

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK
RUMAH TANGGA KECAMATAN DEPOK, SLEMAN**

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



MAHFUDZ IQBAL RAMADHAN

18513011

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022**

TUGAS AKHIR
ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK
RUMAH TANGGA KECAMATAN DEPOK, SLEMAN

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



MAHFUDZ IQBAL RAMADHAN

18513011

Disetujui:

Pembimbing 1:

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

NIK. 165131305

Tanggal: 14 September 2022

Pembimbing 2:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T.,

Ph.D.

NIK. 155130507

Tanggal: 14 September 2022

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmivanto S.T., M.Eng.

NIK. 095130403

Tanggal: 20 Desember 2022

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK
RUMAH TANGGA KECAMATAN DEPOK, SLEMAN

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 15 Desember 2022

Disusun Oleh:

MAHFUDZ IQBAL RAMADHAN

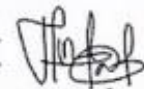
18513011

Tim Penguji :


Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Dr. Andik Yulianto, S.T., M.T.

()

()

()

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 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 tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Mahfudz Iqbal Ramadhan

NIM: 18513011

PRAKATA

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Timbulan Limbah Elektronik Rumah Tangga Kecamatan Depok, Sleman”. Penyusunan laporan tugas akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang membantu kelancaran dalam penyusunan laporan ini baik dukungan moril maupun materiil. Sehingga pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga mempermudah kelancaran proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua peneliti, Bapak Hartanto dan Ibu Nurhidayati, adik peneliti Zaqi dan Aqila yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan doa demi kelancaran penulisan tugas akhir ini.
3. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng.
4. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. dan Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. yang telah membimbing serta berkenan memberikan waktu dan masukan selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang sudah membagikan ilmu yang bermanfaat bagi peneliti.
6. Rekan tugas akhir peneliti, Tim *E-Waste*, yang telah berjuang bersama-sama, membantu, dan saling memberikan semangat selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini
7. Kepada Kontrakan Musang, Resmi Ulung, Gondes TL, dan Syahrina selaku

teman seperjuangan yang menemani masa perkuliahan peneliti dan bersama-sama saling memberi motivasi untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini

8. Keluarga Besar Teknik Lingkungan Angkatan 2018 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu dan memberi dukungan kepada peneliti.
9. Seluruh keluarga, teman, dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti berharap semoga amal baik dari seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan tugas ini mendapat balasan berupa pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Desember 2022

Mahfudz Iqbal Ramadhan



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

MAHFUDZ IQBAL RAMADHAN. Analisis Timbulan Limbah Elektronik Rumah Tangga di Kecamatan Depok, Sleman. Dibimbing oleh FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T. dan FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T., PH.D.

Seiring dengan pesatnya perkembangan zaman dan teknologi, penggunaan peralatan elektronik terus mengalami peningkatan. Hal ini membuat masa pakai peralatan elektronik menjadi semakin pendek sehingga limbah elektronik semakin meningkat. Karakteristiknya yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) membutuhkan pengelolaan khusus untuk menghindari potensi pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi timbulan limbah elektronik, menganalisis kondisi eksisting penanganan limbah elektronik dan memberikan rekomendasi pengelolaan limbah elektronik rumah tangga di Kecamatan Depok, Sleman. Pemilihan responden menggunakan metode *random sampling* berdasarkan SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Hasil penelitian menunjukkan jumlah timbulan limbah elektronik di Kecamatan Depok pada Tahun 2022 rata-rata sebesar 0,046 kg/KK/hari atau 16,9 kg/KK/tahun. Kondisi eksisting penanganan limbah elektronik yang diterapkan oleh masyarakat adalah 45% dibuang, 38% disimpan, 17% diperbaiki, 0% dijual. Rekomendasi pengelolaan limbah elektronik dilakukan dengan skema penambahan fasilitas TPS-B3 di TPS 3R yang sudah ada sehingga diharapkan dapat terjadi mekanisme EPR (*Extended Producer Responsibility*) dimana produsen alat elektronik melakukan pengambilan limbahnya dari TPS B3 dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan limbah dari produsen kecil akan dibawa ke tempat pengelolaan B3. Untuk residu limbah elektronik akan dibuang ke TPA.

Kata Kunci: Limbah Elektronik, Kecamatan Depok

ABSTRACT

MAHFUDZ IQBAL RAMADHAN. *Analysis of the Household Electronic Waste Generation in Depok District, Sleman. Supervised by FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T. and FAJRI MULYA IRESHA, S.T., M.T., PH.D.*

Along with the rapid development of the times and technology, the use of electronic equipment continues to increase. This makes the service life of electronic equipment shorter so that e-waste increases. Its characteristics containing Hazardous and Toxic Substances (B3) require special management to avoid the potential of environmental pollution. This study aims to identify the generation of electronic waste, analyze the existing conditions of handling e-waste, and provide recommendations for household e-waste management in Depok District, Sleman. The selection of respondents used a random sampling method based on SNI 19-3694-1994 concerning Methods for Picking and Measuring Examples of Generation and Composition of Urban Waste. The results showed that the amount of e-waste generation in Depok District in 2022 averaged 0.046 kg/KK/day or 16.9 kg/KK/year. The existing conditions for handling electronic waste implemented by the community are 45% disposed, 38% stored, 17% repaired, 0% sold. Recommendations for electronic waste management are carried out with the scheme of adding TPS-B3 facilities at the existing TPS 3R so that it is expected that an EPR (Extended Producer Responsibility) mechanism can occur where electronic device manufacturers take their waste from TPS B3 within a certain period of time. Meanwhile, waste from small producers will be taken to the B3 management site. As for the residue of electronic waste, it will be discharged into the landfill.

Keywords: Depok District, electronic waste



DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Timbulan Sampah.....	5
2.2 Limbah B3.....	5
2.3 Limbah Elektronik.....	6
2.4 Komponen dan Kandungan Bahaya Limbah Elektronik.....	7
2.5 Pengelolaan Limbah B3.....	9
2.6 Extended Producer Responsibility (EPR).....	9
2.7 Penelitian Terdahulu.....	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	15
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	15

3.4	Metode Pengolahan Data.....	16
3.4.1	Penentuan Jumlah Sampel.....	17
3.4.2	Perhitungan Potensi Limbah Elektronik	20
3.4.3	Proyeksi Penduduk.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Identifikasi Limbah Elektronik	23
4.1.1	Identifikasi dan Faktor Timbulan Limbah Elektronik	23
4.1.2	Dampak Timbulan limbah Elektronik.....	26
4.2	Kondisi Eksisting Penanganan Limbah Elektronik.....	28
4.2.1	Analisis Hubungan Tingkat Pendidikan Dengan Pengetahuan <i>E-waste</i>	30
4.3	Analisis Rekomendasi Pengelolaan Limbah Elektronik.....	31
4.3.1	Proyeksi Limbah Elektronik	31
4.3.2	Rekomendasi Pengelolaan Limbah Elektronik	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA		37
LAMPIRAN.....		39



DAFTAR TABEL

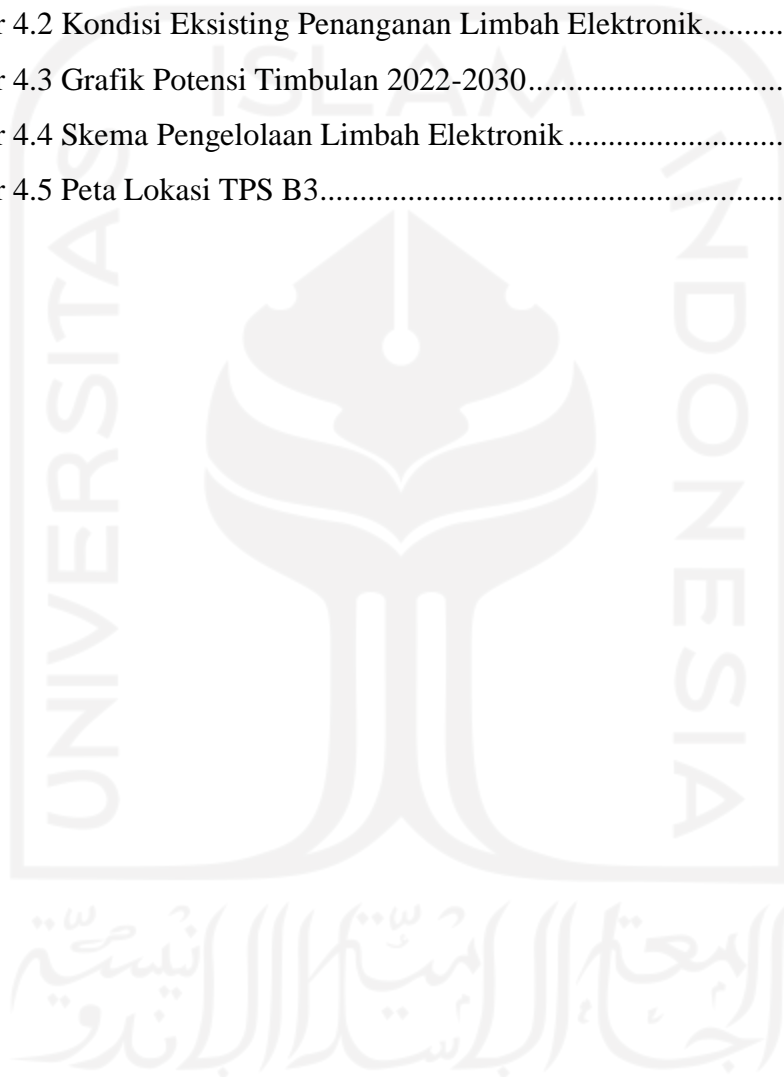
Tabel 2.1 Komponen dan Kandungan Limbah Elektronik	8
Tabel 2.2 Studi Literatur Terdahulu.....	11
Tabel 3.1 Koefisien Cd	17
Tabel 3.2 Jumlah Sampel Penelitian	18
Tabel 3.3 Pembagian Wilayah Sampling.....	19
Tabel 4.1 Berat Estimasi Timbulan Tiap Kelurahan.....	25
Tabel 4.2 Kandungan logam berat pada baterai.....	27
Tabel 4.3 Kandungan logam berat pada lampu.....	27
Tabel 4.4 Hubungan Tingkat Pendidikan Dengan Pengetahuan <i>E-waste</i>	30





DAFTAR GAMBAR

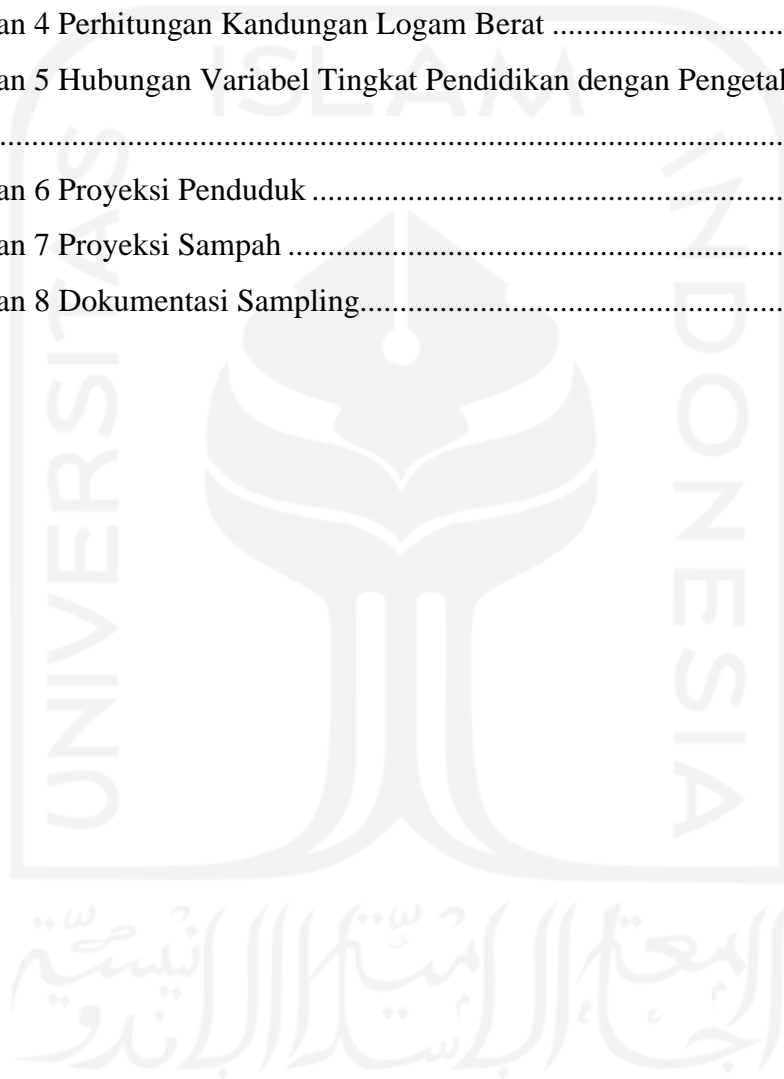
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian	15
Gambar 4.1 Grafik Timbulan Jumlah Limbah Elektronik	23
Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Penanganan Limbah Elektronik.....	28
Gambar 4.3 Grafik Potensi Timbulan 2022-2030.....	32
Gambar 4.4 Skema Pengelolaan Limbah Elektronik.....	33
Gambar 4.5 Peta Lokasi TPS B3.....	34





