TA/TL/2019/1138

TUGAS AKHIR

STUDI PENGELOLAAN SAMPAH ELEKTRONIK (*E-WASTE*) RUMAH TANGGA DI KOTA YOGYAKARTA BAGIAN SELATAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

ARSY ANASTASYA RAHMADANI
13513185

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2019

TUGAS AKHIR

STUDI PENGELOLAAN SAMPAH ELEKTRONIK (*E-WASTE*) RUMAH TANGGA DI KOTA YOGYAKARTA BAGIAN SELATAN

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

ARSY ANASTASYA RAHMADANI
13513185

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Qorry Nugrahayu, S.T.,M.T.
NIK. 155131303
Tanggal: 19/9/2019

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D
NIK. 025100406
Tanggal: 29-9-2019

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PENGELOLAAN SAMPAH ELEKTRONIK (*E-WASTE*) RUMAH TANGGA DI KOTA YOGYAKARTA BAGIAN SELATAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari :
Tangggal :

Disusun Oleh:

ARSY ANASTASYA RAHMADANI
13513185

Tim Penguji :

Qorry Nugrahayu, S.T., M.T ( )

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D ( )

Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M. Si ( )

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sangsi lainnya sesuaidengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 11 September 2019

Yang membuat pernyataan,

Arsy Anastasya Rahmadani

NIM: 13513185

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah dan inayah-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penyusunan tugas akhir dengan judul **"Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (*E-Waste*) Rumah Tangga Di Kota Yogyakarta Bagian Selatan"** ini dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak sehingga perkenankan penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar yang selalu mendoakan yang terbaik serta memberikan dukungan baik secara material maupun non-material
2. Bapak Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Qorry Nugrahayu S.T., M.T selaku dosen pembimbing sekaligus koordinator Tugas Akhir.
4. Teman-teman seperjuangan tugas akhir, Anggola Pralaya dan Fauzan Hidayat yang dalam penyusunan tugas akhir selalu saling membantu dalam tugas akhir ini.
5. Ibu Dewi Maharni dan Ibu Rr Indahria Sulistyarini yang telah banyak membantu secara psikis, meyakinkan bahwa saya mampu.
6. Almaika Riandraswari, Andiny Widya Utari, Lisa Gustia Norma Mungkari, Sofiati Mukrimah dan Yosi Mutiara Pertiwi sahabat dari awal perkualihan yang selalu mendukung dan terus menyemangati selalu ada baik senang maupun susah. Terimakasih banyak atas dukungannya!
7. Sahabat-sahabat di kost-kostan, Ika Bayu Kartikasari, Nisa Havidza, Zhia Zhia Intan, Filasavita Prasasti Iswara, Leadita Rizqi, Eka Rachma, Eka Juliani, Revita Hendriati, Astri Anindita, yang terus menyemangati dan selalu ada baik dikala senang maupun sedih.
8. Sahabat-sahabat terdekat lainnya, sahabat Oposisi, Hartiwi, Ulfa Nur Hanifah, Ismy Ikhwan Fadlullah, Muhammad Triansyah, Adi Nugroho dan Rendy Prasetyo terima kasih telah atas bantuan dan dukungan semangatnya selama ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu.

Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun para pembacanya.

Yogyakarta, 11 September 2019

Arsy Anastasya Rahmadani

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN xi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 2
1.3. Tujuan Penelitian 2
1.4. Manfaat Penelitian 3
1.5. Asumsi Penelitian 3
1.6. Ruang Lingkup Penelitian 3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) 5
2.2. Limbah Elektronik 5
2.3 Penelitian Terdahulu 7
BAB III METODE PENELITIAN 11
3.1. Kerangka Penelitian 11
3.2. Lokasi Penelitian 12
3.3. Studi Literatur 12
3.4. Metode Pengumpulan Data 12
3.5. Metode Pengolahan Data 14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 19
4.1. Timbulan dan Potensi Timbulan Limbah Elektronik (E-Waste) 19
4.2. Metode Pengelolaan Limbah Elektronik 25
4.3. Potensi Nilai Ekonomi Daur Ulang Limbah Elektronik (E-Waste) 26
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 33
5.1. Simpulan 33
5.2. Saran 33
DAFTAR PUSTAKA 35
LAMPIRAN 37
RIWAYAT HIDUP 49

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

ABSTRAK

ARSY ANASTASYA RAHMADANI. Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) Rumah Tangga Di Kota Yogyakarta Bagian Selatan. Dibimbing oleh QORRY NUGRAHAYU

Sampah elektronik merupakan sampah yang pertumbuhannya tercepat, tumbuh sekitar 3-5 persen per tahun atau sekitar tiga kali lebih cepat dari timbulan sampah rumah tangga lainnya. Dengan berkembangnya teknologi dan informasi membuat penggunaan elektronik pada masyarakat pun terus meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah estimasi timbulan sampah elektronik pada rumah tangga, metode pengelolaan yang telah dilakukan masyarakat serta nilai potensi ekonomi daur ulang dari sampah elektronik. Penelitian dilakukan di Kota Yogyakarta bagian selatan yang meliputi 7 kecamatan dengan jumlah penduduk sebesar 232.605 jiwa. Penelitian ini menggunakan metode *random sampling* berdasarkan SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan dengan jumlah responden 49 responden. Hasil penelitian didapatkan estimasi jumlah timbulan sampah elektronik sebesar 20,18 kg.KK/tahun. Jumlah timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan pada tahun 2018 terdapat 939 ton/tahun hingga tahun 2025 terdapat terdapat 1028 ton hal terus menerus meningkat dari tahun ketahun. Metode yang dilakukan masyarakat untuk pengelolaan sampah elektronik rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan adalah sebesar 41% diperbaiki, 29% dijual kembali, 16% disimpan dan 6% dibuang. Hasil dari analisis potensi ekonomi untuk sampah elektronik adalah sebesar Rp 2.601.986.557.

Kata kunci: e-waste, kota Yogyakarta bagian selatan, pengelolaan e-waste

ABSTRACT

ARSY ANASTASYA RAHMADANI. Study of Households Electronic Waste Management in Southern Area of Yogyakarta City. *Supervised by QORRY NUGRAHAYU*

Electronic waste is rapid growth waste, around 3-5 percent per year or three times faster than others domestic waste generation. Technology and information development caused electronic used in society raised. This research aims to obtain estimation of electronic waste generation in household, management system that society had been done, and economic value potential of electronic waste recycle. This research was held in south area of Yogyakarta City which consist of 7 sub-districts with total 232.605 population. This research used random sampling method based on SNI 19-3694-1994 about Metode Pengambilan dan Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan with 49 respondents. The result shows estimation of electronic waste generation was around 20,18 kg.KK/year. There were 939 ton/year household electronic waste in south area of Yogyakarta City in 2018; 1028 ton in 2025 and will raise by every year.Method that was used by society to manage household electronic waste in south area of Yogyakarta City were repaired by 41%; resold by 29%; saved by 16% and dumped by 6%. The result from economic potential analysis showed electronic waste valued Rp2.601.986.557.

Keywords:*e-waste, management of e-waste, Southern area of Yogyakarta City*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi semakin meningkat pula penggunaan barang-barang elektronik dalam mendukung aktivitas sehari-hari manusia. Industri elektronik semakin hari semakin berlomba-lomba dalam mengeluarkan beragam produk yang menarik dalam waktu yang berdekatan sehingga hal ini mempermudah masyarakat untuk mengganti barang terbaru. Akibatnya barang yang terganti yang seharusnya masih layak pakai memiliki masa pakai yang lebih pendek sehingga dapat berakhir menjadi limbah atau dibuang. Sampah elektronik menjadi salah satu aliran sampah dengan pertumbuhan tercepat di dunia baik dari segi kuantitas dan toksisitas serta tumbuh pada tingkat 3-5 persen per tahun atau sekitar tiga kali lebih cepat dari timbulan sampah rumah tangga yang normal (Schwarzer dkk., 2005).

Dalam penelitian Hanafi (2011) menyatakan, di Indonesia pada tahun 2007 diproduksi lebih dari 3 milyar unit peralatan elektronik rumah tangga dan perlengkapan IT seperti televisi, *handphone* dan komputer. Pada tahun yang sama, konsumsi tahunan televisi mencapai 4,3 juta unit sementara kulkas mencapai 2,1 juta unit dan AC dan mesin cuci masing-masing mencapai 900.000 unit. Indonesia adalah sebagai salah satu konsumen terbesar dari peralatan elektronik rumah tangga di Asia. Dari data tersebut dapat dibayangkan pada tahun tahun mendatang di Indonesia akan mengalami *booming* sampah elektronik (*e waste)*. Data ini juga belum termasuk jumlah sampah elektronik (*e waste)* yang masuk ke Indonesia dari negara maju secara illegal.

Di Indonesia, sampah elektronik (e-waste) digolongkan kedalam limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan mengacu pada Peraturan Pemerintah nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya karena kandungan yang ada didalamnya. Namun peraturan ini hanya mengatur secara umum dan tidak mengatur secara spesifik definisi, kriteria maupun alur pengelolaan limbah elektronik. Penggolongan ini dikarenakan kandungan dalam sampah elektronik contohnya berupa logam berat seperti kadmium, kromium, timbal, merkuri, nikel, selenium, dan logam berat lainnya. Logam berat dan senyawa-senyawa yang ada didalam sampah elektronik dapat membahayakan kesehatan karena bersifat racun, karsinogenik (menyebabkan kanker) dan mutagenic (menyebabkan cacat bawaan). Kesadaran masyarakat akan permasalahan sampah elektronik (*e-waste)* di Indonesia relatif masih tertinggal. Tahun 2017 pemerintah mengeluarkan peraturan melalui Perpres no. 97 tahun 2017 tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, melalui peraturan ini direncanakan untuk mengurangi 30% sampah dari sumbernya, memproses dan mengelolah 70% sampah agar tidak menumpuk dan dengan kebijakan ini diharapkan pada tahun 2025 dapat terealisasikan Indonesia Bebas Sampah.

Kota Yogyakarta menyimpan berbagai fenomena kehidupan dan keunikan tersendiri. Kota Yogyakarta dikenal sebagai kota pendidikan, kebudayaan, tujuan pariwisata dan berbagai keunikan kota Yogyakarta yang menarik. Dalam perkembangannya, daerah-daerah di Kota Yogyakarta banyak berubah dari penamaannya, seperti pada tahun 1950an daerah Prawirataman menjadi sentra batik seperti daerah sekitarnya seperti Mantrijeron dan Kotagede. Pada masa sekarang daerah Prawirotaman lebih dikenal dengan kampung turis karena banyak terdapat hotel dan jasa penginapan. Prawirataman, Mantrijeron dan Kotagede merupakan beberapa daerah yang terletak di bagian selatan kota Yogyakarta. Dikenal dengan kota pendidikan, kebudayaan dan tujuan pariwisata membuat laju pertumbuhan penduduk cukup tinggi dari para pendatang yang berasal dari berbagai wilayah yang berdampak kepada tingginya kepadatan penduduk. Perubahan tersebut tidak saja apa yang tampak dari bentuk fisik kota dan masyarakatnya, tetapi juga lebih jauh lagi adalah perubahan sikap dan perilaku masyarakatnya. Pada tahun 1990-an muncul fenomena mall. Pola kehidupan masyarakat berubah menjadi cenderung konsumtif (Khotifah, 2013).

Berdasarkan pada data laporan Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Kota Yogyakarta, timbulan sampah kota Yogyakarta dalam tiga tahun yaitu di tahun 2015, 2016, dan 2017 masing masing sebanyak 236,3 ton/hari, 274,9 ton/tahun, dan 274,9 ton/hari. Dari jumlah sampah yang ada hampir 80% adalah sampah yang berasal dari rumah tangga, akan tetapi belum ada data yang spesifik yang menyebutkan tentang jumlah limbah elektronik dalam jumlah tersebut.

Berdasarkan uraian diatas maka diperlukan penelitian mengenai jumlah dan potensi serta bentuk pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) dari sektor rumah tangga khususnya pada wilayah kota Yogyakarta bagian selatan. Selain untuk menjadi informasi sampah elektronik (*e-waste)* bagi masyarakat, hal ini bertujuan agar mendapatkan angka jumlah dan potensi timbulan sampah elektronik (e-waste) sehingga dapat diperkirakan hal apa yang dapat dilakukan kedepan untuk menaggulangi sampah serta mengetahui proses pengelolaannya.

1.2.Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat disusun untuk penelitian ini adalah :

1. Berapa jumlah timbulan sampah elektronik yang berasal dari rumah tangga *(e-waste)* di Kota Yogyakarta bagian selatan pada tahun 2018 hingga tahun 2025?
2. Bagaimana metode pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) yang telah dilakukan oleh masyarakat?
3. Berapa potensi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik (*e-waste*) rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan?

1.3.Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan jumlah timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Kabupaten Sleman pada tahun 2018 hingga tahun 2025..

2. Mendapatkan metode pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) yang telah dilakukan oleh masyarakat
3. Mendapatkan nilai potensi ekonomi daur ulang sampah elektronik *(e-waste)* rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan

1.4.Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan diperoleh adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi bagi masyarakat tentang sampah elektronik (*e-waste*)
2. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya
3. Sebagai bahan informasi dan pertimbangan untuk pemerintah kota Yogyakarta mengenai sampah elektronik (*e-waste*)

1.5.Asumsi Penelitian

Penelitian ini mencari jumlah timbulan sampah elektronik yang dihasilkan oleh masyarakat kota Yogyakarta bagian selatan dalam satu tahun, yaitu tahun 2018 serta memproyeksikan hasil tersebut untuk 7 tahun kedepan yaitu tahun 2025. Kenaikan jumlah penduduk setiap tahun dapat dipastikan juga akan menaikan jumlah sampah elektronik yang dihasilkan pada lokasi ini. Hal ini sangat bisa terjadi karena faktor dari masa pakai benda serta bermunculannya secara cepat elektronik elektronik terbaru yang mendorong masyarakat untuk membelinya. Keterbatasan pengetahuan dan aturan, membuat limbah elektronik terkadang dibuang bersamaan dengan limbah padat lainnya ke tempat pembuangan akhir (TPA) tetapi membuang bukan satu satunya cara, adapun cara lain yaitu menjualnya kepada pengepul rongsokan.

