

Analisis Pengelolaan, Prediksi dan Nilai Ekonomi Sampah Elektronik (*E-Waste*) Rumah Tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur

Khansa Alda Amalia^{1,1}, Yunita Ismail²

^{1,2}Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, President University, Jababeka Education Park Jalan Ki Hajar Dewantara, Kota Jababeka, RT.2/RW.4, Mekarmukti, Cikarang Utara, Bekasi, Jawa Barat 17550

<p>Manuscript History</p> <p>Received 20-03-2024</p> <p>Revised 26-03-2024</p> <p>Accepted 27-03-2024</p> <p>Available online 30-10-2024</p>	<p>Abstract. Sampah elektronik merupakan satu dari beberapa jenis sampah yang pertumbuhannya paling cepat di dunia dari sisi kuantitas maupun toksisitas dan meningkat sebesar 3-5 persen per tahun. Peningkatan ini dapat diartikan bahwa pertumbuhan sampah elektronik lebih cepat kurang lebih tiga kali dari timbulan sampah rumah tangga yang normal. Seiring berkembangnya teknologi khususnya perangkat elektronik mendorong masyarakat lebih <i>konsumtif</i> terhadap penggunaan barang elektronik. Objectives: Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi jumlah timbulan sampah elektronik rumah tangga, menggambarkan metode pengelolaan yang telah dilakukan masyarakat serta mengestimasi nilai potensi ekonomi daur ulang dari sampah elektronik. Method and results: Lokasi studi berada di wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur yang meliputi 10 kecamatan dengan jumlah penduduk sebesar 3.083.883 jiwa. Penelitian ini menggunakan metode <i>purposive sampling</i> berdasarkan metode <i>slovin</i> dengan jumlah responden sebanyak 100 responden Conclusion: Hasil penelitian yang diperoleh yaitu prediksi jumlah timbulan sampah elektronik dalam hal ini laju timbulan sampah sebesar 46,55 kg.KK/tahun. Jumlah timbulan sampah elektronik rumah tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur pada tahun 2023 sebesar 49.665.822 kg/tahun dan terus bertambah dalam kurun waktu 10 tahun ke depan sampai dengan tahun 2032 sebesar 55.277.821 kg/tahun. Metode pengelolaan sampah elektronik yang telah dilakukan oleh masyarakat di Kota Administrasi Jakarta Timur adalah 32% dijual, 20% diperbaiki, 19% dibuang, 11% disimpan, 10% diserahkan ke DLH DKI Jakarta, dan 4% dialihfungsikan. Hasil analisis diperoleh estimasi nilai ekonomi sampah elektronik yang dapat didaur ulang yaitu sebesar Rp 306.778.702.990. Implikasi dari penelitian ini dapat menjadi dasar sebagai penentuan arah maupun strategi pengelolaan sampah elektronik khususnya di wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur.</p>
<p>Keywords</p> <p><i>e-waste</i>; prediksi; nilai ekonomi; sampah elektronik; Kota Administrasi Jakarta Timur;</p>	

¹khansaalda58@gmail.com

1 Introduction

Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi khususnya perangkat elektronik mendorong masyarakat lebih *konsumtif* terhadap penggunaan barang elektronik. Barang elektronik saat ini, rata-rata memiliki masa pakai yang lebih pendek. Hal ini disebabkan setiap tahunnya penjualan produk elektronik terus meningkat dan semakin canggih, hal tersebut sejalan dengan inovasi-inovasi dari produsen produk elektronik dan gencarnya pemasaran ke berbagai negara berkembang seperti Indonesia ini [1]. Masyarakat lebih memilih membeli barang elektronik baru dikarenakan kecanggihan yang ditawarkan. Kebiasaan membeli barang elektronik membuat jumlah timbulan barang elektronik semakin banyak [2]. Barang-barang elektronik yang sudah tidak dipergunakan kembali oleh masyarakat akan menjadi sampah elektronik. Sampah elektronik merupakan satu dari beberapa jenis sampah yang pertumbuhannya paling cepat di dunia dari sisi kuantitas maupun toksisitas dan meningkat sebesar 3-5 persen per tahun. Peningkatan ini dapat diartikan bahwa pertumbuhan sampah elektronik lebih cepat kurang lebih tiga kali dari timbulan sampah rumah tangga yang normal [3].

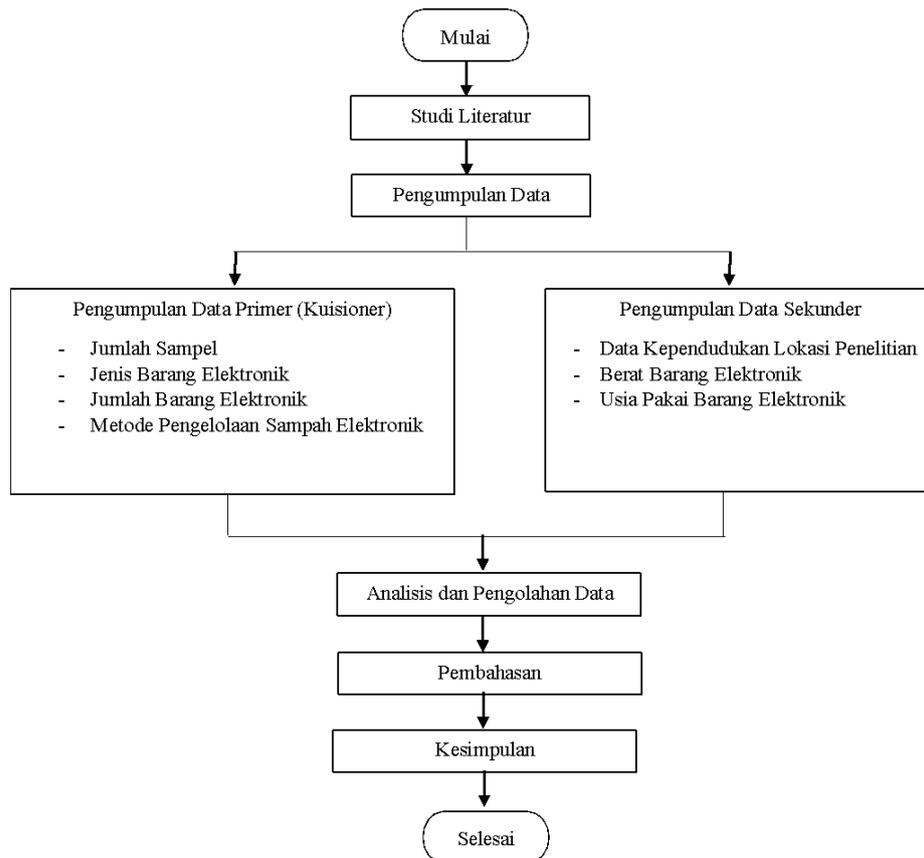
Dalam PP No. 27 Tahun 2022 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, telah dijelaskan bahwa barang elektronik yang sudah tidak dipergunakan kembali termasuk ke dalam kategori jenis sampah yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) [4]. Logam beracun yang ada dalam jenis limbah elektronik yang teridentifikasi dan memiliki dampak terhadap lingkungan dan kesehatan manusia diantaranya kadmium (Cd), merkuri (Hg), timbal (Pb), kromium (Cr), arsenik (As), *polychlorinated biphenyls (PCBs)*, dan lain sebagainya memiliki dampak yang berbahaya dan beracun terhadap lingkungan maupun kesehatan manusia [5]. Kota Administrasi Jakarta Timur merupakan kota Administrasi di wilayah Provinsi DKI Jakarta dengan jumlah penduduk paling banyak mengacu pada Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta yaitu 3.083.883 jiwa [6]. Selain itu, Jakarta Timur merupakan kota dengan jumlah Rumah Tangga terbanyak yaitu 1.054.124 Kepala Keluarga.

