

**ANALISIS PREFERENSI MASYARAKAT
KOTA YOGYAKARTA TERHADAP SKEMA PENGELOLAAN
LIMBAH ELEKTRONIK RUMAH TANGGA
MENGUNAKAN *DISCRETE CHOICE EXPERIMENT* (DCE)**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun oleh :

Nama lengkap : Kafa Asyiradinta

NIM : 22106060057

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1072/Un.02/DST/PP.00.9/06/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Preferensi Masyarakat Kota Yogyakarta terhadap Skema Pengelolaan Limbah Elektronik Rumah Tangga Menggunakan Discrete Choice Experiment (DCE)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : Kafa Asyiradinta
Nomor Induk Mahasiswa : 22106060057
Telah diujikan pada : Jumat, 22 Mei 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM.
SIGNED

Valid ID: 6a1e30b19bcc3



Penguji I
Syaeful Arief, S.T., M.T.
SIGNED

Valid ID: 6a190408b784



Penguji II
Herninanjati Paramawardhani, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a1e218221516



Yogyakarta, 22 Mei 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a1e39af68e140

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Kafa Asyiradinta

NIM : 22106060057

Judul Skripsi : Analisis Preferensi Masyarakat Kota Yogyakarta Terhadap Alternatif Skema Pengelolaan Limbah Elektronik Rumah Tangga Menggunakan *Discrete Choice Experiment (DCE)*

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr wb

Yogyakarta, 12 Mei 2026
Pembimbing,



Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM,
NIP. 198110p25 200912 1 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kafa Asyradinta

NIM : 22106060057

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: *Analisis Preferensi Masyarakat Kota Yogyakarta Terhadap Alternatif Skema Pengelolaan Limbah Elektronik Rumah Tangga Menggunakan Discrete Choice Experiment (DCE)* adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 11 Mei 2026

Yang menandatangani


Kafa Asyradinta
NIM. 22106060057

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

“Janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah.”

(QS. Al-Qur'an, Az-Zumar: 53)

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Dia sebaik-baik pelindung.”

(HR. Sahih Bukhari)

*“And, when you want something,
all the universe conspires in helping you to achieve it.”*

(The Alchemist – Paulo Coelho)

“When all is said and done, you'll believe God is a woman.”

(God Is a Woman – Ariana Grande)

“Tetap hidup, meski sudah mati berkali-kali.”

(Kafa Asyiradinta)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan,

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Qul huwallāhu aḥad. Allāhush-ṣamad. Lam yalid wa lam yūlad.

Wa lam yakun lahu kufuwan aḥad”

Artinya: “Katakanlah (Muhammad), Dialah Allah, Yang Maha Esa. Allah tempat meminta segala sesuatu. Dia tidak beranak dan tidak pula diperanakkan. Dan tidak ada sesuatu pun yang setara dengan Dia.”

(QS. Al-Ikhlās [112]: 1–4)

Alhamdulillahirabbil ‘ālamīn, dengan penuh rasa syukur yang tak terhingga atas segala nikmat, hidayah, dan pertolongan-Mu, ya Allah.

Saya persembahkan karya tulis ini kepada:

Ayahanda **Agus Wiyono** dan Ibunda **Teni Widi Harsanti**,

yang senantiasa menjadi tempat saya kembali dan bersandar, serta tidak pernah lelah mendoakan setiap langkah dan pencapaian saya.

Terima kasih atas keteguhan, kesabaran, dan kepercayaan yang telah kalian tanamkan dalam diri saya. Dari kalian, saya belajar bahwa hidup tidak selalu mudah, namun tetap layak untuk diperjuangkan dengan kepala tegak dan keyakinan yang tidak goyah kepada Allah SWT.

“Even after breaking a thousand times, I chose to keep going.”

Kafa, 2026

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan inayah-Nya. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini membahas tentang Analisis Preferensi Masyarakat Kota Yogyakarta terhadap Alternatif Skema Pengelolaan Limbah Elektronik Rumah Tangga Menggunakan *Discrete Choice Experiment* (DCE). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi preferensi masyarakat terhadap berbagai atribut dalam skema pengelolaan limbah elektronik, sehingga dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan yang lebih efektif dan berkelanjutan. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D., selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Herninajati Paramawardhani, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
4. Bapak Gunawan Budi Susilo, M.Eng., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

5. Ibu Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM., selaku Dosen Pembimbing, yang dengan sabar telah meluangkan waktu, tenaga, dan pemikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Yandra Rahadian Perdana, S.T., M.T., selaku Dosen Penasihat Akademik, yang senantiasa memberikan arahan, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
7. Segenap dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu dan bimbingan yang sangat membantu selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
8. Segenap staf tata usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan pelayanan dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta dan Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta (DLH DIY) yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta fasilitas kepada penulis selama proses penelitian skripsi ini berlangsung, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
10. Masyarakat Kota Yogyakarta yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini serta memberikan data dan pandangan yang sangat berharga, sehingga mendukung kelancaran dan kualitas hasil penelitian ini.
11. Kepada cinta pertama sekaligus panutan penulis, Ayahanda Agus Wiyono, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tanpa henti dalam setiap langkah kehidupan penulis. Dengan penuh kesabaran dan keteguhan, selalu menjadi pelindung, penuntun, serta sumber kekuatan di saat

penulis berada dalam titik terendah. Tanpa lelah berjuang dan berkorban untuk kebahagiaan serta masa depan penulis, segala yang penulis capai hingga saat ini tidak terlepas dari peran dan cinta yang diberikan.

12. Kepada cinta terbaik dan pintu surga penulis, Ibunda Teni Widi Harsanti, yang dengan penuh ketulusan senantiasa mendoakan, merawat, dan memberikan cinta yang tak tergantikan. Dengan kelembutan hati dan kesabaran tanpa batas, selalu menjadi tempat pulang paling menenangkan, penguat di setiap keraguan, serta sumber kehangatan dalam setiap proses yang penulis lalui. Setiap langkah yang penulis tempuh hingga saat ini tidak pernah lepas dari doa dan cinta yang senantiasa menyertai.
13. Kepada seorang laki-laki yang lahir pada hari Sabtu, 5 Januari 2002, yang selama masa penulisan ini menjadi tempat pulang bagi segala lelah dan ragu penulis. Terima kasih telah kembali dan bertahan selama 10 tahun sejak pertama kali bertemu, melewati jarak, perubahan, dan berbagai fase kehidupan yang tidak selalu mudah. Terima kasih atas kepercayaan yang terus dijaga, atas waktu dan perhatian yang tidak pernah setengah hati, serta atas peran besar yang turut menguatkan penulis hingga sampai di titik ini. Semoga seluruh proses panjang yang telah dilalui bermuara pada akhir yang tidak lagi diperjuangkan sendirian, melainkan dirayakan bersama.
14. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Industri 2022, Rajendra, yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan. Kebersamaan yang terjalin, mulai dari berbagi cerita, bertukar pikiran, hingga dukungan dan motivasi di berbagai situasi, menjadi bagian berharga yang turut menguatkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

15. Kepada keluarga kedua tersayang penulis, ISEA 2025—Aura, Yazid, Nindy, Rafi, Yahya, dan Rasyid—yang telah kebersamai penulis dalam membangun mimpi-mimpi kecil untuk membantu rekan-rekan Teknik Industri berkembang dalam karier dan pembelajaran. Terima kasih atas kepercayaan, kerja sama, serta semangat yang terus dijaga, sehingga setiap proses yang dijalani tidak hanya menjadi tanggung jawab, tetapi juga pengalaman yang bermakna.
16. Pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan moral, doa, serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
17. Kepada gadis kecil yang pernah menengadah setiap malam agar esok terbangun di sisi Tuhan—selamat, karena doa itu tidak pernah dikabulkan, dan kau dengan berani mengubah doamu untuk tetap bangun di pagi hari dan memeluk dunia yang masih menghadirkan Ayah dan Ibu di dalamnya. Terima kasih telah bertahan, bahkan ketika hidup berkali-kali terasa terlalu berat untuk ditanggung pundak kecilmu, ketika kepahitan datang tanpa jeda dan menarikmu untuk menyerah. Terima kasih untuk tidak kehilangan harapan dan terus belajar memahami dirimu sendiri dalam proses yang sering kali sunyi dan tidak ramah. Hingga pada akhirnya, setiap langkah kecil yang berhasil kau lalui menjadi saksi bahwa kau tidak hanya mampu bertahan, tetapi juga tumbuh—dan sampai di titik ini, dengan keberanian yang mungkin belum sepenuhnya kau sadari. Selamat kepada gadis kecil Ayah dan Ibu, Kafa Asyiradinta, yang tetap memilih hidup, bahkan saat hidup tidak selalu memihakmu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan, dengan harapan semoga karya ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 17 Mei 2026
Penulis

Kafa Asyiradinta
NIM. 22106060057



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Pertanyaan Penelitian.....	8
1.3. Tujuan Penelitian	9
1.4. Manfaat Penelitian.....	9
1.5. Batasan Penelitian.....	10
1.6. Sistematika Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Penelitian Terdahulu	13
2.2. Landasan Teori	19
2.2.1. <i>E-Waste</i> Rumah Tangga	19
2.2.2. Sistem Pengelolaan <i>E-Waste</i> di Indonesia	20