1.6.Ruang Lingkup Penelitian

Batasan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian adalah wilayah kota Yogyakarta bagian selatan, yang meliputi kecamatan Pakualaman, Gondomanan, Kraton, Mantrijeron, Mergangsan, Umbulharjo dan Kotagede.
2. Timbulan sampah elektronik pada tahun 2018 digunakan untuk mengestimasikan jumlah sampah elektronik pada tahun 2019 – 2025. Perhitungan timbulan limbah elektronik diasumsikan rata-rata usia pakai barang elektronik dan estimasi jumlah sampah elektronik per orang tetap untuk tahun selanjutnya dan tidak memperhatikan gaya hidup (*lifestyle*).
3. Perhitungan potensi nilai ekonomi daur ulang dilakukan untuk alat-alat elektronik yang sangat sering ditemui rumah tangga. Untuk perhitungan potensi nilai ekonomi lampu tidak didasarkan pada komposisi material tetapi dihitung satuan (per unit).
4. Peraturan yang digunakan dalam studi ini mengacu pada Peraturan Pemerintah nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disebut Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3. Karakteristik dari limbah B3 sendiri ada 6, yaitu: mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif, dan/atau beracun.

Disebutkan juga dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun bahwa limbah dibagi kedalam 3 jenis sesuai dengan uji karakteristik untuk mengidentifikasi limbah, yaitu : limbah B3 kategori 1, limbah B3 kategori 2 dan limbah non B3. Setiap Orang yang menghasilkan Limbah B3 wajib melakukan Pengelolaan Limbah B3 yang dihasilkannya. Memiliki sifat karakteristik yang berbahaya, penanganan untuk limbah B3 memiliki pengelolaan secara khusus agar tidak semakin membahayakan lingkungan. Pengelolaan Limbah B3 meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan.

Pengurangan limbah B3 dimaksudkan agar limbah B3 yang dihasilkan sedikit mungkin bahkan diusahakan nol (0), dengan cara antara lain :

1. Reduksi pada sumbernya dengan pengolahan awal bahan baku,
2. Subtitusi bahan yang berpotensi menghasilkan limbah B3
3. Optimalisasi operasi proses yang tepat dan
4. Teknologi bersih.

Menurut Setiyono (2002) penerapan sistem pengolahan limbah harus sesuai dengan karakteristik dan jenis dari limbah yang akan diolah dengan mempertimbangkan 5 hal sebagai berikut :

1. Biaya pengolahan murah,
2. Pengoperasian dan perawatan alat murah,
3. Harga alat murah dan tersedia suku cadang,
4. Keperluan lahan relatif kecil,
5. Bisa mengatasi permasalahan limbah/sampah yang dihadapi tanpa menimbulkan efek samping terhadap lingkungan.

1.2 Limbah Elektronik

Berdasarkan *Basel Action Network*, yang dimaksud dengan *e-waste* adalah semua benda yang termasuk dalam berbagai macam perangkat elektronik dan

pengembangannya mulai dari peralatan elektronik rumah tangga yang besar seperti lemari es, pendingin ruangan, ponsel, *stereo system*, dan perangkat elektronik konsumtif lainnya, sampai komputer yang dibuang oleh pemiliknya (Gaidajis, 2010). Limbah elektronik didefinisikan sebagai campuran limbah kompleks antara zat berbahaya dan zat tidak berbahaya, yang membutuhkan pemisahan, pengumpulan, transportasi, pengolahan dan pembuangan.

Dari berbagai sumber definisi limbah elektronik begitu luas sehingga dalam buku The Global E-waste Monitor – 2017 dari *United Nations University* limbah elektronik dapat mencakup enam kategori besar limbah :

1. Peralatan pertukaran suhu, biasa disebut juga dengan alat pendingin dan pembekuan, peralatan yang termasuk adalah lemari es, *freezer*, pendingin udara, dan sebagainya
2. Layar monitor, peralatan yang termasuk adalah televisi, monitor, laptop, motebook, tablet, dan sebagainya
3. Lampu, peralatan yang termasuk adalah neon lampu, lampu debit intensitas tinggi, LED, dan sebagainya
4. Peralatan besar seperti mesin cuci, pengering pakaian, mesin cuci piring, kompor listrik, mesin percetakan besar, peralatan penyalinan, dan sebagainya.
5. Peralatan kecil seperti penyedot debu, microwave, pemanggang roti, ketel listrik, alat cukur listrik, kamera, dan sebagainya
6. Alat teknologi dan peralatan telekomunikasi seperti ponsel, GPS, computer pribadi, printer, telepon, dan sebagainya.

Permasalahan *e-waste* menjadi permasalahan yang krusial, baik di negara maju maupun negara berkembang. Negara maju sebagai penghasil *e-waste* terbesar, tidak bisa mendaur ulang *e-waste* dengan baik, karena besarnya biaya untuk hal tersebut, yaitu menyangkut teknologi daur ulang, biaya pekerja serta ketatnya kebijakan lingkungan. Sehingga tidak ada pilihan lain selain membuang *e-waste* tersebut ke negara berkembang, *e-waste* di negara barat diekspor ke negara berkembang seperti Cina dan India dalam jumlah besar dan secara ilegal untuk didaur ulang (Chatterjee, 2009). Menurut Widmer,dkk (2005) *e-waste* juga menghasilkan dan mengandung bahan yang didalamnya yang terdiri dari bahan beracun dan bahan berharga. Kandungan bahan berharga didalamnya adalah besi, tembaga, aluminium,emas danlogamlainnya dalam *e-waste*. Berdasarkan hasil survei di Macau, Cina, jumlah *e-waste* yang berasal dari rumah tangga memiliki peran besar dalam menghasilkan *e-waste*, yaitu sekitar 80% dari total *e-waste* yang dihasilkan di Macau. Pada tahun 2010, jumlah *e-waste* di Macau mencapai 9.000 ton. Menurut penelitian dari *United NationsUniversity* (2017) untuk skala global diperkirakan sampah elektronik (*e-waste*) pada tahun 2018 akan terus bertambah 49,8 juta ton dengan tingkat pertumbuhan sebesar 4% - 5%.

Beberapa negara maju telah menerapkan tersendiri bagi pengelolaan limbah elektronik. Di Amerika Serikat untuk Peraturan limbah elektronik di Amerika Serikat tercantum dalam peraturan EPA-HQ-RCRA2004-0012, yaitu *Hazardous Waste Management System; Modification of the Hazardous Waste Program; Cathode Ray Tubes; Final Rule*. Peraturan ini diusulkan pada tanggal 12 Juni 2002, namun baru diterapkan pada tanggal 29 Januari tahun 2007. Berdasarkan peraturan tersebut, salah satu jenis limbah elektronik yang dikelola di Amerika Serikat adalah yang memiliki komponen PCB dan CRT.

Limbah elektronik yang dihasilkan di Amerika Serikat berasal dari pabrik, rumah tangga, sektor bisnis, fasilitas umum, dan hasil impor. Keseluruhan limbah elektronik yang berasal dari sumber-sumber tersebut disalurkan ke perantara untuk didaur-ulang, dibuang ke landfill, atau diekspor. Dengan adanya kebijakan *Extended Producer Responsibility* (EPR), pengelolaan limbah elektronik berkembang dengan melibatkan pemerintah federal, pemerintah negara bagian, pemerintah lokal, pendaur-ulang swasta, dan organisasi non profit. *Extended Producer Responsibility* (EPR) adalah sistem dimana pihak produsen bertanggung jawab terhadap tidak hanya pada kondisi produk alat elektronik yang telah dibeli oleh konsumen, melainkan juga hingga produk tersebut menjadi limbah. Pada sistem EPR berlaku sistem pembayaran biaya pengambilan dan daur ulang alat elektronik bekas yang dikenai oleh konsumen (Bouvier, 2011)

Untuk negara di Eropa, telah menggunakan istilah e-waste terlebih dahulu. Seperti contohnya di negara Swiss diatur *dalam Swiss Federal Office for the Environment (FOEN)*, dengan membuat kebijakan *Ordinance on The Return, the Taking Back and the Disposal of Electrical and Electronic Equipment (ORDEE)*. Bagian kedua dalam peraturan ORDEE mengatur tentang sistem take back dan pembuangan limbah elektronik pada tahun 1998 dengan mekanisme sistem take back oleh produsen dan pedagang. Di Swiss sendiri terdapat 4 organisasi yang menanggani limbah elektronik. Limbah elektronik yang dihasilkan harus dikumpulkan oleh konsumen. Dari tempat pengumpulan, limbah elektronik tersebut diangkut untuk dibongkar. Pembongkaran limbah elektronik dilakukan secara manual dengan memperhatikan keamanan dan keselamatan lingkungan, guna meminimisasi pencemaran lingkungan. Setelah dibongkar, limbah elektronik tersebut dibawa ke tempat daur-ulang untuk dicacah dan dikelompokkan, guna mendapatkan komponen-komponen utama seperti plastik, kaca, besi, aluminium, tembaga, dan logam mulia (Nindyapuspa, 2018)

1.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1	Herdayuli dan Ellina S. Pandebesie	Penentuan Jumlah dan Jenis Potensi Timbulan Sampah Elektronik dari Rumah Tangga di Wilayah Surabaya Utara	Jumlah potensi timbulan sampah elektronik yang dihasilkan dari rumah tangga di wilayah Surabaya Utara sebesar 3,90 kg/orang.tahun. Potensi timbulan sampah elektronik untuk tahun 2015 adalah sebesar 2.440 ton/tahun. Jenis barang elektronik yang paling dominan yang dimiliki oleh masyarakat di wilayah studi dan jumlah persentasinya lebih dari 50% adalah TV (100%), *handphone* (100%), kipas angin (100%), *rice cooker* (97%), setrika (97%), kulkas (87%), DVD/VCD (75%), mesin cuci (63%), laptop (63%), blender (63%),

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			dispenser (56%) dan air kondisioner (55%) dan lain-lain sebanyak 16%. Jumlah total barang elektronik yang lebih dari 50% ini berjumlah 13 unit.
2	Widi Astuti, Purwanto, Enri Damanhuri	Studi Persepsi dan Perilaku Jasa Servis Dalam Memperpajang Aliran Limbah Elektronik (E-Waste) Di Kota Semarang	Hasil penelitian adalah sebagian besar perilaku masyarakat Kota Semarang terhadap *E Waste* tergolong buruk, karena mereka secara tidak langsung sudah perpanjangan aliran *E Waste*dengan memilih melakukan perbaikan terhadap barang-barang elektronik mereka yang sudah rusak. Jasa servis di Kota Semarang sesuai dengan pola penyebarannya banyak yang berkelompok yaitu di kawasan jalan Kokrosono, Kawasan jalan Barito, Pasar Johar, kawasan Citarum, komplek pertokoan Mataram, komplek pertokoan Simpang Lima, Manyaran dan Plampitan. Sebagian besar jasa servis tidak mengetahui bahwa *E Waste* mengandung logam berat sebagai bahan yang membahayakan kesehatan dan lingkungan.
3	Syahiq Mahzuz Umar, Irwan Ridwan Rahim, dan Rusdi Usman Latief	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (*E-Waste*) Domestik di Kota Sungguminasa Kabupaten Gowa	Potensi timbulan *e-waste* di Kecamatan Somba Opu yang didapatkan dari 14 Kelurahan adalah sebesar 801,8 ton/tahun. Metode pengolahan *e-waste* yang banyak diterapkan adalah dialihfungsikan dengan presentase 55%, diperbaiki 19%, disimpan 17%, dan dibuang sebesar 9%. Timbulan *e-waste* yang diperoleh dari 3 barang elektronik (lemari es, komputer, dan televisi) memiliki potensi nilai ekonomi yang cukup besar, yakni masing-masing sebesar Rp. 454.156.980,- Rp. 643.923.735,- dan Rp. 1.067.564.914,-
4	Sivakumaran Sivaramanan	E-Waste Management, Disposal and Its Impacts on the Environment	Diperlukan kesadaran public dan kerjasama perusahaan yang memproduksi manufaktur untuk kemajuan system pengelolaan e-waste. Pemerintah bertanggung jawab untuk membuat peraturan yang disepakati bersama untuk membatasi perusahaan dalam membuat dan membuang manufaktur hasil produksinya. Limbah elektronik banyak sekali mengandung bahan kimia yang berbahaya yang berdumber dari logam berat yang

