, peneliti tidak mempertimbangkan biaya daur ulang karena tidak ada peraturan formal untuk daur ulang e-waste dari pemerintah. Aplikasi dikembangkan dengan mempertimbangkan kondisi dan kebijakan serta diharapkan dapat diterapkan di daerah percontohan Kota Bandung, Indonesia.

Tahap pertama difokuskan pada pengembangan aplikasi untuk masyarakat dan dapat diterapkan di daerah percontohan di Kota Bandung dengan menyesuaikan armada yang dimiliki oleh PD Kebersihan (organisasi setempat). Secara fungsionalitas, pengembangan aplikasi mengadopsi aplikasi Octopus dari sisi fitur registrasi pengguna, daftar waste dan perkiraan harga, serta permintaan penjemputan. Perbedaan yang mendasar, untuk Octopus, objek sampah adalah plastik dan tidak melibatkan armada organisasi setempat. Tahap kedua difokuskan untuk menghasilkan hasil pengembangan perangkat lunak terintegrasi yang dilengkapi dengan fitur *monitoring* dan optimasi rute, terdiri dari *web manager* (diperuntukkan untuk staf manajemen dan operasional) dan aplikasi penjemputan berupa mobile application dengan memanfaatkan *Local-based Service* (LBS). Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *open source* dan *tools* untuk mengembangkan aplikasi mobile Android. Pengembangan lebih lanjut menuju perangkat lunak/sistem informasi pengelolaan sampah terintegrasi yang dilengkapi dengan algoritma optimasi rute (*vehicle routing problem*) untuk *web manager* yang dibangun pada tahap pertama. Perangkat lunak akan dibangun dengan pendekatan *mobile* dan *web apps*, dilengkapi dengan database dan interaksi yang memperhatikan keamanan<sup>3</sup>. Perangkat lunak dibangun dengan pendekatan UCD (*User-Centered Design*) yang merupakan filosofi desain yang

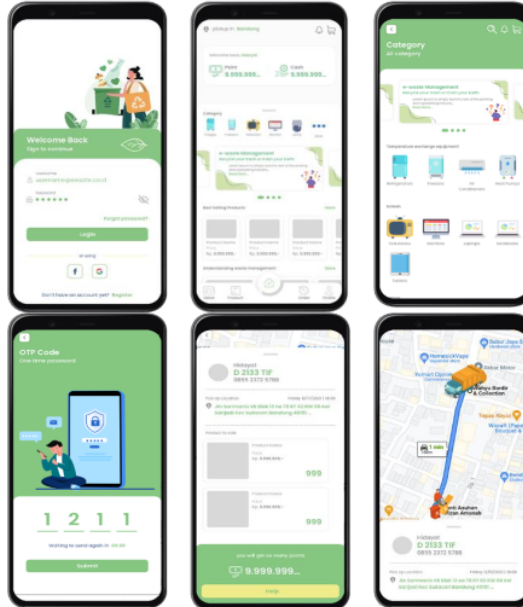
menempatkan pengguna sebagai pusat dari proses pengembangan sistem [ISO99].

Aplikasi ini dikembangkan dengan mempertimbangkan kondisi, dan kebijakan di kota Bandung, Indonesia. Dalam jangka panjang, kita dapat memantau dan mengukur aliran limbah elektronik, sekaligus menciptakan layanan baru yang bernilai ekonomi. Peraturan tersebut juga mengatur berapa biaya yang dapat diperoleh konsumen ketika mereka menjual produk bekas kepada pengepul, dan kemudian akan menutup pengelola E-waste informal dan ilegal. Selain itu, layanan ini juga akan menambah lapangan pekerjaan bagi orang-orang yang berminat menjadi mitra, karyawan, atau pemulung e-waste. Gambar 5 menunjukkan alur dari sistem yang diusulkan.