2.2.3. Preferensi Masyarakat dalam Pengelolaan Lingkungan	24
2.2.4. <i>Multi-Criteria Decision Analysis</i> (MCDA).....	27
2.2.5. <i>Random Utility Theory</i> (RUT)	30
2.2.6. <i>Discrete Choice Experiment</i> (DCE).....	31
2.2.7. Sistem Dinamis.....	42
BAB III METODE PENELITIAN	48
3.1. Objek Penelitian	48
3.2. Metode Pengumpulan Data	48
3.2.1. Jenis dan Sumber Data.....	48
3.2.2. Populasi dan Sampel	49
3.3. Uji Validitas	51
3.3.1. <i>Content Validity (Expert Review)</i>	51
3.3.2. <i>Face Validity (Pilot Test)</i>	53
3.4. Variabel Penelitian	54
3.5. Model Analisis.....	56
3.5.1. Analisis DCE.....	56
3.5.2. Analisis Sistem Dinamis	59
3.6. Diagram Alir Penelitian	62
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	65
4.1. Gambaran Umum Proses Pengelolaan <i>E-Waste</i> Kota Yogyakarta	65
4.2. Karakteristik Responden	68
4.2.1. Karakteristik Demografis	69
4.2.2. Kepemilikan dan Pola Penggunaan Perangkat Elektronik.....	71
4.2.3. Perilaku dan Pengalaman Pengelolaan <i>E-Waste</i>	74

4.3. Analisis Desain Eksperimen DCE	81
4.4. Analisis Model <i>Mixed Logit</i> DCE	84
4.4.1. Estimasi Parameter dan Signifikansi	84
4.4.2. <i>Goodness of Fit</i> dan Kelayakan Model.....	88
4.4.3. Analisis Preferensi Responden dan Heterogenitas Atribut	90
4.5. Analisis <i>Willingness to Pay</i> (WTP)	92
4.6. Preferensi Lokasi <i>Drop-off E-Waste</i>	94
4.7. Simulasi Skenario Kebijakan	99
4.7.1. <i>Causal Loop Diagram</i> (CLD)	102
4.7.2. <i>Stock and Flow Diagram</i> (SFD).....	104
4.7.3. Desain Skenario	105
4.7.4. Interpretasi Hasil Simulasi	107
4.7.5. Analisis Sensitivitas.....	118
4.8. Pembahasan.....	123
4.9. Implikasi Manajerial	129
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	133
5.1. Kesimpulan.....	134
5.2. Saran	136
DAFTAR PUSTAKA.....	139
LAMPIRAN	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi <i>Dropbox</i> Limbah B3 Kota Yogyakarta	4
Gambar 1.2. Alur <i>E-Waste</i> Rumah Tangga Kota Yogyakarta.....	5
Gambar 1.3. Grafik Limbah B3 Kota Yogyakarta (2023-2025).....	6
Gambar 2.1. Alur Produk dan <i>E-Waste</i> di Indonesia	22
Gambar 2.2. Kerangka <i>Multi-Criteria Decision Analysis</i> (MCDA).....	29
Gambar 2.3. CLD Sistem Pengelolaan Sampah Padat Perkotaan di Bangkok.	45
Gambar 2.4. SFD Emisi Gas Rumah Kaca MSW di Bangkok	47
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	63
Gambar 4.1. <i>Dropbox</i> Limbah B3 Kota Yogyakarta	65
Gambar 4.2. Jenis Perangkat Elektronik Kecil.....	72
Gambar 4.3. Jumlah Perangkat Elektronik Kecil	73
Gambar 4.4. Frekuensi Penggantian Perangkat 3 Tahun Terakhir.....	73
Gambar 4.5. Kepemilikan Perangkat Tidak Digunakan	74
Gambar 4.6. Pengalaman Membuang <i>E-Waste</i> 12 Bulan Terakhir	75
Gambar 4.7. Jenis Perangkat yang Paling Sering Dibuang.....	76
Gambar 4.8. Cara Mengelola <i>E-Waste</i> Tidak Digunakan	76
Gambar 4.9. Jenis Layanan Resmi yang Pernah Digunakan.....	77
Gambar 4.10. Frekuensi Penggunaan Layanan Resmi 12 Bulan Terakhir.....	78
Gambar 4.11. Jarak ke Fasilitas <i>E-Waste</i> Terdekat	79
Gambar 4.12. Moda Transportasi ke Fasilitas	79
Gambar 4.13. Kemudahan Akses Layanan <i>E-Waste</i>	80
Gambar 4.14. Alasan Kesulitan Pembuangan <i>E-Waste</i>	81
Gambar 4.15. Probabilitas Pilihan Berdasarkan Level Atribut	90

Gambar 4.16. Pemetaan Preferensi Jarak Lokasi <i>Drop-off</i>	96
Gambar 4.17. Titik Rekomendasi <i>Drop-off</i> Limbah B3 di Kota Yogyakarta.....	98
Gambar 4.18. Diagram Input dan <i>Output</i> Skenario Kebijakan	99
Gambar 4.19. Diagram CLD Sistem Pengelolaan <i>E-Waste</i> Kota Yogyakarta	102
Gambar 4.20. Diagram SFD Sistem Pengelolaan <i>E-Waste</i> Kota Yogyakarta	104
Gambar 4.21. Perbandingan Hasil Skenario Volume <i>E-Waste</i> Formal.....	108
Gambar 4.22. Perbandingan Hasil Skenario Penduduk Berpartisipasi.....	110
Gambar 4.23. Perbandingan Hasil Skenario Variabel <i>Adoption Rate</i>	111
Gambar 4.24. Perbandingan Hasil Skenario Variabel Tingkat Partisipasi	112
Gambar 4.25. Perbandingan Hasil Skenario Variabel <i>E-Waste Collected</i>	114
Gambar 4.26. Perbandingan Hasil Skenario Variabel <i>E-Waste Processed</i>	115
Gambar 4.27. Sensitivitas Tingkat Partisipasi terhadap Tingkat Adopsi	119
Gambar 4.28. Sensitivitas Volume <i>E-Waste</i> Formal terhadap Perubahan Jumlah <i>Dropbox</i>	120
Gambar 4.29. Sensitivitas <i>E-Waste Processed</i> terhadap Waktu Proses	121

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Timbulan Sampah Kota Yogyakarta Tahun 2025	3
Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	13
Tabel 2.2. <i>Mapping</i> Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian	18
Tabel 2.3. Klasifikasi <i>E-Waste</i> Rumah Tangga.....	19
Tabel 2.4. Faktor Preferensi Masyarakat Pengelolaan Lingkungan	26
Tabel 2.5. Contoh Atribut dalam DCE	33
Tabel 2.6. Contoh Level dalam DCE	34
Tabel 2.7. Contoh <i>Choice Set</i> untuk Layanan Pengelolaan <i>E-Waste</i>	36
Tabel 2.8. Perbandingan Desain Eksperimen DCE	37
Tabel 2.9. Tabel Krejcie & Morgan	38
Tabel 3.1. Distribusi Responden Berdasarkan Kecamatan	50
Tabel 3.2. Data Ahli	51
Tabel 3.3. Validasi Ahli	52
Tabel 3.4. Hasil Validasi <i>Pilot Test</i>	53
Tabel 3.5. Definisi Operasional Atribut Penelitian	55
Tabel 3.6. Desain <i>Choice Set</i> 1 Penelitian.....	58
Tabel 3.7. Batasan Desain DCE.....	59
Tabel 4.1. Tingkat Pemanfaatan Kapasitas <i>Dropbox E-Waste</i> Kota Yogyakarta... 66	
Tabel 4.2. Jumlah Responden per Kecamatan.....	68
Tabel 4.3. Karakteristik Demografis Responden.....	69
Tabel 4.4. Evaluasi Kualitas Desain DCE.....	82
Tabel 4.5. Statistik Deskriptif Variabel	85
Tabel 4.6. Koefisien Model <i>Multinomial Logit</i> (MNL).....	86

Tabel 4.7. Koefisien Model <i>Mixed Logit</i> (MXL)	87
Tabel 4.8. <i>Goodness of Fit Model</i>	88
Tabel 4.9. <i>Likelihood Ratio Test</i> (MNL vs MXL)	89
Tabel 4.10. Tingkat Kepentingan Relatif Atribut	91
Tabel 4.11. Skema Layanan <i>E-Waste</i> Terbaik	91
Tabel 4.12. Estimasi WTP	93
Tabel 4.13. Preferensi Jarak <i>Drop-off</i> per Kecamatan	95
Tabel 4.14. Variabel Sistem Pengelolaan <i>E-Waste</i> Kota Yogyakarta.....	100
Tabel 4.15. Desain Skenario Kebijakan Berbasis Sistem Dinamis	105
Tabel 4.16. Kondisi Eksisting dan Intervensi pada Skenario Kebijakan	106
Tabel 4.17. Ringkasan Hasil Simulasi	116
Tabel 4.18. Parameter dan Rentang Nilai Analisis Sensitivitas.....	118
Tabel 4.19. Implikasi Manajerial	131



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I DOKUMEN DAN VALIDASI PENELITIAN	L-1
Lampiran 1.1. Surat Izin Penelitian	L-1
Lampiran 1.2. Hasil Wawancara Pendahuluan	L-2
Lampiran 1.3. Hasil Validasi Ahli Instrumen Penelitian.....	L-5
LAMPIRAN II DESAIN DCE.....	L-15
LAMPIRAN III INSTRUMEN DAN HASIL KUESIONER.....	L-16
Lampiran 3.1. Instrumen Kuesioner Penelitian	L-16
Lampiran 3.2. Hasil Kuesioner.....	L-19
LAMPIRAN IV ANALISIS DESAIN DCE	L-19
Lampiran 4.1. Evaluasi Kombinasi Alternatif DCE	L-20
Lampiran 4.2. Hasil Simulasi Probabilitas Pilihan.....	L-21
Lampiran 4.3. Hasil Korelasi <i>Dummy</i> Variabel.....	L-22
Lampiran 4.4. Hasil Analisis <i>Cross-Level Balance</i>	L-24
LAMPIRAN V ANALISIS MODEL DCE	L-26
Lampiran 5.1. Hasil Statistik Deskriptif Responden	L-26
Lampiran 5.2. Hasil Estimasi Model DCE.....	L-27
LAMPIRAN VI FORMULASI MODEL SISTEM DINAMIS	L-26

ABSTRAK

Peningkatan limbah elektronik (*e-waste*) di Indonesia mencapai 1,886 juta ton pada tahun 2022 dan masih didominasi oleh sektor informal yang berisiko terhadap lingkungan dan kesehatan. Kota Yogyakarta dengan jumlah penduduk 369.500 jiwa masih menghadapi rendahnya partisipasi masyarakat dalam sistem pengelolaan formal, sehingga diperlukan perancangan layanan yang selaras dengan preferensi masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi atribut layanan yang memengaruhi keputusan masyarakat, mengestimasi kontribusi atribut terhadap utilitas dan probabilitas pemilihan, serta menganalisis perubahan partisipasi masyarakat pada berbagai skenario kebijakan. Penelitian ini menerapkan metode *Discrete Choice Experiment* (DCE) pada 475 responden yang berasal dari 14 kecamatan, dengan analisis menggunakan model mixed logit berbasis *Random Utility Theory* (RUT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa atribut jarak lokasi *drop-off*, biaya atau insentif, keamanan data, dan metode pengumpulan berpengaruh signifikan terhadap keputusan masyarakat, sedangkan jam operasional tidak signifikan ($p = 0,285$). Jarak lokasi *drop-off* menjadi atribut paling dominan dengan tingkat kepentingan relatif sebesar 44,54%, diikuti metode pengumpulan sebesar 36,84%. Layanan penjemputan ke rumah dan jaminan keamanan data meningkatkan utilitas dan probabilitas partisipasi masyarakat. Model *mixed logit* terbukti lebih baik dibandingkan *multinomial logit* dengan nilai McFadden R^2 sebesar 0,8102 dan *likelihood ratio statistic* sebesar 2.029,47 ($p < 0,001$). Berdasarkan preferensi jarak responden, diperoleh 43 titik rekomendasi *drop-off* tambahan sebagai usulan pengembangan fasilitas pengumpulan *e-waste*. Hasil simulasi kebijakan menggunakan metode sistem dinamis menunjukkan bahwa skenario paling optimal berupa penerapan layanan penjemputan ke rumah dan jaminan keamanan data mampu meningkatkan tingkat partisipasi masyarakat dari sekitar 21% menjadi 28% dalam periode simulasi 36 bulan.

Kata kunci: *E-Waste*; *Discrete Choice Experiment*; *Mixed Logit*; Preferensi Masyarakat; Sistem Dinamis.



ABSTRACT

The increase in electronic waste (e-waste) in Indonesia reached 1.886 million tons in 2022 and is still predominantly managed by the informal sector, which poses risks to both the environment and public health. The City of Yogyakarta, with a population of 369,500, continues to face low public participation in the formal e-waste management system, highlighting the need for service designs that align with community preferences. This study aims to identify service attributes influencing public decision-making, estimate the contribution of each attribute to utility and choice probability, and analyze changes in community participation under different policy scenarios. The study applied the Discrete Choice Experiment (DCE) method to 475 respondents across 14 districts, with data analyzed using a mixed logit model based on Random Utility Theory (RUT). The results indicate that drop-off location distance, cost or incentive, data security, and collection method significantly influence public decisions, while operating hours were not statistically significant ($p = 0.285$). Drop-off location distance was identified as the most influential attribute, with a relative importance value of 44.54%, followed by collection method at 36.84%. Home pick-up services and guaranteed data deletion were found to increase both utility and the probability of public participation. The mixed logit model demonstrated better performance than the multinomial logit model, with a McFadden R^2 value of 0.8102 and a likelihood ratio statistic of 2.029,47 ($p < 0.001$). Based on respondents' distance preferences, 43 additional recommended drop-off locations were identified as proposed e-waste collection facility expansions. Policy simulation results using a system dynamics approach indicate that the most effective scenario, implementing home pick-up services combined with guaranteed data security, could increase the public participation rate from approximately 21% to 28% over a 36-month simulation period.

Keywords: E-Waste; Discrete Choice Experiment; Mixed Logit; Public Preference; System Dynamics.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital dalam dua dekade terakhir telah mendorong peningkatan konsumsi perangkat listrik dan elektronik secara global, yang secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan timbulan limbah elektronik (*electronic waste* atau *e-waste*) dalam skala yang signifikan (Sandwal & Jakhar, 2025). Laporan Global E-waste Monitor menunjukkan bahwa pada tahun 2022 dunia menghasilkan sekitar 62 juta metrik ton (Mt) *e-waste* dengan keberhasilan tingkat daur ulang secara formal hanya sekitar 22,3% (Baldé *et al.*, 2024). Jumlah ini meningkat 82% dibandingkan dengan tahun 2010 dan diproyeksikan mencapai 82 juta Mt pada tahun 2030 apabila tidak terjadi intervensi sistemik yang signifikan. Kesenjangan antara produksi dan kapasitas daur ulang formal menunjukkan adanya kegagalan struktural dalam sistem pengelolaan global.

Rendahnya tingkat daur ulang tidak hanya mencerminkan keterbatasan infrastruktur, tetapi juga dipengaruhi oleh perilaku rumah tangga yang cenderung menunda pembuangan perangkat elektronik yang sudah tidak terpakai. Berbagai faktor seperti kurangnya pemahaman mengenai mekanisme pembuangan, kekhawatiran terhadap keamanan data, serta minimnya insentif ekonomi menyebabkan masyarakat lebih memilih menyimpan perangkat tersebut dalam jangka waktu panjang (Rauf, 2024; Yu *et al.*, 2025). Kondisi tersebut mempertegas bahwa persoalan *e-waste* bukan hanya isu teknis, tetapi juga fenomena sosio-perilaku yang menuntut desain kebijakan berbasis preferensi masyarakat.

Seiring dengan peningkatan konsumsi perangkat elektronik rumah tangga seperti *smartphone*, peralatan dapur, dan peralatan listrik berukuran besar, Indonesia menghadapi tantangan serupa dengan tren timbulan *e-waste* yang meningkat dari 1,62 juta ton pada 2019 menjadi sekitar 1,886 juta ton pada 2022 (Issah *et al.*, 2022). Meskipun *e-waste* yang mengandung komponen berbahaya telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 serta dikategorikan sebagai sampah spesifik dalam Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020, implementasinya di tingkat rumah tangga masih menghadapi sejumlah kendala. Kendala tersebut seperti belum tersedianya mekanisme insentif yang terstruktur, keterbatasan sistem pengumpulan terpisah, lemahnya integrasi dengan pengolah berizin, serta rendahnya literasi masyarakat terkait pengelolaan *e-waste* menyebabkan sistem formal belum berjalan efektif (Zulkarnaen *et al.*, 2025). Akibatnya, pengelolaan *e-waste* di Indonesia masih didominasi oleh sektor informal yang, meskipun efisien secara ekonomi, menimbulkan risiko lingkungan dan kesehatan akibat praktik pengolahan yang tidak aman.

Studi terbaru menunjukkan bahwa proses pengolahan *e-waste* secara informal menyebabkan akumulasi logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) di lingkungan, dengan konsentrasinya tercatat jauh di atas ambang batas yang direkomendasikan oleh lembaga internasional (Parvez *et al.*, 2024). Paparan yang berulang ini meningkatkan risiko kontaminasi terhadap penduduk di sekitarnya. Penelitian Soesanto *et al.* (2022) menemukan bahwa pada beberapa lokasi, kadar timbal dalam tanah mencapai 4.179 ppm, jauh melampaui batas aman 400 ppm, dan kadar timbal dalam darah masyarakat ditemukan rata-rata 36,62 µg/dL, melebihi nilai rujukan World Health Organization (WHO). Temuan tersebut

menunjukkan bahwa praktik pengolahan informal tidak hanya merusak lingkungan tetapi juga menimbulkan ancaman kesehatan serius, sehingga memperkuat urgensi perlunya intervensi kebijakan meskipun rincian teknis yang lebih mendalam.

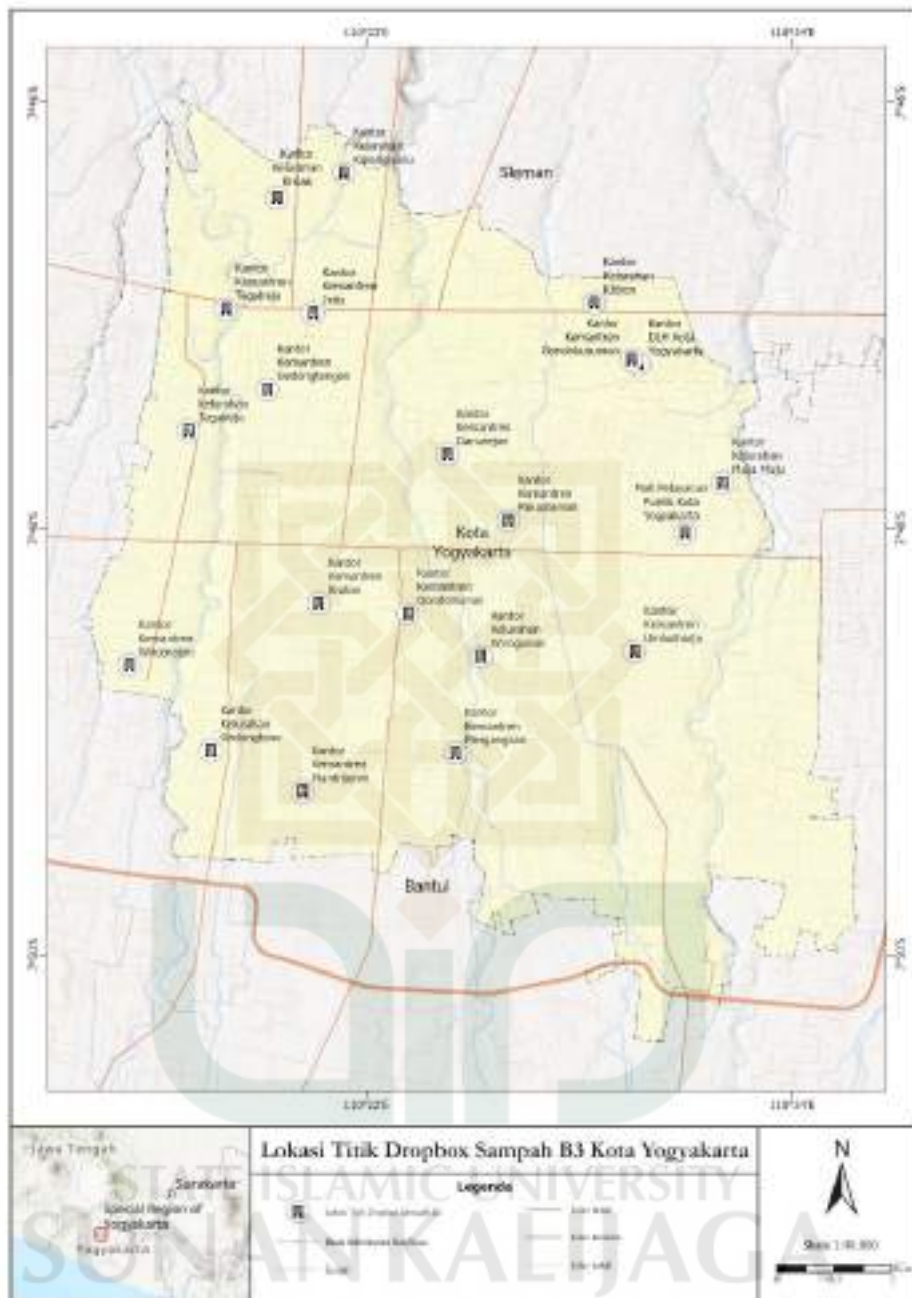
Sebagai wilayah urban dengan karakteristik sosial ekonomi yang dinamis, Kota Yogyakarta menghadapi tantangan serupa dalam pengelolaan *e-waste*. Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) mencatat bahwa sumber terbesar timbulan sampah di Kota Yogyakarta berasal dari rumah tangga, yang secara proporsional mendominasi struktur komposisi sampah kota. Rincian timbulan sampah rumah tangga di Kota Yogyakarta tahun 2025 disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1.1. Timbulan Sampah Kota Yogyakarta Tahun 2025

No	Sumber Sampah	Jumlah (ton/tahun)	Persentase (%)
1	Rumah Tangga	69.955,90	63,75
2	Perkantoran	339	0,31
3	Perniagaan	20.111,50	18,33
4	Pasar	9.982,75	9,10
5	Fasilitas Publik	2.613,40	2,38
6	Kawasan	0	0
7	Lainnya	6.730,60	6,13
Total		109.733,15	100%

Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2025)

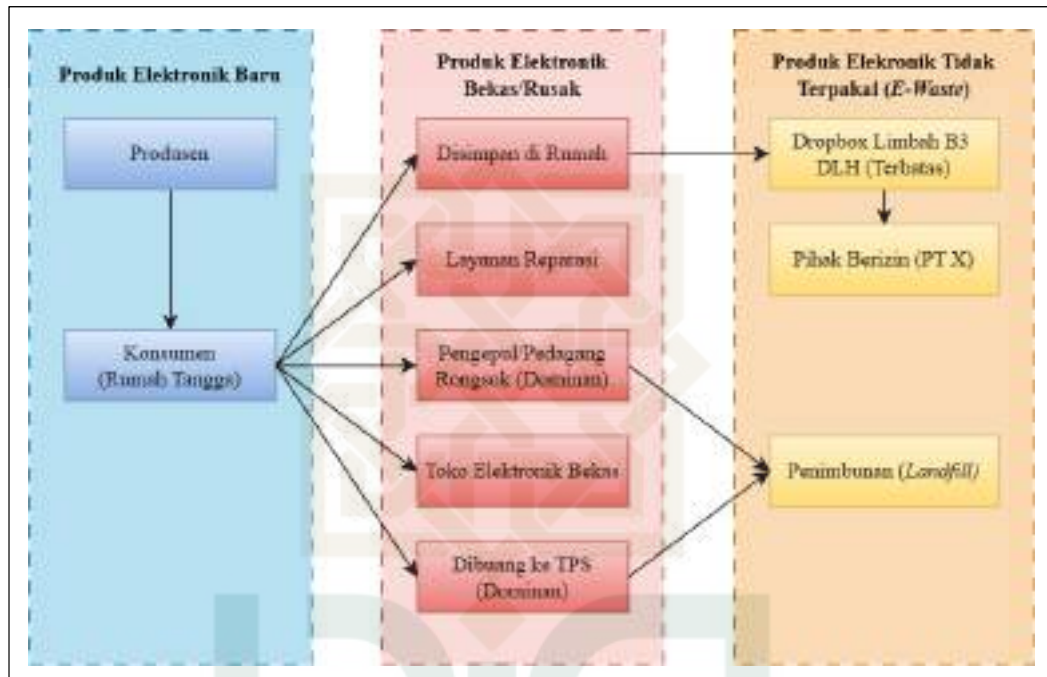
Tabel 1.1 menunjukkan bahwa sumber sampah terbesar di Kota Yogyakarta pada tahun 2025 berasal dari sektor rumah tangga dengan jumlah 69.955,90 ton per tahun atau 63,75% dari total timbulan sampah. Estimasi timbulan *e-waste* rumah tangga mencapai sekitar 18,91 kilogram per kapita, setara dengan potensi hampir 1.718 ton *e-waste* pada tahun 2025, mencerminkan besarnya beban domestik dari generasi perangkat elektronik di Kota Yogyakarta (Hidayat *et al.*, 2019). Sebagai respon terhadap tingginya timbulan limbah tersebut, Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta telah menyediakan *dropbox* limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) rumah tangga yang beroperasi sejak tahun 2023 pada lokasi berikut.



Gambar 1.1. Lokasi *Dropbox* Limbah B3 Kota Yogyakarta
 Sumber: Analisis (2026)

Gambar 1.1 menunjukkan letak *dropbox* limbah B3 yang disediakan oleh DLH Kota Yogyakarta sebagai titik pengumpulan resmi di wilayah kota. *Dropbox* ini hanya menampung limbah B3 berukuran kecil, seperti kemasan B3, obat kedaluwarsa, baterai bekas, lampu TL, aki, dan perangkat elektronik berukuran kecil, sebelum selanjutnya diserahkan kepada pihak ketiga berizin (PT X) untuk

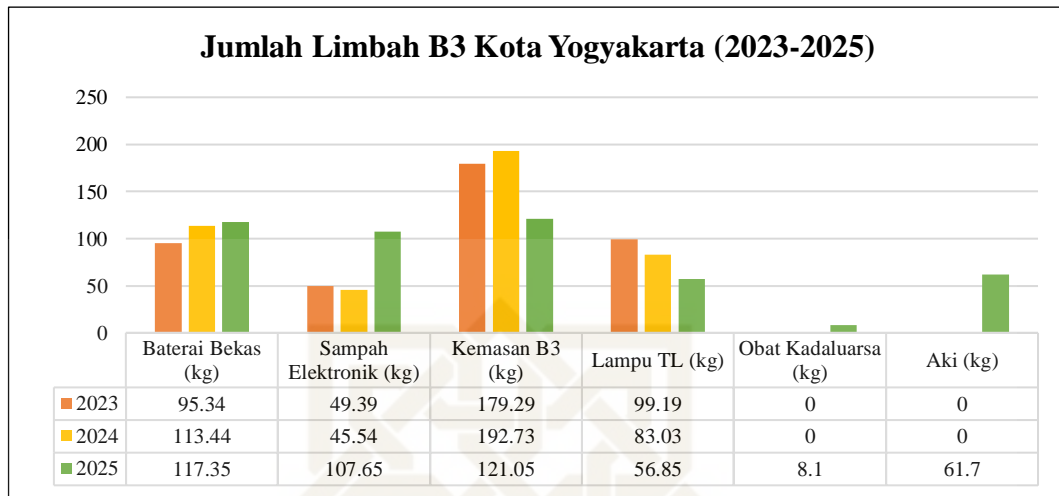
proses pengangkutan dan pengolahan lanjutan sesuai ketentuan Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik. Skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga di Kota Yogyakarta secara konseptual digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1.2. Alur *E-Waste* Rumah Tangga Kota Yogyakarta
Sumber: Analisis (2026)

Gambar 1.2 menunjukkan bahwa sistem pengelolaan *e-waste* di Kota Yogyakarta masih bersifat semi-terstruktur, ditandai oleh dominannya jalur informal melalui pengepul serta rendahnya pemanfaatan fasilitas formal seperti *dropbox* limbah B3 yang disediakan oleh DLH. Rendahnya volume *e-waste* yang berhasil dikumpulkan secara formal mengindikasikan bahwa sistem yang tersedia belum efektif dalam menarik partisipasi masyarakat. Kondisi ini menunjukkan bahwa permasalahan utama tidak semata terletak pada ketersediaan infrastruktur, tetapi pada preferensi rumah tangga yang cenderung memilih jalur yang lebih mudah dan menguntungkan. Oleh karena itu, analisis perlu diarahkan dari hasil

sistem menuju faktor perilaku yang menentukan keputusan pengelolaan *e-waste*. Adapun data limbah B3 yang terkumpul ditampilkan pada grafik berikut.



Gambar 1.3. Grafik Limbah B3 Kota Yogyakarta (2023-2025)
Sumber: DLH Kota Yogyakarta (2026)

Gambar 1.3 menunjukkan data resmi DLH Kota Yogyakarta dari 22 titik pengumpulan limbah B3, limbah yang berkaitan langsung dengan perangkat elektronik menunjukkan tren peningkatan. Baterai bekas meningkat dari 95,34 kg pada tahun 2023 menjadi 117,35 kg pada tahun 2025, sementara sampah elektronik melonjak signifikan hingga 107,65 kg pada tahun 2025. Selain itu, limbah aki mulai tercatat sebesar 62 kg pada tahun 2025. Apabila dibandingkan dengan estimasi timbulan *e-waste* rumah tangga sebesar ± 1.718 ton per tahun, volume yang terkumpul melalui *dropbox* yang hanya berkisar ratusan kilogram menunjukkan tingkat penyerapan sangat rendah, bahkan jauh di bawah 1% dari potensi timbulan tahunan.

Proses pengangkutan limbah dalam *dropbox* dilakukan secara berkala setiap satu bulan, sehingga volume limbah yang terkumpul merefleksikan tingkat partisipasi masyarakat dalam memanfaatkan fasilitas *dropbox* limbah B3. Dengan demikian, efektivitas sistem pengelolaan *e-waste* secara keseluruhan tidak hanya

ditentukan oleh ketersediaan infrastruktur, tetapi juga oleh perilaku masyarakat sebagai pengguna utama sistem. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pengelolaan *e-waste* sangat bergantung pada sejauh mana masyarakat bersedia terlibat dalam mekanisme pengumpulan formal.

Sejumlah penelitian sebelumnya di Yogyakarta umumnya berfokus pada estimasi timbulan *e-waste*, analisis rantai nilai sektor informal, serta evaluasi sistem pengelolaan secara makro (Mulasari *et al.*, 2024; Sari *et al.*, 2024). Meskipun memberikan gambaran penting dalam memetakan persoalan struktural, kajian tersebut belum secara eksplisit mengkaji bagaimana preferensi rumah tangga terhadap berbagai atribut skema pengelolaan memengaruhi keputusan partisipasi dalam sistem formal (Yudisha *et al.*, 2025). Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan, yaitu belum adanya pendekatan kuantitatif yang mampu mengestimasi struktur preferensi dan *trade-off* masyarakat terhadap berbagai alternatif skema pengelolaan *e-waste* dalam konteks lokal Indonesia.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, *Discrete Choice Experiment* (DCE) yang berlandaskan teori utilitas acak menjadi pendekatan kuantitatif yang tepat untuk mengestimasi preferensi dan *trade-off* masyarakat terhadap atribut kebijakan yang berbeda (Hou, 2025). Model estimasi yang biasa digunakan dalam DCE adalah *mixed logit* karena memungkinkan penangkapan heterogenitas preferensi individu secara lebih fleksibel dibandingkan dengan model logit multinomial standar (Black *et al.*, 2025). Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengukur sensitivitas masyarakat terhadap variasi desain sistem, termasuk estimasi *willingness to pay* (WTP) atau *willingness to accept*, serta mensimulasikan respons masyarakat terhadap berbagai skenario kebijakan (Chang *et al.*, 2024a). Meskipun

DCE telah banyak diterapkan pada isu lingkungan dan kebijakan publik, penerapannya pada pengelolaan *e-waste* rumah tangga di Indonesia masih sangat terbatas.

Kota Yogyakarta menunjukkan tingkat konsumsi perangkat elektronik yang tinggi, sementara pengelolaan *e-waste* masih didominasi oleh sektor informal sehingga pengelolaan yang aman belum terjamin, termasuk dalam konteks kontribusi masyarakat terhadap limbah B3. Kondisi ini menuntut pengukuran mengenai bagaimana rumah tangga menilai dan memilih skema pengelolaan berdasarkan atribut layanan yang ditawarkan. Penelitian ini menggunakan metode DCE untuk mengestimasi kontribusi marginal setiap atribut terhadap utilitas, termasuk lokasi *drop-off*, bentuk insentif, kemudahan akses layanan, dan jaminan keamanan data, serta menghitung WTP. Selanjutnya, hasil estimasi *mixed logit* akan disimulasikan menggunakan pendekatan sistem dinamis untuk menganalisis perubahan partisipasi masyarakat terhadap berbagai skenario kebijakan secara temporal. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan dasar empiris yang terukur, tetapi juga memungkinkan evaluasi kebijakan yang lebih adaptif dan selaras dengan dinamika preferensi masyarakat.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian, pertanyaan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Atribut layanan apa saja yang secara signifikan memengaruhi preferensi masyarakat dalam memilih alternatif skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga?

2. Berapa besar estimasi utilitas parsial dan probabilitas pemilihan yang dihasilkan oleh masing-masing atribut layanan dalam skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga?
3. Bagaimana perubahan skenario kebijakan memengaruhi dinamika partisipasi masyarakat dan kinerja sistem pengelolaan *e-waste* rumah tangga berdasarkan integrasi hasil model *mixed logit* dan sistem dinamis?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis atribut layanan yang secara signifikan memengaruhi preferensi masyarakat dalam memilih alternatif skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga menggunakan metode DCE.
2. Mengestimasi utilitas parsial dan probabilitas pemilihan yang dihasilkan oleh masing-masing atribut layanan dalam skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga.
3. Mensimulasikan dampak perubahan skenario kebijakan terhadap dinamika partisipasi masyarakat dan kinerja sistem pengelolaan *e-waste* melalui integrasi parameter preferensi hasil model *mixed logit* ke dalam model sistem dinamis.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi Mahasiswa

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap penguatan kompetensi akademik dalam penerapan metode DCE dan sistem dinamis sebagai pendekatan kuantitatif untuk menganalisis preferensi masyarakat dan

dinamika kebijakan. Selain itu, penelitian ini memperluas pemahaman mengenai integrasi model perilaku dan simulasi sistem dalam konteks pengelolaan *e-waste* rumah tangga.

2. Bagi Perguruan Tinggi

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan keilmuan teknik industri, khususnya pada bidang perancangan sistem layanan publik, pengelolaan limbah, dan analisis pengambilan keputusan berbasis model. Integrasi antara DCE dan sistem dinamis dalam penelitian ini dapat menjadi referensi metodologis bagi penelitian lanjutan yang mengkaji perilaku masyarakat, evaluasi kebijakan, dan simulasi sistem layanan publik berbasis preferensi.

3. Bagi Pemangku Kepentingan dan Masyarakat

Penelitian ini menyediakan dasar empiris mengenai atribut layanan yang memengaruhi preferensi masyarakat dalam pengelolaan *e-waste* serta menunjukkan dampak berbagai skenario kebijakan terhadap tingkat partisipasi masyarakat, volume *e-waste* formal, dan kinerja layanan pengelolaan. Hasil simulasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar dalam merancang kebijakan yang lebih efektif, terukur, dan selaras dengan preferensi masyarakat.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan di wilayah administratif Kota Yogyakarta.
2. Objek penelitian dibatasi pada pengelolaan *e-waste* rumah tangga kategori perangkat elektronik kecil, mencakup perangkat teknologi informasi,

elektronik rumah tangga kecil, periferal komputer, dan komponen pendukung yang berpotensi mengandung B3.

3. Responden penelitian dibatasi pada individu berusia 17–55 tahun yang pernah membuang *e-waste* rumah tangga kategori perangkat elektronik kecil.
4. Penelitian ini menggunakan pendekatan *stated preference* melalui metode DCE sehingga respons mencerminkan preferensi dalam situasi hipotetis dan belum tentu merepresentasikan perilaku aktual masyarakat.
5. Penelitian ini berfokus pada analisis preferensi masyarakat dan simulasi dinamika kebijakan, tanpa membahas aspek teknis pengolahan *e-waste*, analisis kelayakan operasional, maupun evaluasi finansial dari skema layanan yang disimulasikan.

1.6. Sistematika Penelitian

Penelitian ini terdiri dari lima bagian utama. Bab satu membahas latar belakang masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan sebagai landasan arah penelitian. Bab dua memuat tinjauan pustaka yang mencakup penelitian terdahulu serta teori yang relevan dengan topik pengelolaan *e-waste*. Bab tiga menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi objek penelitian, teknik pengumpulan data, uji validitas, variabel penelitian, model analisis, serta diagram alir penelitian.

Bab empat menyajikan hasil penelitian dan pembahasan yang diawali dengan gambaran umum sistem pengelolaan *e-waste* di Kota Yogyakarta serta karakteristik responden. Selanjutnya, memaparkan hasil analisis desain eksperimen DCE, estimasi model *mixed logit*, serta analisis preferensi responden dan WTP. Selain itu, disajikan analisis preferensi lokasi *drop-off e-waste* serta simulasi skenario

kebijakan menggunakan pendekatan sistem dinamis yang meliputi pembangunan *Causal Loop Diagram* (CLD), *Stock and Flow Diagram* (SFD), desain skenario, interpretasi hasil simulasi, serta analisis sensitivitas. Pada bagian akhir, disajikan pembahasan yang mengintegrasikan seluruh temuan penelitian serta merumuskan implikasi kebijakan dan implikasi manajerial yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan terkait pengelolaan *e-waste* rumah tangga. Bab lima merupakan penutup yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat diberikan baik untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun bagi pemangku kepentingan dalam pengelolaan *e-waste*.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Empat dari lima atribut yang diujikan dalam desain DCE terbukti secara statistik signifikan memengaruhi keputusan masyarakat dalam memilih skema pengelolaan *e-waste* rumah tangga, yaitu jarak lokasi *drop-off*, biaya/insentif layanan, keamanan data, dan metode pengumpulan. Sementara itu, atribut jam operasional layanan tidak menunjukkan pengaruh signifikan ($p = 0,285$), sehingga tidak menjadi pertimbangan utama dalam pengambilan keputusan responden. Berdasarkan tingkat kepentingan relatif, atribut jarak lokasi *drop-off* menjadi faktor paling dominan dengan nilai *importance* sebesar 44,54%, diikuti metode pengumpulan (36,84%), keamanan data (15,21%), dan jam operasional (3,41%). Hasil model *Mixed Logit* menunjukkan bahwa lokasi *drop-off* dengan jarak kurang dari 500 m memberikan utilitas positif tertinggi dibandingkan dengan kondisi eksisting (500 m–1,5 km), sedangkan lokasi dengan jarak lebih dari 1,5 km menurunkan utilitas responden. Selain itu, layanan penjemputan ke rumah dan jaminan penghapusan data secara signifikan meningkatkan preferensi masyarakat terhadap layanan pengelolaan *e-waste* formal.
2. Estimasi kontribusi atribut terhadap utilitas menunjukkan bahwa preferensi masyarakat Kota Yogyakarta secara dominan dipengaruhi oleh aspek aksesibilitas dan kemudahan layanan. Model MXL yang terbukti lebih baik dibandingkan dengan model MNL (LR Statistic = 2.029,47; $p < 0,001$;

McFadden $R^2 = 0,81$) mampu menangkap heterogenitas preferensi antar responden secara lebih representatif. Hasil estimasi utilitas menunjukkan bahwa lokasi *drop-off* dengan jarak kurang dari 500 m memberikan utilitas positif tertinggi dibandingkan dengan kondisi eksisting, sedangkan lokasi dengan jarak lebih dari 1,5 km menurunkan utilitas responden. Selain itu, layanan penjemputan ke rumah dan jaminan penghapusan data secara signifikan meningkatkan preferensi masyarakat terhadap layanan pengelolaan *e-waste* formal. Estimasi WTP menunjukkan bahwa masyarakat bersedia memberikan nilai ekonomi sebesar Rp16.944 untuk layanan dengan lokasi *drop-off* kurang dari 500 m dan Rp15.000 untuk layanan penjemputan ke rumah. Sementara itu, nilai WTP negatif pada jarak lebih dari 1,5 km (-Rp1.389) dan layanan dengan jam operasional terbatas (-Rp1.389) menunjukkan bahwa kedua kondisi tersebut menurunkan preferensi masyarakat dibandingkan dengan kondisi eksisting.

3. Hasil simulasi sistem dinamis selama periode 36 bulan menunjukkan bahwa setiap skenario kebijakan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap partisipasi masyarakat dan kinerja sistem pengelolaan *e-waste* formal di Kota Yogyakarta. Pada kondisi *baseline*, tingkat partisipasi masyarakat mencapai 0,212 dengan jumlah penduduk berpartisipasi sebesar 78.250 jiwa, volume *e-waste* formal sebesar 74,49 kg/bulan, *e-waste collected* sebesar 99,38 kg/bulan, dan *e-waste processed* sebesar 24,83 kg/bulan. Penerapan Skenario 1 melalui layanan penjemputan *e-waste* dan jaminan keamanan data menghasilkan peningkatan partisipasi masyarakat tertinggi, dengan tingkat partisipasi mencapai 0,281 atau meningkat sebesar 32,55% dibandingkan

kondisi *baseline*. Selain itu, jumlah penduduk berpartisipasi meningkat menjadi 103.749 jiwa, volume *e-waste* formal mencapai 98,77 kg/bulan, *e-waste collected* sebesar 131,76 kg/bulan, dan *e-waste processed* sebesar 32,92 kg/bulan. Sementara itu, Skenario 2 yang berfokus pada peningkatan aksesibilitas layanan melalui penambahan jumlah *dropbox* dan pengurangan jarak *drop-off* menjadi kurang dari 500 meter menghasilkan tingkat partisipasi sebesar 0,241 dengan jumlah penduduk berpartisipasi sebesar 89.060 jiwa. Pada skenario ini, volume *e-waste* formal mencapai 84,78 kg/bulan, *e-waste collected* sebesar 113,11 kg/bulan, dan *e-waste processed* sebesar 28,26 kg/bulan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kualitas layanan lebih efektif dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dibandingkan pendekatan yang hanya berfokus pada penambahan infrastruktur. Selain itu, hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa tingkat adopsi merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap peningkatan partisipasi masyarakat, sedangkan waktu proses memengaruhi kemampuan sistem dalam memproses *e-waste* yang masuk ke jalur formal.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, berikut saran untuk berbagai pemangku kepentingan.

A. DLH Kota Yogyakarta

- 1) Pemerintah kota perlu memprioritaskan penambahan titik *drop-off e-waste*, khususnya di Kecamatan Tegalrejo, Mergangsan, dan Mantrijeron yang masih memiliki akses terbatas.

- 2) Rekomendasi 43 titik *drop-off* hasil analisis spasial dapat dijadikan acuan dalam perencanaan infrastruktur pengelolaan *e-waste*.
- 3) Program insentif finansial per penyerahan *e-waste* perlu dipertimbangkan karena efektif meningkatkan tingkat partisipasi masyarakat. Namun, dapat dikembangkan dalam bentuk sistem poin atau *voucher* digital untuk meningkatkan kemudahan distribusi.
- 4) Pemerintah perlu menetapkan standar jaminan penghapusan data sebagai bagian dari standar pelayanan pengelolaan *e-waste*. Informasi terkait keamanan data harus dikomunikasikan secara transparan kepada masyarakat melalui media sosialisasi.
- 5) Opsi layanan *drop-off* dan penjemputan sebaiknya disediakan secara bersamaan untuk mengakomodasi preferensi masyarakat yang beragam. Khusus layanan penjemputan *e-waste* dapat diperluas dan diintegrasikan dalam sistem pengelolaan DLH secara terpadu.

B. Masyarakat dan Pemangku Kepentingan Non-Pemerintah

- 1) Bank sampah dan organisasi masyarakat dapat memanfaatkan hasil penelitian dalam merancang layanan pengumpulan *e-waste* yang sesuai dengan preferensi masyarakat terkait.
- 2) Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, produsen elektronik, dan masyarakat perlu diperkuat dalam kerangka EPR untuk mendukung sistem pengelolaan *e-waste* yang berkelanjutan.
- 3) Sinergi lintas sektor diperlukan untuk membangun sistem pengelolaan *e-waste* yang berkelanjutan dan efisien.

4) Partisipasi aktif masyarakat perlu terus didorong melalui edukasi dan peningkatan kesadaran lingkungan.

C. Penelitian Lanjutan

1) Analisis interaksi antar atribut dan segmentasi preferensi masyarakat perlu dikembangkan untuk menghasilkan kebijakan pengelolaan *e-waste* yang lebih spesifik dan terarah.

2) Penerapan insentif finansial dalam pengelolaan *e-waste* formal dapat dikaji lebih lanjut untuk menganalisis pengaruhnya terhadap peningkatan partisipasi masyarakat.

3) Model sistem dinamis dapat diperluas dengan memasukkan variabel tingkat edukasi masyarakat, dukungan regulasi pemerintah, intensitas sosialisasi, perilaku konsumsi perangkat elektronik, serta dampak lingkungan agar evaluasi kebijakan menjadi lebih komprehensif.

4) Penggunaan data longitudinal dapat dilakukan untuk meningkatkan validitas hasil simulasi dan menggambarkan perubahan perilaku masyarakat secara lebih dinamis.