Berdasarkan penjelasan diatas maka diperlukannya penelitian tentang prediksi timbulan, gambaran metode pengelolaan, dan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik (*e-waste*) rumah tangga pada wilayah kota Administrasi Jakarta Timur. Penelitian ini dipergunakan sebagai informasi dan pengetahuan mengenai sampah elektronik (*e-waste*) untuk masyarakat. Di sisi lain, maksud penelitian ini untuk dapat memperoleh prediksi jumlah timbulan sampah elektronik (*e-waste*) yang ke depannya dapat dijadikan sebagai dasar atau acuan dalam menyusun rencana untuk menangani sampah elektronik serta mengetahui proses pengelolaannya. Oleh karena itu, peneliti telah melaksanakan penelitian dengan judul Analisis Pengelolaan, Prediksi, dan Nilai Ekonomi Sampah Elektronik Rumah Tangga (*E-Waste*) di Kota Administrasi Jakarta Timur. Beberapa ruang lingkup dan batasan penelitian ini adalah :

- a. Lokasi penelitian adalah wilayah kota Jakarta Timur, yang meliputi kecamatan Pasar Rebo, Ciracas, Cipayung, Makasar, Kramat Jati, Jatinegara, Duren Sawit, Cakung, Pulogadung, dan Matraman.

- b. Lokasi studi yaitu wilayah kota Administrasi Jakarta Timur, yang meliputi kecamatan Duren Sawit, Maksar, Kramat Jati, Pasar Rebo, Ciracas, Pulogadung, Cipayung, Jatinegara, Cakung, dan Matraman.
- c. Hasil prediksi timbulan sampah elektronik dalam hal ini laju timbulan sampah elektronik yang diperoleh pada tahun 2022 dijadikan dasar untuk menghitung estimasi jumlah sampah elektronik pada tahun 2023 - 2032. Selanjutnya di dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan gaya hidup (*lifestyle*) dalam penggunaan barang elektronik.
- d. Barang elektronik yang menjadi fokus dalam kajian adalah AC, *Blender*, DVD/VCD, Handphone, Kipas Angin, Setrika, *Rice Cooker*, Kulkas, Komputer, Lampu, Laptop, Mesin Cuci, *Microwave*, *Mixer*, *Printer*, Pengereng Rambut, Telepon, TV, Radio, dan *Vacum Cleaner*.
- e. Perhitungan estimasi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik yang dimaksud adalah nilai ekonomi yang didasarkan pada jumlah harga setiap komposisi material dari timbulan sampah yang dilakukan pada barang elektronik rumah tangga yang terdiri dari AC, *Blender*, Handphone, Setrika, Kipas Angin, *Rice Cooker*, Kulkas, Komputer, Mesin Cuci, *Microwave*, *Mixer*, Pengereng Rambut, TV, dan *Vacum Cleaner*.
- f. Dalam perhitungan nilai ekonomi daur ulang untuk komponen elektronik digunakan harga terendah berdasarkan survey dari perusahaan pengolah sampah elektronik.
- g. Peraturan yang digunakan dalam studi ini mengacu pada Peraturan Pemerintah nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik.

2 Method



Gambar 1. Bagan Kerangka Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah area di mana penelitian dilaksanakan. Penelitian ini dilaksanakan di Kota Administrasi Jakarta Timur. Lokasi penelitian ini dipilih lantaran Kota Administrasi Jakarta Timur merupakan kota dengan jumlah Rumah Tangga terbanyak yaitu 1.054.124 Kepala Keluarga. Kota Administrasi Jakarta Timur memiliki 10 kecamatan yaitu kecamatan Cipayung, Pasar Rebo, Ciracas, Makasar, Kramat Jati, Jatinegara, Duren Sawit, Cakung, Pulogadung, dan Matraman.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer pada penelitian ini menggunakan metode *Purposive Sampling*. Metode *Purposive Sampling* yang dimaksud adalah metode yang digunakan untuk pengumpulan data primer dalam penelitian ini dimana metode ini menggunakan teknik penentuan sampel dengan konsiderasi tertentu. Konsiderasi dalam penentuan sampel yaitu rumah tinggal yang berlokasi di wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur serta pengisian rumah tinggal disi oleh satu responden. Metode *Purposive Sampling* dilakukan dengan cara membagikan kuisisioner melalui *google form* dengan kriteria responden dengan rumah tinggal yang berada di dalam wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur. Adapun penentuan jumlah sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus slovin. Sedangkan untuk pengumpulan data sekunder dilaksanakan menggunakan metode studi literatur. Rincian data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya data

kependudukan, berat, usia pakai sampah elektronik, dan harga komponen material. Data kependudukan yaitu jumlah Rumah Tangga atau Kepala Keluarga (KK) di lokasi studi yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi DKI Jakarta. Selain itu, studi literatur jurnal terkait data berat sampah elektronik dan usia pakai tiap barang elektronik. Harga komponen material didapatkan dari data Bank Sampah dan Pemanfaat Sampah Elektronik.