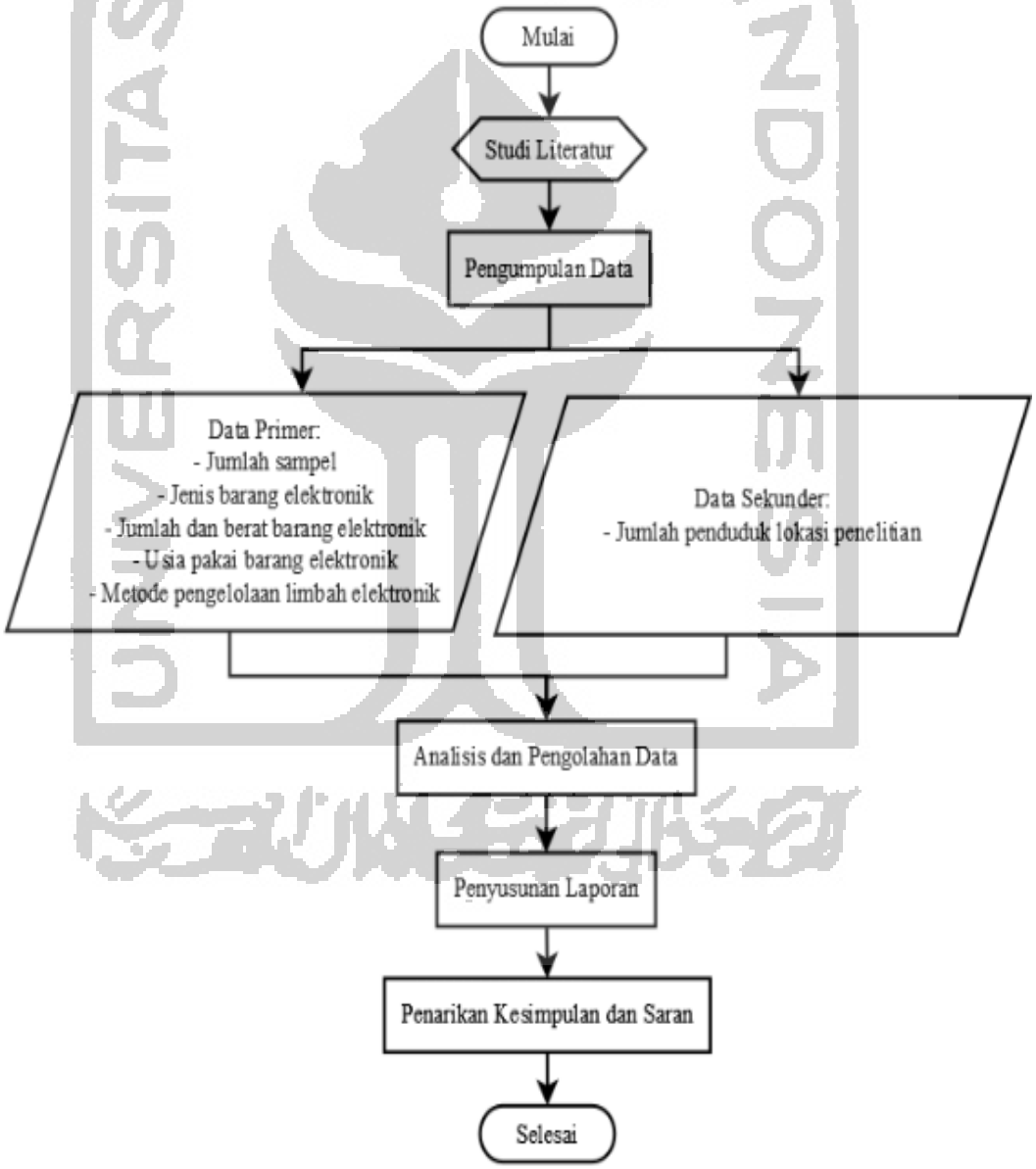
No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			menjadi komposisi dari elektronik tersebut. Tentunya bahan tersebut ada yang bersifat karsinogenik dan membahayakan kesehatan manusia karena dapat berkaitan dengan penyakit kulit, pernapasan, system kekebalan tubuh, system syaraf bahkan kematian. Hal ini dapat dicegah dengan pengelolaan dan pembuangan limbah elektronik yang tepat.
5	M. C. Vats, S. K. Singh	E- Waste characteristic and its disposal	Pengelolaan limbah elektronik menjadi salah satu permasalahan yang muncul bagi negara maju dan negara berkembang dikarenakan limbah limbah yang dihasilkan begitu cepat dan mengandung bahan yang berbahaya dan beracun yang dapat mengganggu kesehatan manusia yang terdapat dalam komponen limbah elektronik tesebut. Limbah elektronik yang dihasilkan dari negara maju kebanyakan dibuang ke negara berkembang seperti India. Hal ini dikarenakan peraturan tentang limbah elektronik di negara maju sangat ketat. Pengiriman limbah elektronik ke negara berkembang membuat masalah baru yaitu penduduk dari negara berkembang tidak mengetahui cara mengelolahnya sehingga limbah elektronik di negara berkembang menjadi suatu masalah yang serius.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB III
METODE PENELITIAN

1.1. Kerangka Penelitian

Tahapan penelitian ini secara umum dimulai dari penyusunan kerangka pemikiran berdasarkan landasan teori yang telah dipelajari dan studi literatur dari buku-buku serta jurnal-jurnal dari peneliti sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi dalam penelitian ini. Adapun kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini :



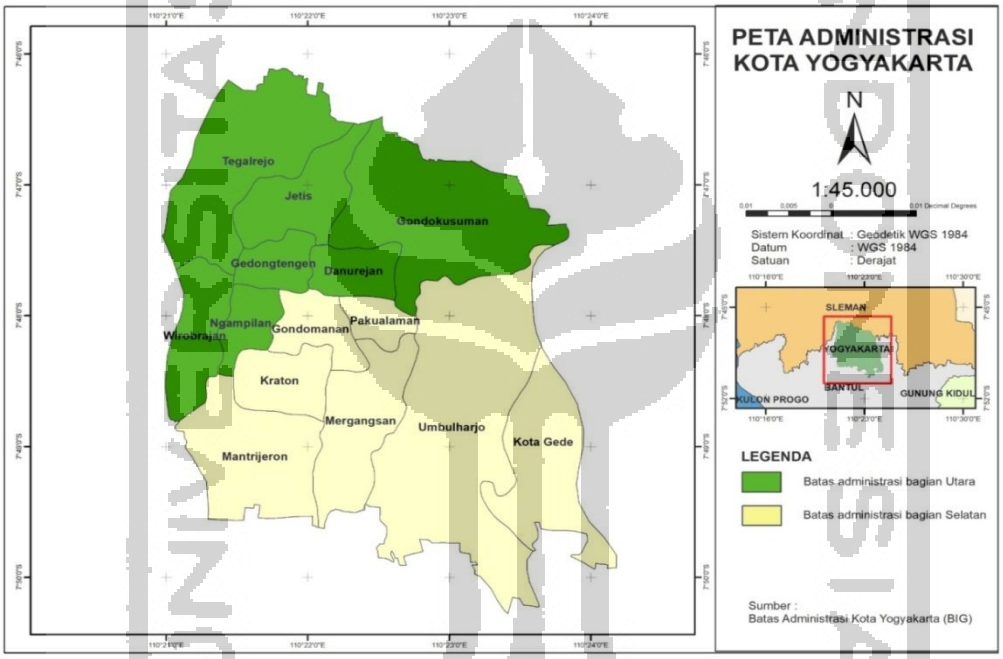
Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah Kota Yogyakarta bagian selatan yang meliputi 7 kecamatan, diantaranya :

- Kecamatan Pakualaman
- Kecamatan Gondomanan
- Kecamatan Kraton
- Kecamatan Mantrijeron
- Kecamatan Mergangsan
- Kecamatan Umbulharjo, dan
- Kecamatan Kotagede.

Berikut adalah peta dari wilayah studi, dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini :



Gambar 1.2 Peta Administrasi Kota Yogyakarta

3.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dari penelitian ini. Studi literatur bersumber dari buku-buku yang berkaitan, jurnal penelitian, tugas akhir sebelumnya, artikel ilmiah, serta peraturan-peraturan yang berlaku yang masih relevan. Studi literature dilakukan dari awal ide penelitian ini muncul hingga dalam penyusunan penelitian ini.

3.4.Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini ada dua jenis data yang dibutuhkan, yaitu data primer dan data sekunder.

A. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh melalui survey lokasi dan wawancara secara langsung dengan masyarakat di wilayah lokasi penelitian. Adapun data yang dibutuhkan dalam hal ini adalah :

1. Jumlah sampel pada kegiatan sampling
2. Jenis barang elektronik
3. Jumlah dan berat setiap jenis barang elektronik
4. Rata-rata usia pakai tiap barang elektronik
5. Metode pengelolaan yang dilakukan

Metode yang dilakukan untuk menentukan jumlah sampel yang dibutuhkan adalah metode *random sampling.* Untuk mengetahui jumlah sampel, akan dihitung berdasarkan SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan, penentuan jumlah sampel apabila penduduk $\leq 10^6$ jiwa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$S = C_d \sqrt{P} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

S = Jumlah sampel (jiwa)

Cd = Kategori kota (nilai koefisien)

P = Jumlah Penduduk (jiwa)

Setelah mengetahui jumlah sampel (jiwa), kemudian mencari jumlah KK dari jumlah sampel dengan menggunakan rumus :

$$K = \frac{S}{N} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :

K = Jumlah KK

N = Jumlah jiwa per keluarga = 5

Tabel 1.1 Nilai Koefisien Cd

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Cd
1	Megapolitan	> 5 juta	1
2	Metropolitan	1-5 juta	1
3	Kota Besar	500.000 - 1 juta	1
4	Kota Sedang	100.000 - 500.000	0,5
5	Kota Kecil	20.000 - 100.000	0,5

Setelah jumlah sampel ditemukan, dilakukan wawancara langsung kepada responden dengan menggunakan kuesioner secara acak.Dalam kuesioner telah disajikan beberapa pertanyaan untuk mendukung pengumpulan data dalam penelitian ini.

Lampiran kuesioner dapat dilihat pada lampiran 1 dalam laporan ini.

B. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk di lokasi penelitian.Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Yogyakarta.

3.5. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah menghitung jumlah sampel yang dibutuhkan, menghitung jumlah sampah elektronik yang dihasilkan dan menghitung proyeksi penduduk serta jumlah potensi sampah elektronik untuk 7 tahun kedepan yaitu tahun 2025.

A. Menghitung Jumlah Limbah Elektronik

Potensi timbulan sampah elektronik dari rumah tangga ditentukan dengan menggunakan persamaan dari Chung,dkk (2011) sebagai berikut:

$$E = \frac{W\,N}{L} \quad \text{.....(3)}$$

Dimana:
E = Estimasi jumlah sampah elektronik yang dihasilkan (kg/tahun)
N = Jumlah unit elektronik yang digunakan (unit)
L = Rata-ratausia pakai tiap barang (tahun/unit)
W = Berat tiap jenis sampah elektronik (kg)

B. Menghitung Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk bukan merupakan ramalan jumlah penduduk tetapi suatu perhitungan ilmiah yang didasarkan pada asumsi dari komponen - komponen laju pertumbuhan penduduk. Terdapat 3 motede yang akan digunakan dalam penelitian ini. Metode yang menghasilakn standar deviasi terkecil (mendekati nol) pada *Backward Projection* selanjutnya akan digunakan metode proyeksi penduduk, diantaranya :

1. Metode Aritmatik

Pertumbuhan penduduk secara aritmatik yaitu pertumbuhan penduduk dengan jumlah sama setiap tahun dapat dihitung dengan rumus aritmatik. Rumus aritmatik sebagai berikut :

$\mathbf{r = (Po - Pt)/(n_o - n_t)}$, dan

$\mathbf{Pn = Po + rn}$

dimana:
Pn : penduduk pada tahun n
Po : penduduk pada tahun akhir
Pt : penduduk pada tahun awal
r : angka pertambahan penduduk (%)
n : periode (waktu) antara tahun awal dan tahun n

2. Metode Geometrik

Pertumbuhan penduduk secara geometrik, pertumbuhan penduduk yang menggunakan dasar bunga majemuk. Angka pertumbuhan penduduk dianggap sama untuk setiap tahun. Rumus geometrik sebagai berikut :

r = (angka pertumbuhan penduduk%)/(n_o – n_t), dan

Pn = Po (1 + r)^n

dimana:

Pn : penduduk pada tahun n

Po : penduduk pada tahun awal

r : angka pertumbuhan penduduk (%)

n : waktu dalam tahun (periode proyeksi)

3. Metode Least Square

Metode ini merupakan metode regresi untuk mendapatkan hubungan antara sumbu Y dan sumbu X dimana Y adalah jumlah penduduk dan X adalah tahunnya dengan cara menarik garis linier antara data-data tersebut dan meminimumkan jumlah pangkat dua dari masing-masing penyimpangan jarak data-data dengan garis yang dibuat. Persamaan metode least square adalah :

Y= a + bX

dimana:

Y = Nilai variabel berdasarkan garis regresi;

X = variabel independen;

a = konstanta;

b = koefisien arah regresi linear.

Persamaan untuk mencari koefisien a dan b adalah dengan :

$$a = \frac{(\Sigma y - (b \times \Sigma x)}{n}$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy) - (\Sigma x)\,(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}$$

C. Pengelolaan Sampah Elektronik Rumah Tangga

Perkembangan zaman membuat produksi elektronik meningkat, akan tetapi tidak sebanding dengan antisipasi membludaknya sampah yang dihasilkan. Sampah elektronik yang dihasilkan bukan sampah biasa, karena kandungan yang dimilikinya sampah elektronik ini digolongkan menjadi limbah B3. Dalam data yang dirilis *United Nations University*,sistem pengelolaan limbah elektronik Indonesia dalam tingkat paling rendah salah satunya karena belum adanya regulasi yang jelas yang mengatur tentang sampah elektronik seperti di beberapa negara lain di dunia.

Pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan masyarakat secara umum dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Dialihfungsikan, barang elektronik yang rusak dipergunakan tidak sesuai fungsinya.