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Penelitian.....	39
Lampiran 2 Rekapitulasi Hasil Sampling	41
Lampiran 3 Estimasi Jumlah Timbulan Limbah Elektronik	42
Lampiran 4 Perhitungan Kandungan Logam Berat	44
Lampiran 5 Hubungan Variabel Tingkat Pendidikan dengan Pengetahuan <i>E-Waste</i>	46
Lampiran 6 Proyeksi Penduduk	48
Lampiran 7 Proyeksi Sampah	50
Lampiran 8 Dokumentasi Sampling.....	52





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi memberi dampak pada peningkatan penggunaan peralatan elektronik oleh masyarakat. Indonesia sendiri mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Menurut data yang diolah oleh databoks.katadata.co.id peningkatan jumlah konsumsi smartphone sangat signifikan, tahun 2018 sebanyak 83,5 juta pengguna dan di tahun 2019 sebanyak 92 juta pengguna, artinya peningkatan terjadi sebanyak 8,5 juta per tahun (Ayu, 2018). Pesatnya perubahan dan pembaharuan terkait teknologi membuat masyarakat cenderung mudah untuk mengganti peralatan elektronik dengan versi terbaru. Masyarakat lebih memilih untuk membeli perangkat elektronik dengan fitur yang lebih canggih daripada tetap bertahan untuk memakai peralatan elektronik yang lama, meskipun kondisinya masih dalam keadaan baik. Contoh yang paling sering ditemui adalah penggunaan komputer PC sekarang tergantikan oleh perangkat elektronik terbaru seperti laptop, notebook, netbook, dan jenis komputer jinjing lainnya. Fenomena ini mengakibatkan masa pakai suatu alat elektronik menjadi semakin pendek. (Nindyapuspa, 2018)

Indonesia termasuk salah satu terbesar di Asia dalam hal konsumen peralatan elektronik rumah tangga. Pada tahun 2007, Indonesia memproduksi lebih dari 3 milyar unit alat elektronik rumah tangga dan perlengkapan IT. Dapat diketahui bahwa alat elektronik yang tidak terpakai cepat atau lambat akan berakhir di tempat pembuangan akhir seperti *landfill*, di mana akan mengeluarkan material toksik seperti merkuri, kadmium, timbal, dan zat-zat berbahaya lainnya ke lingkungan (Junianto & Sugandha, 2020).

Limbah elektronik memiliki karakteristik yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), sehingga pengolahan dan pengelolaan limbah tersebut memerlukan perlakuan khusus untuk menghindarkan potensi pencemaran lingkungan dan kesehatan lingkungan karena beberapa zat B3 diantaranya bersifat

karsinogenik yang dapat memicu potensi penyakit kanker (Sudaryanto & Yusriyah, 2010).

Kabupaten Sleman merupakan wilayah provinsi Yogyakarta dengan luas wilayah sekitar 574,82 km² terbagi menjadi 17 kecamatan dan 86 desa atau kelurahan. Salah satu kecamatan yang terdapat dalam Kabupaten Sleman adalah Kecamatan Depok yang memiliki luas wilayah sekitar 35,55 km² dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu 131.005 jiwa dengan 3 desa (BPS, 2021). Kecamatan Depok terletak di dekat Kota Yogyakarta yang merupakan Ibukota Provinsi D.I. Yogyakarta. Oleh karena letaknya berada di kawasan ibukota, hal tersebut dapat mempengaruhi gaya hidup masyarakat dimana ketika tinggal di kawasan perkotaan maka minat akan penggunaan barang elektronik akan semakin meningkat. Hal ini juga didukung dengan kemudahan mendapatkan barang elektronik tersebut. Selain itu berdasarkan tingkat kepadatan penduduk di Kabupaten Sleman, Kecamatan Depok lebih padat dibandingkan kecamatan lainnya dengan tingkat kepadatan 3.685 jiwa/km². Beberapa hal tersebut menjadi alasan mengapa titik pengambilan sampel dilakukan di Kecamatan Depok. Dari letak lokasi, banyaknya jumlah penduduk dan tingkat kepadatan penduduk akan memicu bertambahnya timbulan dan komposisi limbah B3 khususnya limbah elektronik rumah tangga.

Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai limbah elektronik rumah tangga di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman sehingga dapat memberikan alternatif penanganan limbah elektronik dalam menangani permasalahan lingkungan. Serta data dari penelitian juga dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan, perancangan dan pengkajian sistem pengelolaan sampah khususnya limbah elektronik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas maka dapat dirumuskan beberapa masalah berikut ini:

1. Bagaimana timbulan limbah elektronik sektor rumah tangga di Kecamatan Depok?
2. Bagaimana kondisi eksisting penanganan limbah elektronik sektor rumah tangga di Kecamatan Depok?

3. Bagaimana skema rekomendasi pengelolaan limbah elektronik sektor rumah tangga di Kecamatan Depok?

1.3 Tujuan

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dengan tujuan berikut:

1. Mengidentifikasi timbulan limbah elektronik sektor rumah tangga di Kecamatan Depok
2. Menganalisis kondisi eksisting penanganan limbah elektronik sektor rumah tangga yang diterapkan di Kecamatan Depok
3. Menganalisis skema rekomendasi pengelolaan limbah elektronik sektor rumah tangga di Kecamatan Depok

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari dilakukannya penelitian ini, diantaranya:

1. Memberikan informasi bagi masyarakat tentang bahaya dan dampak limbah elektronik.
2. Sebagai bahan informasi dan pertimbangan mengenai upaya pemerintah kota dalam menangani limbah elektronik.
3. Sebagai sumber informasi dan referensi bagi penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Berikut merupakan ruang lingkup dalam penelitian ini:

1. Limbah elektronik yang dimaksud pada penelitian adalah sampah elektronik rumah tangga yang berbentuk padat. Penelitian ini hanya menghitung timbulan sampah elektronik dalam satuan berat.
2. Lokasi penelitian yaitu di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Provinsi D.I. Yogyakarta
3. Limbah elektronik rumah tangga pada pengambilan sampel adalah sampah elektronik yang dibuang dan disimpan oleh masyarakat karena tidak tahu penanganan selanjutnya.
4. Penimbangan limbah elektronik dilakukan secara utuh tanpa memisahkan masing-masing komponen.

5. Jenis limbah elektronik rumah tangga mengacu pada *Basel Action Network*, jurnal *Comparative Study on E-Waste Management and the Role of the Basel Convention in Malaysia, Singapore, and Indonesia: a Way Forward*, dan buku *The Global E-waste Monitor*.
6. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbulan Sampah

Timbulan sampah dapat dipahami sebagai kumpulan sampah hasil dari suatu kegiatan dalam jangka waktu tertentu. Menurut Tchobanoglous, 1993 timbulan sampah merupakan sejumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu kegiatan atau aktivitas dalam kurun waktu tertentu, dengan kata lain banyaknya sampah yang dihasilkan secara gravimetri dalam satuan berat (kilogram) atau volume (liter). Besaran sampah yang dihasilkan didapatkan dari pengukuran di lapangan dari berbagai sumber. Untuk menentukan jumlah sampah yang perlu dikelola, maka perlu dilakukan estimasi jumlah sampah yang dihasilkan. Tahap awal dalam pengelolaan sampah yaitu mengkaji data timbulan sampah.

Sedangkan manfaat mengetahui timbulan sampah yaitu untuk mendukung penyusunan sistem pengelolaan sampah di suatu wilayah, data yang tersedia dapat dijadikan sebagai bahan untuk menyusun solusi alternatif sistem pengelolaan sampah yang efisien dan efektif. Selain itu informasi mengenai timbulan sampah yang diketahui dapat membantu untuk menganalisis pengelolaan sampah seperti pemilihan peralatan, perencanaan rute pengangkutan, fasilitas daur ulang, area, dan jenis TPA (Damanhuri, 1989).

2.2 Limbah B3

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 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.

Limbah B3 banyak dihasilkan dari kegiatan industri, selain dari kegiatan industri limbah B3 juga dapat dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, misalnya bekas pengharum ruangan, deterjen pakaian, baterai, pembersih kamar mandi, barang elektronik, dll. Sedangkan berdasarkan sumbernya sendiri, limbah B3 dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Limbah B3 dari sumber tidak spesifik
- b. Limbah B3 dari sumber spesifik.
- c. Limbah B3 dari dari B3 kadaluarsa, B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan bekas kemasan B3.

Limbah B3 yang dibuang langsung ke lingkungan dapat menimbulkan bahaya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya. Untuk menghilangkan atau mengurangi resiko yang mungkin timbul dari limbah B3 yang dihasilkan, maka limbah B3 yang dihasilkan harus diperlakukan secara khusus.

2.3 Limbah Elektronik

Limbah elektronik atau *e-waste* secara umum yaitu peralatan elektronik yang tidak dipakai atau dipergunakan dikarenakan tidak berfungsi maupun tidak diinginkan yang kemudian menjadi barang kadaluarsa dan perlu dibuang, baik dalam kondisi utuh maupun bagian. Di Indonesia sendiri belum ada definisi dan regulasi khusus mengenai *e-waste*, sehingga *e-waste* digolongkan sebagai limbah B3 (Widyarsana dkk, 2010). Sebagian besar limbah elektronik dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena mengandung komponen atau bagian yang terbuat dari substansi berbahaya (seperti timbal, merkuri, kadmium dan lainnya) unsur tersebut merupakan ancaman bagi kesehatan dan lingkungan (Wahyono, 2012). Selain itu, *e-waste* dapat didefinisikan sebagai komponen dari peralatan listrik dan elektronik yang tidak memiliki nilai pakai mencakup peralatan elektronik apa pun: laptop, telepon, *charger*, monitor, printer, pemutar DVD, dll. Baterai juga disertakan karena tidak dapat didaur ulang secara konvensional dan dianggap elektronik. (Shad et al., 2020).

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, *notebook*, 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.

2.4 Komponen dan Kandungan Bahaya Limbah Elektronik

Setiap komponen limbah elektronik yang terdapat pada suatu benda mempunyai unsur kandungan yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Logam berat memiliki sifat beracun, karsinogenik (menyebabkan kanker), dan mutagenik yang menyebabkan cacat bawaan. Logam merkuri (Hg) dikenal dapat merusak sistem saraf otak, dan menyebabkan cacat bawaan yang terjadi pada kasus Teluk Minamata. Selain itu, dampak eksternalnya cukup berbahaya, yaitu berupa degradasi kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat yang bermukim di

sekitarnya dikarenakan tercemarnya tanah, air dan udara oleh senyawa-senyawa beracun seperti PCB, PCDD/F, PAH, PBDE, BFR dan logam berat (Robinson, 2009). Berikut ini merupakan tabel komponen dan kandungan bahaya limbah elektronik.