Metode Analisis Data

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan perhitungan prediksi jumlah sampah elektronik yang dihasilkan, perhitungan proyeksi penduduk serta estimasi nilai ekonomi dari sampah elektronik dalam 10 tahun kedepan sampai dengan tahun 2032 hal ini didasarkan pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) selanjutnya selama 2 kali berurut-turut sampai dengan tahun 2032 serta nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik.

Analisis Prediksi Timbulan Sampah Elektronik

Persamaan dari Chung,dkk (2011) merupakan formulasi yang digunakan untuk menghitung prediksi timbulan sampah elektronik rumah tangga [9] sebagai berikut:

$$E = \frac{W N}{L}$$

Dimana:

E : Prediksi jumlah sampah elektronik yang dihasilkan (kg/tahun)

N : Jumlah unit elektronik (unit)

L : Usia pakai tiap jenis barang (tahun/unit)

W : Berat tiap jenis sampah elektronik (kg)

Analisis Proyeksi Penduduk

Perhitungan proyeksi penduduk didasarkan pada 3 pilihan metode yang dianalisis sebagai perbandingan diantaranya yaitu metode eksponensial, metode geometrik, dan metode aritmatik. Selanjutnya, perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan menentukan 1 metode dengan konsiderasi tingkat penyimpangan data yang paling kecil atau disebut dengan standar deviasi pada *Backward Projection*. Selain itu juga dilakukan perhitungan *sum of squares error* (SSE) untuk melihat selisih antara nilai perkiraan dan nilai yang sebenarnya. Sehingga perhitungan kenaikan jumlah penduduk dilakukan secara eksponensial. Metode eksponensial merupakan metode dimana dalam sepanjang tahun penambahan penduduk terjadi secara sedikit-sedikit.

Lain halnya dengan metode geometri yaitu metode dengan prakiraan bahwa selama rentang waktu tertentu penambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat (Adioetomo dan Samosir 2010) [7]. Formula yang digunakan adalah metode eksponensial dengan rumus sebagai berikut :

$$P_t = P_0 e^{r t}$$

Dimana :

P_t : Jumlah penduduk pada tahun n

P_0 : Jumlah penduduk pada tahun dasar

r : Pertumbuhan penduduk (%)

t : Waktu dalam tahun (Selisih antara tahun n dengan tahun dasar)

Estimasi Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik (*E-Waste*)

Sesudah mendapatkan prediksi jumlah timbulan sampah elektronik (*e-waste*) dapat dilakukan perhitungan estimasi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik (*e-waste*) rumah tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur. Namun, diperlukan juga data mengenai identifikasi persentase komposisi material pada sampah elektronik. Berdasarkan *Material Flows of the Home Appliances Industry* yang diterbitkan *European Committee of Domestic Equipment Manufacturers*, sampah elektronik yang tergolong ke dalam 13 kategori tersebut diantaranya yaitu AC, kulkas, *household heating & ventilation* (kipas angin), *kitchen appliances* (blender, mixer, rice cooker), *washing machine* (mesin cuci), *microwave*, *personal care* (pengering rambut), *vacuum cleaner*, *other small household* (setrika), *handphone*, TV, lampu, dan komputer. Namun keterangan komposisi material untuk beberapa barang elektronik seperti *handphone*, lampu, TV, dan komputer diambil dari *Agbogbloshe Makerspace Platform* (AMP). Persentase komposisi dari setiap material untuk setiap barang elektronik ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Komposisi Berat Material dalam Sampah Elektronik

Alat Elektronik	Persentase Komposisi Berat Material					
	Plastik	Logam	Eletronik	Kaca	Besi	Lainnya
AC ^a	20,3%	23,9%	2,4%	-	45,1%	8,3%
Fridges (Kulkas) ^a	34,77%	4,6%	1,1%	10,7%	46,2%	2,6%
Kitchen appliances (blender, mixer, rice cooker) ^a	1,89%	3,71%	0,51%	14,4%	73,8%	5,7%
Household heating & ventilation (kipas angin) ^a	5,5%	7,52%	0,82%	1,8%	72,0%	12,4%

Alat Elektronik	Persentase Komposisi Berat Material					
	Plastik	Logam	Eletronik	Kaca	Besi	Lainnya
Washing machine (mesin cuci) ^a	12,52%	5,31%	1,2%	2%	50,3%	28,7%
Microwave ^a	5,99%	13,07%	2,4%	6,4%	67,7%	4,4%
Personal care (pengering rambut) ^a	30,3%	24,38%	1,3%	0,63%	27,4%	16%
Vacuum cleaner ^a	60,7%	8,65%	0.21%	-	16,8%	13,6%
Other small household (setrika) ^a	16,63%	13,25%	0,26%	-	46,4%	23,5%
Handphone ^b	47%	20%	9%	8%	3%	13%
Lampu ^b	21,3%	42,3%	16,0%	15,0%	5,1%	0,32%
TV ^b	25%	18%	1%	20%	26%	10%
Komputer ^b	18%	25%	27%	23%	7%	-

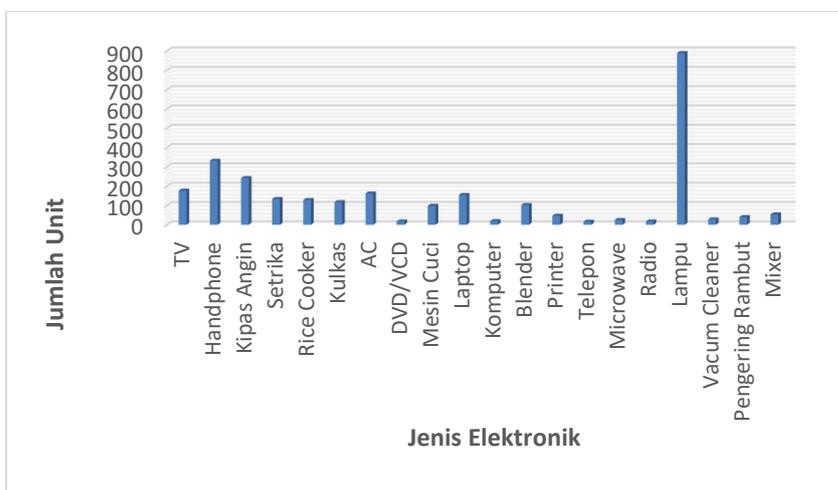
^aEuropean Committee of Domestic Equipment Manufacturers