Gambar. 5 Diagram Alur E-waste Manajemen di Kota Bandung, Indonesia

Aplikasi ini didasarkan oleh model pengelolaan sampah dan *merefer* ke aplikasi taksi *online* yang sudah biasa digunakan masyarakat. Tetapi aplikasi digunakan untuk mengambil dan mengumpulkan e-waste dari rumah tangga ke pusat e-waste untuk didaur ulang. Layanan dimulai ketika pelanggan memesan *pick-up* di aplikasi dan kemudian aplikasi akan mengalokasikan *driver* terdekat yang tersedia untuk mengambil e-waste dari pelanggan ke *drop-box*. Pada *drop-box*, data e-waste akan dilaporkan dan dicatat di server utama. Dengan begitu, e-waste dapat dipantau oleh pemerintah sedangkan produsen akan mendapatkan biaya transportasi dari konsumen. Aplikasi memiliki beberapa fitur utama seperti pendaftaran (registrasi) yang dapat dilakukan secara manual atau menggunakan akun sosial media atau akun email yang bersangkutan. Aplikasi difokuskan untuk pengelolaan e-waste yang terkelompok berdasarkan kategori tertentu. Aplikasi sudah menyiapkan sistem poin untuk setiap e-waste yang dikumpulkan masyarakat, fitur ini bisa diaktifkan dengan mengisi konversi poin yang masih dalam proses kajian. Aplikasi ditujukan untuk user kurir yang melakukan penjemputan. Gambar 6 menunjukkan prototipe aplikasi.



Gambar. 6 Prototipe aplikasi

## VI. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan kajian yang komprehensif terkait pengenalan persoalan dan solusi pengangkutan sampah serta memahami dan menentukan konteks pengguna, dituangkan dalam bentuk model. Kebutuhan pengguna, solusi perancangan telah dikonstruksi menjadi *prototype* awal aplikasi pengangkutan sampah. Diperlukan uji coba dan sosialisasi aplikasi layanan pengangkutan sampah disertai dengan evaluasi perancangan terhadap kebutuhan pengguna. Untuk selanjutnya, dilakukan penerapan aplikasi layanan pengangkutan sampah elektronik untuk pilot area di Kota Bandung. Diperlukan penguatan solusi dari perspektif bisnis, agar rencana aksi memulai bisnis hijau di Bandung, Indonesia, dapat segera terwujud.

## 3 UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. Terima kasih kepada Mitra PD Kebersihan dan 26.HK Kota Bandung dan seluruh pihak yang terkait. Terima kasih kepada Universitas Pasundan melalui Lembaga Penelitian dan Fakultas Teknik yang telah mendukung penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] F. Vanessa, C. P. Baldé, K. Ruediger, B. Garam, "The Global E-Waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and Resources;" in United Nations University, New York, NY, USA, 2017.
- [2] F. Vanessa, C. P. Baldé, K. Ruediger, B. Garam, "The Global E-Waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and the Circular