Tabel 2.1 Komponen dan Kandungan Limbah Elektronik

Komponen	Kandungan Berbahaya
Pendingin	<i>Ozone Depleting Substances (ODS)</i>
Plastik	<i>Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR)</i>
Bahan Isolasi	Insulation ODS in foam, asbestos, refractory ceramic fiber
Tabung Sinar Katoda	Timbal, Antimon, Merkuri, Fosfor
LCD	Merkuri
Karet	<i>Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR)</i>
Kabel	<i>Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR), Timbal</i>
Papan Sirkuit	Timbal, Berilium, Antimon, BFR
Lampu TL	Merkuri, Fosfor, <i>Flame retardants</i>
Thermostat	Merkuri
BFR mengandung plastik	BFRs
Baterai	Timbal, Litium, Kadmium, Merkuri
CFC,HCFC,HFC,HC	ODS
Kabel Elektrik Eksternal	BFRs, pemlastis
Kapasitor Elektrolit	Glicol

Sumber: Uddin, 2012

Tabel 2. 2 Kandungan Logam Pada Baterai Bekas

Komponen Logam	Hasil pemeriksaan laboratorium($\mu\text{g/g}$)	
	Katoda ($\mu\text{g/g}$)	Anoda ($\mu\text{g/g}$)
Pb	9,79	12,45
Cd	0,15	0,73
Cu	34,62	8,13
Zn	7570,41	1.717,90

Sumber: Iswanto et al., 2016

Tabel 2. 3 Kandungan Logam Berat Pada Lampu *fluorescent*

Komponen	Rata-rata \pm SD ($\mu\text{g/g}$)
Pb	2.392,54 \pm 41,56
Zn	31,14 \pm 0,53
Cu	185.431,80 \pm 984,85

Sumber: Iswanto et al., 2016

2.5 Pengelolaan Limbah B3

Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun atau biasa disingkat B3 adalah kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Setiap usaha dan atau kegiatan yang menggunakan B3 dan atau menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya. Pengelolaan yang biasanya dilakukan pada sektor informal seperti dengan pembakaran dan penimbunan. Beberapa tahapan operasi yang dapat digunakan untuk mengolah sampah elektronik adalah dengan melakukan pembongkaran dan menghilangkan zat berbahaya seperti CFC, Hg dan PCB dan memisahkan bahan berbahaya dari bagian yang mudah dijangkau. Pemisahan besi logam dan besi non logam dilakukan pemisahan secara mekanik dan magnetik (Dwicahyanti, 2012).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 kegiatan pengurangan limbah adalah kegiatan penghasil Limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau racun dari limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Pemanfaatan limbah B3 adalah kegiatan penggunaan kembali, daur ulang, dan/atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah Limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan baku, bahan bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

2.6 *Extended Producer Responsibility (EPR)*

EPR (*Extended Producer Responsibility*) yaitu kebijakan yang melibatkan skenario loop tertutup dalam manajemen material dan harus dikelola dan diproses dengan menggunakan kembali material menjadi produk baru atau produk

pengemasan lain dengan pertimbangan energi yang lebih sedikit daripada menghasilkan produk baru dari bahan baku baru (Thorpe et al., 2004).

Thorpe et al., (2004) memberikan saran bahwa untuk menciptakan program EPR yang kuat, komponen-komponen berikut ini harus dimasukkan dalam program desain tersebut:

- Tanggung jawab individu ketika produsen mengambil akhir manajemen masa pakai produk mereka sendiri, sedangkan didalam EPR produsen melibatkan konsumen untuk pembagian biaya dalam proses daur ulang produk akhir masa pakai.
- Perusahaan dapat mendesain ulang produk untuk meningkatkan daya tahan, kemudahan perbaikan, penggunaan kembali, pembongkaran atau daur ulang atas inisiatif mereka sendiri.
- Pemerintah ikut berpartisipasi dalam bentuk amanat dan peraturan yang akan menghentikan pihak ilegal yang dapat merusak program secara keseluruhan
- Adanya persyaratan penggunaan kembali dan daur ulang, seperti menetapkan jumlah minimum penggunaan kembali dan bahan daur ulang sebagai pendorong utama perubahan
- Program EPR perlu mempertimbangkan suatu produk yang masih digunakan tetapi produsennya sudah tidak ada lagi. Sebagai contoh : Blackberry sudah tidak memproduksi ponsel lagi akan tetapi Blackberry tidak mendesain produknya untuk digunakannya kembali atau didaur ulang.

2.7 Penelitian Terdahulu

Salah satu acuan penulis dalam melaksanakan penelitian adalah dengan membaca referensi penelitian sebelumnya.

Tabel 2.4 Studi Literatur Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
1	Muhammad Fikri Tulus	2019	Identifikasi Limbah Elektronik Jenis Laptop Dan Personal Computer (PC) Melalui Jasa Perbaikan Di Kota Yogyakarta	Dari hasil penelitian tersebut didapatkan hasil perhitungan potensi berat limbah elektronik sebesar 2,25 kg/hari, apabila dikalkulasikan maka potensi berat limbah elektronik selama 1 tahun di Kota Yogyakarta sebesar 821,25 kg/tahun.
2	Herdayuli dan Ellina S. Pandebesie	2016	Penentuan Jumlah dan Jenis Potensi Timbulan Sampah Elektronik dari Rumah Tangga di Wilayah Surabaya Utara	Jumlah potensi timbulan sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan yaitu 3,90 kg/orang.tahun. potensi timbulan sampah elektronik rumah tangga untuk tahun 2015 yaitu 2.440 ton/tahun. Jenis Barang elektronik yang paling dominan yang dimiliki oleh rumah tangga yang persentasenya lebih dari 50% adalah TV (100%), handphone (100%), kipas angin (100%), rice cooker (97%), setrika (97%), kulkas (87%), DVD/VCD (75%), mesin cuci

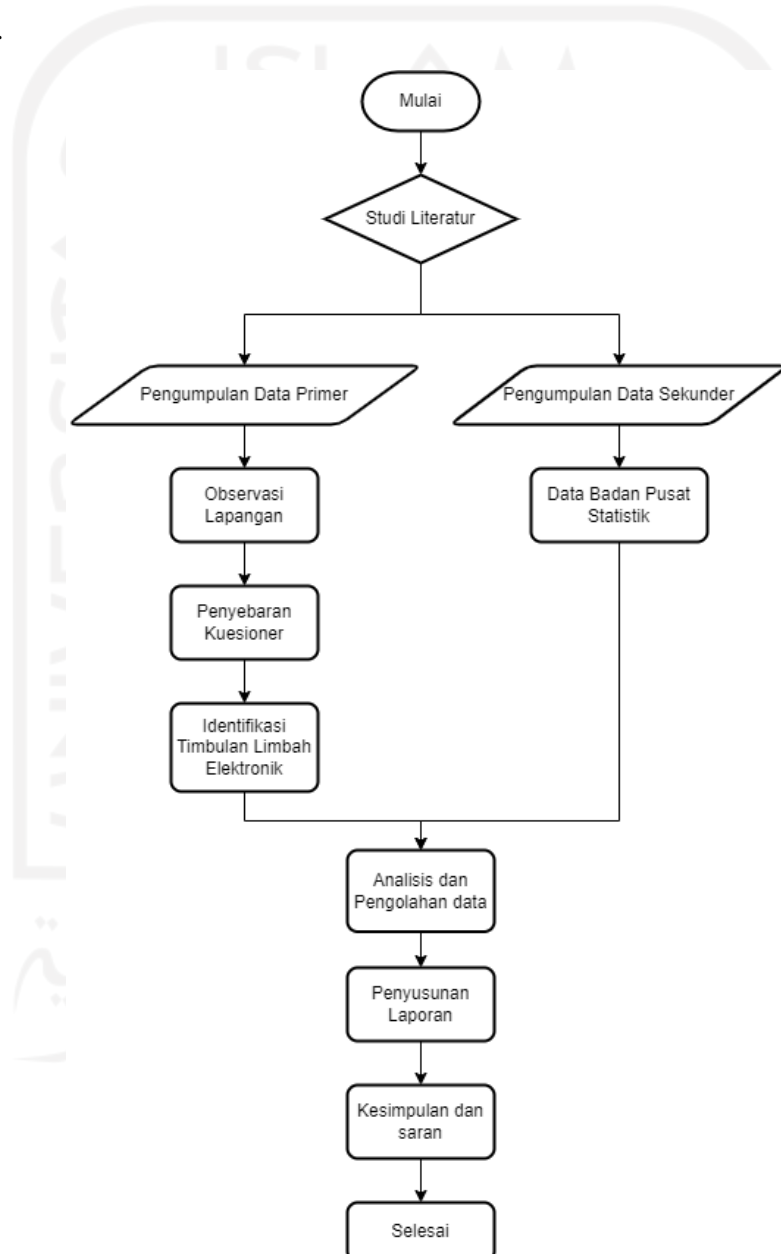
No	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
				(63%), laptop (63%), blender (63%), dispenser (56%) dan air kondisioner (55%).
3	Arsy Anastasya Rahmadani	2018	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) Rumah Tangga Di Kota Yogyakarta Bagian Selatan	Jumlah estimasi timbulan sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan sebesar 20,18 kg/KK.tahun. kemudian untuk potensi timbulan sampah elektronik rumah tangga pada tahun 2025 sebesar 1.028 ton/tahun. Metode pengelolaan sampah elektronik yang diterapkan yaitu diperbaiki dengan persentase 41%, dijual 29%, disimpan 16%, dibuang 6%.
4	Anggola Pralaya	2018	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) Rumah	Jumlah estimasi timbulan sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan sebesar 0,028 ton/KK.tahun. kemudian untuk potensi timbulan sampah elektronik

No	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil
			Tangga Di Kota Yogyakarta Bagian Utara	rumah tangga pada tahun 2025 sebesar 1.117 ton/tahun. Metode pengelolaan sampah elektronik yang diterapkan yaitu diperbaiki dengan persentase 50%, dijual 23%, disimpan 20%, dibuang 5%, dialihfungsikan 2%.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

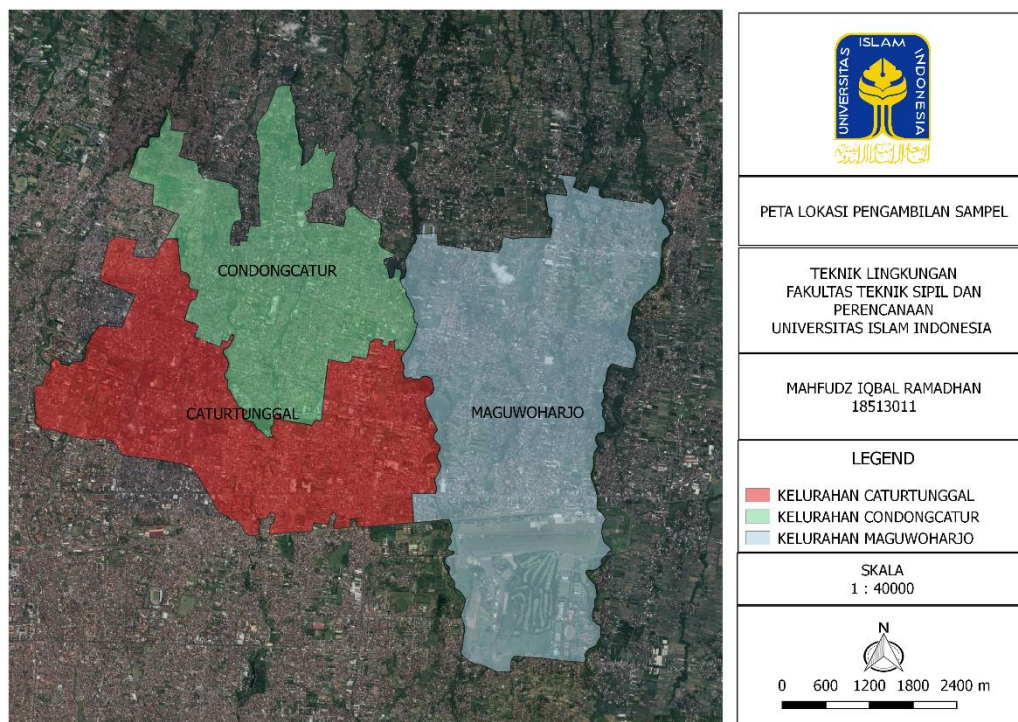
Tahapan yang akan dilakukan pada proses penelitian ini digambarkan dengan diagram alir. Diagram alir tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengambilan sampel data dilakukan di Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penentuan objek penelitian adalah limbah elektronik rumah tangga yang ada di Kecamatan Depok. Penelitian dilakukan dari bulan Maret hingga Juli 2022. Lokasi penelitian berada pada area pemukiman di Kecamatan Depok yang berada pada wilayah Kelurahan Condongcatur, Kelurahan Caturtunggal, Kelurahan Maguwoharjo.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

Sumber: SAS Planet, 2022

3.3 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan untuk mencari data jumlah timbulan limbah elektronik rumah tangga, dimana wilayah Kecamatan Depok termasuk kawasan perkotaan maka minat akan penggunaan barang elektronik akan semakin meningkat. Selain itu juga didukung dengan mudahnya mendapatkan barang elektronik tersebut. Dengan kemudahan dalam mendapatkan barang elektronik akan berdampak pada usia pakai barang elektronik disebabkan barang elektronik yang masih bisa digunakan pada akhirnya disimpan atau tergantikan oleh barang

elektronik baru yang lebih unggul. Hal tersebut dapat menjadi faktor penumpukan barang elektronik dan berakhir menjadi sampah

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

a. Data Primer

Data yang diperoleh melalui survey lokasi untuk mendapatkan data primer yang dibutuhkan dalam analisa data, lokasi kegiatan, jumlah sampah elektronik dan dokumentasi. Sedangkan untuk melakukan pengumpulan data yaitu dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada masyarakat terkait pengelolaan limbah elektronik rumah tangga. Pertanyaan yang diajukan untuk mengetahui permasalahan yang akan diteliti melalui kuesioner yang ada pada Lampiran 1. Adapun data yang dibutuhkan dalam hal ini adalah :

1. Jenis barang elektronik
2. Jumlah dan berat setiap jenis barang elektronik
3. Rata-rata usia pakai tiap barang elektronik
4. Faktor timbulan limbah elektronik
5. Penanganan yang dilakukan terhadap limbah elektronik

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan diperoleh dari BPS Kabupaten Sleman. Data yang diperlukan adalah data penduduk di wilayah administrasi Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman

Dalam penelitian ini alat yang digunakan antara lain timbangan gantung digital, alat tulis, plastik kresek.

3.4 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan metode *random sampling* dengan teknik wawancara langsung kepada responden secara acak menggunakan kuesioner dengan cara mendatangi rumah-rumah masyarakat tanpa memperhatikan strata. Kuesioner yang digunakan didasarkan pada data yang dibutuhkan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah elektronik (**Lampiran 1**).

3.4.1. Penentuan Jumlah Sampel

Penentuan jumlah sampel apabila jumlah penduduk $\leq 10^6$ jiwa dapat ditentukan menggunakan persamaan yang sesuai dengan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan, persamaannya yaitu :

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

Dimana :

S = Jumlah sampel (jiwa)

Cd = Kategori kota

P = Jumlah penduduk (jiwa)

Tabel 3.1 Koefisien Cd

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	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

Sumber: SNI 19-3964-1994

Setelah diperoleh nilai jumlah sampel (S), kemudian mencari jumlah KK dari jumlah sampel dengan menggunakan rumus :

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

Dimana :

K = Jumlah KK

N = Jumlah jiwa per KK

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

Tabel 3. 2 Jumlah Sampel Penelitian

Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Koefisien Cd	S (jiwa)	Jumlah Sampel (KK)
Caturtunggal	47.768	0,5	181	60
Condongcatur	37.347			
Maguwoharjo	45.890			
Jumlah	131.005			

Pada Tabel 3. 2 terlihat bahwa Kecamatan Depok termasuk kategori kota sedang dengan jumlah penduduk 131.005 jiwa, sehingga menggunakan nilai koefisien Cd 0,5 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah sampel} &= C_d \sqrt{P} \\
 &= 0,5 \sqrt{131.005} \\
 &= 181 \text{ jiwa}
 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh nilai jumlah sampel (S), kemudian mencari jumlah KK dari jumlah sampel.

Dimana :

K = Jumlah KK

N = Jumlah jiwa per KK = 3 (BPS Kabupaten Sleman, 2021)

Sehingga angka didapatkan perhitungan jumlah sampel yang diambil adalah sebagai berikut :

- Jumlah jiwa (S) = 181
- Jumlah jiwa per KK (n) = 3

Maka :

- Jumlah KK yang akan disampling

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{S}{N} \\
 &= \frac{181}{3}
 \end{aligned}$$

$$K = 60,3 \approx 60$$

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 sampel secara

keseluruhan. Perhitungan jumlah sampel menggunakan jumlah penduduk pada tahun 2021. Berikut adalah pembagian wilayah dari 60 jumlah sampel :

Tabel 3. 3 Pembagian Wilayah Sampling

Kelurahan	Jumlah Sampel
Caturtunggal	20
Condongcatur	20
Maguwoharjo	20
Total	60

3.4.2. Jenis Limbah Elektronik

Jenis limbah elektronik pada penelitian ini mengacu pada beberapa referensi sebagai berikut

Tabel 3.4 Jenis Limbah Elektronik

Jenis Limbah Elektronik	Referensi
Lemari es, pendingin ruangan, ponsel, <i>stereo system</i> , dan komputer	<i>Basel Action Network</i>
Laptop, telepon, <i>charger</i> , monitor, printer, pemutar DVD, dan baterai.	<i>Comparative Study on E-Waste Management and the Role of the Basel Convention in Malaysia, Singapore, and Indonesia: a Way Forward</i>
Lemari es, <i>freezer</i> , pendingin udara, televisi, monitor, laptop, <i>notebook</i> , tablet, neon lampu, lampu debit intensitas tinggi, LED, mesin cuci, pengering pakaian, mesin cuci piring, kompor listrik, mesin percetakan besar, peralatan penyalinan, penyedot debu, <i>microwave</i> , pemanggang roti, ketel listrik, alat cukur listrik, kamera, ponsel, GPS, komputer pribadi, printer, telepon.	<i>The Global E-waste Monitor</i>

3.4.3. Perhitungan Potensi Limbah Elektronik

Pengukuran berat limbah elektronik yang dihasilkan oleh sektor rumah tangga menggunakan timbangan gantung digital dan wadah kantong plastik di lokasi penelitian, peneliti melakukan perhitungan manual untuk mengetahui berat.

Perhitungan laju timbulan *e-waste* dalam satuan kg/hari dihitung dengan menggunakan perhitungan yang diadopsi dari metode SNI 19-3964-1994 mengenai pengukuran timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah timbulan } E - \text{Waste} = \frac{\text{Berat Total } E - \text{Waste (Kg)}}{1 \text{ hari}} \quad (3)$$

Perhitungan potensi Limbah Elektronik dalam per tahun dengan asumsi 1 tahun adalah 365 hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat Limbah} = \frac{\text{Berat Total Limbah Elektronik(Kg)}}{\text{waktu sampling}} \times 365 \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \quad (4)$$

3.4.4. Proyeksi Penduduk

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum bahwa menghitung proyeksi penduduk menggunakan 3 metode. Metode aritmatik, metode geometrik dan metode *least square*, ketiga metode tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai koefisien korelasi atau standar deviasi. Dari ketiga metode tersebut, dilakukan pendekatan penduduk sebenarnya dengan melihat grafik "*backward projection*" dan selanjutnya dibandingkan dengan data jumlah penduduk sebenarnya. Metode yang paling mendekati terhadap jumlah penduduk sebenarnya yang akan dipilih untuk menentukan proyeksi penduduk Kecamatan Depok yang akan datang.

Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan untuk menghitung potensi timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Kecamatan Depok pada tahun 2030. Hal ini menyesuaikan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang ditargetkan tercapai pada tahun tersebut. Salah satu poin tujuan target SDGs 2030 adalah upaya pengurangan dampak lingkungan yang merugikan di wilayah perkotaan per kapita yang mana dapat diwujudkan dengan memperjelas

proses penanganan sampah kota dan menurunkan jumlah timbulan sampah melalui daur ulang, pengurangan, pencegahan, serta penggunaan kembali. Berikut persamaan masing-masing metode :

1. Metode Aritmatika

Perhitungan dengan Metode Aritmatika menggunakan rumus :

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o) \quad (5)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

P_o = Jumlah penduduk tahun dasar (terakhir)

K_a = Konstanta aritmatik

T_n = Tahun ke-n

T_o = Tahun dasar

2. Metode Geometri

Perhitungan dengan Metode Geometri menggunakan rumus :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (6)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun ke-n

P_o = Jumlah penduduk tahun dasar (terakhir)

r = Laju pertumbuhan penduduk

n = Jumlah interval tahun

3. Metode *Least Square*

Perhitungan dengan Metode *Least Square* menggunakan rumus :

Mencari nilai b , dengan rumus :

$$b = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (7)$$

Mencari nilai a , dengan rumus :

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n} \quad (8)$$

Membuat persamaan least square :

$$Y = a + bx \quad (9)$$

Dimana :

Y = Nilai variabel berdasarkan garis regresi

a = Konstanta

b = Koefisien arah regresi linier

x = Variabel independent

4. Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi menggunakan rumus :

$$SD = \sqrt{\frac{(\sum Yi - X.Y^2)}{n}} \quad (10)$$



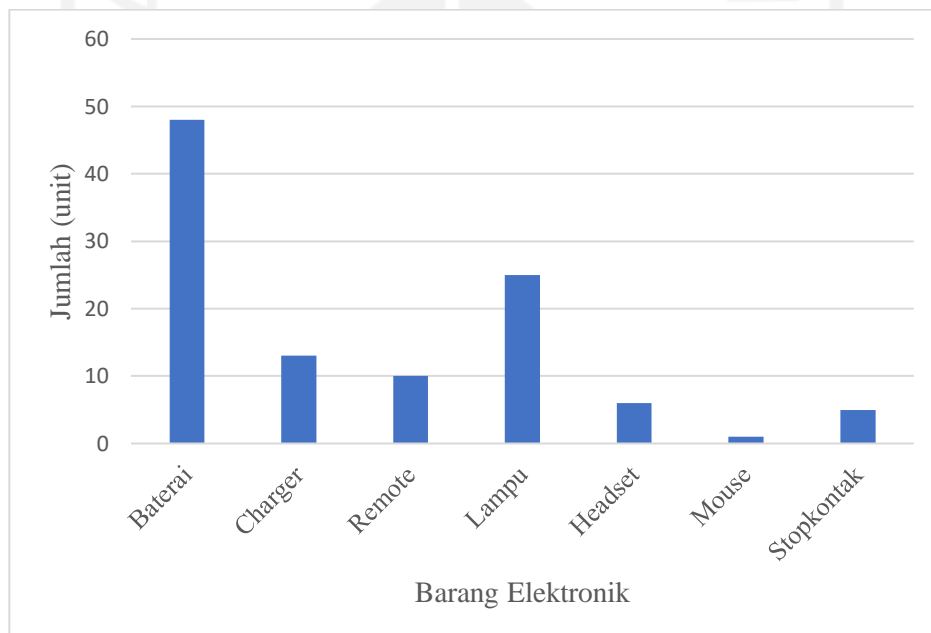
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Limbah Elektronik

4.1.1 Identifikasi dan Faktor Timbulan Limbah Elektronik

Berdasarkan hasil penelitian dari 60 sampel di wilayah studi selama 8 hari proses pengambilan data, didapatkan data jumlah timbulan elektronik yang dihasilkan dengan menyajikan data berupa grafik timbulan jumlah limbah elektronik.



Gambar 4.1 Grafik Timbulan Jumlah Limbah Elektronik

Dari Gambar 4.1 tersebut dapat dilihat beberapa limbah elektronik yang dominan ditemukan pada rumah tangga di Kecamatan Depok yaitu baterai sebanyak 48 unit, lampu sebanyak 25 unit dan *charger* sebanyak 13 unit.

Jenis baterai yang ditemukan dalam penelitian ini terdiri atas baterai sekali pakai. Baterai menjadi kebutuhan primer masyarakat untuk digunakan sehari-hari dalam menyimpan daya menjadi energi. Penggunaan baterai tersebut ditimbulkan dari beberapa barang elektronik seperti mainan anak-anak, jam dinding, remote, dan senter. Sehingga kecenderungan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan tersebut

dapat meningkatkan timbulan limbah elektronik jenis baterai.

Sedangkan jenis lampu listrik yang ditemukan dalam penelitian ini terdiri atas lampu hemat energi (*Compact Fluorescent Lamps*), lampu TL (*Tube Luminescent*), lampu pijar, dan lampu LED (*Light Emitting Diode*). Lampu merupakan salah satu alat 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. Sehingga dalam memenuhi kebutuhan tersebut dapat meningkatkan timbulan limbah elektronik jenis lampu. 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.

Untuk jenis *charger* yang ditemukan dalam penelitian ini terdiri charger dengan konektor *lightning*, USB tipe A dan C, serta Micro. *Charger* merupakan salah satu alat elektronik pokok bagi masyarakat karena berfungsi untuk mengisi daya alat-alat elektronik seperti *handphone*, *power bank*, lampu *emergency*. Jumlah *charger* dipengaruhi oleh kebutuhan masyarakat dalam mendukung kegiatan sehari hari. Semakin banyak alat elektronik yang digunakan maka akan semakin banyak *charger* yang dibutuhkan. Sehingga dalam memenuhi kebutuhan tersebut dapat meningkatkan timbulan limbah elektronik jenis *charger*

Data yang didapatkan dari hasil sampling kemudian dihitung untuk mendapatkan estimasi berat limbah elektronik pada setiap Kelurahan, yaitu Kelurahan Caturtunggal, Kelurahan Condongcatur, dan Kelurahan Maguwoharjo. Berikut ini merupakan tabel berat timbulan total tiap kelurahan.

Tabel 4. 1 Estimasi Berat Timbulan Tiap Kelurahan

Kecamatan Depok	Estimasi Berat timbulan (kg/hari)	Estimasi Timbulan limbah elektronik (kg/KK/hari)	Estimasi Timbulan limbah elektronik (kg/KK/tahun)
Kelurahan Caturtunggal	1.04	0,052	16,9
Kelurahan Condongcatur	0.92	0,046	
Kelurahan Maguwoharjo	0.82	0,041	
Rata-rata		0,046	

Dapat dilihat pada Tabel 4. 1 timbulan limbah elektronik rumah tangga yang paling banyak dihasilkan yaitu Kelurahan Caturtunggal dengan estimasi berat total 0,052 kg/KK/hari. Selanjutnya yaitu Kelurahan Condongcatur dengan estimasi berat total 0,046 kg/KK/hari dan yang paling sedikit yaitu Kelurahan Maguwoharjo dengan estimasi berat total 0,041 kg/KK/hari. Kemudian untuk estimasi timbulan limbah elektronik yang dihasilkan untuk seluruh Kecamatan Depok rata-rata sebesar 0,046 kg/KK/hari atau 16,9 kg/KK/tahun. Data yang disajikan representatif terhadap timbulan limbah elektronik karena dihasilkan dari tiap KK di kelurahan yang dilayani. Limbah elektronik tidak dihasilkan setiap harinya, maka perhitungan ini hanya pada hari yang ada limbah elektronik dari total hari selama pengambilan data delapan hari. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmadani (2018) di Kota Yogyakarta Bagian Selatan, hasil timbulan limbah elektronik yang didapatkan lebih rendah. Estimasi jumlah limbah elektronik untuk tahun 2018 di Kota Yogyakarta Bagian Selatan yaitu 20,18 kg/KK/tahun. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor jumlah penduduk pada tahun penelitian. Walaupun penelitian di Kota Yogyakarta Bagian Selatan dilakukan pada tahun 2018, empat tahun lebih dulu daripada penelitian yang dilakukan di Kecamatan Depok, namun jumlah penduduk di Kota Yogyakarta Bagian Selatan pada tahun 2018 yaitu sebanyak 232.605 jiwa sedangkan di Kecamatan Depok adalah 131.005 jiwa. Jumlah penduduk sangat berpengaruh terhadap jumlah timbulan sampah elektronik yang dihasilkan karena semakin banyak jumlah penduduk maka semakin banyak pula barang elektronik yang digunakan.

Faktor timbulan limbah elektronik di Kecamatan Depok disebabkan perilaku masyarakat yang konsumtif terhadap barang elektronik sehingga berdampak pada usia pakai barang elektronik tersebut. Berdasarkan Gambar 4.1 Masyarakat di Kecamatan Depok konsumtif terhadap baterai, lampu dan charger, dikarenakan barang elektronik tersebut merupakan kebutuhan primer masyarakat untuk mendukung masyarakat dalam kegiatan sehari-hari. Barang-barang elektronik tersebut apabila sudah tidak dipakai lagi atau rusak pada akhirnya hanya akan disimpan di dalam suatu ruangan atau gudang sehingga menjadi penumpukan.

Menurut Hanuning (2011) terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perilaku konsumtif antara lain:

- a. Faktor Internal, terdiri dari faktor pribadi dan psikologis. Faktor pribadi seseorang mulai dari umur, pekerjaan, dan ekonomi juga sangat berpengaruh terhadap perilaku konsumsi seseorang. Faktor psikologis seseorang sangat dipengaruhi oleh persepsi, motivasi, dan sikap pendirian seseorang.
- b. Faktor Eksternal, terdiri dari lingkungan, kelas sosial, dan budaya. Faktor lingkungan dimana seseorang tinggal mempengaruhi kehidupannya sehari-hari, budaya seseorang dalam menggunakan alat elektronik, dan bagaimana kelas sosial mempengaruhi seseorang dalam tingkat konsumsi alat elektronik.

4.1.2 Dampak Timbulan limbah Elektronik

Beberapa komponen dalam limbah elektronik yang ada dalam objek penelitian ini mengandung senyawa-senyawa yang dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Unsur berbahaya tersebut bila tercemar di lingkungan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, selain berdampak negatif bagi lingkungan kandungan komponen yang ada pada limbah elektronik berdampak negatif bagi kesehatan tubuh manusia dengan adanya kandungan zat-zat arsenik hingga zat bersifat karsinogenik yang apabila masuk ke dalam metabolisme tubuh manusia dengan kurun waktu tertentu dapat menimbulkan penyakit berbahaya.

Dari hasil klasifikasi kandungan berbahaya pada komponen limbah elektronik, setiap komponen memiliki kandungan berbahayanya masing-masing. Untuk mengetahui potensi dampak bahaya yang ditimbulkan oleh senyawa-senyawa pada limbah elektronik di Kecamatan Depok maka diperlukan perhitungan kandungan logam berat pada komponen limbah elektronik yang terlampir pada **Lampiran 4**. Berikut ini merupakan hasil perhitungan kandungan logam berat pada komponen limbah elektronik.

Tabel 4. 2 Kandungan logam berat pada baterai

Komponen	Hasil Perhitungan	
	Katoda ($\mu\text{g/g}$)	Anoda ($\mu\text{g/g}$)
Pb	469,92	597,6
Cd	7,2	35,04
Cu	1661,76	390,24
Zn	363379,68	82459,2

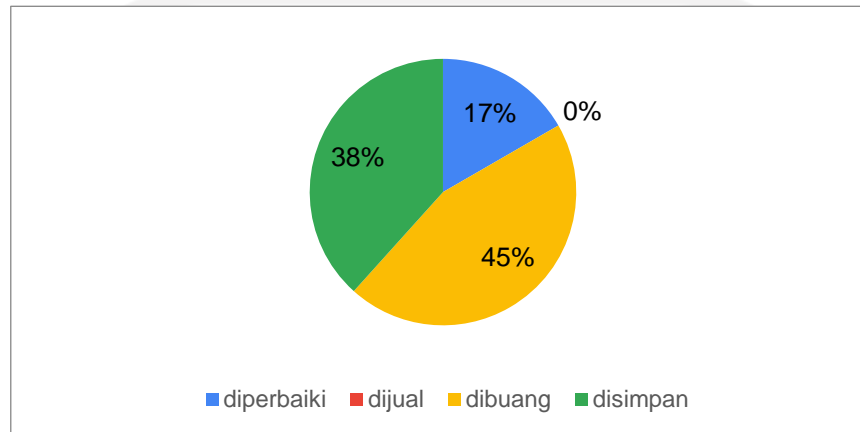
Tabel 4. 3 Kandungan logam berat pada lampu

Komponen	Hasil Perhitungan ($\mu\text{g/g}$)
Pb	1039
Zn	13,25
Cu	24621,25

Dari hasil perhitungan pada tabel tersebut dapat diketahui estimasi nilai kandungan logam berat pada limbah elektronik di Kecamatan Depok dengan jenis unsur logam berat dengan konsentrasi tinggi pada baterai adalah Zn (pada katoda yaitu $363.379,68\mu\text{g/g}$ dan pada anoda sebesar $82.459,2\mu\text{g/g}$) dan unsur logam berat dengan konsentrasi tinggi pada lampu adalah Cu sebesar $24.621,25\mu\text{g/g}$.

4.2 Kondisi Eksisting Penanganan Limbah Elektronik

Kuesioner penelitian menunjukkan data pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap timbulan sampah elektronik dan hasil wawancara langsung ke masyarakat di lokasi penelitian. Berikut adalah hasil data kuesioner yang didapatkan dari 60 responden rumah tangga.



Gambar 4. 2 Kondisi Eksisting Penanganan Limbah Elektronik

Pada gambar tersebut dapat diketahui kondisi eksisting penanganan limbah elektronik di Kecamatan Depok diantaranya yaitu 45% dibuang, 38% disimpan, 17% diperbaiki, dan 0% dijual. 45% dari masyarakat yang memilih untuk membuang barang elektronik yang sudah tidak dapat digunakan dikarenakan tidak bisa diperbaiki apabila rusak dan tidak ada nilai ekonomi apabila dijual ke pengepul. Masyarakat terlebih dahulu mengumpulkan limbah elektronik dalam kurun waktu tertentu sebelum dibuang bersamaan dengan sampah domestik ke *landfill* dan tempat sampah. Dari total keseluruhan sampling selama 8 hari didapatkan 31,61 kg timbulan limbah elektronik rumah tangga yang dibuang. Masyarakat membuang bersamaan dengan sampah domestik dikarenakan kurangnya sosialisasi terkait pemilahan sampah dan tidak ada waktu untuk memilah sampah, sedangkan limbah elektronik sendiri mempunyai kandungan logam berat yang apabila bercampur dengan sampah organik dalam kurun waktu tertentu dapat menyebabkan *leaching* dan menghasilkan lindi yang mengandung logam berat sehingga berpotensi mencemari tanah dan air yang selanjutnya masuk pada rantai makanan hingga akhirnya masuk dalam tubuh manusia. 38% dari masyarakat menyimpan barang elektronik yang rusak karena yang tidak bisa

diperbaiki. Dari total keseluruhan sampling selama 8 hari didapatkan 22,59 kg timbulan limbah elektronik rumah tangga yang disimpan. Masyarakat menyimpan barang elektronik di tempat terpisah atau gudang dalam kurun waktu tertentu karena belum mengetahui bagaimana prosedur yang benar dalam mengolah limbah elektronik, seiring berjalannya waktu barang elektronik tersebut akan memenuhi gudang tersebut dan pada akhirnya akan dibuang ke tempat sampah atau *landfill*, sedangkan menyimpan barang elektronik terlalu lama dapat menyebabkan resiko adanya pelepasan kandungan berbahaya dari komponen barang elektronik tersebut yang berdampak bagi kesehatan dan lingkungan sekitar. 17% dari masyarakat memperbaiki barang elektronik yang rusak selagi masih bisa diperbaiki, sehingga *lifetime* komponennya menjadi bertambah lama atau *end-of-life* menjadi panjang setelah barang tersebut diperbaiki. Selain itu dikarenakan pemikiran masyarakat bahwa membeli barang elektronik baru lebih mahal daripada mereparasi barang elektronik yang rusak. Masyarakat terlebih dahulu memperbaiki sendiri barang elektronik untuk menghemat biaya perbaikan apabila tidak bisa diperbaiki sendiri baru kemudian dibawa ke tempat reparasi. 0% dari masyarakat menjual limbah elektronik dikarenakan adanya rasa enggan untuk menjual, sebab barang elektronik seperti *Handphone* 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.

Selain itu, penelitian ini untuk mengetahui keterkaitan antara pengetahuan masyarakat dengan tingkat pendidikan melalui wawancara langsung dengan kuesioner pada **Lampiran 1**. Dari indikator pertanyaan tersebut masyarakat memiliki tanggapan yang beragam, sebagian responden telah mendapatkan informasi tentang limbah elektronik, informasi tersebut didapat dari media seperti televisi, internet, dan ada juga yang mendapatkan informasi dari sosialisasi dinas terkait dan kepala desa setempat. Masyarakat yang tidak mengetahui tentang informasi limbah elektronik biasanya jarang beraktivitas diluar rumah dan jarang mengikuti kegiatan-kegiatan desa, sehingga masih kurangnya pengetahuan tentang limbah elektronik. Masyarakat pada umumnya dapat mengetahui bahwa limbah B3

khususnya limbah elektronik itu mempunyai kandungan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia yang kemudian harus ada perlakuan khusus untuk mengelola limbah tersebut. Tetapi sebagian masyarakat masih menganggap limbah elektronik tidak lebih berbahaya daripada sampah plastik. Informasi mengenai limbah elektronik yang tidak merata menjadi kendala bagi masyarakat terkait tidak adanya perlakuan khusus terhadap limbah elektronik, selain itu masyarakat tidak mempunyai waktu untuk mengurus limbah elektronik, hal ini terjadi karena waktu kerja yang padat dan tidak bisa mengatur waktu untuk meluangkan mengelola limbah elektronik yang dihasilkan.

4.2.1 Analisis Hubungan Tingkat Pendidikan Dengan Pengetahuan *E-waste*

Pada penelitian ini dilakukan uji korelasi menggunakan metode *rank Spearman* antara variabel tingkat pendidikan dengan pengetahuan *e-waste*. Aplikasi yang digunakan untuk melakukan pengujian tersebut menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). Berikut tabel menunjukkan hasil korelasi antar variabel:

Tabel 4. 4 Hubungan Tingkat Pendidikan Dengan Pengetahuan *E-waste*

Variabel		Tingkat Pendidikan	Pengetahuan <i>E-waste</i>	
<i>Spearman's rho</i>	Tingkat Pendidikan	Correlation Coefficient	1,000	
		Sig. (2-tailed)	,000	
		N	60	
	Pengetahuan <i>E-waste</i>	Correlation Coefficient	,548**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	
		N	60	60

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan Tabel 4. uji korelasi antara variabel tingkat pendidikan dengan pengetahuan *e-waste* masyarakat Kecamatan Depok, dapat dinyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara variabel tingkat pendidikan dengan pengetahuan *e-waste* masyarakat Kecamatan Depok dengan probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,01$) yang memiliki arti bahwa hipotesis penelitian ini yang menduga bahwa terdapat hubungan nyata antara tingkat pendidikan dengan pengetahuan *e-waste* masyarakat Kecamatan Depok dapat diterima. Arah hubungan antara variabel

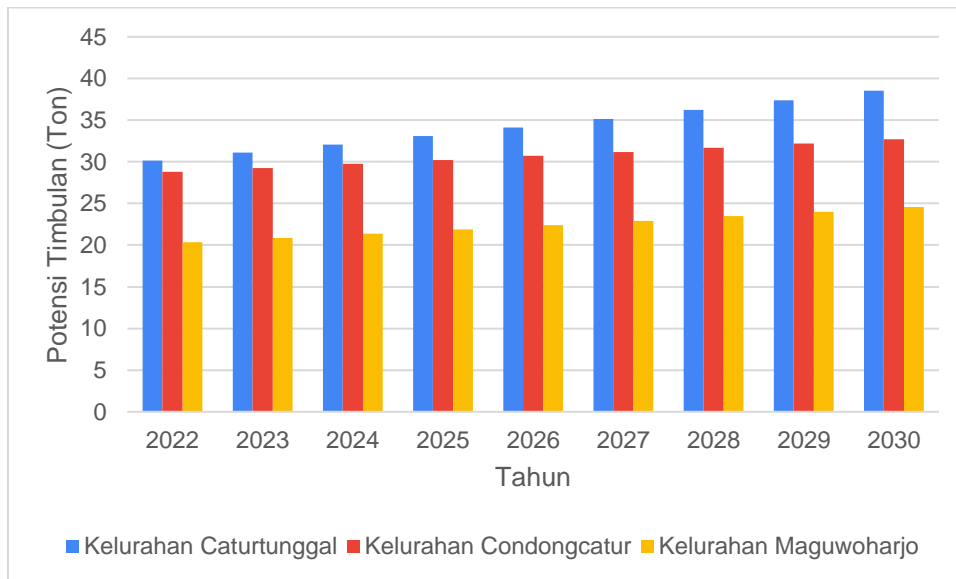
tingkat pendidikan dengan pengetahuan *e-waste* masyarakat Kecamatan Depok menunjukkan positif. Berdasarkan uji korelasi *Rank Spearman (rs)* tingkat keeratan tergolong dalam kategori sedang dengan koefisien korelasi 0,548. Arah korelasi yang positif menunjukkan semakin tinggi tingkat pendidikan responden maka memiliki pengetahuan tentang limbah elektronik lebih baik. Mereka memiliki pengetahuan tentang limbah elektronik dan dampak negatif yang ditimbulkan yang didapatkan melalui informasi tertulis seperti buku, koran maupun media elektronik seperti TV, media online maupun radio.

4.3 Analisis Rekomendasi Pengelolaan Limbah Elektronik

4.3.1 Proyeksi Limbah Elektronik

Penelitian ini salah satunya bertujuan untuk mengetahui estimasi jumlah timbulan limbah elektronik pada wilayah penelitian hingga tahun 2030. Untuk itu perlu dilakukan proyeksi 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 menghasilkan nilai standar deviasi terkecil pada *backward projection* yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk.

Dari tabel perhitungan proyeksi mundur setelah dilakukan perbandingan diperoleh hasil metode geometri yang paling mendekati populasi sebenarnya, sehingga hasil metode geometri tersebut dipilih untuk menentukan perhitungan proyeksi ke depan. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan proyeksi maju hingga tahun 2030 menggunakan metode yang sudah terpilih. Hasil perhitungan proyeksi penduduk mundur dan proyeksi penduduk maju akan dicantumkan pada Lampiran 5. Setelah mendapatkan hasil perhitungan proyeksi penduduk maju maka selanjutnya akan dihitung estimasi jumlah limbah elektronik masing masing kelurahan yang akan dihasilkan pada tahun 2030.

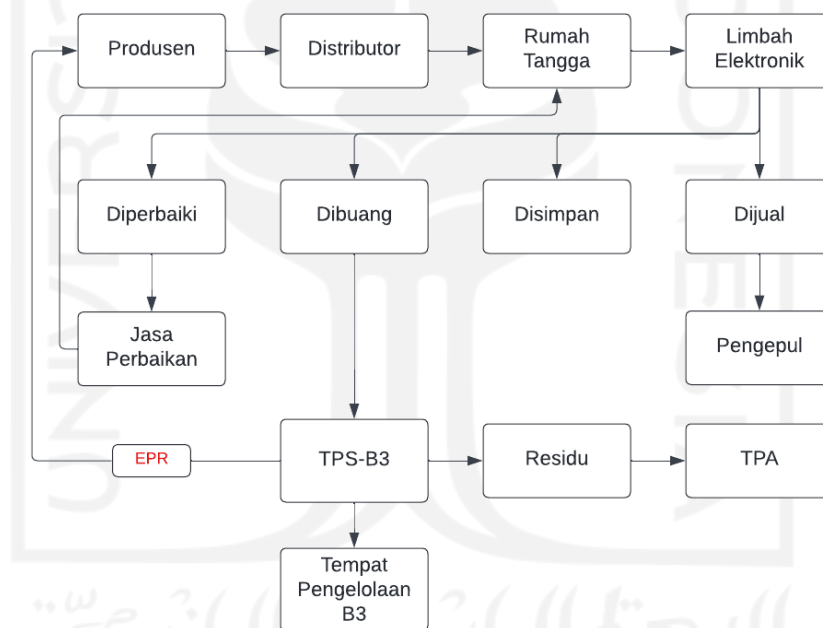


Gambar 4. 3 Grafik Potensi Timbulan 2022-2030

Dari Gambar 4. 3 diatas dapat dilihat jika jumlah timbulan limbah elektronik masing-masing kelurahan terus meningkat pada setiap tahunnya. Hal ini terjadi akibat penumpukan limbah elektronik dan peningkatan konsumtif masyarakat terhadap barang elektronik. Selain pola hidup yang konsumtif, peningkatan timbulan limbah elektronik terjadi akibat dari sisi produksi yang dimana belum fokus untuk membuat desain, produk yang bertahan dengan jangka waktu yang lama dan mudah untuk diperbaiki. Selain itu, Penelitian dari Herdayuli (2012) mendapatkan hasil semakin tinggi jumlah penduduk maka semakin meningkat pula jumlah timbulan limbah elektronik yang dihasilkan. Untuk itu proyeksi ini dilakukan agar target *Sustainable Development Goals* (SDGs) dapat tercapai salah satunya untuk *goal* yang sangat erat kaitannya dengan limbah elektronik, yaitu memastikan adanya pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan. Indikatornya adalah adanya pemanfaatan kembali, pengurangan dan daur ulang dari sampah elektronik sebagai bahan berbahaya dan beracun. Maka dari itu peneliti akan merencanakan rekomendasi skema pengelolaan limbah elektronik dan TPS B3 pada sub bab selanjutnya.

4.3.2 Rekomendasi Pengelolaan Limbah Elektronik

Setelah mengetahui proyeksi timbulan dan bahaya limbah elektronik rumah tangga kemudian membuat rencana rekomendasi skema pengelolaan limbah elektronik yang bertujuan untuk mengetahui aliran dan potensi daur ulang limbah elektronik. Penyusunan skema pengelolaan limbah elektronik mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik yang menjelaskan tentang pengurangan penggunaan sampah spesifik dengan cara melakukan pembatasan timbulan sampah spesifik, pendaur ulang sampah spesifik, dan pemanfaatan kembali sampah spesifik yang dapat dilihat pada gambar berikut.

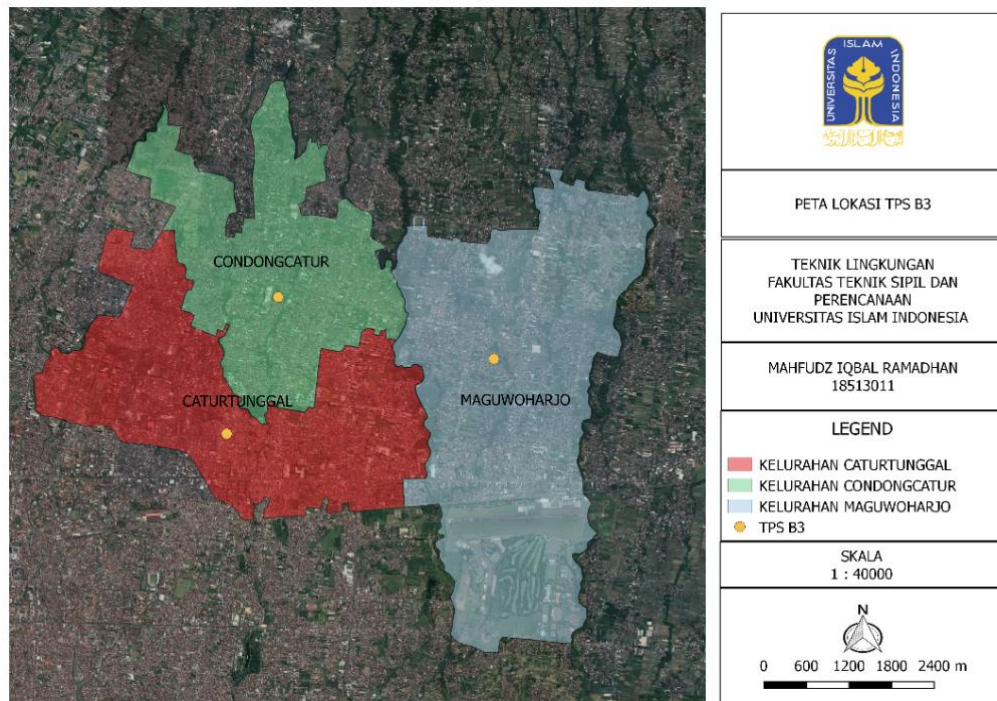


Gambar 4. 4 Skema Pengelolaan Limbah Elektronik

Dapat dilihat pada skema tersebut, limbah elektronik dari sampah rumah tangga dikumpulkan ke TPS B3 yang kemudian dapat terjadi mekanisme EPR (*Extended Producer Responsibility*), merupakan salah satu metode pengelolaan limbah elektronik yang bertujuan agar produsen alat elektronik (contoh: Samsung, Panasonic, Lenovo, dan lain-lain) melakukan pengelolaan terhadap limbah elektronik yang dihasilkan oleh sektor rumah tangga dengan cara pengambilan limbah elektronik dari TPS B3 dengan jangka waktu tertentu sehingga kelestarian

lingkungan dapat terjaga. EPR juga merupakan salah satu cara agar produsen alat elektronik dapat menciptakan produk yang lebih ramah lingkungan. Sedangkan alat elektronik dari produsen kecil akan dibawa ke tempat pengelolaan B3. Untuk residu limbah elektronik akan dibuang ke TPA.

Untuk mendukung penerapan skema pengelolaan limbah elektronik pada wilayah penelitian, maka direncanakan dengan menambahkan fasilitas TPS-B3 di TPS 3R yang sudah ada pada wilayah penelitian, sehingga limbah elektronik dari-masing masing kelurahan dapat dikumpulkan pada fasilitas TPS-B3 yang tersedia.



Gambar 4. 5 Peta Lokasi TPS B3

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Estimasi jumlah timbulan limbah elektronik rumah tangga Kecamatan Depok pada tahun 2022 rata rata sebesar 0,046 kg/KK/hari atau 16,9 kg/KK/tahun.
2. Kondisi eksisting penanganan limbah elektronik rumah tangga yang diterapkan di Kecamatan Depok diantaranya yaitu 47% dibuang, 23% disimpan, 17% diperbaiki, dan 0% dijual.
3. Rekomendasi pengelolaan limbah elektronik dilakukan dengan skema penambahan fasilitas TPS-B3 di TPS 3R yang sudah ada pada wilayah penelitian yang kemudian diharapkan dapat terjadi mekanisme *EPR (Extended Producer Responsibility)* dimana produsen alat elektronik melakukan pengambilan limbahnya dari TPS B3 dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan limbah dari produsen kecil akan dibawa ke tempat pengelolaan B3. Untuk residu limbah elektronik akan dibuang ke TPA.

5.2 Saran

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

1. Penelitian ini diperlukan lebih lanjut terkait kondisi eksisting penanganan yang diterapkan sebagai acuan pemerintah dalam menyusun aturan mengenai limbah elektronik.
2. Diperlukan penelitian lanjutan terkait analisis potensi daur ulang limbah elektronik untuk mengetahui nilai ekonomi limbah elektronik tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, N., (2018). Kajian Tentang Pengelolaan Limbah Elektronik Di Negara Maju dan Negara Berkembang. *Infomatek*. Vol. 20 No. 1.
- Badan Standarisasi Nasional, [SNI]. (1994). SNI 19-3964-1994 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. *Badan Standardisasi Nasional*, 16.
- BPS Kabupaten Sleman. (2021). Kabupaten Sleman Dalam Angka 2021. In *BPS Kabupaten Sleman*.
- BPS Kabupaten Sleman. (2021). Kecamatan Depok Dalam Angka 2021. *BPS Kabupaten Sleman*.
- Damanhuri, E., Padmi, T., Azhar, N., Meilany, L.T. 1989. Pengkajian Laju Timbulan Sampah di Indonesia. *Pus.Lit.Bang.Pemukiman Dept PU – LPM ITB*.
- Dwicahyanti, R. 2012. Identifikasi Material E-waste Perangkat Komputer dari Jasa Perbaikan Komputer di Kecamatan Cimanggis Kota Depok. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Hanuning, S. 2011. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Konsumtif Mahasiswa. Surakarta: Universitas Negeri Surakarta.
- Iswanto, Sumarmadji, Wahyuni, E. T., & Sutomo, A. H. (2016). Timbulan Sampah B3 Rumah Tangga dan Potensi Dampak Kesehatan Lingkungan di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 23(2), 179–188.
- Junianto, A. B., & Sugandha, D. C. (2020). EPR Approach for Better Waste Management System for Mobile Phone Design in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1).
- Nindyapuspa, A. 2018. Kajian tentang Pengelolaan Limbah Elektronik di Negara Maju dan Berkembang. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum
- Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan

- Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020. (2020). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengelolaan Sampah Spesifik. *Peraturan Pemerintah*, 4(039247).
- Ridwanda, H. 2014. "Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu Dengan ATMEGA8535". FMIPA. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Robinson, B.H. 2009. E-Waste: An Assessment of Global Production And Environmental Impacts. *Science of the Total Environment*. 408, 183-191
- Schwarzer. (2005). E-waste, the hidden side of IT equipment's manufacturing and use. *Environment Alert Bulletin*, 1.
- Shad, K. M., Ling, S., & Karim, M. (2020). Comparative Study on E-Waste Management and the Role of the Basel Convention in Malaysia, Singapore, and Indonesia: a Way Forward. *Indonesia Law Review*, 10(1).
- Sudaryanto, Kiayati Yusriyah, E. T. A. (2010). *Studi Komparatif Kebijakan Pengelolaan Sampah Elektronik di Negara Berkembang*. 1–10.
- Tchobanoglous, G., Hilaritytheissen & A.Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering principles and management issues*, singapore, McGraw Hill
- Thorpe, B., Kruszewska, I., & McPherson, A. (2004). *Extended Producer Responsibility: A Waste Management Strategy that Cuts Waste , Creates a Cleaner Environment and Saves Taxpayers Money* Table of contents. *Environmental Protection*.
- Uddin, M. D. J. (2012). Journal And Conference Paper On (Environment) E – Waste Management. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 2(1), 25–45.
- Wahyono, S. (2012). *Electronic Waste Management Policies in the Scope of Global and Local*. 17–23.
- Widyarsana, I.M.W., Winardy, D., Damanhuri, E., dan Padmi, T. 2010. Identifikasi Material E-Waste Komputer dan Komponen Daur Ulangnya di Lokasi Pengepulan E-Waste (Studi Kasus: Kota Bandung). Surabaya.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Penelitian

LEMBAR KUESIONER

Waktu Observasi	
Lokasi Observasi	

Identitas Responden

Nama	
Jenis Kelamin	
Usia	
Pendidikan Terakhir	

Data Barang Elektronik

Jenis Barang Elektronik	Jumlah Unit	Berat (kg)	Usia Pakai	Faktor Timbulan	Penanganan <i>E-Waste</i> *
TV					
<i>Handphone</i>					
Kipas Angin					
Setrika					
<i>Rice Cooker</i>					
Kulkas					
Baterai					
DVD/VCD					
Mesin Cuci					
Laptop					
<i>Mouse</i>					
Charger					
Blender					
Remote					
Printer					
Kamera					
Radio					
Lampu					
AC					

Lain-lain :					

Note :

* Penanganan e-waste dapat diisi dengan mengisi salah satu opsi berikut:
 (A) disimpan (B) dijual (C) dibuang (D) diperbaiki

Kuesioner Pengetahuan Responden Tentang *E-Waste*

No.	Indikator	Ya	Tidak
1	Apakah saudara mengetahui informasi tentang limbah elektronik ?		
2	Menurut saudara apakah limbah elektronik mengandung komponen berbahaya?		
3	Menurut saudara apakah limbah elektronik lebih berbahaya dari limbah plastik ?		
4	Apakah saudara selama ini menyimpan limbah elektronik?		
5	Apakah saudara ada perlakuan khusus terhadap limbah elektronik?		

Lampiran 2 Rekapitulasi Hasil Sampling

Kecamatan Depok	Hari 1 (kg)	Hari 2 (kg)	Hari 3 (kg)	Hari 4 (kg)	Hari 5 (kg)	Hari 6 (kg)	Hari 7 (kg)	Hari 8 (kg)	Berat Total (kg)
Caturtunggal	1,31	0,42	1,46	0,20	1,77	2,04	1,11	0,53	8,34
Condongcatur	1,16	0,50	0,44	1,42	0,43	0,72	1,24	1,30	7,32
Maguwoharjo	0,76	0,98	0,65	1,54	0,64	1,13	0,51	0,33	6,54

Kelurahan Caturtunggal		
Jenis Limbah Elektronik	Jumlah (unit)	Berat satuan (kg)
Baterai	20	0,11
<i>Charger</i>	3	0,2
Remote	5	0,5
Lampu	11	0,24
Headset	4	0,1
Berat Total		8,34 kg

Kelurahan Condongcatur		
Jenis Limbah Elektronik	Jumlah (unit)	Berat satuan (kg)
Baterai	13	0,11
<i>Charger</i>	6	0,2
Remote	4	0,5
Lampu	8	0,24
Headset	2	0,1
Mouse	1	0,57
Berat Total		7,32 kg

Kelurahan Maguwoharjo		
Jenis Limbah Elektronik	Jumlah (unit)	Berat satuan (kg)
Baterai	15	0,11
<i>Charger</i>	4	0,2
Remote	1	0,5
Lampu	6	0,24
Stopkontak	5	0,43
Berat Total		6,54 kg

Lampiran 3 Estimasi Jumlah Timbulan Limbah Elektronik

Kecamatan Depok	Estimasi Berat timbulan (kg/hari)	Estimasi Timbulan limbah elektronik (kg/KK/hari)	Estimasi Timbulan limbah elektronik (kg/KK/tahun)
Kelurahan Caturtunggal	1.04	0,052	16,9
Kelurahan Condongcatur	0.92	0,046	
Kelurahan Maguwoharjo	0.82	0,041	
Rata-rata		0,046	

Perhitungan estimasi timbulan limbah elektronik Kelurahan Caturtunggal

Jumlah sampel = 20 rumah = 20 KK

Berat total limbah = 8,34 kg

$$\begin{aligned} \text{Berat timbulan} &= \frac{\text{Berat Sampah total}}{\text{Periode Sampling}} \\ &= \frac{8,34}{8} \\ &= 1,043 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Timbulan limbah elektronik tiap KK} &= \frac{\text{Berat timbulan } (\frac{\text{kg}}{\text{hari}})}{\text{Jumlah sampel}} \\ &= \frac{1,043 \text{ kg/hari}}{20} \\ &= 0,052 \text{ kg/KK/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan estimasi timbulan limbah elektronik Kelurahan Condongcatur

Jumlah sampel = 20 rumah = 20 KK

Berat total sampah = 7,32 kg

$$\begin{aligned} \text{Berat timbulan} &= \frac{\text{Berat Sampah total}}{\text{Periode Sampling}} \\ &= \frac{7,32}{8} \\ &= 0,92 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Timbulan limbah elektronik tiap KK} &= \frac{\text{Berat timbulan } (\frac{\text{kg}}{\text{hari}})}{\text{Jumlah sampel}} \\ &= \frac{0,92 \text{ kg/hari}}{20} \\ &= 0,046 \text{ kg/KK/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan estimasi timbulan limbah elektronik Kelurahan Maguwoharjo

$$\text{Jumlah sampel} = 20 \text{ rumah} = 20 \text{ KK}$$

$$\text{Berat total sampah} = 6,54 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat timbulan} &= \frac{\text{Berat Sampah total}}{\text{Periode Sampling}} \\ &= \frac{6,54}{8} \\ &= 0,82 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Timbulan limbah elektronik tiap KK} &= \frac{\text{Berat timbulan } (\frac{\text{kg}}{\text{hari}})}{\text{Jumlah sampel}} \\ &= \frac{0,82 \text{ kg/hari}}{20} \\ &= 0,041 \text{ kg/KK/hari} \end{aligned}$$

Estimasi timbulan limbah elektronik Kecamatan Depok

$$= \text{rata-rata timbulan limbah elektronik} \times 365 \text{ hari}$$

$$= 0,046 \text{ kg/KK/hari} \times 365 \text{ hari}$$

$$= 16,9 \text{ kg/KK/tahun}$$

Lampiran 4 Perhitungan Kandungan Logam Berat

Komponen	Rata-rata ± SD (µg/g)	Jumlah Lampu (unit)	Hasil Perhitungan (µg/g)
Pb	2.392,54 ± 41,56	25	1039
Zn	31,14 ± 0,53		13,25
Cu	185.431,80 ± 984,85		24621,25