^bAgboglobshie Makerspace Platform (AMP)

3 Results and Discussion

Prediksi Timbulan Sampah Elektronik (E-Waste)

Sesudah memperoleh jumlah sampel berdasarkan penentuan jumlah sampel. Selanjutnya penyebaran kuisisioner dilakukan kepada responden menggunakan metode *purposive sampling*. Berdasarkan hasil survey dari penyebaran kuisisioner di wilayah studi, diperoleh jumlah dari setiap barang elektronik yang ditunjukkan sebagaimana dibawah ini :



Gambar 2. Rekapitulasi Hasil Sampling Jumlah Barang Elektronik

Gambar 1 menunjukkan data jumlah unit pada setiap jenis barang dan didapatkan 5 barang elektronik yang paling banyak ditemukan pada rumah tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur diantaranya yaitu lampu (889 unit), handphone (332 unit), kipas angin (242 unit), TV (177 unit), dan AC (162 unit). Berdasarkan data jumlah barang elektronik yang didapatkan melalui hasil survey yang telah dilakukan sebelumnya, maka selanjutnya yaitu menghitung estimasi jumlah timbulan sampah elektronik yang dihasilkan oleh masyarakat di wilayah studi dengan jumlah penduduk 3.083.883 jiwa dan 1.054.124 KK pada tahun 2022. Untuk mendapatkan prediksi jumlah sampah elektronik pada tahun 2023 diperlukan beberapa data pendukung lainnya yaitu berat barang elektronik (W) dan usia masa pakai dari barang elektronik tersebut (L). Data W dan L tersebut didapatkan dari hasil penelitian (*literatur*) dengan rincian sebagai berikut

Tabel 2. Nilai Berat dan Masa Pakai Barang Elektronik

Barang Elektronik	W (kg)	L (tahun)
TV ^a	30	5
Handphone ^a	0,1	2
Kipas Angin ^b	7	5,48
Setrika ^a	1	10
Rice Cooker ^a	60	10
Kulkas ^a	35	10
AC ^a	55	12
DVD/VCD ^a	5	5
Mesin Cuci ^a	65	8
Laptop ^b	2,9	4,16
Komputer ^a	25	3
Blender ^b	1	5,96
Printer ^c	8	5
Telepon ^a	1	5
Microwave ^a	15	7
Radio ^a	2	10
Lampu ^d	0,2	3
Vacum Cleaner ^a	10	10
Pengering Rambut ^a	1	10
Mixer ^a	1	5

^aRobbinson, 2009 [9]

^bI Made Wahyu, 2024 [10]

^cUNEP, 2009 [11]

^dAlavi, dkk, 2015 [12]

Penentuan nilai berat dan masa pakai barang elektronik menggunakan acuan dalam penelitian sebelumnya sesuai dengan nilai yang terdapat pada Tabel 2. Perhitungan ini terdapat beberapa kekurangan yaitu perubahan teknologi khususnya modifikasi maupun perkembangan suatu barang elektronik tidak dijadikan faktor dalam melakukan perhitungan ini. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan hasil estimasi timbulan sampah elektronik pada wilayah studi sebesar 49.072.766 kg/tahun atau 46,55 kg/KK.tahun. Rincian perhitungan dari prediksi timbulan ditunjukkan pada lampiran 2. Selanjutnya, penelitian

diteruskan untuk memprediksi jumlah timbulan sampah elektronik sampai dengan tahun 2032. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan untuk memproyeksikan jumlah penduduk sampai dengan tahun 2032. Berdasarkan hasil perhitungan standar deviasi dan SSE didapatkan nilai yang terendah adalah nilai dengan metode eksponensial. Dibawah ini merupakan hasil dari perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode eksponensial, karena metode eksponensial merupakan metode dengan hasil standar deviasi dan SSE yang terkecil. Berikut perhitungan jumlah penduduk pada tahun 2032, adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_o e^{r t}$$

$$P_n = 3.083.883 (2,7182818^{(1,19\% (10))})$$

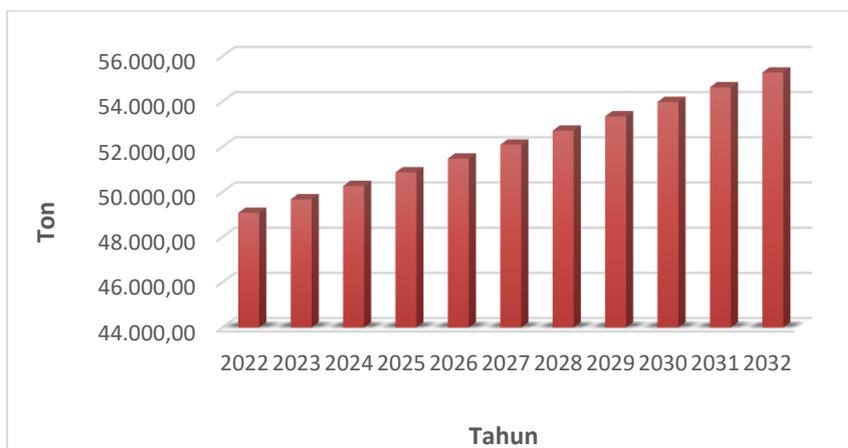
$$P_n = 3.473.418 \text{ jiwa}$$

Dengan diketahuinya prediksi laju timbulan sampah pada tahun 2022 sebesar 46,55 kg/KK.tahun dan jumlah proyeksi penduduk sampai dengan tahun 2032, maka selanjutnya dapat dihitung berapa prediksi jumlah timbulan sampah elektronik dalam rentang 10 tahun kedepan. Tabel 3 dibawah ini menunjukkan proyeksi jumlah penduduk sampai dengan 10 tahun ke depan dari tahun dasar.