- Economy Potential," in United Nations University, New York, NY, USA, 2020.
- [3] H. Ismail, and H. Marlia, "A review of sustainable e-waste generation and management: Present and future perspectives," in *Journal of Environmental Management*, vol. 264, Article 110495, DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110495, 2020.
- [4] K. D. Sharma, and S. Jain, "Municipal solid waste generation, composition, and management: The global scenario," in *Social Responsibility Journal*, vol. 16, pp. 917–948, 2020.
- [5] L. Andeobu, S. Wibowo, S. Grandhi, "A Systematic Review of E-waste Generation and Environmental Management of Asia Pacific Countries," *International Journal of Environment Research and Public Health*, vol. 18, pp. 9051, 2021, DOI: 10.3390/ijerph18179051, 2021.
- [6] D. Fischer, F. Seidu, Y. Jennie, and M. K. Felten, "Health Consequences for E-Waste Workers and Bystanders—A Comparative Cross-Sectional Study," in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17, No. 5, pp. 1534, DOI: 10.3390/ijerph17051534, 2020.
- [7] S. W. Chung, and M. S. Rie, "A Comparative Study of E-waste Recycling Systems in Japan, South Korea, and Taiwan from the EPR Perspective: Implications for Developing Countries," *Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization*, 2008.
- [8] M. I. Rasnan, A. F. Mohamed, C. T. Goh, and W. Kohei, "Sustainable E-waste Management in Asia: Analysis Practices in Japan, Taiwan, and Malaysia," in *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 18, No.4, DOI: 10.1142/S146433321650023X, 2016.
- [9] S. C. Lee, and S. I. Na, "E-Waste Recycling Systems and Sound Circulative Economies in East Asia: A Comparative Analysis of Systems in Japan, South Korea, China, and Taiwan," in *Sustainability*, Vol. 2, pp. 1632–1644, DOI: 10.3390/su2061632, 2010.
- [10] K. Chaudhary, P. Vrat, "Case study analysis of e-waste management systems in Germany, Switzerland, Japan and India: A RADAR chart approach", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 25 Issue: 9, pp.3519-3540, DOI: 10.1108/BIJ-07-2017-0168, 2018.
- [11] S. Fatimah, R. A. Rahman, Y. Arij, and M. S. Masdar, "e-Waste Management Scenarios in Malaysia," in *Journal of Waste Management*, DOI: 10.1155/2014/609169, 2014.
- [12] R. Hilary, A. Yoga, S. Ningrum, A. S. Prabowo, J. W. Simatupang, "Penanganan Limbah Elektronik (E-Waste) di Indonesia Berbasis Seni dan Drop Point," in *Serambi Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 1406-1414, DOI: 10.32672/jse.v5i4, 2020.
- [13] M. S. Simatupang, "Sistem Pengelolaan Sampah Elektronik (SPSE)", *Institute of Technology Del, Indonesia*, 2018.
- [14] 14The Step Initiative, "Step Initiative 2013/2014 Annual Report," 2014. [ONLINE]. Available: [https://www.step-initiative.org/files/\\_documents/annual\\_reports/2013\\_14/step%281%29/flipviewerexpress.html](https://www.step-initiative.org/files/_documents/annual_reports/2013_14/step%281%29/flipviewerexpress.html)
- [15] S. W. Chung, and S.R. Murakami, "A Comparative Study of E-Waste Recycling Systems in Japan, South Korea, and Taiwan from the EPR Perspective: Implications for Developing Countries," *Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization, Chiba*, 2008.
- [16] K. Chaudhary, P. Vrat, "Case study analysis of e-waste management systems in Germany, Switzerland, Japan and India: A RADAR chart approach", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 25 Issue: 9, pp.3519-3540, DOI: 10.1108/BIJ-07-2017-0168, 2008.
- [17] R. Hsin, R. B. Athena, and P. V. Jan, "Physical Responsibility versus Financial Responsibility of Producers for E-Wastes," in *Sustainability*, Vol. 12, pp.4037, doi:10.3390/su12104037, 2020.
- [18] H. Heo, M. H. Jung, "Case study for OECD project on extended producer responsibility, Republic of Korea," [ONLINE] Available: [www.oecd.org/environment/waste/OECD\\_EPR\\_case\\_study\\_Korea\\_revised\\_140522.pdf](http://www.oecd.org/environment/waste/OECD_EPR_case_study_Korea_revised_140522.pdf), 2014.
- [19] I.S. Lee, and S. Na, "E-Waste Recycling systems and sound circulative economies in East Asia: A comparative analysis of systems in Japan, South Korea, China, and Taiwan," in *Sustainability*, Vol.2, pp.1632–1644, 2010.
- [20] R. Ardi, and F. Handafiah, "Mapping Electronic Waste Flows in Depok, West Java" in *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*, Vol. 401, doi:10.1088/1755-1315/401/1/012005, 2019.
- [21] <https://smartcity.jakarta.go.id/>, diakses April 2022



# Studi Banding dan Pengembangan Aplikasi Mobile Manajemen E-Waste untuk Rencana Aksi Bisnis Hijau Kota Bandung

## ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Internet Source	2%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
4	<a href="http://repository.unpas.ac.id">repository.unpas.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://dspace.uui.ac.id">dspace.uui.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://www.goodnewsfromindonesia.id">www.goodnewsfromindonesia.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://ojs.serambimekkah.ac.id">ojs.serambimekkah.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> Internet Source	<1%
9	Submitted to Pasundan University Student Paper	<1%

10	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
11	Submitted to Ho Chi Minh University of Technology and Education Student Paper	<1 %
12	<a href="http://journal.upgris.ac.id">journal.upgris.ac.id</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://eprints.undip.ac.id">eprints.undip.ac.id</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://repository.uph.edu">repository.uph.edu</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://www.domainesia.com">www.domainesia.com</a> Internet Source	<1 %
16	Ilham Hidayatulloh, Yogi Suprayogi Sugandi, Wahyu Gunawan. "DUALITAS AGEN DAN STRUKTUR DALAM PENGELOLAAN SAMPAH (Studi Kasus Tentang Pelaksanaan Program Kang Pisman Di Kecamatan Cibiru, Kota Bandung)", Jurnal Sosiologi Nusantara, 2021 Publication	<1 %
17	<a href="http://digilib.uinsby.ac.id">digilib.uinsby.ac.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://support.google.com">support.google.com</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://www.blackxperience.com">www.blackxperience.com</a> Internet Source	<1 %

<1 %

20

countertheocracy.blogspot.com

Internet Source

<1 %

21

jateng.tribunnews.com

Internet Source

<1 %

22

ml.scribd.com

Internet Source

<1 %

23

republika.co.id

Internet Source

<1 %

24

www.kompasiana.com

Internet Source

<1 %

25

digilib.uinsgd.ac.id

Internet Source

<1 %

26

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 1 words

Exclude bibliography  On