2. Dijual, barang elektronik yang telah rusak dijual kepada pengepul dengan harga rendah biasanya sesuai berat dan komposisi material barang
3. Diperbaiki, komponen elektronik yang rusak diganti agar dapat digunakan kembali,
4. Dibuang, barang elektronik yang telah rusakbiasanya dibuang bersamaan dengan sampah lainnya ke tempat pembuangan akhir,
5. Disimpan, barang elektronik yang telah rusak disimpan di gudang atau di suatu ruangan dan tidak dipergunakan lagi

D. Potensi Nilai Ekonomi Daur Ulang Sampah Elektronik (*E-Waste*)

Analisis potensi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan dilakukan setelah diperoleh nilai jumlah timbulan sampah elektronik (e-waste). Identifikasi komposisi barang elektronik dan menghitung nilai ekonomi daur ulang pada barang elektronik tersebut. Barang elektronik yang akan dihitung nilai ekonomi daur ulangnya adalah barang yang sering ditemui di dalam setiap rumah tangga atau biasanya disebut *home appliances*.

Menurut *European Committee of Domestic Equipment Manufacturers* yang membahas tentang *Material Flows of the Home Appliances Industry*, ada 15 kategori yang termasuk dalam *home appliances*, namun dalam penelitian ini hanya akan dibahas 13 kategori karena tidak semua kategori barang ditemukan di sebagian wilayah Kota Yogyakarta bagian selatan.Barang elektronik yang termasuk dalam 13 kategori tersebut adalah AC, *fridges* (kulkas), *kitchen appliances* (blender, *mixer*, *rice cooker*), *household heating & ventilation* (kipas angin), *washing machine* (mesin cuci), *microwave*, *personal care* (pengering rambut), *vacuum cleaner*, *other small household* (setrika), *handphone*, lampu, TV, dan komputer. Namun untuk informasi mengenai *handphone*, lampu, TV, dan computer diperoleh dari *Agbogbloshie Makerspace Platform* (AMP).

Berdasarkan penelitian Umar dkk., (2016) material yang ditemukan dalam sampah elektronik dapat dibagi menjadi enam kategori yaitu besi dan baja, logam non besi berupa tembaga yang dapat ditemukan dalam kabel dan aluminium, kaca, plastic, komponen elektronik seperti LED, kapasitor, IC, semi-konduktor, induktor, resistor dan lain-lain seperti berupa karet, kayu, keramik, dan lain sebagainya. Komposisi dari masing-masing material untuk setiap barang elektronik dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 1.2 Komposisi Material dalam Sampah Elektronik

Alat Elektronik	Komposisi Material					
	Plastik	Logam	Elektronik	Kaca	Besi	Lainnya
AC*	20,3%	23,9%	2,4%	-	45,1%	8,3%
Fridges (kulkas)*	34,77%	4,6%	1,1%	10,7%	46,2%	2,6%
Kitchen appliances (blender, *mixer*, *rice cooker*)*	1,89%	3,71%	0,51%	14,4%	73,8%	5,7%
Household heating & ventilation (kipas angin)*	5,5%	7,52%	0,82%	1,8%	72,0%	12,4%
Washing machine (mesin cuci)*	12,52%	5,31%	1,2%	2%	50,3%	28,7%
*Microwave**	5,99%	13,07%	2,4%	6,4%	67,7%	4,4%
Personal care (pengering rambut)*	30,3%	24,38%	1,3%	0,63%	27,4%	16%
*Vacuum cleaner**	60,7%	8,65%	0,21%	-	16,8%	13,6%
Other small Household (setrika)*	16,63%	13,25%	0,26%	-	46,4%	23,5%
*Handphone***	47%	20%	9%	8%	3%	13%
Lampu**	21,3%	42,3%	16,0%	15,0%	5,1%	0,32%
TV**	25%	18%	1%	20%	26%	10%
Komputer**	18%	25%	27%	23%	7%	-

Sumber: **European Committee of Domestic Equipment Manufacturers*
***Agbogbloshie Makerspace Platform* (AMP)

Pada kategori *kitchen appliances* terdapat tiga alat elektronik yang masuk didalamnya yaitu blender, *mixer*, dan *rice cooker*. Untuk kategori *household heating & ventilation* terdapat kipas angin, untuk kategori *personal care* terdapat salah satu alatnya yaitu pengering rambut dan kategori *other small household* terdapat alat elektronik berupa setrika.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian studi pengelolaan sampah elektronik (*e-waste*) dilakukan di wilayah administrasi Kota Yogyakarta pada bagian selatan yang mencakup 7 kecamatan dari kota tersebut, adapun ketujuh kecamatan tersebut diantaranya Kecamatan Pakualaman, Kecamatan Gondomanan, Kecamatan Kraton, Kecamatan Mantrijeron, Kecamatan Umbulharjo, Kecamatan Kotagede dan Kecamatan Mergangsan. Ketujuh daerah kecamatan ini memiliki luas total 19,28 km^2 yang berarti sekitar 59,32% dari total luas wilayah kota Yogyakarta yang memiliki luas sebesar 32,5 km^2. Memiliki jumlah penduduk 232.605 jiwa pada tahun 2018.

1.1.Timbulan dan Potensi Timbulan Sampah Elektronik (E-Waste)

1.1.1. Karakteristik Sampah Elektronik di Kota Yogyakarta bagian selatan

Data penduduk yang ada digunakan untuk menghitung sample yang akandiambil yang menggunakan rumus pada SNI 19-3694-1994. Berikut adalah tabel dari jumlah penduduk dan jumlah sampel penelitian di wilayah studi :

Tabel 1.1Jumlah Sampel Penelitian

Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Koefisien Cd	S (jiwa)	Jumlah Sampel (KK)
Pakualaman	9.341	0,5	241	49
Gondomanan	13.697			
Kraton	17.575			
Mantrijeron	33.496			
Umbulharjo	90.775			
Kotagede	37.055			
Mergangsan	30.666			
Jumlah	232.605			

Pada tabel 4.1 terlihat bahwa jumlah penduduk sebesar 232.605 jiwa menempatkan wilayah ini sebagai kategori kota sedang sehingga koefisien Cd yang digunakan adalah 0,5. Penentuan jumlah sampel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = C_d \sqrt{P}$$

Contoh perhitungan jumlah sampel :

$$S = 0{,}5\sqrt{232.605}$$
$$S = 241{,}145$$
$$S = 241 \text{ jiwa}$$

Setelah mengetahui jumlah sampel, selanjutnya mencari jumlah KK dari jumlah penduduk di wilayah ini. Berdasarkan SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan, jumlah jiwa per keluarga diasumsikan adalah 5. Maka penentuan jumlah KK dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$K = \frac{S}{N}$$

Contoh perhitungan jumlah KK :

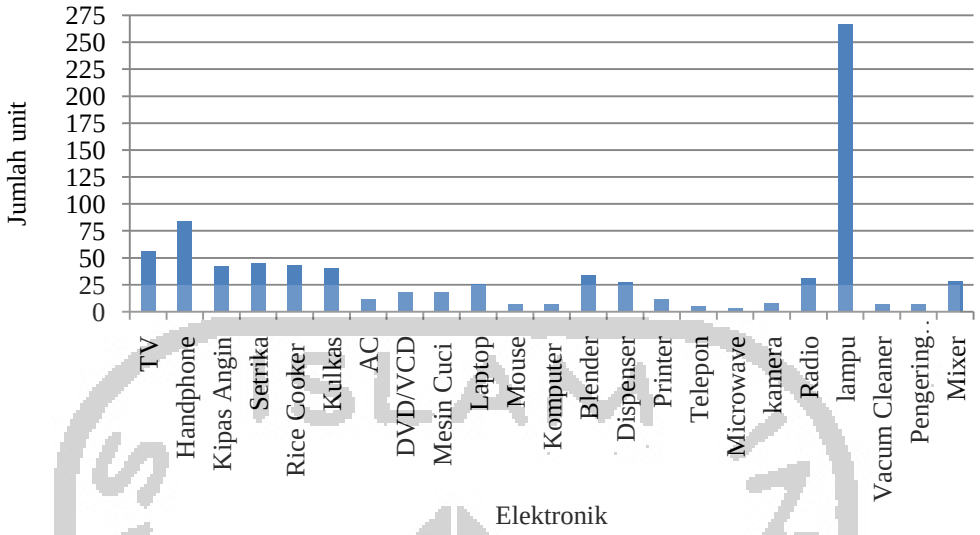
$$K = \frac{241}{5}$$
$$K = 48{,}2$$
$$K = 49 \text{ KK.}$$

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 49 sampel secara keseluruhan.Berikut adalah pembagian wilayah dari 49 jumlah sampel :

Tabel 1.2. Pembagian wilayah samping

Kecamatan	Jumlah sampel
Pakualaman	7
Gondomanan	7
Kraton	7
Mergangsan	7
Mantrijeron	7
Kotagede	7
Umbulharjo	7
Total	49

Setelah mendapatkan jumlah sampel, selanjutnya dilakukan penyebaran kuesioner dengan teknik wawancara langsung kepada responden. Dalam penelitian ini menggunakan metode *random sampling*, yang berarti sampling dilakukan secara acak pada wilayah studi. Berdasarkan hasil penelitian dari penyebaran 49 kuesioner wilayah studi, didapatkan jumlah elektronik yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 1.1 Rekapitulasi Hasil Sampling

Dari Gambar 4.1. dapat dilihat bahwa 3 barang elektronik yang dominan ditemukanpada rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan adalah lampu sebanyak 267 unit, handphone sebanyak 84 unit, dan televisi sebanyak 56 unit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ridwanda (2014) menyebutkan bahwa Perusahaan Listrik Negara (PLN) menyebutkan sektor rumah tangga adalah kelompok konsumen terbanyak yang menggunakan listrik dan sebagai salah satu energi yang dipakai dalam memenuhi kebutuhan dan 50% dari beban listrik di Indonesia adalah lampu penerangan. Lampu merupakan salah satu elektronik pokok bagi setiap rumah karena sebagai sumber penerangan untuk memenuhi kebutuhan khususnya pada malam hari. Tentu setiap rumah tidak hanya memiliki 1 buah unit lampu. Jumlah lampu setiap rumah dipengaruhi oleh kebutuhan pemilik sebuah rumah dan luas rumah. Semakin luas rumah semakin banyak membutuhkan unit dan besar daya lampu.

Hasil kuesioner menunjukan kepemilikan *handphone* di kalangan masyarakat cukup tinggi, hal ini tentu bukanlah hal yang mengagetkan karena mengingat sekarang handphone telah menjadi suatu kebutuhan bagi setiap individu. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dekinus (2015) menyebutkan bahwa *handphone* menjadikan masyarakat sekarang berlomba-lomba untuk memilikinya karena *handphone* bukan hanya merupakan alat berkomunikasi, namun juga bagi masyarakat pada umumnya *handphone* sekaligus sebagai (*lifestyle*) gaya hidup, tren, prestise serta menjadi saran hiburan. *Handphone*dilengkapi berbagai fitur yang memanjakan setiap yang memilikinya, *handphone* dengan jenis *smartphone*(ponsel pintar) dapat melakukan berbagai hal dalam mempermudah kehidupan sehari-hari. Jadi tidak heran jika *handphone* menempati urutan kedua elektronik terbanyak dalam hasil kuesioner ini.

Urutan ketiga dari barang elektronik terbanyak yang dimiliki oleh masyarakat wilayah studi adalah televisi (TV). TV adalah salah satu sarana hiburan yang dapat dinikmati bersama-sama. TV lebih mudah dimengerti karena terdiri dari gabungan antara media suara dan gambar yang lebih bersifat informatif dan hiburan. Informasi yang disampaikan oleh televisi, akan mudah dimengerti karena jelas terdengar secara audio dan terlihat secara visual. Selain itu barang

barang yang mendukung untuk aktivitas dapur seperti rice cooker, kulkas, blender cukup banyak dimiliki oleh masyarakat. *Air Conditioner* atau *AC* adalah produk yang berfungsi untuk pendingin ruangan dan penyegar udara. Dari hasil kuesioner tidak semua rumah memiliki AC, hal ini tentu disesuaikan dengan kebutuhan pemilik rumah selain itu penggunaan AC memakan daya listrik yang cukup besar sehingga tidak semua rumah dapat menggunakannya. Alternatif lain dari produk yang berfungsi serupa dengan AC adalah kipas angin. Penggunaan daya listrik untuk kipas angin juga tidak sebanyak penggunaan untuk AC. Dari hasil kuesioner jumlah kipas angin sebesar 42 unit. Tabel lengkap dari hasil kuesioner dapat dilihat pada lampiran 2 pada laporan ini.

1.1.2. Estimasi Jumlah dan Potensi Timbulan Limbah Elektronik(E-Waste)

Dari data yang didapat dari kuesioner, selanjutnya adalah mencari estimasijumlah timbulan limbah elektronik yang dihasilkan oleh masyarakat wilayah studi dengan jumlah penduduk 232.605 jiwa dan 46.521 KK. Untuk mencari estimasi jumlah timbulan elektronik pada tahun 2018 ini dibutuhkan data lain setelah jumlah unit limbah, data tersebut diantaranya adalah berat limbah elektronik dan rata rata masa pakai dari limbah elektronik tersebut. Dari data yang ada didapatkan jumlah estimasi timbulan sampah elektronik pada wilayah studi adalah 938.793,78 kg/tahun atau 20,18 kg/KK.tahun. Tabel lengkap dari estimasi jumlah timbulan ini dapat dilihat di lampiran 3 pada laporan ini.

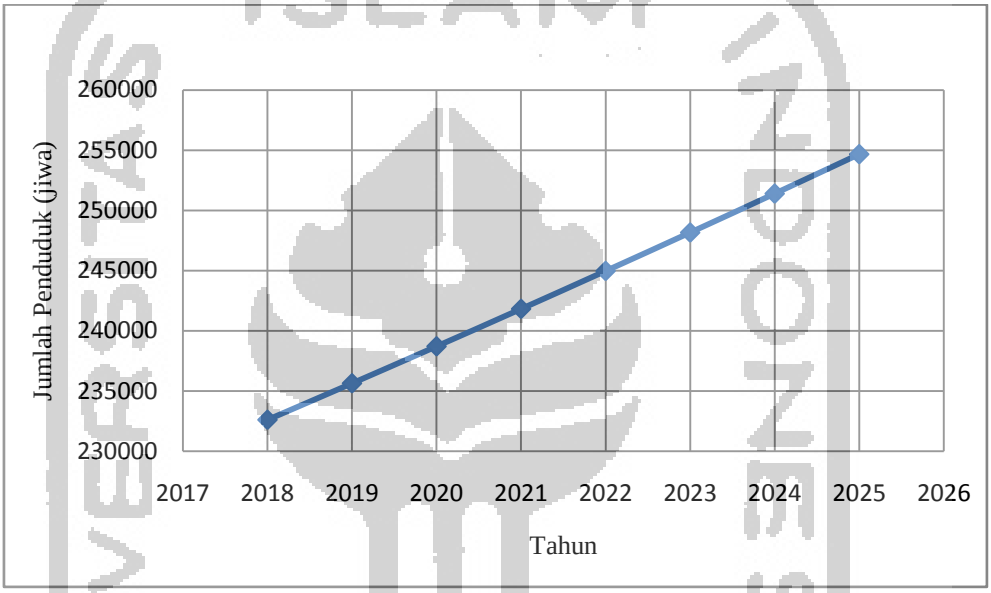
Penelitian ini salah satunya bertujuan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah elektronik pada wilayah penelitian hingga tahun 2025. Untuk itu diperlukan untuk memproyeksi jumlah penduduk hingga tahun tersebut. Pada penelitian ini akan digunakan 3 metode, adapun metode tersebut adalah metode aritmatik, metode geometrik, dan metode least square. Metode yang meghasilkan nilai standar deviasi terkecil pada *Backward Projection* yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 4 pada laporan ini. Berikut adalah hasil dari proyeksi penduduk yang telah dihitung dengan metode geometrik, selaku metode yang mendapatkan hasil standar deviasi terkecil pada *Backward Projection.*

Tabel 1.3 Jumlah Penduduk 8 tahun kebelakang

Tahun	Jumlah Penduduk	Jiwa	Persentase
2011	209335	-	-
2012	210245	910	0,43%
2013	212050	1805	0,85%
2014	217141	5091	2,34%
2015	217886	745	0,34%
2016	225321	7435	3,30%
2017	228918	3597	1,57%
2018	232605	3687	1,59%
Jumlah		23.270	10,42%
	Rata-rata	2908,75	1,30%

Tabel 1.4 Proyeksi Penduduk hingga tahun 2025 dengan metode geometrik

Tahun	Tahunke- (n)	Proyeksi Penduduk
2018	0	232605
2019	1	235635
2020	2	238704
2021	3	241813
2022	4	244962
2023	5	248153
2024	6	251385
2025	7	254659



Gambar 1.2Proyeksi Penduduk

Jumlah penduduk dengan metode geometrik dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\mathbf{Pn = Po\ (1 + r)^n}$$

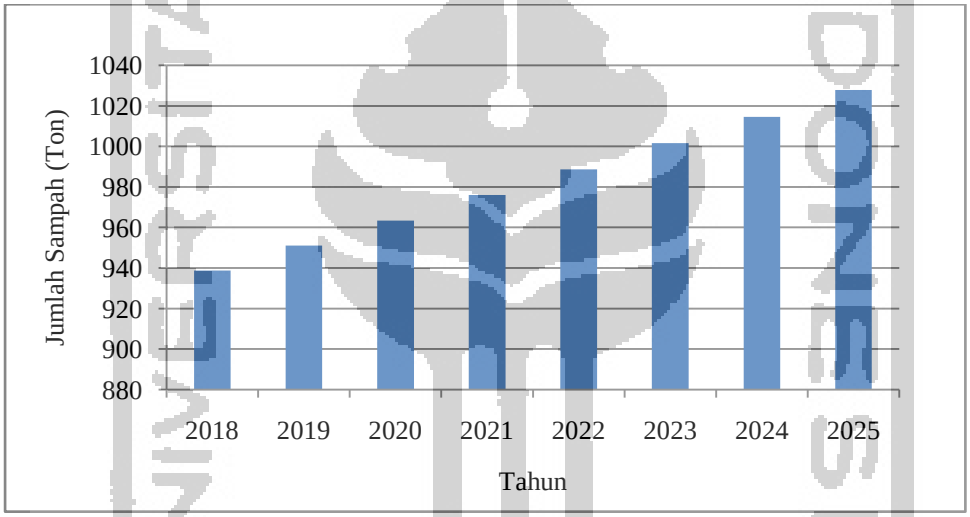
Contoh perhitungan jumlah penduduk :

$$\mathbf{Pn = Po\ (1 + r)^n}$$
$$P_{2020} = 232605\ (1 + 1{,}30\%)^2$$
$$P_{2020} = 238.704 \text{ jiwa}$$

Dengan mengetahui jumlah timbulan sampah pada tahun 2018 yaitu sebesar 22,96 kg/KK.tahun dan jumlah proyeksi penduduk hingga tahun 2025, maka dengan itu bisa dihitung jumlah potensi timbulan limbah elektronik untuk 7 tahun mendatang. Adapun jumlah potensi timbulan untuk 7 tahun mendatang, dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 1.5 Potensi Sampah Elektronik 2018-2025

Tahun	Proyeksi Penduduk		Estimasi Timbulan Sampah Elektronik (kg/KK.tahun)	Potensi Timbulan Sampah Elektronik	
	jiwa	KK		kg/tahun	ton/tahun
2018	232.605	46.521		938.793,78	939
2019	235.635	47.127		951.021,35	951
2020	238.704	47.741		963.408,18	963
2021	241.813	48.363	20,18	975.956,35	976
2022	244.962	48.992		988.667,95	989
2023	248.153	49.631		1.001.545,12	1.002
2024	251.385	50.277		1.014.590,01	1.015
2025	254.659	50.932		1.027.804,81	1.028



Gambar 1.3 Potensi Sampah Elektronik 2018-2025

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat jika jumlah timbulan sampah elektronik terus meningkat bersamaan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Pada tahun 2018 jumlah penduduk di wilayah studi adalah 232.605 jiwa dengan jumlah keluarga adalah 46.521 KK. Timbulan limbah elektronik pada tahun 2018 adalah sebesar 20,18 kg/KK.tahun. Di proyeksikan untuk tahun 2019 jumlah jiwa di wilayah studi adalah 235.635 jiwa dan jumlah kepala keluarga adalah 47.127 KK. Jadi jumlah timbulan sampah elektronik pada tahun 2019 dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

E_{2019} = jumlah KK x E_{2018}
= 47.127 KK x 20,10 kg/KK.tahun
= 951021,35 kg/tahun.

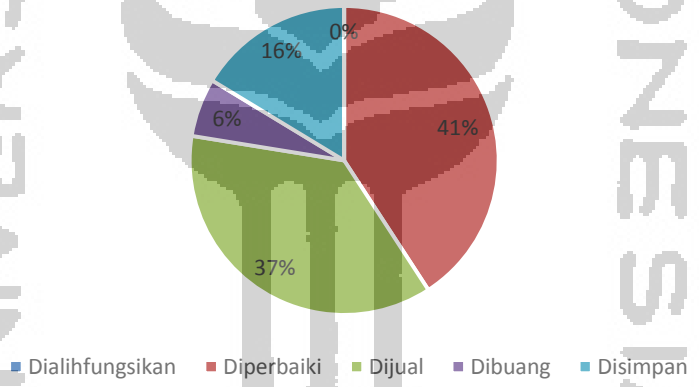
Dari data ini dihitung berapa banyak timbulan sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan pada tahun 2018 oleh 232.605 jiwa dengan persamaan Chung dkk (2011), maka didapat hasilnya yaitu sebesar 938.793,78 kg/tahun. Jumlah penduduk terus meningkat dilihat dari hasil proyeksi penduduk dari tahun

2019 – 2025. Pada tahun 2025 hasil proyeksi mendapatkan jumlah 254.659 jiwa dengan jumlah potensi timbulan sampah elektronik rumah tangga sebesar 1.027.804,81kg/tahun.

Penelitian dari Herdayuli (2012) mendapatkan hasil semakin tinggi jumlah penduduk maka semakin meningkat pula jumlah timbulan limbah elektronik yang dihasilkan. Jumlah penduduk hanya salah satu alasan meningkatnya timbulan sampah elektronik. Selain itu, tingkat ekonomi masyarakat juga mempengaruhi hal tersebut. Selain jumlah penduduk dan tingkat ekonomi masyarakat, usia pakai produk juga mempengaruhi jumlah timbulan sampah elektronik. Hal ini didukung oleh kemajuan teknologi yang membuat produk elektronik dengan cepat berkembang menghasilkan produk-produk terbaru. Dapat diambil contoh dari produk *handphone*, satu brand dapat mengeluarkan produk *handphone* setiap tahun dengan seri berbeda. Hal ini membuat *handphone* yang ada yang masih layak pakai tidak digunakan dan lebih tergiur dengan produk yang baru.

1.2.Metode Pengelolaan Limbah Elektronik

Berikut ini adalah hasil data yang didapatkan dari 49 responden rumah tangga yang berada diwilayah studi tentang motede pengelolaan limbah elektronik di rumah tangga yang dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 1.4 Metode Pengelolaan Limbah Elektronik

Metode pengelolaan limbah elektronik di Kota Yogyakarta bagian selatan diantaranya terdiri dari 41% diperbaiki, 37% dijual, 16% disimpan, 6% dibuang, dan 0% untuk dialihfungsikan. 41% dari masyarakat memilih memperbaiki limbah elektronik, hal ini dikarenakan pemikiran masyarakat bahwa membeli barang elektronik baru lebih mahal daripada mereparasi barang elektronik yang rusak. Hal ini juga pernah diteliti oleh Widyarsana pada tahun 2010 dan mendapatkan bahwa komponen produk elektronik yang sangat tinggi sehingga *life time* komponenya menjadi bertambah lama atau *end-of-life* menjadi panjang setelah barang tersebut diperbaiki.

37% dari masyarakat memilih menjual limbahnya dikarenakan jika barang tersebut tidak bisa digunakan maka menjual kepada pengepul menjadi pilihan karena dengan menjualnya barang tersebut tidak memenuhi bagian di rumah dan sekaligus bisa mendapatkan uang dari hasil penjualan. Sebesar 16% dari masyarakat memilih untuk menyimpan limbah elektroniknya yang sudah tidak

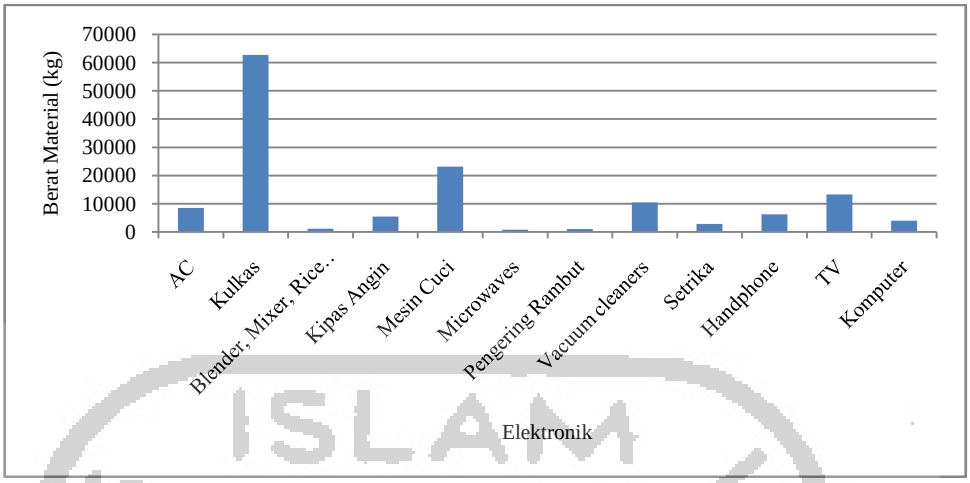
bisa digunakan, hal ini dikarenakan adanya rasa enggan untuk membuang limbah tersebut seperti misalnya sebuah handphone yang telah rusak. Jika dijual ke pengepul atau tempat barang daur ulang lainnya hanya akan memiliki harga jual yang rendah, harga yang rendah ini yang membuat sebagian orang enggan menjualnya dikarenakan mengingat ketika saat membelinya dalam keadaan baru, harganya jauh lebih mahal. 6% dari masyarakat belum menyadari bahwa kandungan dari limbah elektronik itu berbahaya bagi lingkungan jika dibuang secara bersamaan dengan limbah padat lainnya.

Dalam Peraturan Pemerintah no. 101 tahun 2014 tentang Limbah Berbahaya dan Beracun, kandungan yang terdapat dalam limbah elektronik bersifak toksik, diantaranya timbal, merkuri, kadmium, arsenik, dan lain sebagainya yang dapat mengancam kesehatan dan lingkungan. Tidak adanya peraturan resmi terkait limbah elektronik dan kurangnya pengetahuan masyarakat membuat pengelolaan limbah elektronik tidak dapat dikelola dengan baik. Penelitian Pasha (2015) mendapatkan hasil bahwa tidak ada regulasi yang spesifik yang mengatur tentang limbah elektronik di Kota Yogyakarta sehingga masyarakat banyak yang belum sadar akan bahaya dari kandungan limbah elektronik.

1.3.Potensi Nilai Ekonomi Daur Ulang Limbah Elektronik (E-Waste)

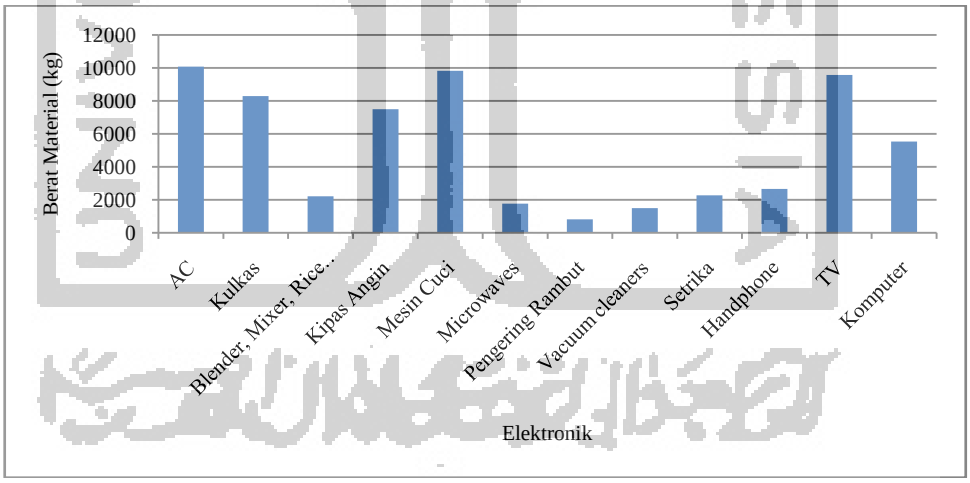
1.3.1. Berat Komponen Alat Elektronik di Tahun 2018

Untuk mengetahui nilai dari potensi ekonomi sebuah unit elektronik, diperlukan data komposisi material dari limbah elektronik yang akan dicari nilai potensi ekonominya. Adapun limbah elektronik yang akan dihitung nilai potensi ekonomi daur ulangnya adalah limbah elektronik biasanya sering ditemui di rumah pada umumnya, diantaranya adalah AC, *fridges* (kulkas), *kitchen appliances* (blender, *mixer*, *rice cooker*), *household heating & ventilation* (kipas angin), *washing machine* (mesin cuci), *microwave*, *personal care* (pengering rambut), *vacuum cleaner*, *other small household* (setrika), *handphone*, lampu, TV, dan computer. Data komposisi material untuk limbah elektronik ini dapat dilihat dalam Tabel 3.1. Dengan mengetahui komposisi material dan berat dari limbah elektronik tersebut maka dapat diketahui berapa berat material yang terkandung dalam sebuah limbah elektronik tersebut. Untuk mencari berat dari setiap komposisi dilakukan dengan cara mengalikan persentase komposisi dengan berat rata-rata alat elektronik. Adapun tabel lengkap dari berat komponen barang elektronik dapat dilihat pada lampiran 4 dalam laporan ini. Dari beberapa barang elektronik tersebut, komposisi yang akan di daur ulang yaitu plastik, logam, komponen elektronik, kaca, dan besi. Berikut adalah beberapa grafik dari berat setiap komponen yang akan didaur ulang, diantaranya :



Gambar 4.5. Berat Komponen Plastik pada Limbah Elektronik tahun 2018

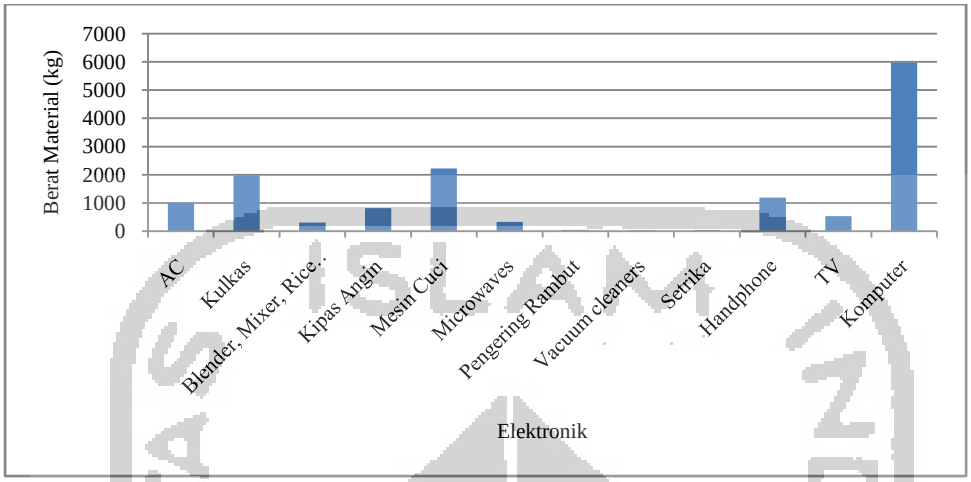
Dilihat pada Gambar 4.5, komponen plastik terlihat bahwa limbah kulkas yang memiliki berat yang paling tinggi yaitu sebesar 62.721 kg hal ini disebabkan oleh berat plastik pada kulkas yaitu sekirar 34,77% yang berarti kedua tertinggi setelah komposisi plastik pada handphone. Kulkas memiliki berat yang besar dibanding handphone sehingga berat per komponenya yang dihasilkannya pula akan tinggi. Disamping itu mesin cuci dan TV diurutan kedua dan ketiga dengan masing-masing berat komponen plastiknya adalah 23.179 kg dan 13.292 kg. Berat yang paling rendah berasal dari microwaves yaitu sebesar 810 kg, pada Tabel 3.2 disebutkan bahwa komposisi dari plastik pada microwaves yaitu sebesar 5,99% dari total beratnya.



Gambar 1.6 Berat Komponen Logam pada Limbah Elektronik tahun 2018

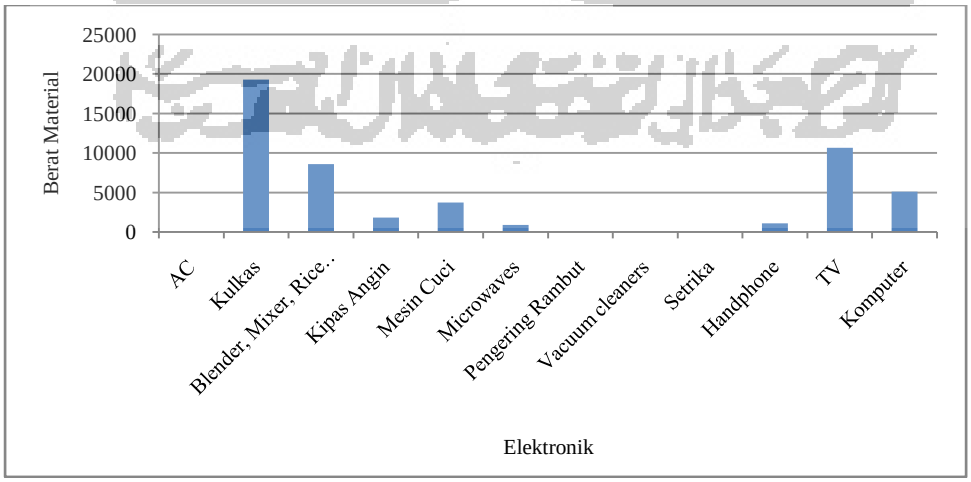
Pada Gambar 4.6 terlihat bahwa semua limbah elektronik yang akan dihitung potensi daur ulangnya memiliki komponen logam. Terlihat bahwa limbah AC yang memiliki berat yang paling tinggi yaitu sebesar 10075 kg hal ini disebabkan oleh berat logam pada AC yaitu sekitar 23,9% yang merupakan komposisi kedua tertinggi setelah besi. AC memiliki berat sekitar 18,5 kg yang membuat berat per komponennya dihasilkan lebih tinggi. Disamping itu mesin cuci dan TV diurutan kedua dan ketiga dengan masing-masing berat komponen logamnya adalah 9831 kg dan 9530 kg. Untuk urutan ketiga dan keempat ada

limbah kulkas dan kipas angin dengan masing-masing berat sebesar 8298 kg dan 7497 kg. Berat komponen logam yang paling rendah berasal dari pengering rambut yaitu sebesar 810 kg.



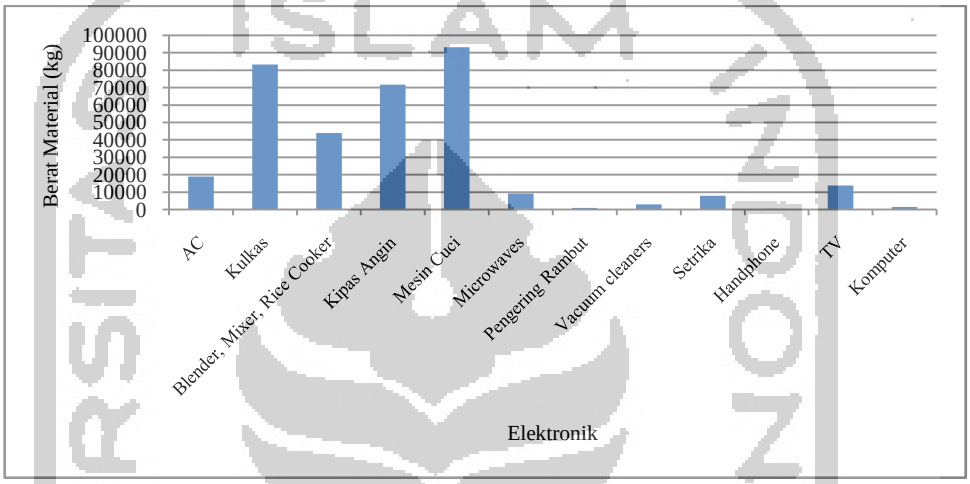
Gambar 1.7 Berat Komponen Elektronik pada Limbah Elektronik tahun 2018

Komponen elektronik adalah suatu elemen terkecil dalam rangkaian sebuah elektronik yang biasanya terdiri dari resistor, kapasitor, semi konduktor, transformator, saklar, dan sebagainya. Pada Gambar 4.7 terlihat bahwa bagian komponen elektronik terlihat bahwa limbah komputer yang memiliki berat yang paling tinggi yaitu sebesar 5981 kg. Besarnya komponen elektronik pada computer disebabkan oleh berat komponen elektronik pada komputer yaitu sebesar 27 % yang merupakan komposisi tertinggi pada komputer. Komputer yang memiliki berat sekitar 10 kg menjadikan berat per komponennya dihasilkan lebih tinggi. Disamping itu mesin cuci dan kulkas diurutan kedua dan ketiga dengan masing-masing berat komponen elektroniknya adalah 2222 kg dan 1984,26 kg. Untuk pengering rambut, setrika dan vacuum cleaner kandungan komponen elektroniknya sangat kecil yaitu masing-masing sebesar 1,3%, 0,26% dan 0,21% sehingga berat komponen yang dihasilkan yaitu sebesar 43 kg, 44 kg dan 36 kg.



Gambar 1.8. Berat Komponen Kaca Limbah Elektronik tahun 2018

Pada Gambar 4.8 terlihat bahwa komponen kaca terlihat bahwa limbah kulkas yang memiliki berat yang paling tinggi yaitu sebesar 19301,47 kg. Kaca bukan merupakan komponen pada kulkas, tingginya kaca pada kulkas dapat disebabkan oleh jumlah estimasi timbulan dan unit elektronik tersebut. Disamping itu TV dan kitchen appliances diurutan kedua dan ketiga dengan masing-masing berat komponen kacanya adalah 10.633 kg/tahun dan 8590 kg/tahun. Untuk pengering rambut hanya terdapat 0,63% komponen kaca yang terkandung didalamnya dan berat komponen kaca yang dihasilkan hanya 21 kg. Alat elektronik seperti AC, vacuum cleaners, dan setrika tidak memiliki kandungan kaca didalamnya.



Gambar 1.9 Berat Komponen Besi Limbah Elektronik tahun 2018

Dilihat pada Tabel 3.2 bahwa komponen besi adalah rata-rata komponen penyusun paling besar di suatu elektronik. Terdapat 7 kategori elektronik yang memiliki komposisi lebih dari 45% total berat penyusun berasal dari komponen besi. Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa limbah mesin cuci yang memiliki berat besi yang paling tinggi yaitu sebesar 93.123 kg. Selanjutnya kulkas dan kipas angin diurutan kedua dan ketiga dengan masing-masing berat komponen besinya adalah 83339 kg dan 71775 kg. Untuk handphone hanya sedikit memiliki kandungan besi yaitu hanya sekitar 3% dari total berat sebuah handphone.

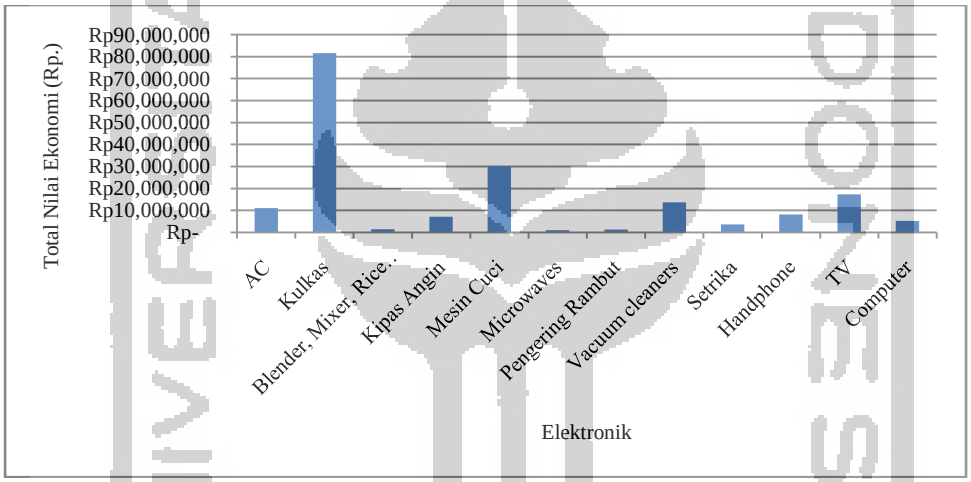
1.3.2. Nilai Ekonomi Daur Ulang Limbah Elektronik (E-Waste)

Dengan data jumlah masing masing alat elektronik pada tahun 2018 dan data berat komposisi dari masing masing alat elektronik, maka dapat dihitung jumlah berat komponen pada masing masing barang pada tahun 2018. Selanjutnya dapat dicari nilai potensi ekonomi daur ulang dari masing masing alat dengan mengalikan jumlah harga komponen. Adapun komponen tersebut adalah plastik, logam, elektronik, kaca, besi. Dikhususkan untuk limbah lampu pada pencarian nilai ekonomi tidak dilakukan dengan perkomponen alat, melainkan perunit lampu yang adalah Rp 1000,-00. Harga untuk setiap komponen didapatkan dari laporan tugas akhir Alan (2018) terkait data kuantitas sampah pemulung di TPST Piyungan, jadi estimasi harga menggunakan harga pada laporan ini. Adapun harga tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

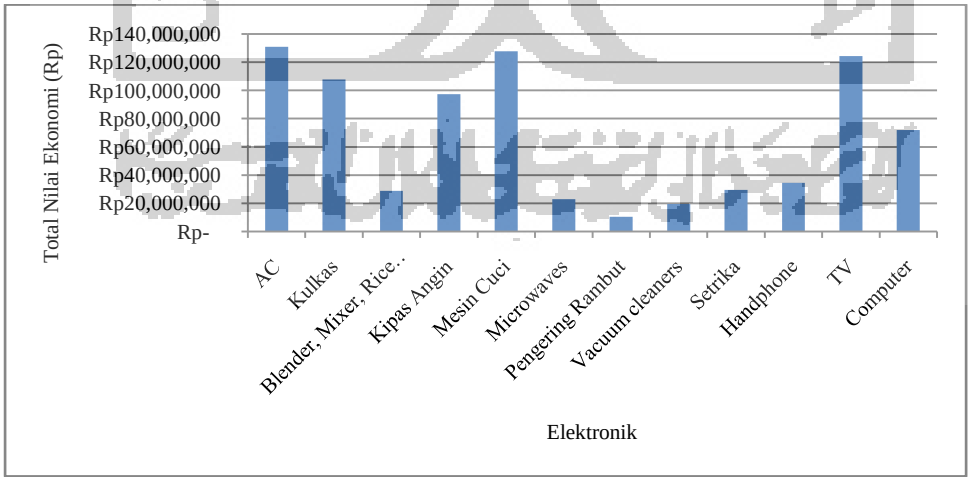
Tabel 4.6. Nilai ekonomi daur ulang e-waste

No	Kategori	Nilai Jual (Rp/kg)
1	Plastik	Rp 1.300
2	Logam	Rp 13.000
3	Komponen Elektronik	Rp 30.000
4	Kaca	Rp 4.500
5	Besi	Rp 2.000

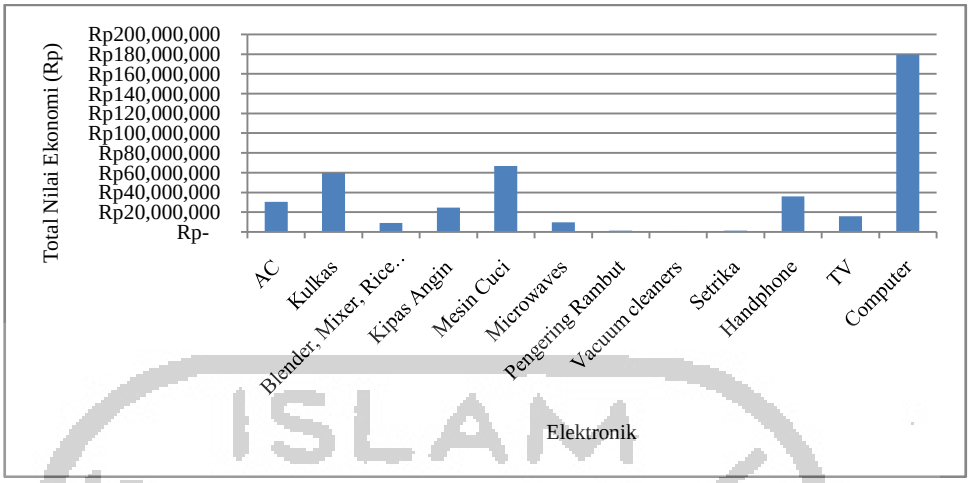
Perhitungan dari nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik dapat dilihat pada lampiran 6 pada laporan ini. Berikut adalah beberapa grafik nilai potensi ekonomi daur ulang limbah elektronik dapat dilihat pada Gambar 4.10 hingga Gambar 4.15 :



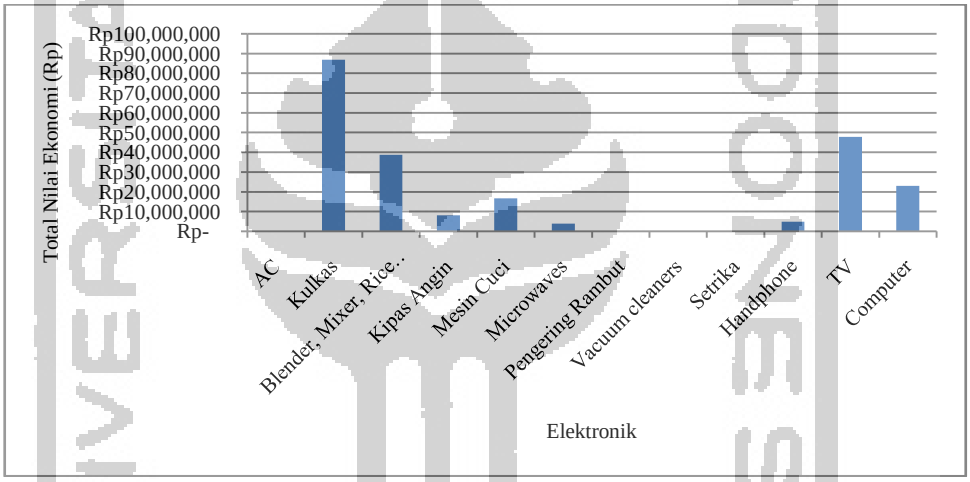
Gambar 1.10. Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Komponen Plastik



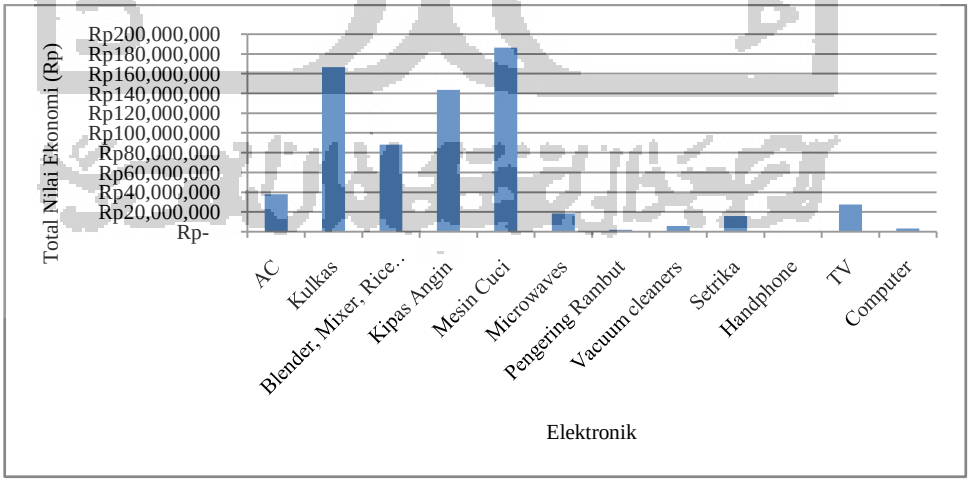
Gambar 1.11. Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Komponen Logam



Gambar 1.12. Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Komponen Elektronik



Gambar 1.13. Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Komponen Kaca



Gambar 4.14. Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Komponen Besi

Setelah dilakukan perhitungan nilai potensi daur ulang limbah elektronik dari komponen-komponen limbah di wilayah Kota Yogyakarta bagian selatan didapatkan hasil Rp 2.601.986.557. Barang yang memiliki jumlah nilai potensi ekonomi daur ulang paling besar adalah kulkas sebesar Rp 502.471.324 selanjutnya diikuti oleh mesin cuci dan kipas angin masing-masing dengan Rp 427.486.876 dan Rp 280.730.983. Umar dkk. (2016) dalam penelitiannya mendapatkan hasil bahwa kulkas merupakan salah satu limbah elektronik yang memiliki hitungan nilai potensi ekonomi daur ulang yang besar, adapun nilainya Rp. 454.156.980.

Melihat dari nilai yang dihasilkan, potensi daur ulang limbah elektronik sungguh menguntungkan jika dikelola dengan baik dan adanya kerja sama antara sektor informal dan formal seperti pemerintah daerah. Daur ulang perkomponen salah satu bentuk pengelolaan untuk sampah elektronik agar lebih berguna dan dapat menghasilkan ekonomi. Akan tetapi, daur ulang dengan menjual perkomponen bukan satu-satunya solusi dalam pengelolaan sampah elektronik. Konsep *extended producer responsibility* (EPR) adalah salah satu konsep yang dapat diterapkan untuk penanganan e-waste. Dalam UU No 18 Tahun 2008 Pasal 15 diatur mengenai kewajiban produsen. Pasal tersebut berbunyi: “Produsen wajib mengelola kemasan dan/atau barang yang diproduksi yang tidak dapat atau sulit terurai oleh proses alam.“ Pengelolaan oleh produsen tersebut dikenal sebagai *Extended Producer Responsibility* (EPR).

BAB V
SIMPULAN DAN SARAN

1.1.Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Jumlah timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan yang terus meningkat dari tahun 2018 hingga 2025 sesuai dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Jumlah estimasi timbulan sampah elektronik pada wilayah Kota Yogyakarta bagian selatan adalah 20,18 kg/KK.tahun. Untuk jumlah timbulan sampah elektronik adalah 939 ton/tahun pada 2018, 951 ton/tahun pada 2019, 963 ton/tahun pada 2020, 976 ton/tahun pada 2021, 989 ton/tahun pada 2022, 1002 ton/ tahun pada 2023, 1015 ton/tahun pada 2024, dan 1028 ton/tahun pada 2025.
2. Metode yang dilakukan untuk melakukan pengelolaan sampah elektronik dari rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan yaitu sebesar 41% diperbaiki, sebesar 29% di jual kembali, sebesar 16% disimpan begitu saja dan sebesar 6% membuang.
3. Nilai potensi ekonomi daur ulang sampah elektronik dari rumah tangga di Kota Yogyakarta bagian selatan yaitu sebesar Rp 2.601.986.557. Daur ulang kulkas memiliki potensi ekonomi yang paling besar dengan total sejumlah Rp502.471.324 dan dilanjutkan oleh mesin cuci dan kipas angin dengan nilai masing-masing sebesar Rp427.486.876 dan Rp 280.730.983.

1.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Penelitian ini diperlukan lebih lanjut terkait metode pengelolaan yang disesuai untuk menanggulangi masalah timbulan sampah elektronik yang nantinya semakin banyak serta diperlukan peran sektor pemerintahan dalam penangganan sampah elektronik.
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat jumlah timbulan sampah elektronik di wilayah studi dengan sektor yang berbeda, seperti sektor perkantoran.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Alan, G. 2018. “Analisis Peran Organisasi Pemberdayaan Masyarakat dan Alur Pengelolaan Sampah oleh Sektor Informal di TPST Piyungan Bantul Yogyakarta”. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Astuti,W., Purwanto, Damanhuri, E. 2012. “Studi Persepsi dan Perilaku Jasa Servis Dalam Memperpajang Aliran Limbah Elektronik (E-Waste) Di Kota Semarang**”.** Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Semarang.

Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann,P. 2017. “The Global E-waste Monitor – 2017”, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

Badan Standarisasi Nasional. 1994. “Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan”. SNI 19-3694-1994.

Bouvier, R., Wagner, T. 2011. "The Influence of Collection Facility Attributes on Household Collection Rates of Electronic Waste: The Case of Televisions and Computer Monitors**".** Resources, Conservation and Recycling, Vol 55, p. 1051-1059.

Chatterjee, S., Kumar, K. 2009. ”Effective Electronic Waste Management and Recycling Process Involving Formal and Non-Formal Sectors*”*. International Journalof Physical Sciences, Vol 4 (13), p. 893-905.

Chung, S., Lau, K., Zhang, C. 2011. “Generation of and Control Measure forE-Waste in Hongkong”**.** Waste Management 31, 544-554.

Dekinus, Kogoya. 2015. “Dampak penggunaan handphone pada Masyarakat Studi pada Masyarakat desa Piungun Kecamatan Gamelia Kabupaten Lanny Jaya Papua”. e-journal "Acta Diurna" Volume IV. No. 4

European Committee of Domestic Equipment Manafacturers. 2017. “Material Flow of the Home Appliances Industry”. United Nations University.

Gaidajis, G., Angelakoglou, K., Aktsoglou. 2010. “E waste : Environmental Problems and Current Management*”*. Journal of Engineering Science andTechnology Review, Vol 3 (1), p. 193-199

Hanafi, J., Helena, K. 2011.“The Prospects of Managing WEEE in Indonesian”. Proceeding of the 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Braunschweig.

Herdayuli, Pandebesie E., S. 2012. “Penentuan Jumlah dan Jenis

Potensi Timbulan Sampah Elektronik dari Rumah Tangga di Wilayah Surabaya Utara". Fakultas Teknik Sipil Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Khotifah. 2013. "Perubahan Sosial dan Ekonomi Kampung Prawirataman, Yogyakarta 1920-1975". Fakultas Sastra. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.

M.C. Vats, S. K.Singh. 2014. "E- Waste Characteristic and its disposal". International Journal of Ecology Science and Environmental Engineering. India.

Nindyapuspita,A.2018. "Kajian Tentang Pengelolaan Limbah Elektronik di Negara Maju dan Negara Berkembang". Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.

Pasha, R.F., Rini, R. 2015. "Identifikasi Karakteristik Sampah Elektronik (E-Waste) Dan Implikasinya Pada Kebijakan Daerah Di Kota Yogyakarta". Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.PresidenRepublik Indonesia. Jakarta.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.PresidenRepublik Indonesia. Jakarta.

Ridwanda, H. 2014. "Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu Dengan ATMEGA8535". FMIPA. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Schwarzer, S., De Bono, G., Giuliani, S., Kluser, P., Peduzzi. 2005. 'E-waste, the hidden side of IT equipments manufacturing and use. Policy Brief. United Nations Environment Programme

Setiyono. 2002. Sistem Pengelolaan Limbah B3 di Indonesia. BPPT. Jakarta.

Sivakumaran, S. 2013. "E-Waste Management, Disposal and Its Impacts on the Environment". Universal Journal of Environmental Research and Technology. Srilanka.

Umar, S.M, Rahim, I.R., Latief, R.U. 2016." Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) Domestik di Kota Sungguminasa Kabupaten Gowa". Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Widyarsana, IMW., Winarsih, D.R., Damanhuri, E., Padmi, T. 2010. "Identifikasi Material E-Waste Komputer dan Komponen Daur Ulangnya di Lokasi Pengepulan E-Waste (Studi Kasus : Kota Bandung". Bandung

Widmer, R., Heidi, O-K., Deepali S.-K. , Max, S, Boni, H. 2005. "Global perspectives on e-waste". Environmental Impact Assessment Review

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Kuesioner Sampah Elektronik Rumah Tangga Kota Yogyakarta Bagian Selatan

Lembar Kuisioner

Waktu Observasi	
Lokasi Observasi	

A. Identitas Responden

A1. Nama	
A2.Jenis Kelamin	Pria/Wanita
A3. Usia	
A4. Alamat	

B. Data Barang Elektronik

B1. Rincian barang elektronik

	Jenis Barang Elektronik	**Jumlah**		**Rata-rata Usia Pakai (bulan)**
		Unit	**Berat (kg)**	
	TV			
	Handphone			
	Kipas Angin			
	Setrika			
	Rice Cooker			
	Kulkas			
	AC			
	DVD/VCD			
	Mesin Cuci			
	Laptop			
	Mouse			
	Komputer			
	Blender			
	Dispenser			

	Printer			
	Telepon			
	Microwave			
	Kamera			
	Radio			
	Lampu			
	Vacum Cleaner			
	Pengering Rambut			
	Mixer			
	Mesin Fotokopi			
	Lainnya			

B2. Setelah barang elektronik tidak digunakan, apa yang dilakukan?

- ☐ Dialihfungsikan
- ☐ Diperbaiki
- ☐ Dijual
- ☐ Dibuang
- ☐ Disimpan

Lampiran 2 Rekapitulasi Hasil Sampling

Jenis Barang Elektronik	Jumlah Barang Elektronik (unit)	Berat (kg)	Rata-rata Usia Pakai (tahun/unit)
TV	56	7	7
Handphone	84	0,5	3
Kipas Angin	42	10	4
Setrika	45	2	5
Rice Cooker	43	2	4
Kulkas	40	38	8
AC	12	18,5	5
DVD/VCD	18	5	5
Mesin Cuci	18	65	6
Laptop	26	3	5
Mouse	7	0,5	2
Komputer	7	10	3
Blender	34	2	3
Dispenser	27	6	2
Printer	12	7	3
Telepon	5	1	6
Microwave	3	19	4
Kamera	8	0,7	4
Radio	31	5	5
Lampu	267	0,5	2
Vacum Cleaner	7	13	5
Pengering Rambut	7	1	2
Mixer	28	2	3
Mesin Fotocopy	0	52	5
Lainnya	0	5	5

Lampiran 3 Estimasi Jumlah Timbulan Limbah Elektronik

Jumlah Sample	Jumlah Penduduk (jiwa)	KK Permanen
49	232.605	46.521

No	Jenis Barang Elektronik	Jumlah Barang (unit)	Rata-rata Barang Elektronik (unit/KK)	Total Barang Elektronik (unit)	Berat (kg)*	Rata-rata Usia Pakai (tahun/unit)**	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/tahun)	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/KK/tahun)
		A	B (A/49)	C (Bx46.521)	D	E	F (CxD/E)	F/49
1	TV	56	1,14	53167	7	7	53166,86	
2	Handphone	84	1,71	79750	0,5	3	13291,71	
3	Kipas Angin	42	0,86	39875	10	4	99687,86	
4	Setrika	45	0,92	42723	2	5	17089,35	
5	Rice Cooker	43	0,88	40825	2	4	20412,28	
6	Kulkas	40	0,82	37976	38	8	180387,55	
7	AC	12	0,24	11393	18,5	5	42153,72	20,18
8	DVD/VCD	18	0,37	17089	5	5	17089,35	
9	Mesin Cuci	18	0,37	17089	65	6	185134,59	
10	Laptop	26	0,53	24685	3	5	14810,77	
11	Mouse	7	0,14	6646	0,5	2	1661,46	
12	Komputer	7	0,14	6646	10	3	22152,86	
13	Blender	34	0,69	32280	2	3	21519,92	
14	Dispenser	27	0,55	25634	6	2	76902,06	

No	Jenis Barang Elektronik	Jumlah Barang (unit)	Rata-rata Barang Elektronik (unit/KK)	Total Barang Elektronik (unit)	Berat (kg)*	Rata-rata Usia Pakai (tahun/unit)**	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/tahun)	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/KK/tahun)
		A	B (A/49)	C (Bx46.521)	D	E	F (CxD/E)	F/49
15	Printer	12	0,24	11393	7	3	26583,43	
16	Telepon	5	0,10	4747	1	6	791,17	
17	Microwave	3	0,06	2848	19	4	13529,07	
18	Kamera	8	0,16	7595	0,7	4	1329,17	
19	Radio	31	0,63	29432	5	5	29431,65	
20	Lampu	267	5,45	253492	0,5	2	63372,99	
21	Vacum Cleaner	7	0,14	6646	13	5	17279,23	
22	Pengering Rambut	7	0,14	6646	1	2	3322,93	
23	Mixer	28	0,57	26583	2	3	17722,29	
24	Mesin Fotocopy	0	0,00	0	52	5	0,00	
25	Lainnya	0	0,00	0	5	5	0,00	
	Jumlah	827	16,88	785161	284,75		938822,26	

Sumber : * = furniture re-use network 2009 from WRAP
** = data primer (kuesioner)

Lampiran 4 Proyeksi Penduduk

Jumlah penduduk wilayah studi 7 tahun kebelakang

Kecamatan	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Pakualaman	9316	9392	9366	9533	9164	9336	9341	9341
Gondomanan	13029	13093	13097	13327	13171	13507	13603	13697
Kraton	17471	17557	17561	17874	17271	17547	17564	17575
Mantrijeron	31267	31421	31695	32383	31901	32791	33103	33496
Umbulharjo	76743	77127	78831	81073	83031	86580	88667	90775
Kotagede	31152	31308	32052	32986	33811	35285	36165	37055
Mergangsan	31267	29437	29448	29965	29537	30275	30475	30666
Jumlah	209335	210245	212050	217141	217886	225321	228918	232605

Standard Deviasi Metode Aritmatik

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke-	Proyeksi Penduduk (Xi)	Xi-X	(Xi-X)2
2011	209335	1	209335	-9853	97074219.391
2012	210245	2	212659	-6528	42619213.829
2013	212050	3	215984	-3204	10265959.289
2014	217141	4	219308	120	14455.768
2015	217886	5	222632	3445	11864703.268
2016	225321	6	225956	6769	45816701.789
2017	228918	7	229281	10093	101870451.329
2018	232605	8	232605	13417	180025951.891
Jumlah	1753501				489551657
Rata-rata (X)	219187.63				

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke-	Proyeksi Penduduk (Xi)	Xi-X	(Xi-X)2
Standar Deviasi					7822.657

Standard Deviasi Metode Geometrik

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke-	Proyeksi Penduduk (Xi)	Xi-X	(Xi-X)2
2011	209335	1	212461	-6727	45251546
2012	210245	2	215228	-3960	15679034
2013	212050	3	218031	-1156	1337220
2014	217141	4	220871	1683	2833916
2015	217886	5	223748	4560	20795585
2016	225321	6	226662	7474	55867867
2017	228918	7	229614	10427	108716115
2018	232605	8	232605	13417	180025952
Jumlah	1753501				430507234
Rata-rata (X)	219187.625				
Standar Deviasi					7335.762

Standard Deviasi Metode Least Square

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke-	Proyeksi Penduduk (Xi)	Xi-X	(Xi-X)2
2011	209335	1	203287	-15901	252832147
2012	210245	2	206820	-12367	152947842
2013	212050	3	210354	-8834	78034613

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun ke-	Proyeksi Penduduk (Xi)	Xi-X	(Xi-X)2
2014	217141	4	213887	-5300	28092461
2015	217886	5	217421	-1767	3121385
2016	225321	6	220954	1767	3121385
2017	228918	7	224488	5300	28092461
2018	232605	8	228021	8834	78034613
Jumlah	1753501				624276906
Rata-rata (X)	219187.625				
Standar Deviasi					8833.720

Perbandingan Standar Deviasi 3 Metode

Aritmatik	7822.657
Geometrik	7335.762
Least Square	8833.720

Lampiran 5 Berat Komponen Alat Elektronik pada tahun 2018

Alat Elektronik	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/tahun)	Total Barang Elektronik (unit)	Berat Komponen (kg)					
			Plastik	Logam	Elektronik	Kaca	Besi	Lainnya
AC	42153,72	53167	8557	10075	1012	-	19011	3499
Kulkas	180387,55	37976	62721	8298	1984	19301	83339	4690
Kitchen appliances (Blender, Mixer, Rice Cooker)	59654,48	99688	1127	2213	304	8590	44025	3400
Household heating & ventilation (Kipas Angin)	99687,86	39875	5483	7497	817	1794	71775	12361
Washing machines	185134,59	17089	23179	9831	2222	3703	93123	53134
Microwaves	13529,07	2848	810	1768	325	866	9159	595
Personal care (Pengering Rambut)	3322,93	6646	1007	810	43	21	910	532
Vacuum cleaners	17279,23	6646	10488	1495	36	-	2903	2350
Other small household (Setrika)	17089,35	42723	2842	2264	44	-	7929	4016

Alat Elektronik	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/tahun)	Total Barang Elektronik (unit)	Berat Komponen (kg)					
			Plastik	Logam	Elektronik	Kaca	Besi	Lainnya
Handphone	13291,71	79750	6247	2658	1196	1063	399	1728
TV	53166,86	53167	13292	9570	532	10633	13823	5317
Komputer	22152,86	6646	3988	5538	5981	5095	1551	-
Jumlah			139.741	62.017	14.497	51.067	34.7948	91.622

Lampiran 6 Nilai Potensi Ekonomi Daur Ulang Limbah Elektronik

Alat Elektronik	Plastik (per kg)	Logam (per kg)	Komponen Elektronik (per unit)	Kaca (per kg)	Besi (per kg)	Total Nilai Ekonomi
	Rp 1.300	**Rp13.000**	**Rp 30.000**	**Rp 4.500**	**Rp 2.000**	**Rp 50.800**
AC	Rp 11.124.367	Rp 130.971.608	Rp 30.350.678	-	Rp 38.022.655	Rp 210.469.309
Kulkas	Rp 81.536.976	Rp 107.871.755	Rp 59.527.892	Rp 86.856.605	Rp 166.678.096	Rp 502.471.324
Kitchen appliances (Blender, Mixer, Rice Cooker)	Rp 1.465.711	Rp 28.771.356	Rp 9.127.135	Rp 38.656.103	Rp 88.050.012	Rp 166.070.317
Household heating & ventilation (Kipas Angin)	Rp 7.127.682	Rp 97.454.852	Rp.24.523.214	Rp 8.074.717	Rp 143.550.518	Rp 280.730.983
Washing machines	Rp 30.132.506	Rp 127.798.407	Rp 66.648.452	Rp 16.662.113	Rp 186.245.398	Rp 427.486.876
Microwaves	Rp 1.053.509	Rp 22.987.243	Rp.9.740.930	Rp 3.896.372	Rp 18.318.361	Rp 55.996.415
Personal care (Pengering)	Rp 1.308.902	Rp 10.531.694	Rp 1.295.943	Rp 94.205	Rp 1.820.966	Rp 15.051.710
Vacuum cleaners	Rp 13.635.040	Rp 19.430.494	Rp 1.088.591	-	Rp 5.805.821	Rp 39.959.947
Other small household (Setrika)	Rp 3.694.547	Rp 29.436.405	Rp 1.332.969	-	Rp 15.858.917	Rp 50.322.838
Handphone	Rp 8.121.235	Rp 34.558.446	Rp 35.887.617	Rp 4.785.016	Rp 797.503	Rp 84.149.816
Lampu						Rp 253.492.000
TV	Rp 17.279.230	Rp 124.410.452	Rp 15.950.058	Rp 47.850.174	Rp 27.646.767	Rp 233.136.681
Komputer	Rp 5.183.769	Rp 71.996.795	Rp 179.438.166	Rp 22.928.210	Rp 3.101.400	Rp 282.648.341
Jumlah	**Rp 435.155.473**	**Rp 806.219.508**	**Rp 434.911.646**	**Rp 229.803.515**	**Rp 695.896.415**	**Rp 2.601.986.557**

"Halaman ini sengaja dikosongkan"