Tabel 3. Potensi Sampah Elektronik 2022-2032

Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Proyeksi Penduduk (KK)	Prediksi Timbulan Sampah Elektronik (kg/KK.tahun)	Prediksi Timbulan Sampah Elektronik (kg/tahun)	Prediksi Timbulan Sampah Elektronik (ton/tahun)
2022	3.083.883	1.054.124	46,55	49.069.472	49.069,47
2023	3.120.785	1.066.935		49.665.822	49.665,82
2024	3.158.128	1.079.702		50.260.123	50.260,12
2025	3.195.918	1.092.622		50.861.536	50.861,54
2026	3.234.161	1.105.696		51.470.145	51.470,15
2027	3.272.861	1.118.927		52.086.037	52.086,04
2028	3.312.024	1.132.316		52.709.299	52.709,30
2029	3.351.655	1.145.865		53.340.018	53.340,02
2030	3.391.761	1.159.576		53.978.285	53.978,28
2031	3.432.347	1.173.452		54.624.189	54.624,19
2032	3.473.418	1.187.493	55.277.822	55.277,82	

Dari Tabel 3 diatas didapatkan hasil proyeksi penduduk dalam satuan jiwa dan proyeksi penduduk dalam satuan Kepala Keluarga (KK). Proyeksi Kepala Keluarga (KK) didapatkan dari asumsi rasio perbandingan antara jumlah jiwa dan jumlah KK pada tahun 2022 yaitu sebesar 2,925. Rasio perbandingan ini yang digunakan untuk menghitung jumlah KK terhadap jumlah jiwa dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2032. Pada tahun 2022 didapatkan prediksi laju timbulan sampah elektronik sebesar 46,55 kg/KK.tahun yang digunakan sebagai dasar untuk memprediksi besaran sampah elektronik sampai dengan tahun 2032 dengan tidak mempertimbangkan gaya hidup (*lifestyle*).



Gambar 3. Prediksi Sampah Elektronik 2022 - 2032

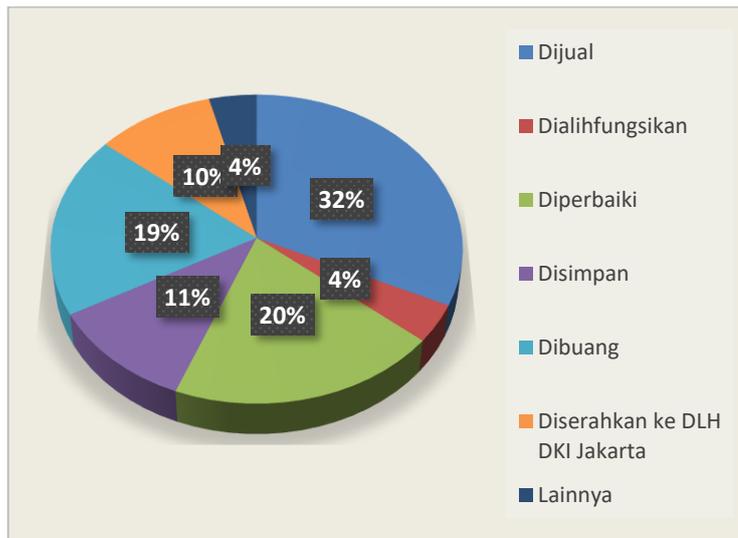
Dari gambar 3 diatas dapat ditinjau bahwa tren prediksi timbulan sampah elektronik akan terus naik seiring dengan bertambahnya penduduk. Jumlah penduduk di wilayah studi pada tahun 2022 berjumlah 3.083.883 jiwa dengan total keluarga sebanyak 1.054.124 KK. Pada tahun 2022, prediksi laju timbulan sampah elektronik sebesar 46,55 kg/KK.tahun. Kemudian dari hasil tersebut dapat diproyeksikan hingga tahun 2032 dengan jumlah penduduk sebanyak 3.473.418 jiwa dengan total kepala keluarga adalah 1.187.493 KK. Sehingga jumlah prediksi timbulan sampah elektronik pada tahun 2032 dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 E_{2032} &= \text{jumlah KK} \times E_{2022} \\
 E_{2032} &= 1.187.493 \times 46,55 \text{ kg/KK.tahun} \\
 E_{2032} &= 55.277.822 \text{ kg/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan timbulan sampah elektronik berdasarkan persamaan Chung dkk (2011), maka didapatkan timbulan sampah elektronik pada tahun 2032 sebesar 55.277.822 kg/tahun. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2032 didapatkan jumlah timbulan sampah elektronik pada tahun 2032 sebesar 55.277.822 kg/tahun. Penelitian dari Herdayuli (2012) juga mendapati hal yang serupa bahwa meningkatnya jumlah penduduk maka meningkat pula jumlah timbulan sampah elektronik yang dihasilkan. Faktor utama yang dapat mempengaruhi peningkatan timbulan sampah elektronik yaitu jumlah penduduk. Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi peningkatan jumlah sampah elektronik diantaranya yaitu tingkat ekonomi masyarakat serta usia pakai produk. Faktor usia pakai produk ini juga

didukung oleh pesatnya berkembang teknologi yang dapat menjadikan barang elektronik dengan cepat dan menghasilkan produk-produk terbaru. *Life cycle* dari produk elektronik ini akan lebih pendek dari produk elektronik yang lama juga memiliki umur ekonomis yang terbatas, dikarenakan perkembangan produk elektronik sehingga produk generasi yang lebih baru akan muncul lagi. Cepat usangnya produk elektronik telah berakibat meningkatnya laju pertumbuhan sampah elektronik di negara berkembang [1]

Metode Pengelolaan Sampah Elektronik



Gambar 4. Gambaran Metode Pengelolaan Sampah Elektronik (*E-Waste*)