Contoh perhitungan bahaya dari kandungan logam berat pada Lampu

Koefisien parameter (µg/g) X Total jumlah unit lampu

$$\text{Parameter Pb} = 41,56 \times 25$$

$$= 1039 \mu\text{g/g}$$

$$\text{Parameter Zn} = 0,53 \times 25$$

$$= 13,25 \mu\text{g/g}$$

$$\text{Parameter Cu} = 984,85 \times 25$$

$$= 24621,25 \mu\text{g/g}$$

Komponen Logam	Hasil pemeriksaan laboratorium		Jumlah (unit)	Hasil Perhitungan	
	Katoda (µg/g)	Anoda (µg/g)		Katoda (µg/g)	Anoda (µg/g)
Pb	9,79	12,45	48	469,92	597,6
Cd	0,15	0,73		7,2	35,04
Cu	34,62	8,13		1661,76	390,24
Zn	7570,41	1.717,90		363379,68	82459,2

Contoh perhitungan bahaya dari kandungan logam berat pada baterai

Koefisien parameter (µg/g) X Total jumlah unit baterai

$$\text{Parameter Pb pada Katoda} = 9,79 \times 48$$

$$= 469,92 \mu\text{g/g}$$

$$\text{Parameter Pb pada Anoda} = 12,45 \times 48$$

$$= 597,6 \mu\text{g/g}$$

$$\text{Parameter Cd pada Katoda} = 0,15 \times 48$$

$$= 7,2 \mu\text{g/g}$$

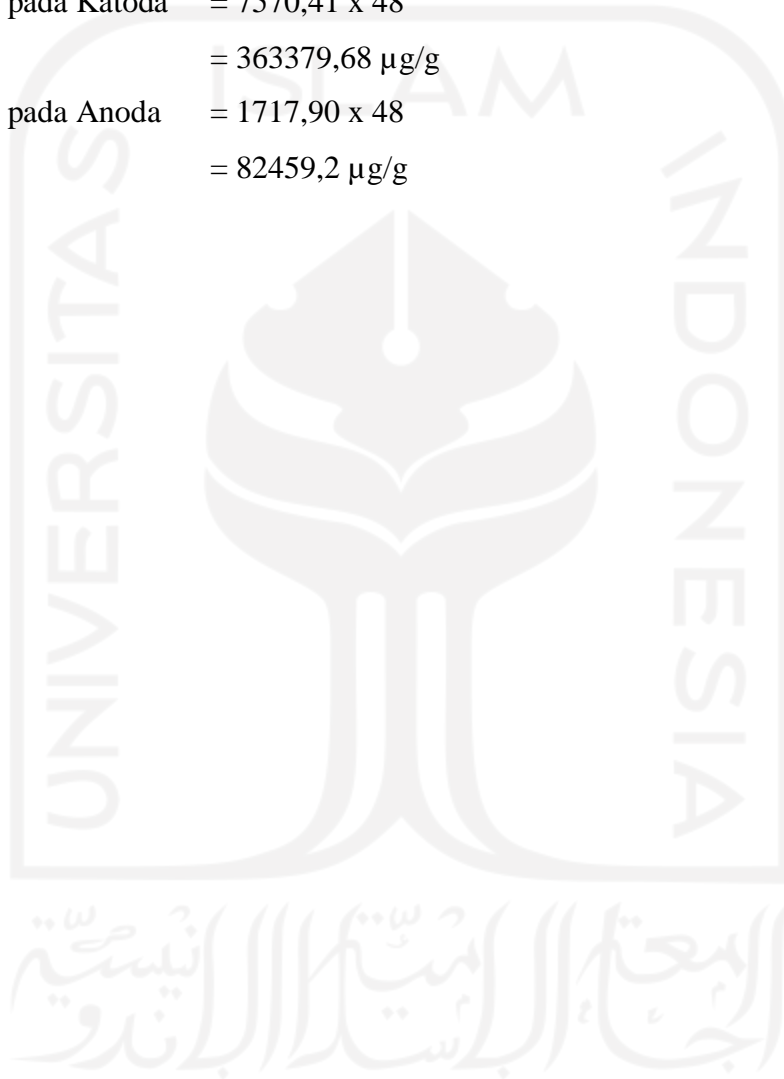
Parameter Cd pada Anoda = $0,73 \times 48$
= $35,04 \mu\text{g/g}$

Parameter Cu pada Katoda = $34,62 \times 48$
= $1661,76 \mu\text{g/g}$

Parameter Cu pada Anoda = $8,13 \times 48$
= $390,24 \mu\text{g/g}$

Parameter Zn pada Katoda = $7570,41 \times 48$
= $363379,68 \mu\text{g/g}$

Parameter Zn pada Anoda = $1717,90 \times 48$
= $82459,2 \mu\text{g/g}$



Lampiran 5 Hubungan Variabel Tingkat Pendidikan dengan Pengetahuan *E-Waste*

No. Responden	Kecamatan Depok	Tingkat Pendidikan (X)	Tingkat Pendidikan (X)	Pengetahuan Responden (Y)	Rank X	Rank Y
1	Caturtunggal	S1	3	5	5,5	3
2		SD	1	1	45	50
3		SMP	1	2	45	41
4		S1	3	4	5,5	11,5
5		SMA	2	4	21	11,5
6		SMA	2	1	21	50
7		S1	3	5	5,5	3
8		SMP	1	4	45	11,5
9		SMA	2	5	21	3
10		SMP	1	1	45	50
11		SMP	1	2	45	41
12		SD	1	2	45	41
13		SMP	1	2	45	41
14		SMP	1	1	45	50
15		SD	1	2	45	41
16		SMA	2	3	21	26,5
17		SMA	2	3	21	26,5
18		SMP	1	3	45	26,5
19		SD	1	0	45	57
20		SMP	1	3	45	26,5
21	Condongcatur	SMP	1	3	45	26,5
22		S1	3	4	5,5	11,5
23		S1	3	4	5,5	26,5
24		SMA	2	3	21	26,5
25		SMA	2	2	21	41
26		SMP	1	4	45	11,5
27		D3	3	4	5,5	26,5
28		SMA	2	2	21	41
29		SMA	2	0	21	57
30		D3	3	4	5,5	11,5
31		SMP	1	3	45	26,5
32		SD	1	1	45	50
33		SMA	2	3	21	26,5
34		SD	1	1	45	50
35		SD	1	0	45	57

No. Responden	Kecamatan Depok	Tingkat Pendidikan (X)	Tingkat Pendidikan (X)	Pengetahuan Responden (Y)	Rank X	Rank Y
36		SMA	2	5	21	3
37		SMP	1	3	45	26,5
38		SMP	1	2	45	41
39		SD	1	0	45	57
40		SMP	1	4	45	11,5
41	Maguwoharjo	SMA	2	3	21	26,5
42		SMA	2	4	21	11,5
43		S1	3	4	5,5	26,5
44		SMP	1	2	45	41
45		SMA	2	4	21	11,5
46		S1	3	4	5,5	26,5
47		S1	3	4	5,5	11,5
48		SMA	2	4	21	11,5
49		SMA	2	0	21	57
50		S1	3	5	5,5	3
51		SMP	1	3	45	26,5
52		SD	1	0	45	57
53		SMP	1	2	45	41
54		SMA	2	4	21	11,5
55		SD	1	1	45	50
56		SMP	1	3	45	26,5
57		SD	1	2	45	41
58		SMA	2	3	21	26,5
59		SD	1	0	45	57
60		SMP	1	3	45	26,5

Lampiran 6 Proyeksi Penduduk

Standar Deviasi Metode Aritmatik

Proyeksi Hitungan Mundur				
Metode Aritmatik				
Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Proyeksi Aritmatik (Yi)	Yi- \bar{Y}	(Yi- \bar{Y}) ²
2012	36280	36280	-2824	7973564,1
2013	36740	36908	-2196	4823514,1
2014	37003	37535	-1569	2460976,6
2015	43487	38163	-941	885951,6
2016	42335	38790	-314	98439,1
2017	66205	39418	314	98439,1
2018	67044	40045	941	885951,6
2019	67890	40673	1569	2460976,6
2020	42420	41300	2196	4823514,1
2021	42555	41928	2824	7973564,1
Jumlah	481959	391038	0	32484890,6
Rata-rata (\bar{Y})	48196	39104	0	3248489,1
Ka				697
r				0,017
Standar Deviasi				1802

Standar Deviasi Metode Geometri

Proyeksi Hitungan Mundur				
Metode Geometri				
Tahun	Jumlah Penduduk (y)	Proyeksi Geometri (Yi)	Yi- \bar{Y}	(Yi- \bar{Y}) ²
2012	36280	36280	-2741	7514168,1
2013	36740	36863	-2158	4656012,4
2014	37003	37456	-1565	2449158,6
2015	43487	38059	-963	926685,8
2016	42335	38671	-351	122938,2
2017	66205	39292	271	73569,0
2018	67044	39924	903	815585,7
2019	67890	40566	1545	2387397,5
2020	42420	41219	2197	4828864,1
2021	42555	41882	2860	8181345,4
Jumlah	481959	390212	0	31955724,9
Rata-rata (\bar{Y})	48196	39021	0	3195572,5
r				0,016
Standar Deviasi				1788

Standar Deviasi Metode Least Square

Proyeksi Hitungan Mundur							
Metode Least Square							
Tahun	Tahun ke- (X)	Jumlah Penduduk (y)	X ²	X.y	Proyeksi Least Square (Yi)	Yi- \bar{Y}	(Yi- \bar{Y}) ²
2012	1	36280	1	36280	38781	-9415	88639314,9
2013	2	36740	4	73480	40873	-7323	53621314,0
2014	3	37003	9	111009	42965	-5230	27357813,3
2015	4	43487	16	173948	45058	-3138	9848812,8
2016	5	42335	25	211675	47150	-1046	1094312,5
2017	6	66205	36	397230	49242	1046	1094312,5
2018	7	67044	49	469308	51334	3138	9848812,8
2019	8	67890	64	543120	53426	5230	27357813,3
2020	9	42420	81	381780	55519	7323	53621314,0
2021	10	42555	100	425550	57611	9415	88639314,9
Jumlah	55	481959	385	2823380	481959	0	361123134,9
Rata-rata (\bar{Y})	6	48196	39	282338	48196	0	36112313,5
r							0,016
a							36689
b							2092
Standar Deviasi							6009

Perbandingan Standar Deviasi 3 Metode

Aritmatik	Geometri	Least Square
1802	1788	6009

Lampiran 7 Proyeksi Sampah

ETS adalah estimasi timbulan sampah per jiwa (kota sedang dan kecil)
= 0,5 kg/orang/tahun

(Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018)

Kelurahan Caturtunggal

tn - to	Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Estimasi Timbulan sampah elektronik (kg/org/tahun)	Potensi Timbulan (ton/tahun)
0	2022	60343	0,5	30
1	2023	62214		31
2	2024	64142		32
3	2025	66131		33
4	2026	68181		34
5	2027	70294		35
6	2028	72473		36
7	2029	74720		37
8	2030	77036		39

Kelurahan Condongcatur

tn - to	Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Estimasi Timbulan sampah elektronik (kg/org/tahun)	Potensi Timbulan (ton/tahun)
0	2022	57611	0,5	29
1	2023	58537		29
2	2024	59479		30
3	2025	60435		30
4	2026	61407		31
5	2027	62394		31
6	2028	63398		32
7	2029	64417		32
8	2030	65453		33

Kelurahan Maguwoharjo

tn - to	Tahun	Proyeksi Penduduk (Jiwa)	Estimasi Timbulan sampah elektronik (kg/org/tahun)	Potensi Timbulan (ton/tahun)
0	2022	40745	0,5	20
1	2023	41717		21
2	2024	42712		21
3	2025	43731		22
4	2026	44774		22
5	2027	45842		23
6	2028	46936		23
7	2029	48055		24
8	2030	49202		25



Lampiran 8 Dokumentasi Sampling