5) Replikasi penelitian pada wilayah yang lebih luas diperlukan untuk mendukung generalisasi hasil penelitian dan menjadi dasar perumusan kebijakan pengelolaan *e-waste* berbasis preferensi masyarakat di tingkat nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abogunrin-Olafisoye, O. B., & Adeyi, O. (2025). Environmental and health impacts of unsustainable waste electrical and electronic equipment recycling practices in Nigeria's informal sector. *Discover Chemistry*, 2(1), 1–40. <https://doi.org/10.1007/s44371-024-00075-x>
- Aksoy, B., & GURSOY, M. (2023). A Different Nested Logit Model Structure Consistent with Random Utility Theory for Various Freight Types – A Case Study for Istanbul. *Promet - Traffic&Transportation*, 35(6), 917–931. <https://doi.org/10.7307/ptt.v35i6.353>
- Alblooshi, B. G. K. M., Ahmad, S. Z., Hussain, M., & Singh, S. K. (2022). Sustainable management of electronic waste: Empirical evidences from a stakeholders' perspective. *Business Strategy and the Environment*, 31(4), 1856–1874. <https://doi.org/10.1002/bse.2987>
- Anggraini, E. (2024). Application of discrete choice experiments in solving marine plastic litters on beaches in Belitung District, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 17(6), 2818–2827. <http://www.bioflux.com.ro/docs/2024.2818-2827.pdf>
- Assele, S. Y., Meulders, M., & Vandebroek, M. (2023). Sample size selection for discrete choice experiments using design features. *Journal of Choice Modelling*, 49(9), 100436. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2023.100436>
- Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. (2026). *Jumlah Penduduk Kota Yogyakarta per Maret 2026*. Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta.
- Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., Bel, G., Deubzer, O., Fernandez-Cubillo, E., & Forti, V. (2024). The global e-waste monitor. In *United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Geneva/Bonn* (Issue November). <https://globalewaste.org/>
- Bello, A., Odiete, A. O., & Anwansedo, F. (2025). Bridging the gap between waste management policies and technology: The social impact of waste generation prediction tools. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 26(2), 2825–2838. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2025.26.2.1766>
- Bhardwaj, L. K., Rath, P., Jain, H., & Choudhury, M. (2025). Exploring the effects of e-waste on soil, water quality and human health. *Discover Civil Engineering*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00167-2>
- Black, M. A., Ahmadiani, M., Bagnall, D. K., Morgan, C. L. S., Ogieriakhi, M., & Woodward, R. T. (2025). Discrete choice experiment estimates on the value of soil health attributes in Central Texas. *Ecological Economics*, 235(November 2024), 108633. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108633>
- Borthakur, A., & Govind, M. (2017). Emerging trends in consumers' E-waste disposal behaviour and awareness: A worldwide overview with special focus on India. *Resources, Conservation and Recycling*, 117(1), 102–113.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.11.011>

- Chang, C., Maolin, Y., Weiwei, G., Wenhua, S., Xiang, Z., Chengliang, W., & Yang, Z. (2024a). Preference and Willingness to Pay for Waste Mobile Phone Recycling among College Students in Beijing: A Discrete Choice Experiment Study. *Journal of Resources and Ecology*, 15(2). <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2024.02.012>
- Chang, C., Maolin, Y., Weiwei, G., Wenhua, S., Xiang, Z., Chengliang, W., & Yang, Z. (2024b). Preference and Willingness to Pay for Waste Mobile Phone Recycling among College Students in Beijing: A Discrete Choice Experiment Study. *Journal of Resources and Ecology*, 15(2), 1–23. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2024.02.012>
- Chen, Y., Zhang, C., Zou, Z., Hu, W., Zhang, D., Zhao, S., Zhang, S., Wu, Q., & Zhang, L. (2025). Hepatitis E Vaccination Preferences and Willingness-to-Pay Among Residents: A Discrete Choice Experiment Analysis. *Vaccines*, 13(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/vaccines13090906>
- Chernet, D., Sema, W., Gebeyehu, A., & Wogayehu, B. T. (2024). Willingness to pay for improved solid waste management and associated factors among households in Debre Berhan town, North Shoa Zone, Amhara, Ethiopia, 2022. *Frontiers in Sustainability*, 5(December), 1–15. <https://doi.org/10.3389/frsus.2024.1463777>
- Ciocîrlan, A.-B., Baird, H., & Rowe, R. (2025). A systematic review and meta-analysis of the relationships between pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, 108(7), 102807. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2025.102807>
- Dai, S., Zhang, D., Wang, C., Zhu, L., & Gu, W. (2025). Assessing residents' preference and willingness to pay for waste classification service modes: Evidence from discrete choice experiments in Beijing. *Waste Management*, 204, 114961. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.114961>
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. (2026). *Data limbah B3 dan pengelolaan e-waste Kota Yogyakarta* [Data tidak dipublikasikan]. Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.
- Digkoglou, P., Tsoukiàs, A., Papathanasiou, J., & Gotzamani, K. (2024). A Meta-Analysis of the Review Literature on Multiple-Criteria Decision Aids for Environmental Issues. *Applied Sciences*, 14(23), 10862. <https://doi.org/10.3390/app142310862>
- Eslami, S., Kabir, G., & Ng, K. T. W. (2023). Waste Generation Modeling Using System Dynamics with Seasonal and Educational Considerations. *Sustainability*, 15(13), 9995. <https://doi.org/10.3390/su15139995>
- Firmansyah, D., Erliana, C. I., & Sayuti, M. (2025). Analysis of the Influence of Work Shifts on Employee Workload Using the NASA-TLX Methods. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 5(2), 47–55. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v5i2.780>

- Gemmecke, C., Kühner, C., Zacher, H., & Hüffmeier, J. (2025). Prompting change: A systematic review and meta-analysis of the (un)confounded effects of prompts on pro-environmental behavior. *Applied Psychology*, 74(2). <https://doi.org/10.1111/apps.70003>
- Guazzini, A., Valdrighi, G., Fiorenza, M., & Duradoni, M. (2025). The Relationship Between Connectedness to Nature and Pro-Environmental Behaviors: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 17(8), 1–40. <https://doi.org/10.3390/su17083686>
- Hidayat, F., Pralaya, A., Rahmadani, A. A., & Nugrahayu, Q. (2019). Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (e-waste) Rumah Tangga di Kota Yogyakarta dan Kecamatan Perkotaan Kabupaten Sleman. *Konferensi Nasional Inovasi Lingkungan Terbangun (KNILT)*, 399–407. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15651/08%20naskah%20publikasi.pdf>
- Hou, H. (2025). Utility Theory Application in Decision-Making Behavior for Energy Use and Management: A Systematic Review. *Energies*, 18(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/en18082125>
- Huang, X., Lei, S., Liu, F., Li, Y., Zhou, F., & Lim, M. K. (2024). Consumer preference and willingness-to-pay for formal recycling of electric vehicle batteries: A discrete choice experiment in China. *Journal of Environmental Management*, 370, 122180. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122180>
- Issah, I., Arko-Mensah, J., Agyekum, T. P., Dwomoh, D., & Fobil, J. N. (2022). Health Risks Associated with Informal Electronic Waste Recycling in Africa: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 8–10. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114278>
- Jin, C.-J., Li, J., Wu, C., Xiu, X., & Li, D. (2025). Findings in pedestrian route choice experiments: Tradeoff and hypothetical bias. *Travel Behaviour and Society*, 40(1), 101000. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2025.101000>
- Jovičić, M., Bošković, G. B., Jovičić, N., Savković, M., Mačužić, I., Stefanović, M., & Klochkov, Y. (2022). Assessment of the Fragility of the Municipal Waste Sector in Serbia Using System Dynamics Modelling. *Sustainability*, 14(2), 862. <https://doi.org/10.3390/su14020862>
- Kala, K., Bolia, N. B., & Sushil. (2022). Analysis of informal waste management using system dynamic modelling. *Heliyon*, 8(8), e09993. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09993>
- Kasbun, R., Harun, A. N., & Khalid, N. (2025). Addressing Consumer Hesitation in E-Waste Recycling Digital Platforms: A Review. *Journal of Information System and Technology Management*, 10(39), 152–168. <https://doi.org/10.35631/JISTM.1039010>
- Kementerian PPN/Bappenas, 2024. *Roadmap Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) di Indonesia*. Jakarta: Kementerian PPN/Bappenas.
- Mansuy, J., Verlinde, S., & Macharis, C. (2020). Understanding preferences for

- EEE collection services: A choice-based conjoint analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 161(1), 104899. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104899>
- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., Sulistyawati, S., Sukesi, T. W., & Tentama, F. (2024). Community-driven Waste Management: Insights from an Action Research Trial in Yogyakarta, Indonesia. *The Open Public Health Journal*, 17(1). <https://doi.org/10.2174/0118749445334410241122102430>
- Ng, K. S., & Yang, A. (2023). Development of a system model to predict flows and performance of regional waste management planning: A case study of England. *Journal of Environmental Management*, 325(1), 116585. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116585>
- NGUYEN, H. T. T., LEE, C.-H., & HUNG, R.-J. (2023). Exploring Residents Preferences for E-Waste Recycling Scenarios in Vietnam — A Choice Experiment Study. *The Singapore Economic Review*, 1–24. <https://doi.org/10.1142/S0217590823460013>
- Nguyen, H. T. T., Lee, C. H., & Hung, R. J. (2023). Exploring Residents' Preferences For E-Waste Recycling Scenarios In Vietnam - A Choice Experiment Study. *Singapore Economic Review*. <https://doi.org/10.1142/S0217590823460013>
- Niankara, I. (2022). Empirical Analysis of the Global Supply and Demand of Entrepreneurial Finance: A Random Utility Theory Perspective. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010026>
- Nikravech, M., Cubero Dudinskaya, E., Rumpold, B. A., Costa, A. I. de A., Zanolli, R., & Langen, N. (2025). The role of prior information on consumer acceptance of insect-based food and feed in Europe: evidence from a discrete choice experiment. *Future Foods*, 11(7), 100667. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100667>
- Nouwens, S. P. H., Marceta, S. M., Bui, M., van Dijk, D. M. A. H., Groothuis-Oudshoorn, C. G. M., Veldwijk, J., van Til, J. A., & de Bekker-Grob, E. W. (2025). The Evolving Landscape of Discrete Choice Experiments in Health Economics: A Systematic Review. In *PharmacoEconomics* (Vol. 43, Issue 8). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40273-025-01495-y>
- Oluoch, S., Pandit, N., & Harner, C. (2025). Socio-Economic and Environmental Trade-Offs of Sustainable Energy Transition in Kentucky. *Sustainability (Switzerland)*, 17(15), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su17157133>
- Parvez, S. M., Jahan, F., Abedin, J., Rahman, M., Hasan, S. S., Islam, N., Aich, N., Moniruzzaman, M., Islam, Z., Fujimura, M., Raqib, R., Knibbs, L. D., & Sly, P. D. (2024). Blood lead, cadmium and hair mercury concentrations and association with soil, dust and occupational factors in e-waste recycling workers in Bangladesh. *International Journal of Hygiene and Environmental*

- Health*, 257(February), 114340. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2024.114340>
- Phonphoton, N., & Tongsuntud, S. (2026). System dynamics analysis on greenhouse gas emissions from municipal solid waste disposal under waste management policy: Case study Bangkok, Thailand. *Cleaner Waste Systems*, 14(1), 100502. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2026.100502>
- 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. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 8(2), 371–377. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i2.53130>
- Que, S., Huang, Y., Awuah-Offei, K., Wang, L., & Liu, S. (2023). Discrete Choice Experiment Consideration: A Framework for Mining Community Consultation with Case Studies. *Sustainability*, 15(17), 13070. <https://doi.org/10.3390/su151713070>
- Rad, M., Sonesson, U., Höglund, E., & Östergren, K. (2026). Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) for sustainability assessment—How reliable are the results? *Sustainable Futures*, 11(7), 101657. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2026.101657>
- Rahmayanti, D., Meuthia, Y., & Aqila, A. (2024). Design Konseptual Model Pengelolaan Sampah di Kota Padang. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(3), 1792–1800. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i3.28157>
- Rauf, A. U. (2024). Electronic Waste Problem in Developing Nations: Mismanagement, Health Implications, and Circular Economy Opportunities. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(1), 18–31. <https://doi.org/10.20473/jkl.v16i1.2024.18-31>
- Reingewertz, Y., & Ayalon, O. (2025). The effect of the intensive margin on waste separation behavior: a discrete choice experiment. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05886-7>
- Rezaei, S., Amiri, F., & Delangizan, S. (2025). Discrete choice experiment to determine preferences of blood donation in Iran. *Scientific Reports*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99907-8>
- Saarikoski, H., Aapala, K., Artell, J., Grammatikopoulou, I., Hjerppe, T., Lehtoranta, V., Mustajoki, J., Pouta, E., Primmer, E., & Vatn, A. (2022). Multimethod valuation of peatland ecosystem services: Combining choice experiment, multicriteria decision analysis and deliberative valuation. *Ecosystem Services*, 57(1), 101471. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101471>
- Salisbury, A., Ciardi, J., Norman, R., Smit, A. K., Cust, A. E., Low, C., Caruana, M., Gordon, L., Canfell, K., Steinberg, J., & Pearce, A. (2025). Public Preferences for Genetic and Genomic Risk-Informed Chronic Disease Screening and Early Detection: A Systematic Review of Discrete Choice Experiments. *Applied Health Economics and Health Policy*, 23(3), 395–408.

<https://doi.org/10.1007/s40258-024-00893-1>

- Sandwal, S. K., & Jakhar, R. (2025). E-Waste Challenges in India : Environmental and Human Health Impacts. *Applied Sciences*, 15(7), 1–22. <https://doi.org/10.3390/app15084350>
- Sari, D. P., Masruroh, N. A., & Asih, A. M. S. (2024). Economic and Environmental Benefits of E-Waste Management Networks Design in Yogyakarta Province, Indonesia. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(1), 292–320. <https://doi.org/10.3926/jiem.6651>
- Sarikhani, Y., Ostovar, T., Rossi-Fedele, G., Edirippulige, S., & Bastani, P. (2021). A Protocol for Developing a Discrete Choice Experiment to Elicit Preferences of General Practitioners for the Choice of Specialty. *Value in Health Regional Issues*, 25(1), 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2020.12.001>
- Scheufele, G., Burton, M., & Pandit, R. (2025). On the importance of discrete choice experiment framings to derive accounting values for ecosystem and species appreciation services. *Ecosystem Services*, 74(May). <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2025.101745>
- Soesanto, H., Maarif, M. S., Anwar, S., & Yurianto, Y. (2022). Current status of household e-waste management in Jakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012042>
- Suryawan, I. W. K., Sari, M. M., Rahman, A., Suhardono, S., Phan, T. T. T., & Lee, C.-H. (2025). Factors influencing attitudes and willingness to pay for data protection and sustainability in e-waste management of laptop/personal computer. *Cleaner Waste Systems*, 10(1), 100202. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100202>
- Tavakol, P., Nahavandi, B., & Homayounfar, M. (2023). A Dynamics Approach for Modeling Inventory Fluctuations of the Pharmaceutical Supply Chain in COVID 19 Pandemic. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 16(1), 105 – 118. <https://doi.org/10.22094/JOIE.2023.1966193.1981>
- Trujillo, F., Chávez, C., Jaime, M., & Salazar, C. (2025a). Households' preferences for door-to-door recycling service: A choice experiment in southern Chile. *Ecological Economics*, 235(April). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108605>
- Trujillo, F., Chávez, C., Jaime, M., & Salazar, C. (2025b). Households' preferences for door-to-door recycling service: A choice experiment in southern Chile. *Ecological Economics*, 235, 108605. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108605>
- Tundjungsari, V., Putranto, B. P. D., Ulum, M. B., & Anwar, N. (2025). An Integrated Model for Circular Waste Management Using the Internet of Things, Semantic Web, and Gamification (Circonomy): Case Study in Indonesia. *JMIR Serious Games*, 13(5), 66781. <https://doi.org/10.2196/66781>
- Udousoro, I. I., Onuchukwu, S. C., & Umoren, I. U. (2026). Assessment of

- electronic waste for heavy metal contamination and its impacts on ecosystem health. *Environmental Pollution and Management*, 3(6), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.epm.2025.09.003>
- Unnithan, N., Natarajan, B., & Amariuca, G. (2025). On Random Seeding for Influence Maximization in Differentially Private Graphs: Balancing Privacy and Utility Using Percolation Theory. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 12(6), 4998–5011. <https://doi.org/10.1109/TNSE.2025.3578801>
- Wang, F., Liu, Q., & Yin, X. (2023). Exploring influencing factors of consumers' wasted household appliances disposal behavior considering product heterogeneity in China. *Journal of Cleaner Production*, 418(1), 138065. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138065>
- Widyarsana, I. M. W., & Nurawaliah, H. (2023). Understanding the Factors Influencing Extended Producer Responsibility in Indonesia. *Research Square*, 1(12), 1–14. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3683935/v1>
- Wulf, C., Mesa Estrada, L. S., Haase, M., Tippe, M., Wigger, H., & Brand-Daniels, U. (2025). MCDA for the sustainability assessment of energy technologies and systems: identifying challenges and opportunities. *Energy, Sustainability and Society*, 15(1), 45. <https://doi.org/10.1186/s13705-025-00546-8>
- Yang, B.-C., Lee, C.-H., & Suryawan, I. W. K. (2024). Consumers' willingness to pay and importance-performance gaps for resilient e-waste management in Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 484(2), 144313. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144313>
- Yudisha, N., Matsaany, B., Masrur, M., & Sari, I. W. (2025). Analisis Konseptual Model Pengaruh Perilaku dan Kepedulian Konsumen Terhadap Daur Ulang Sampah Elektronik. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 6(2), 10–20. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v6i2.201>
- Zhang, G., Lu, G., Liu, K., & Liu, H. (2025). System Dynamics-Based Integrated Benefit Analysis of Low-Carbon Management Process of Municipal Solid Waste. *Sustainability*, 17(3), 1193. <https://doi.org/10.3390/su17031193>
- Zhao, Z., Dai, P., Zheng, C., & Song, H. (2025). Residents' Willingness to Participate in E-Waste Recycling: Evidence by Theory of Reasoned Action. *Sustainability*, 17(15), 6953. <https://doi.org/10.3390/su17156953>
- Zulkarnaen, R., Hilqiya, M., Andini, R. I., Sari, S., & Harimurti, Y. W. (2025). Kajian Urgensi Undang-Undang Pengelolaan Limbah Elektronik Upaya Mewujudkan Net Zero Emission. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 2(6), 72–84. <https://doi.org/10.62383/aliansi.v2i6.1324>