Metode pengelolaan sampah elektronik di Kota Administrasi Jakarta Timur diantaranya terdiri dari 32% dijual, 20% diperbaiki, 19% dibuang, 11% disimpan, 10% diserahkan ke DLH DKI Jakarta, dan 4% dialihfungsikan. 32% dari masyarakat di wilayah studi memilih untuk menjual sampah elektronik, hal ini dikarenakan persepsi masyarakat dimana sampah elektronik masih memiliki nilai jual. Namun hal ini perlu menjadi perhatian dikarenakan sampah elektronik tersebut dijual ke sektor informal dimana pengelolaan sampah elektronik tersebut tidak dapat dipastikan pengelolaannya sesuai dengan aturan. Kemudian 20% masyarakat memilih untuk memperbaiki sampah elektronik dikarenakan barang elektronik bukanlah barang yang murah sehingga akan lebih mengeluarkan banyak biaya apabila membeli baru daripada memperbaiki barang elektronik yang telah rusak. Hal ini sejalan dengan apa yang didapati pada penelitian Widyarsana (2010) yang menyatakan *life time* komponen barang elektronik akan meningkat durasi penggunaannya atau *end-of-life* menjadi panjang setelah barang tersebut dilakukan perbaikan (reparasi). Sebesar 11% dari masyarakat di wilayah studi ini memilih untuk menyimpan sampah elektroniknya yang sudah tidak dapat dipergunakan kembali dikarenakan barang elektronik merupakan barang yang tidak murah sehingga apabila dijual kembali harga yang didapatkan lebih rendah daripada saat awal membeli, sehingga beberapa orang memilih tidak mau menjualnya. Sebesar 10% dari masyarakat memilih untuk menyerahkan sampah elektronik tersebut ke Dinas Lingkungan Hidup (DLH) DKI Jakarta dikarenakan DLH DKI Jakarta sudah memiliki program penjemputan sampah elektronik bagi warga DKI Jakarta yang dengan kriteria yaitu memiliki KTP DKI

Jakarta dan berat sampah elektronik minimal 5 kg maka petugas DLH DKI Jakarta akan menjemput sampah elektronik tersebut langsung ke sumber (warga). Hal ini juga sejalan dengan jumlah pemohon penjemputan sampah elektronik yang masih sangat rendah di wilayah DKI Jakarta yaitu sekitar 204 pemohon pada tahun 2022. Melihat dari rendahnya persentase masyarakat yang memiliki *awareness* untuk menyerahkan sampah elektronik tersebut ke instansi lingkungan hidup maka diperlukan adanya strategi khusus kepada masyarakat untuk meningkatkan pemahaman tentang bahaya kandungan B3 di dalam sampah elektronik yang dihasilkannya.

Estimasi Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik (E-Waste)

Nilai ekonomi daur ulang dapat diperoleh dari data timbulan sampah elektronik dan persentase berat komposisi dari setiap jenis sampah elektronik sehingga dapat dilakukan perhitungan jumlah berat komponen pada setiap jenis sampah elektronik pada tahun 2022. Setelah itu, estimasi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik dapat dicari dengan mengalikan jumlah berat masing-masing komponen dan jumlah harga per komponen. Komponen yang dimaksud yaitu plastik, logam, elektronik, kaca, dan besi. Dikecualikan untuk harga komponen elektronik dengan nilai Rp 300 merupakan harga terendah yang didapatkan dari suvey pada perusahaan pengolah sampah elektronik. Sedangkan harga untuk komponen lainnya didapatkan dari Bank Sampah Suka Resik Jakarta Timur. Berkaitan dengan harga tersebut, rinciannya ditunjukkan pada Tabel 4.

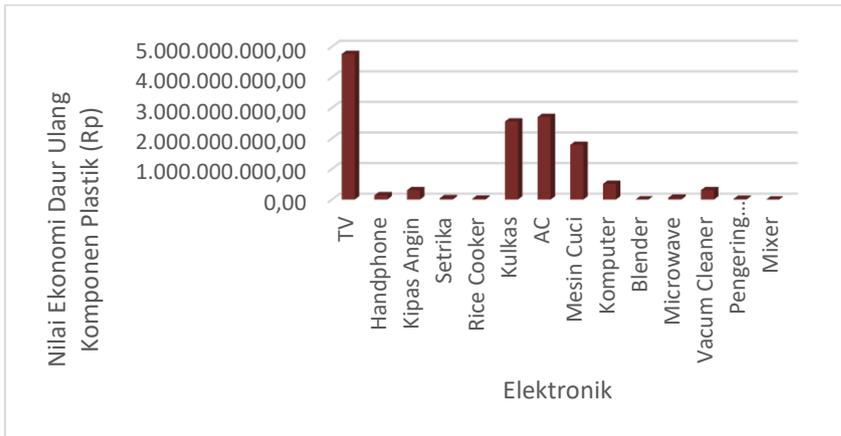
Tabel 4. Daftar Harga Komponen Daur Ulang Sampah Elektronik

No.	Kategori	Harga Per Satuan Berat (Rp/kg)
1	Plastik ^a	Rp. 1.700
2	Logam ^a	Rp. 45.000
3	Elektronik ^b	Rp. 300
4	Kaca ^a	Rp. 150
5	Besi ^a	Rp. 2.300

^aBank Sampah Suka Resik Jakarta Timur

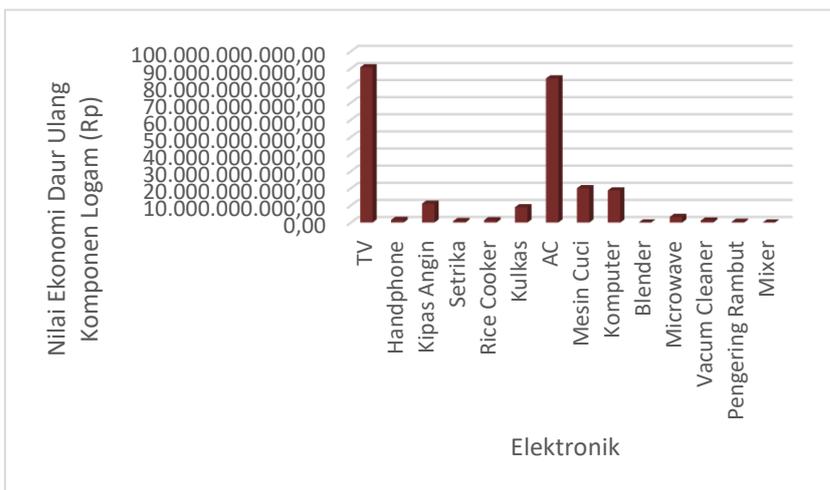
^bPT Citra Asia Raya

Pada penelitian ini terdapat beberapa kekurangan yaitu bahwa harga satuan ini merupakan harga yang didapatkan pada saat tahun penelitian dilakukan yaitu tahun 2023 dengan tidak mempertimbangkan kemungkinan perubahan harga yang terjadi serta komposisi material yang dipilih berdasarkan acuan yang ada pada metode analisis data. Dibawah ini merupakan berbagai grafik yang menunjukkan besaran estimasi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik yang tertera pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 9 :



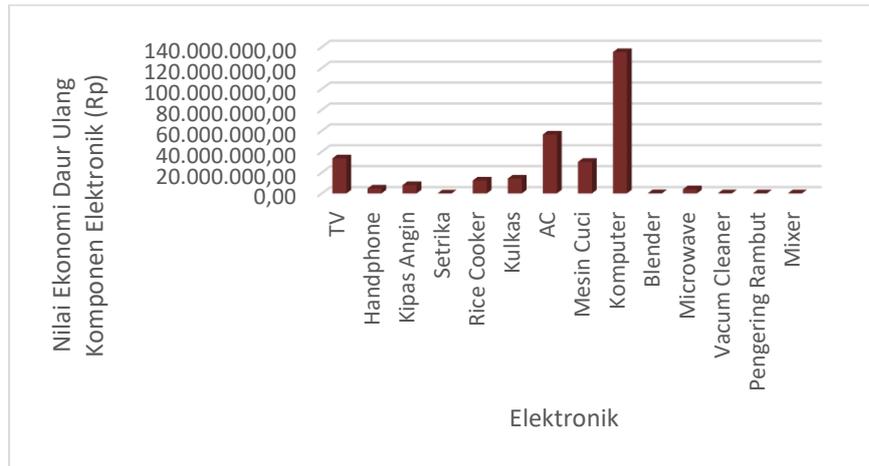
Gambar 5. Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik dari Komponen Plastik Tahun 2022

Gambar 5 menunjukkan hasil perhitungan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik untuk komponen plastik. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jenis sampah elektronik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling besar untuk komponen plastik adalah TV sebesar Rp. 4.757.788.674. Hal ini dipengaruhi oleh sampah elektronik TV mempunyai berat yang paling tinggi dengan besaran 2.798.699,22 kg.



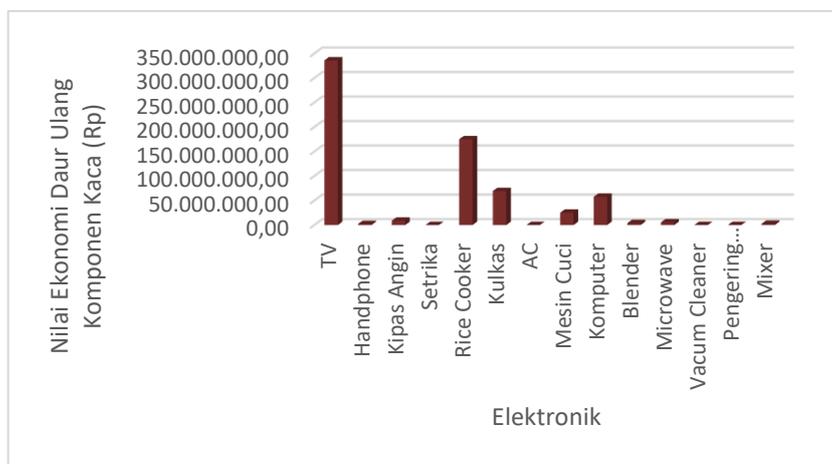
Gambar 6. Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik dari Komponen Logam Tahun 2022

Gambar 6 menunjukkan hasil perhitungan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik untuk komponen logam. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jenis sampah elektronik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling besar untuk komponen logam adalah TV dan AC sebesar Rp. 90.677.854.728 dan Rp. 84.177.994.379. Hal ini dipengaruhi oleh sampah elektronik TV dan AC mempunyai berat yang paling tinggi dengan besaran 11.194.797 kg dan 1.870.662,10 kg.



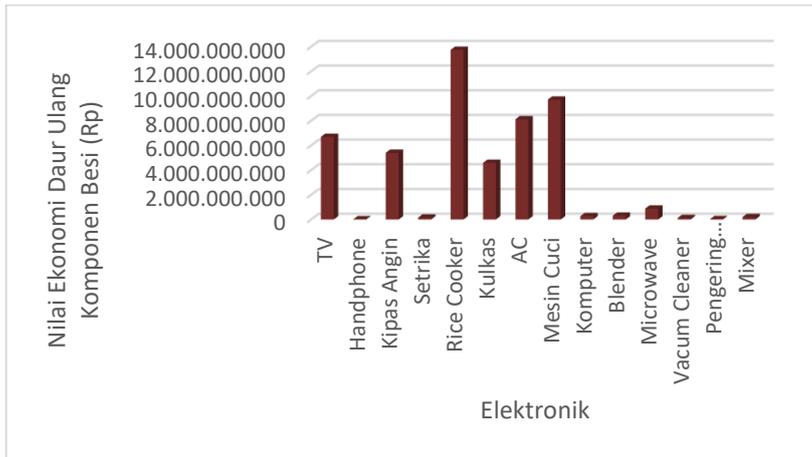
Gambar 7. Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik dari Komponen Elektronik Tahun 2022

Gambar 7 menunjukkan hasil perhitungan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik untuk komponen elektronik. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jenis sampah elektronik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling besar untuk komponen elektronik adalah komputer sebesar Rp. 135.191.403. Hal ini dipengaruhi oleh sampah elektronik komputer mempunyai berat yang paling tinggi dengan besaran 450.638,01 kg.



Gambar 8. Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik dari Komponen Kaca Tahun 2022

Gambar 8 menunjukkan hasil perhitungan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik untuk komponen kaca. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jenis sampah elektronik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling besar untuk komponen kaca adalah TV sebesar Rp. 335.843.906 Hal ini dipengaruhi oleh sampah elektronik kaca mempunyai berat yang paling tinggi dengan besaran 2.238.959,38 kg.



Gambar 9. Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik dari Komponen Besi Tahun 2022

Gambar 9 menunjukkan hasil perhitungan nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik untuk komponen besi. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jenis sampah elektronik yang memiliki nilai ekonomi daur ulang paling besar untuk komponen besi adalah *rice cooker* sebesar Rp. 13.741.594.196. Hal ini dipengaruhi oleh sampah elektronik *rice cooker* mempunyai berat yang paling tinggi dengan sebesar 5.974.606,17 kg. Berdasarkan perhitungan nilai potensi ekonomi daur ulang sampah elektronik (*e-waste*) di wilayah Kota Administrasi Jakarta Timur didapatkan hasil sebesar Rp 306.778.702.990. Sampah elektronik dengan estimasi nilai potensi ekonomi daur ulang paling besar yaitu TV sebesar Rp 102.499.560.233 selanjutnya diikuti oleh AC dan mesin cuci masing-masing dengan Rp 95.054.213.903 dan Rp31.608.436.256. Berdasarkan estimasi nilai ekonomi sampah elektronik ini dapat disimpulkan bahwa sampah elektronik merupakan sampah yang memiliki komponen berharga dengan total nilai ekonomi yang dapat diperhitungkan dalam pengelolaan *circular economy*. Namun estimasi pendapatan tersebut harus diiringi dengan penerapan dan pengelolaan sampah elektronik yang benar dan sesuai dengan aturan. Selain itu perlu dibentuk regulasi terkait kerja sama antara sektor informal dan sektor formal dalam hal ini Pemerintah Daerah mengingat berdasarkan hasil survey masih banyak masyarakat yang menjual sampah elektronik tersebut ke sektor informal. Tentu hal ini menjadi fokus yang perlu didalami dikarenakan sektor informal menjadi sektor dengan keterlibatan yang cukup besar dalam pengelolaan sampah elektronik. Pengelolaan sampah elektronik dari hulu ke hilir dapat melibatkan berbagai stakeholders seperti masyarakat, swasta, perusahaan pengolah sampah elektronik, bank sampah, dan lainnya. Daur ulang sampah elektronik per komponen merupakan salah satu bentuk pengelolaan sampah elektronik yang konsep nya dapat terintegrasi dengan bank sampah. Namun, proses *dismantle* (pembongkaran) untuk memisahkan komponen sesuai dengan kategorinya memerlukan *storage* khusus dimana spesifikasi tempat nya serta memerlukan pemenuhan Izin Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sesuai dengan peraturan yang berlaku.

4 Conclusions

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa simpulan diantaranya yaitu Prediksi jumlah timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur sebesar 46,55

kg/KK.tahun. Pada tahun 2023 sebesar 49.665.822 kg/tahun dan terus bertambah dalam interval waktu 10 tahun ke depan sampai dengan tahun 2032 sebesar 55.277.821 kg/tahun. Metode pengelolaan sampah elektronik rumah tangga yang dilaksanakan oleh masyarakat di Kota Administrasi Jakarta Timur yaitu sebesar 32% dijual, 20% diperbaiki, 19% dibuang, 11% disimpan, 10% diserahkan ke DLH DKI Jakarta, dan 4% dialihfungsikan. Estimasi nilai potensi ekonomi daur ulang sampah elektronik rumah tangga di Kota Administrasi Jakarta Timur sebesar Rp 306.778.702.990 dengan nilai potensi ekonomi daur ulang paling besar ada pada sampah elektronik TV sebesar Rp 102.499.560.233 selanjutnya diikuti oleh AC dan mesin cuci masing-masing dengan Rp 95.054.213.903 dan Rp31.608.436.256. Adapun saran-saran yang dapat disampaikan yaitu Perlu adanya peran yang lebih dari Pemerintah Daerah mengingat sudah adanya program penjemputan sampah elektronik namun persentase masyarakat yang terlibat dalam program masih rendah serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai skema pembiayaan pengelolaan sampah elektronik dari hulu ke hilir. Peran yang dapat dilakukan diantaranya yaitu edukasi dan sosialisasi yang lebih intensif kepada masyarakat, penerapan *creative financing* dalam pengelolaan sampah elektronik, kolaborasi yang lebih aktif dengan *stakeholders* dalam pengelolaan sampah elektronik.

5 Acknowledgement

Dalam penyusunan jurnal ini, saya mengucapkan terima kasih kepada Bu Yunita Ismail atas bimbingannya untuk menyelesaikan jurnal ini. Dan Juga, kepada semua dosen – dosen serta teman-teman dari Teknik Lingkungan President University. Selain itu, terima kasih untuk semua penulis atas referensi ini untuk semua informasi. Jurnal ini jauh dari kata sempurna, namun diharapkan bermanfaat tidak hanya untuk saya sebagai peneliti tetapi juga untuk para pembaca.

6 References

- [1] Herdiani, dkk. 2019. Identifikasi Penanganan Kembali Produk Elektronik Rumah Tangga. Jurnal Metris 20 hal 121-130
- [2] Chatterjee, S., Kumar, K. 2009. Effective Electronic Waste Management and Recycling Process Involving Formal and Non-Formal Sectors. International Journal of Physical Sciences, Vol 4 (13), p. 893-905
- [3] Gaidajis, G., Angelakoglou, K., Aktsoğlu. 2010. E-waste: Environmental Problems and Current Management. Journal of Engineering Science and Technology Review, Vol 3 (1), p. 193-199
- [4] Indonesia. 2020. *Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik*. Jakarta
- [5] Wahyono, Sri. 2012. Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik Dalam Lingkup Global dan Lokal. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- [6] Chung, S., Lau, K., Zhang, C. 2011. "Generation of and Control Measure for E-Waste in Hongkong". Waste Management 31, 544-554.
- [7] Adieotomo, S & O.B. Samosir .2010. Dasar-Dasar Demografi edisi 2. salemba Empat, Jakarta

- [8] European Committee of Domestic Equipment Manufacturers. 2017. "Material Flow of the Home Appliances Industry". United Nations University.
- [9] Robinson, B.H., 2009. E-waste: an assessment of global production and environmental impacts. *Science of Total Environment* 408, 183–191
- [10] Widjarsana, I Made Wahyu., Nurdiani, Dinda Annisa. 2024. Identification of Electronic Waste (E-Waste) generation from the household and nonhousehold sectors in Indonesia and its sustainable management system. *E3S Web of Conferences* 485, 05006 (2024)
- [11] United Nations Environment Programme (2009). *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies: Recycling - From E-Waste to Resources*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/33112>.
- [12] Nadali Alavi, Mohammad Shirmardi, Aliakbar Babaei, Afshin Takdastan & Nastaran Bagheri (2015) Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz