

TUGAS AKHIR

ANALISIS SEBARAN POTENSI *E-WASTE* DI KOTA MAKASSAR



ANNISA NURHIDAYAH

D121 16 304

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.

Judul : **Analisis Sebaran Potensi E - Waste Di Kota Makassar**

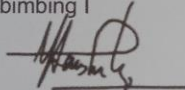
Disusun Oleh :

Nama : **Annisa Nurhidayah** D121 16 304

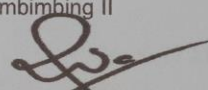
Telah diperiksa dan disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 20 April 2021

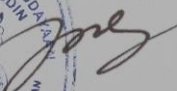
Pembimbing I


Dr. Eng. Ibrahim Djamaluddin, S.T., M. Eng.
NIP. 197512142015041001

Pembimbing II


Dr.Eng. Irwan Ridwan Rahim, S.T., M.T.
NIP. 19721119 200121001

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan


Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T.
NIP. 197004242000122001



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Annisa Nurhidayah, dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul “**Analisis Sebaran Potensi E-Waste Di Kota Makassar**”, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapat gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam tugas akhir yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu, semua tulisan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam tugas akhir ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 27 Maret 2021

mbuat pernyataan,

A 10000
METERAI
TEMPEL
FF8AJX155493991

Annisa Nurhidayah

D12116304

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul “**Analisis Sebaran Potensi *E-Waste* Di Kota Makassar**”. Salawat dan salam selalu tercurahkan kepada junjungan seluruh umat manusia Nabi Muhammad SAW, pimpinan dan sebaik – baiknya teladan bagi umat manusia. Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa – jasa orang tua penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta, ayahanda Haspar Wijaya, M. Mar. E. dan ibunda Hasbiah atas doa – doa yang selalu dipanjatkan kepada Allah SWT dan seluruh pengorbanannya, baik berupa moral dan materiil. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada adikku Rizqi Mubarakh yang juga turut membantu dan mendoakan selama penyusunan tugas akhir ini. Tak lupa pula ucapan terima kasih untuk seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa demi kelancaran penelitian ini.

Dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini, penulis sangat terbantu oleh banyak pihak, karenanya penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ibrahim Djamaluddin, S. T., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya dengan memberikan bimbingan, arahan, dan masukan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S. T., M. T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

3. Ibu Dr. Eng. Asiyanthi T. Lando, S. T., M. T. dan Ibu Dr. Eng. Kartika Sari, S. T., M. T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Taha, M. T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, S. T., M. T. selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, S. T., M. T. selaku Kepala Laboratorium Riset Sanitasi dan Persampahan.
7. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang diberikan selama masa perkuliahan.
8. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan, terutama kepada staf S1 Departemen Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi untuk menunjang tugas akhir penulis.
9. Untuk teman – teman dekat penulis, Chika, Dewi, Sabda, Liza, Alma, Ema, Mila, Sasha, Dala, Fachmy, Natt, Fani, Wini (KOZONG) terima kasih karena selalu memberikan semangat, menghibur, dan membantu penulis dalam banyak hal.
10. Untuk Rani, Dima, dan Zaky yang meskipun kita sudah beda – beda kota, tetapi tetap selalu ada untuk mendukung, menghibur, berbagi cerita, dan memberikan semangat kepada penulis.
11. Untuk partner penulis terutama dalam hal nge-drakor, Lia, terima kasih atas rekomendasi dramanya selama ini yang sangat menghibur dan membantu penulis di saat stres.
12. Terima kasih untuk saudara – saudari PATRON 2017 yang telah mewarnai masa perkuliahan penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Gowa, Maret 2021

Penulis,

Annisa Nurhidayah

D12116304

ABSTRAK

ANNISA NURHIDAYAH. *Analisis Sebaran Potensi E-Waste Di Kota Makassar.*
(dibimbing oleh Ibrahim Djamaluddin dan Irwan Ridwan Rahim)

Perkembangan teknologi mendorong masyarakat untuk memperbarui alat elektroniknya, sehingga jumlah alat elektronik yang rusak atau tidak digunakan lagi semakin meningkat. *E-Waste* tergolong limbah B3 dan memerlukan pengelolaan dengan cara khusus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi timbulan, sebaran, dan pengelolaan *e-waste* di Kota Makassar. 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 sebanyak 500 KK. Hasil penelitian menunjukkan potensi timbulan *e-waste* yang dihasilkan dari 15 kecamatan di Kota Makassar sebesar 5651,2 Ton/Tahun. Sebaran potensi timbulan *e-waste* di Kota Makassar adalah sebagai berikut : Tamalate sebesar 38,5 Ton/Km², Biringkanaya sebesar 15,2 Ton/Km², Rappocini sebesar 73,6 Ton/Km², Panakkukang sebesar 36,8 Ton/Km², Tamalanrea sebesar 17,7 Ton/Km², Tallo sebesar 86,2 Ton/Km², Manggala sebesar 19,9 Ton/Km², Makassar sebesar 123,6 Ton/Km², Mamajang sebesar 102 Ton/Km², Mariso 113,8 Ton/Km², Bontoala sebesar 88,2 Ton/Km², Ujung Tanah sebesar 25,1 Ton/Km², Wajo sebesar 53,5 Ton/Km², Ujung Pandang sebesar 38,1 Ton/Km², dan Sangkarrang sebesar 25,7 Ton/Km². Metode pengelolaan *e-waste* yang diterapkan masyarakat Kota Makassar adalah sebagai berikut : disimpan 40%, dijual 33%, diperbaiki 20%, dibuang 4%, dan dialihfungsikan 3%.

Kata Kunci : *E-Waste*, Pengelolaan *E-Waste*, Kota Makassar.

ABSTRACT

ANNISA NURHIDAYAH. *Analysis of E-Waste Potential Distribution in Makassar City*. (supervised by Ibrahim Djameluddin and Irwan Ridwan Rahim).

Technology development encourage people to update their electronic devices, consequently, the number of damaged or no longer used electronic devices are increasing. E-Waste is classified as hazardous and toxic waste, therefore requires specific management. This study aims to analyze potential generation, distribution, and processing method of e-waste in Makassar city. The method used in this study is random sampling based on SNI 19-3694-1994 regarding Measurement and Collection Method for Waste Generation and Composition of Municipal Solid Waste Sample. The total number of respondents for this study are 500 household. The result showed that the total potential of e-waste generated from 15 sub-district in Makassar city is 5651,2 Tons/Year. The distribution of potential generation of e-waste in Makassar city are as follows : Tamalate (38,5 Tons/Km²), Biringkanaya (15,2 Tons/Km²), Rappocini (73,6 Tons/Km²), Panakkukang (36,8 Tons/Km²), Manggala (19,9 Tons/Km²), Tallo (86,2 Tons/Km²), Tamalanrea (17,7 Tons/Km²), Makassar (123,6 Tons/Km²), Mamajang (102 Tons/Km²), Mariso (113,8 Tons/Km²), Bontoala (88,2 Tons/Km²), Ujung Tanah (25,1 Tons/Km²), Wajo (53,5 Tons/Km²), Ujung Pandang (38,1 Tons/Km²), and Sangkarrang (25,7 Tons/Km²). The processing method of e-waste applied by Makassar city residents are as follows : stored (40%), sold (30%), repaired (20%), discarded (4%), and converted function (3%).

Keywords : E-Waste, E-Waste Management, Makassar City

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Ruang Lingkup	3
E. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Definisi <i>E-Waste</i>	6
B. Sumber <i>E-Waste</i>	7
C. Komposisi <i>E-Waste</i>	8
D. Dampak Buruk <i>E-Waste</i>	10
E. Mekanisme Perdagangan, Aliran Material, dan Daur Hidup <i>E-Waste</i>	12
F. Tahapan dan Teknologi Pengelolaan <i>E-Waste</i>	15

G. Peraturan Terkait Pengelolaan <i>E-Waste</i>	17
H. Perhitungan Timbulan Sampah	18
I. <i>ArcGIS Desktop</i>	19
J. Penelitian Terdahulu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. Kerangka Penelitian	24
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	25
C. Teknik Pengumpulan Data	26
D. Populasi dan Sampel	27
E. Analisis Data	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Penentuan Jenis Alat Elektronik	32
B. Perancangan Kuisiner	37
C. Responden Penelitian	38
D. Hasil Kuisiner <i>Online (Google Form)</i>	39
E. Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	43
F. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	97
G. Pengelolaan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	109
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	113
A. Kesimpulan	113
B. Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN	118

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Definisi <i>E-Waste</i>	6
2. Kategori <i>E-Waste</i>	7
3. Komponen dan Kandungan Zat Berbahaya <i>E-Waste</i>	8
4. Ambang Batas Logam Berat pada Air Bersih dan Tanah	10
5. Penelitian Terdahulu	19
6. Nilai Koefisien Cd	28
7. Persentase Kepemilikan Alat Elektronik Berdasarkan Penelitian Terdahulu	33
8. Data Timbulan <i>E-Waste</i> Berdasarkan Penelitian Terdahulu	34
9. Sebaran Responden Penelitian	38
10. Total Pendapatan Responden	39
11. Stratifikasi Pendapatan Berdasarkan Rentang Pendapatan	43
12. Persentase Strata Pendapatan Keluarga di Kota Makassar	44
13. Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i> dari 500 Responden	45
14. Rekapitulasi Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i> dari 500 responden	47
15. Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i> di Kota Makassar	48
16. Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i> dari 500 Responden	51
17. Rekapitulasi Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i> dari 500 Responden	53
18. Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i> di Kota Makassar	54
19. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i> dari 500 Responden	57
20. Rekapitulasi Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i> dari 500 Responden	59
21. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i> di Kota Makassar	60
22. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i> dari 500 Responden	63
23. Rekapitulasi Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i> dari 500 Responden	65
24. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i> di Kota Makassar	66
25. Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i> dari 500 Responden	69
26. Rekapitulasi Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i> dari 500 Responden	71
27. Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i> di Kota Makassar	72
28. Total Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	75

29. Rasio Penduduk	78
30. Rasio <i>E-Waste</i>	79
31. Rasio Penduduk dan Rasio <i>E-Waste</i>	79
32. Data Jumlah Penduduk Kota Makassar Tahun 2010 - 2019	88
33. Perhitungan Uji Korelasi Metode Aritmatika	89
34. Perhitungan Standar Deviasi Metode Aritmatika	90
35. Perhitungan Uji Korelasi Metode Geometri	91
36. Perhitungan Standar Deviasi Metode Geometri	91
37. Perhitungan Uji Korelasi Metode <i>Least Square</i>	92
38. Perhitungan Standar Deviasi Metode <i>Least Square</i>	93
39. Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi dan Standar Deviasi	94
40. Proyeksi Penduduk Tahun 2020 - 2031	95
41. Proyeksi Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar Tahun 2020 - 2031	95
42. Perhitungan Nilai Variabel X dan Y Metode Regresi Linear Untuk Memprediksi Potensi Timbulan E-Waste di Kota Makassar	96
43. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i>	98
44. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i>	99
45. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i>	101
46. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i>	103
47. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i>	105
48. Total Sebaran <i>E-Waste</i> Di Kota Makassar	107
49. Metode Pengelolaan <i>E-Waste</i>	109
50. Pengelolaan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	111

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Daur Hidup Peralatan Elektronik	13
2. Konsep Model Aliran Material <i>E-Waste</i>	14
3. Diagram Alir Penelitian	24
4. Peta Kota Makassar	26
5. Diagram Pemetaan Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	31
6. Persentase Tingkat Pendapatan Responden	40
7. Persentase Pengetahuan Responden Tentang <i>E-Waste</i>	41
8. Persentase Pengetahuan Responden Tentang Pengelolaan <i>E-Waste</i>	41
9. Jumlah Unit dan Proporsi Kepemilikan Alat Elektronik	42
10. Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i>	49
11. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i>	50
12. Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i>	55
13. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i>	56
14. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i>	61
15. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i>	62
16. Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i>	67
17. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i>	68
18. Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i>	73
19. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i>	74
20. Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	76
21. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	77
22. Perbandingan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> Tiap Alat Elektronik	80
23. Persentase Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	81
24. Perbandingan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> Tiap Kecamatan	82
25. Hubungan Jumlah KK dengan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	83
26. Hubungan Strata Pendapatan dengan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	84
27. Hubungan Luas Daerah dengan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	85
28. Hubungan Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> dengan Densitas	86

29. Masa Pakai Alat Elektronik Tiap Strata Pendapatan	87
30. Proyeksi Potensi Timbulan <i>E-Waste</i>	97
31. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Handphone</i>	99
32. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Televisi</i>	101
33. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Kipas Angin</i>	103
34. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Kulkas</i>	105
35. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste Mesin Cuci</i>	107
36. Sebaran Potensi Timbulan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	108
37. Persentase Metode Pengelolaan <i>E-Waste</i> di Kota Makassar	112

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kuisisioner <i>Online (Google Form)</i>	118
2. Berat Barang Elektronik	127
3. Rekapitulasi Hasil Kuisisioner Berdasarkan Pendapatan Tiap Keluarga	128
4. Rekapitulasi Jawaban Mengenai Pengetahuan Masyarakat tentang <i>E-Waste</i> di Lokasi Penelitian	131
5. Peta Sebaran Potensi <i>E-Waste</i>	132

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini, manusia menggunakan teknologi untuk membantu kehidupannya agar lebih mudah. Menurut Muhamad Ngafifi (dalam Priambodo, 2019), teknologi dikembangkan oleh manusia melalui inovasi - inovasi yang mereka lakukan dan dari teknologi tersebut maka dapat menjanjikan kemudahan, efisiensi, serta peningkatan produktivitas. Pemanfaatan teknologi tidak dapat dipisahkan dengan alat-alat elektronik yang serba digital seperti *handphone*, komputer, laptop, dan sebagainya. Jumlah kebutuhan akan alat elektronik semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring pertambahan jumlah penduduk.

Perkembangan alat elektronik di Indonesia, sudah ada sejak tahun 1980-an dan berkembang dengan pesat setiap tahun. Percepatan pertumbuhan industri elektronik didorong produk generasi yang lebih baru sudah muncul lagi. Hal ini mendorong konsumen untuk mengganti alat elektroniknya dengan alat elektronik yang baru dalam kurun waktu yang lebih cepat. Masalah yang muncul yaitu alat elektronik yang sudah rusak atau tidak digunakan lagi jumlahnya semakin meningkat (Astuti dkk, 2017).

Di Indonesia, limbah elektronik (*e-waste*) termasuk 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 mengenai definisi, kriteria, maupun alur pengelolaan limbah elektronik. Penggolongan ini dikarenakan kandungan pada limbah elektronik contohnya berupa logam berat seperti kadmium, kromium, timbal, merkuri, nikel, selenium, dan logam berat lainnya. Logam berat dan senyawa-senyawa yang terdapat didalam limbah elektronik dapat membahayakan

kesehatan karena bersifat racun, karsinogenik (menyebabkan kanker) dan mutagenik (menyebabkan cacat bawaan) (Rahmadani, 2019).

Dibutuhkan pengelolaan yang baik dan sesuai terhadap limbah elektronik yang berada di lingkungan masyarakat untuk meminimalisasi dampak negatif. Peraturan dan kebijakan pemerintah untuk mengelola semua jenis limbah termasuk limbah elektronik yang tergolong limbah B3 merupakan hal yang penting. Masyarakat pada umumnya belum menerapkan pengelolaan limbah B3 sesuai dengan ketentuan yang berlaku agar tidak berdampak buruk pada lingkungan (Sinha-Khetriwal dalam Umar 2017).

Kota Makassar adalah salah satu kota metropolitan di Indonesia dan sekaligus ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2019 adalah 1.526.677 jiwa. Banyaknya jumlah penduduk dan aktivitas kota memunculkan beberapa permasalahan. Salah satunya masalah persampahan. Limbah elektronik merupakan salah satu masalah persampahan yang ada di Kota Makassar. Belum ada kebijakan dari pemerintah yang membahas secara spesifik mengenai pengelolaan limbah elektronik. Pengetahuan masyarakat Kota Makassar tentang limbah elektronik masih minim, baik itu tentang bahaya limbah elektronik maupun mengenai pengelolaan limbah elektronik. Belum ada data resmi mengenai jumlah timbulan limbah elektronik di Kota Makassar. Hal – hal tersebut menyebabkan semakin sulitnya pelaksanaan pengelolaan yang tepat terhadap limbah elektronik.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk mengkaji lebih dalam dan menuangkan dalam tulisan ilmiah, berupa tugas akhir dengan judul:

“Analisis Sebaran Potensi *E-Waste* di Kota Makassar”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa potensi timbulan limbah elektronik yang dihasilkan di Kota Makassar ?
2. Bagaimana sebaran potensi timbulan limbah elektronik di Kota Makassar?
3. Bagaimana metode pengelolaan limbah elektronik yang telah dilakukan oleh masyarakat di Kota Makassar ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis potensi timbulan limbah elektronik yang dihasilkan di Kota Makassar.
2. Menganalisis dan memetakan sebaran potensi timbulan limbah elektronik di Kota Makassar.
3. Menganalisis pengelolaan limbah elektronik yang dilakukan masyarakat di Kota Makassar.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melalui penelitian ini penulis dapat mempelajari lebih dalam tentang limbah elektronik di Kota Makassar.
2. Melalui penelitian ini didapatkan data mengenai potensi timbulan limbah elektronik di Kota Makassar sebagai informasi dan pertimbangan untuk pemerintah Kota Makassar dalam hal penanganan limbah elektronik.

D. Ruang Lingkup

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang terarah, maka penulis perlu membatasi masalah yang akan dibahas. Adapun ruang lingkup pada tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Kota Makassar yang terdiri dari 15 kecamatan, yaitu Kecamatan Mariso, Mamajang, Tamalate, Rappocini, Makassar, Ujung Pandang, Wajo, Bontoala, Ujung Tanah, Sangkarang, Tallo, Panakkukang, Manggala, Biringkanaya, dan Tamalanrea.
2. Objek yang diteliti dibatasi pada lima jenis alat elektronik skala rumah tangga, yaitu *handphone* (HP), televisi (TV), kipas angin, kulkas, dan mesin cuci.
3. Parameter yang diteliti adalah potensi timbulan limbah elektronik, sebaran potensi timbulan limbah elektronik, dan pengelolaan limbah elektronik oleh masyarakat Kota Makassar.
4. Data primer diperoleh melalui kuisisioner (*google form*). Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur dan data dari instansi pemerintah terkait.

E. Sistematika Penulisan

Secara umum tulisan ini terbagi dalam lima bab, yaitu Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Hasil dan Pembahasan dan diakhiri oleh Penutup. Berikut ini merupakan rincian secara umum mengenai kandungan dari kelima bab tersebut di atas:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan hal-hal mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan yang berisi tentang penggambaran secara garis besar mengenai hal-hal yang dibahas dalam bab-bab berikutnya.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang kerangka konseptual yang memuat beberapa penulisan sebelumnya yang berkaitan dengan limbah elektronik seperti definisi limbah elektronik, sumber dan komposisi limbah elektronik, bahaya limbah elektronik, aliran dan daur hidup

limbah elektronik, peraturan terkait limbah elektronik, dan perhitungan timbulan sampah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian yang telah dikumpulkan, analisis data, hasil analisis data dan pembahasannya.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai analisa hasil yang diperoleh saat penelitian dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi *E-Waste*

Menurut Widyarsana dkk (dalam Umar 2017) definisi *e-waste* digunakan untuk sampah elektronik. Tidak ada standar khusus terkait definisi *e-waste* untuk seluruh negara di dunia. Sejumlah negara membuat definisi sendiri terkait *e-waste* (*The United Nations Environmental Programme, 2007*). Di Indonesia tidak ada definisi maupun regulasi khusus terkait *e-waste*. *E-waste* di Indonesia tergolong limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

E-waste adalah limbah yang berasal dari peralatan elektronik dan peralatan rumah tangga yang sudah tidak digunakan lagi sebagaimana fungsi awalnya dan ditujukan untuk pemulihan, daur ulang, atau pembuangan. Limbah tersebut mencakup berbagai peralatan listrik dan elektronik, seperti komputer, telepon seluler, termasuk peralatan rumah tangga berukuran besar seperti kulkas, AC, dan lain – lain. *E-waste* mengandung lebih dari 1000 zat berbeda yang diantaranya beracun dan berpotensi berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Jadhav, 2013).

Beberapa definisi *E-waste* adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Definisi *E-Waste*

Sumber	Definisi
<i>European Directive</i> (2002/96/EC)	“Buangan peralatan listrik dan elektronik, termasuk semua komponen, bahan pengganti, dan bahan habis pakai yang merupakan bagian dari buangan tersebut didefinisikan sebagai <i>e-waste</i> dan harus dibuang dengan mematuhi peraturan yang berlaku”.
<i>Basel Action Network</i> (www.ban.org)	“ <i>E-waste</i> mencakup jangkauan yang luas dan berkembang dari peralatan elektronik rumah tangga seperti lemari es, AC, telepon seluler, sistem stereo, hingga komputer yang dibuang oleh penggunanya”.
OECD (www.oecd.org)	“Semua peralatan rumah tangga yang mengkonsumsi listrik dan telah mencapai akhir siklus pemakaiannya”.

Sumber : G. Gaidajis, K. Angelakoglou, dan D.Aktsoglou (2010).

B. Sumber *E-Waste*

Dalam penelitian M.D Jalal Uddin pada tahun 2012 dikatakan ada tiga sumber utama limbah elektronik, yaitu :

1. Bisnis kecil dan individu : Jangka waktu penggunaan komputer turun menjadi sekitar dua tahun karena adanya versi terbaru yang dikeluarkan setiap 18 bulan. Seringkali perangkat lunak baru tidak kompatibel atau tidak mencukupi dengan perangkat keras lama, sehingga pengguna terpaksa membeli komputer keluaran terbaru. Perusahaan besar, institusi, dan pemerintah : Pengguna dalam jumlah besar meng-*upgrade* komputer karyawan secara teratur.
2. *Original Equipment Manufacturers* (OEM) : OEM menghasilkan limbah elektronik saat unit yang diproduksi tidak memenuhi standar kualitas dan harus dibuang. Beberapa produsen komputer melakukan kontrak dengan perusahaan daur ulang untuk menangani limbah elektronik mereka, yang sering kali di ekspor.
3. Selain komputer, sumber limbah elektronik lainnya adalah telepon seluler, lemari es, *oven*, AC, televisi, dan lain – lain.

Dalam beberapa penelitian, *e-waste* dikelompokkan dalam beberapa kategori. Adapun *European Directive* dalam penelitian G. Gaidajis, K. Angelakoglou, dan D. Aktsoglou pada tahun 2010 mengkategorikan *e-waste* ke dalam sepuluh kategori, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Kategori *E-Waste*

No.	Kategori	Label	Contoh Produk
1.	Peralatan besar rumah tangga	<i>Large HA</i>	Lemari Es, mesin cuci, radiator listrik
2.	Peralatan kecil rumah tangga	<i>Small HA</i>	Pemanggang roti, <i>vakum cleaner</i> , setrika
3.	Peralatan teknologi informasi dan telekomunikasi	ICT	Laptop, komputer, <i>printer</i> , telepon seluler
4.	Peralatan konsumsi	CE	Radio, televisi, kamera
5.	Peralatan pencahayaan	<i>Lighting</i>	Lampu
6.	Alat listrik dan elektronik (kecuali alat – alat industri skala besar)	<i>E&E Tools</i>	Alat pengebor, alat las dengan solder, alat penggiling

No.	Kategori	Label	Contoh Produk
7.	Mainan dan peralatan olahraga	<i>Toys</i>	Mobil balap mainan, kereta api listrik mainan, peralatan olahraga dengan komponen listrik atau elektronik
8.	Peralatan medis (kecuali peralatan yang terinfeksi)	<i>Medical device</i>	Alat radioterapi, alat dialisis, ventilator
9.	Alat kontrol dan pemantauan	M&C	Detektor asap pengukur atau timbangan listrik dalam peralatan rumah tangga atau peralatan laboratorium
10.	Dispenser otomatis	<i>Dispensers</i>	Dispenser otomatis untuk minuman panas

Sumber : G. Gaidajis, K. Angelakoglou, dan D.Aktsoglou (2010).

C. Komposisi *E-Waste*

Komposisi *e-waste* sangat beragam dan berbeda untuk tiap produk dan juga kategorinya. *E-waste* mengandung lebih dari 1000 zat berbeda, baik yang termasuk dalam kategori toksik maupun non toksik. Secara umum, *e-waste* terdiri dari logam besi dan non besi, plastik, kaca, karet, dan lain – lain. Sekitar 50% kandungan *e-waste* adalah besi dan baja, 21% plastik, 13% unsur non logam, dan unsur lain yang tidak termasuk besi, baja, dan plastik. Contoh logam non besi pada limbah elektronik, yaitu logam seperti tembaga, aluminium, perak, platinum, paladium, dan lain – lain. Adanya kandungan zaat – zat seperti timah, merkuri, arsenik, kadmium, selenium, dan kromium di dalam limbah elektronik menjadikannya salah satu contoh limbah berbahaya dan beracun (Uddin, 2012).

Berikut ini adalah beberapa zat berbahaya dalam *e-waste* :

Tabel 3. Komponen dan Kandungan Zat Berbahaya *E-Waste*

Komponen	Kandungan Zat Berbahaya
Logam	
Mesin/Kompresor	
Pendingin	<i>Ozone Depleting Substances (ODS)</i>
Plastik	<i>Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR)</i>
Insulator	Asbes, serat keramik tahan api

Komponen	Kandungan Zat Berbahaya
Kaca	
Tabung sinar katoda	Timbal, Antimon, Merkuri, Fosfor
Kristal Cair	Merkuri
Karet	<i>Phthalate plasticizer</i> , BFR
Kabel	<i>Phthalate plasticizer</i> , BFR, Timbal
Transformator	
Papan sirkuit	Timbal, Berilium, Antimon, BFR
Lampu pijar (<i>fluorescent</i>)	Merkuri, Fosfor, Zat penghambat api
Lampu pijar (<i>incandescent</i>)	
Elemen pemanas	
Termostat	Merkuri
BFR (mengandung plastik)	BFR
Baterai	Timbal, Litium, Kadmium, Merkuri
CFC, HCFC, HFC, HC	ODS
Kabel listrik eksternal	BFR
Kapasitor elektrolit	Glikol

Sumber : M.D Djalal Uddin (2012)

Zat dalam komponen di atas, yang paling berbahaya adalah logam berat seperti timbal, merkuri, kadmium, kromium, zat halogen (misalnya CFC), bifenil polikronasi, plastik, serta papan sirkuit yang mengandung *Brominated Flame Retardants* (BFR). BFR dapat menghasilkan dioksin dan furan jika di bakar. Zat lain seperti arsenik, asbes, nikel dan tembaga dapat berperan sebagai katalis untuk meningkatkan pembentukan dioksin jika di bakar. Dampak buruk jangka pendek paparan dioksin pada tubuh diantaranya seperti menyebabkan lesi kulit dan perubahan fungsi hati. Sedangkan untuk jangka panjang paparan dioksin tentunya akan lebih membahayakan lagi, seperti mengganggu sistem kekebalan tubuh, perkembangan sistem saraf, sampai sitem endokrin dan fungsi reproduksi (Uddin, 2012).

Berikut ini adalah tabel yang berisi ambang batas logam berat di dalam air bersih dan tanah.

Tabel 4. Ambang Batas Logam Berat pada Air Bersih dan Tanah.

Jenis Logam Berat	Kadar Maksimum dalam Air Bersih (*)	Satuan	Kadar Maksimum dalam Tanah (**)	Satuan
Raksa	0,001	Ppm	420	Ppm
Aluminium	0,2	Ppm	4300	Ppm
Arsen	0,05	Ppm	4	Ppm
Barium	1	Ppm	100	Ppm
Fluorin	0,5	Ppm	300	Ppm
Cadmium	0,005	Ppm	7	Ppm
Kromium	0,05	Ppm	85	Ppm
Mangan	0,1	Ppm	4000	Ppm
Selenium	0,01	Ppm	100	Ppm
Seng	5	Ppm	300	Ppm
Tembaga	1	Ppm	100	Ppm
Timbal	0,05	Ppm	200	Ppm

Sumber : * = Badan Standardisasi Nasional (2009)

** = Buku Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim (2014)

D. Dampak Buruk *E-Waste*

Efek terhadap kesehatan akibat logam berat yang ditemukan pada *e-waste* akan dijelaskan di bawah ini (Uddin, 2012) :

1. Timbal

Timbal digunakan dalam panel kaca dan gasket pada monitor komputer serta di papan sirkuit dan juga pada komponen lainnya. Timbal dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat dan perifer, sistem darah, ginjal, dan sistem reproduksi pada manusia. Zat ini juga dapat mempengaruhi sistem endokrin dan menghambat perkembangan otak anak – anak. Timbal cenderung menumpuk di lingkungan dan memberi dampak negatif pada tumbuhan dan mikroorganisme.

2. Kadmium

Kadmium terdapat pada resistor cip perangkat yang dipasang di permukaan detektor inframerah dan cip semikonduktor. Beberapa tabung sinar katoda juga mengandung kadmium. Senyawa kadmium bersifat

toksik dan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia terutama di hati, ginjal, pankreas, dan tiroid.

3. Merkuri

Sebanyak 22% konsumsi tahunan merkuri di dunia digunakan untuk keperluan peralatan listrik dan elektronik. Merkuri digunakan dalam termostat, sensor, relai, sakelar, peralatan medis, lampu, telepon seluler, dan baterai. Merkuri dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat serta janin. Janin yang sedang berkembang sangat rentan terhadap paparan merkuri. Ketika merkuri anorganik menyebar di dalam air, zat tersebut akan berubah menjadi metil merkuri yang terakumulasi secara biologis dalam organisme hidup dan akan masuk ke dalam rantai makanan, terutama melalui ikan.

4. Kromium Hexavalen/Kromium VI

Kromium VI digunakan sebagai pelindung korosi pada pelat baja. Kromium VI dapat menyebabkan kerusakan pada DNA dan sangat beracun dalam lingkungan. Efek jangka panjangnya yaitu sensitisasi kulit dan kerusakan ginjal.

5. Plastik (Termasuk PVC)

Volume plastik terbesar yang digunakan dalam peralatan elektronik adalah Poli Vinil Klorida (PVC) yaitu sebesar 26%. Elemen PVC ditemukan dalam kabel dan komputer. Banyak komputer sekarang dibuat dari plastik akrilonitril butadiena (ABS) yang lebih aman dibandingkan PVC. PVC saat di bakar akan menghasilkan dioksin.

6. *Brominated Flame Retardants* (BFR)

BFR digunakan pada rangka peralatan elektronik dan di papan sirkuit untuk mencegah atau mengurangi potensi kebakaran pada mesin peralatan elektronik. BFR bersifat persisten dan dapat terakumulasi pada makhluk hidup.

7. Barium

Barium adalah logam lunak berwarna putih keperakan yang digunakan untuk melindungi dari radiasi. Penelitian menunjukkan bahwa paparan

jangka pendek oleh barium dapat menyebabkan pembengkakan otak, kelemahan otot, kerusakan jantung, hati, dan limpa.

8. Berilium

Berilium biasanya ditemukan di *motherboard* dan *finger clip*. Paparan berilium dapat menyebabkan kanker paru – paru. Penelitian menunjukkan bahwa penyakit akibat paparan berilium baru muncul setelah bertahun – tahun dari paparan terakhir.

9. Fosfor

Fosfor adalah senyawa kimia anorganik yang diaplikasikan sebagai lapisan di bagian dalam *CRT Faceplate*. Fosfor mempengaruhi resolusi tampilan dan luminansi gambar yang terlihat di monitor. Lapisan fosfor pada tabung sinar katoda mengandung logam berat seperti kadmium, seng, vanadium, dan lain – lain.

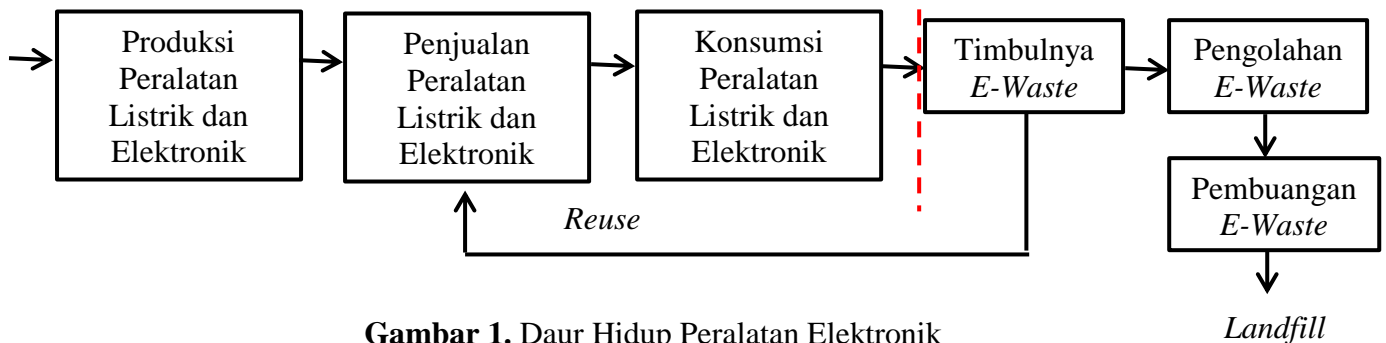
E. Mekanisme Perdagangan, Aliran Material, dan Daur Hidup E-

Waste

Mekanisme perdagangan *e-waste* dapat dijelaskan oleh tiga faktor di bawah ini :

1. Aliran material
2. Daur hidup
3. Batas geografis

Aliran material serta daur hidup dari peralatan listrik dan elektronik termasuk batas geografis membentuk asas generasi *e-waste* di berbagai kota/negara. Bagan berikut ini memberikan konsep pemahan tentang manajemen *e-waste*, dimulai dari produksi peralatan elektronik, hingga akhirnya terbentuk *e-waste* dan di transformasikan menjadi material yang baru (*United Nations Environment Programme, 2007*). Berikut ini adalah bagan daur hidup peralatan listrik :



Gambar 1. Daur Hidup Peralatan Elektronik

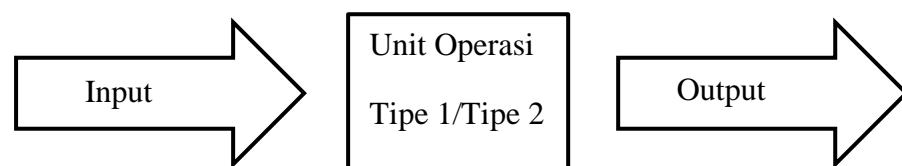
Sumber : *United Nations Environment Programme, 2007 dalam E-Waste Management Manual Volume II*

Pembentukan aliran material dalam batas geografis membantu dalam mengidentifikasi, jaringan/rantai yang menghubungkan berbagai fase daur hidup peralatan listrik dan elektronik dan pemangku kepentingan terkait. Setelah jaringan/rantai terbentuk, keseimbangan aliran material misalnya neraca input/output disetiap fase membentuk asas/dasar kuantifikasi *e-waste* pada analisis daur hidup peralatan listrik dan elektronik. Kuantifikasi *e-waste* (inventarisasi) disebuah kota/negara membentuk asas/dasar manajemen *e-waste* dan dimulai dari tahapan yang ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna merah pada gambar (*United Nations Environment Programme, 2007*).

Model aliran material *e-waste* menjelaskan berbagai fase pengelolaannya. Model aliran material *e-waste* dikembangkan oleh *European Topic Centre on Waste* dan telah dideskripsikan di bawah untuk memberikan pemahaman konseptual tentang aliran material. Berikut ini beberapa hal yang dijelaskan dari gambar (*United Nations Environment Programme, 2007*) :

1. Model tersebut didasarkan pada pendekatan proses unit, dimana proses unit mewakili proses atau aktivitas.
2. Model aliran material mempertimbangkan semua unit proses dan aliran yang berada pada suatu batas. Tanda panah mengindikasikan aliran material yang menghubungkan proses unit.

3. Ada dua jenis proses unit. Tipe 1 menerima materi tanpa perubahan apapun, dimana tidak ada konversi. Oleh karena itu input sama dengan keluaran, misalnya penggunaan dan pengumpulan peralatan listrik dan elektronik. Pada Tipe 2 terjadi perubahan/konversi bahan, sehingga menciptakan material baru (produk, limbah, dll), misalnya pengolahan limbah seperti pembongkaran/pembakaran/peleburan.
4. Batasan adalah pemisah antara sistem yang ada dengan lingkungan eksternal atau sistem yang lainnya.



Gambar 2. Konsep Model Aliran Material *E-Waste*

Sumber : *Waste from electrical and electronic equipment (WEEE) – quantities, dangerous substances and treatment methods, EEA Copenhagen, 2003 dalam Waste Management Manual Volume II.*

Model aliran material, bila diterapkan pada daur hidup peralatan listrik dan elektronik mengarah pada evolusi “Model Empat Fase” dimana disetiap fase dijelaskan masing – masing unit operasi dan pemangku kepentingan yang berbeda. Berikut ini adalah ke empat fase yang dimaksud (*United Nations Environment Programme, 2007*) :

Fase I

Unit operasi/proses/aktivitas : Produksi dan penjualan peralatan listrik dan elektronik, termasuk impor, ekspor, dan input peralatan untuk reuse dari proses perbaikan *e-waste*.

Pemangku kepentingan : Produsen, importir, eksporter, dan pengecer (barang baru/bekas).

Fase II

Unit operasi/proses/aktivitas : Penggunaan/konsumsi peralatan listrik dan elektronik dalam rumah tangga, kantor, dan industri.

Pemangku kepentingan : Konsumen rumah tangga dan tempat komersial seperti kantor dan industri.

Fase III

Unit operasi/proses/aktivitas : Akhir daur hidup peralatan listrik dan elektronik, termasuk transfer ke tempat pengolahan/pembuangan, impor/ekspor.

Pemangku kepentingan : Importir, eksporter, pengepul, pedagang, operator pengolah limbah.

Fase IV

Unit operasi/proses/aktivitas : Pengolahan/pembuangan alternatif untuk *e-waste*, seperti perbaikan, dekontaminasi, pembongkaran, *landfill*, dan insinerasi.

F. Tahapan dan Teknologi Pengelolaan *E-Waste*

1. Sistem Pengumpulan

Empat sistem pengumpul limbah utama, yaitu kawasan pengumpul dan penyimpanan *e-waste*, produsen mengambil dan menyimpan kembali *e-waste*, tempat pengumpulan lain, dan pengecer mengambil dan mengumpulkan *e-waste*. Berikut ini penjelasannya (*United Nations Environment Programme, 2007*) :

a. Pengecer mengambil dan mengumpulkan kembali *e-waste*.

Dalam mekanisme pengumpulan ini, konsumen dapat membawa peralatan elektroniknya ke toko pengecer yang juga mendistribusikan barang serupa. Konsumen dapat menjual peralatan elektroniknya ke pengecer atau melakukan proses tukar tambah.

b. Produsen mengambil dan mengumpulkan kembali *e-waste*.

Dalam mekanisme pengumpulan ini, *e-waste* diambil kembali oleh produsen secara langsung baik difasilitas yang mereka sediakan atau di pusat pengumpulan dan kemudian dimasukkan ke dalam sistem pengolahan milik produsen. Hal ini biasanya berlaku bagi peralatan komersial skala besar dan beroperasi berdasarkan prinsip “peralatan baru menggantikan peralatan yang lama”.

c. Kawasan pengumpul dan penyimpanan *e-waste*.

Dalam mekanisme pengumpulan ini, konsumen atau pelaku bisnis dapat meninggalkan *e-waste* mereka di kawasan pengumpul dan penyimpanan *e-waste*. Terdapat beberapa kontainer sebagai wadah untuk menyortir sampah berdasarkan jenis produknya. Juga terdapat fasilitas pendaur ulangan dan pengangkutan. Mekanisme ini biasanya gratis untuk konsumen rumah tangga, meskipun terkadang biaya berlaku untuk perusahaan komersial.

d. Tempat pengumpulan lain.

Konsumen atau pelaku bisnis dapat meninggalkan *e-waste* mereka pada tempat pengumpulan khusus. Tempat pengumpulan ini merupakan tempat penyortiran khusus yang dijalankan oleh pihak ketiga dan berbayar. Disediakan beberapa kontainer sebagai wadah penyortir berdasarkan jenis produknya. Di tempat ini tersedia fasilitas pendaur ulang dan pengangkutan.

2. Sistem Pengolahan

a. Dekontaminasi/Pembongkaran

- i. Dekontaminasi dan pembongkaran dilakukan secara manual. Berikut ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan :
- ii. Membersihkan bagian yang mengandung zat berbahaya (CFC, Hg, PCB).
- iii. Menyimpan bagian – bagian yang masih dapat digunakan, seperti tembaga, baja, besi, dan logam mulia.
- iv. Memisahkan zat berbahaya dengan bagian – bagian yang mudah dijangkau.

b. Pemisahan logam besi, logam non besi, dan plastik

Pemisahan ini dilakukan setelah proses pembongkaran. Lalu diikuti dengan proses pemisahan secara mekanik dan magnetik.

c. Daur ulang

Pecahan dari *e-waste* mengandung logam besi dan logam non besi yang akan diolah lebih lanjut. Logam besi dilebur di tungku listrik, sedangkan logam non besi dilebur di pabrik peleburan.

d. Pengolahan/pembuangan zat berbahaya

E-waste dihancurkan dengan mesin penghancur lalu dibuang ke *landfill*. CFC diolah secara termal, *Poly Chlorinated Biphenyl* (PCB) dibakar atau disimpan di penyimpanan bawah tanah, dan merkuri (Hg) di daur ulang atau dibuang di *landfill*.

G. Peraturan Terkait Pengelolaan *E-Waste*

1. Undang – Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah

Pokok kebijakan dalam Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mengatur tentang penyelenggaraan pengelolaan sampah secara terpadu dan komprehensif, pemenuhan hak dan kewajiban masyarakat, serta tugas dan wewenang Pemerintah dan pemerintahan daerah untuk melaksanakan pelayanan publik. Menurut Undang – Undang No. 18 tahun 2008 Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Pengelolaan sampah diselenggarakan berdasarkan asas tanggung jawab, asas berkelanjutan, asas manfaat, asas keadilan, asas kesadaran, asas kebersamaan, asas keselamatan, asas keamanan, dan asas nilai ekonomi. Pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya. Sampah yang dikelola berdasarkan peraturan ini adalah sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga, dan sampah spesifik. *E-waste* termasuk dalam kategori sampah spesifik karena mengandung bahan berbahaya dan beracun.

2. Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, 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, dan/atau kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Karena *e-waste* mengandung zat – zat yang berbahaya dan beracun, maka *e-waste* digolongkan kedalam limbah berbahaya dan beracun.

H. Perhitungan Timbulan Sampah

Metode yang umumnya digunakan untuk mengukur timbulan sampah adalah (Dwicahyanti, 2012) :

1. *Load-count analysis* (analisis perhitungan muatan). Dalam metode ini, jumlah masing-masing muatan dan karakteristik sampah yang sesuai (jenis sampah dan volume yang diperkirakan) dicatat selama periode waktu tertentu dan data berat sampah. Laju timbulan ditentukan dengan menggunakan data lapangan dan data yang sudah dipublikasikan.
2. *Weight-volume analysis* (analisis berat volume). Metode ini menggunakan cara dengan menentukan volume dan berat dari masing-masing muatan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan angka dari berbagai sampah yang ada.
3. *Materials balance analysis* (analisis keseimbangan material). Satu-satunya cara untuk menentukan timbulan dan pergerakan sampah adalah dengan melakukan analisis keseimbangan material secara rinci untuk setiap sumber timbulan, seperti masing-masing rumah, kegiatan komersial, atau industri. Dalam beberapa kasus, metode analisis keseimbangan material akan diperlukan untuk memperoleh data yang diperlukan.

I. ArcGIS Desktop

Perangkat lunak *ArcGIS* merupakan perangkat lunak SIG yang baru dari ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), yang memungkinkan pengguna untuk memanfaatkan data dari berbagai format data. Dengan *ArcGIS* pengguna dapat memanfaatkan fungsi desktop maupun jaringan, selain itu juga pengguna bisa memakai fungsi pada level *ArcView*, *ArcEditor*, *ArcInfo* dengan fasilitas *ArcMap*, *ArcCatalog* dan *Toolbox*. Materi yang disajikan adalah konsep SIG, pengetahuan peta, pengenalan dan pengoperasian *ArcGIS*, input data dan manajemen data spasial, pengoperasian *ArcCatalog*, komposisi atau tata letak peta dengan *ArcMap*, memanfaatkan perangkat lunak SIG *ArcGIS 10* untuk pengelolaan data spasial dan tabular serta untuk penyajian informasi peta (Rohim dkk, 2015).

J. Penelitian Terdahulu

Berikut ini ditampilkan beberapa penelitian mengenai *e-waste* yang pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 5. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1.	Juliana L. Kuhurima	Analisis Potensi Timbulan Sampah Elektronik Rumah Tangga dan Ketersediaan Untuk Membayar (<i>Willingness to pay</i>) Biaya Pengelolaannya di Kota Kupang	Potensi timbulan <i>e-waste</i> rumah tangga di Kota Kupang adalah 2,33 kg/orang/tahun, WTP masyarakat Rp.10.260,943/bulan, dengan nilai ekonomi manfaat tidak langsung lingkungan adalah sebesar Rp. 4.832.899,914. Faktor yang berpengaruh terhadap potensi timbulan sampah elektronik adalah pendapatan, tingkat pendidikan dan jumlah anggota keluarga dengan koefisien determinasi sebesar 0,471. Faktor yang berpengaruh terhadap WTP adalah pendapatan dengan koefisien determinasi sebesar 0,822.

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
2.	Ira Indrihastuti dan Ellina S. Pendebesie	Potensi Timbulan dan Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Sampah Elektronik Rumah Tangga Di Wilayah Surabaya Barat	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 dimiliki oleh masyarakat di wilayah studi dan jumlah persentasinya lebih dari 50% adalah TV (100%), <i>handphone</i> (100%), kipas angin (100%), <i>rice cooker</i> (97%), setrika (97%), kulkas (87%), DVD/VCD (75%), mesin cuci (63%), laptop (63%), blender (63%), dispenser (56%), dan AC (55%), dan lain - lain sebanyak 16%. Jumlah total barang elektronik yang lebih dari 50% berjumlah 13 unit.
3.	Roberto Prans dan Ellina Pendebesie	Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Elektronik Di Surabaya Timur	Faktor yang diteliti yaitu faktor pengetahuan, perilaku, kemampuan finansial, tingkat pendidikan, jenis kelamin, dan usia. Metode pengolahan data dengan metode chi kuadrat. hasil yang didapatkan bahwa masyarakat Surabaya Timur dapat berpartisipasi untuk menunjang pengelolaan sampah elektronik. Berdasarkan metode chi kuadrat, menyatakan bahwa masyarakat sangat ingin berpartisipasi dalam pengelolaan sampah elektronik dengan golongan masyarakat yang paling siap untuk berpartisipasi adalah masyarakat berjenis kelamin perempuan dengan golongan usia sekitar 37 - 54 tahun.
4.	Ignatius Chandra Setyanto dan Yulinah Trihadiningrum	Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik Di Unit Pendidikan ITS	Hasil penelitian data bahwa unit pendidikan ITS yang diteliti menyimpan berbagai jenis limbah elektronik yaitu CPU, <i>keyboard</i> , <i>mouse</i> , laptop, <i>printer</i> , <i>faksimile</i> , mesin fotocopy, kulkas, kipas angin, AC, alat pencahayaan, dan peralatan

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			<p>laboratorium. Jumlah limbah elektronik yang disimpan oleh unit pendidikan ITS mencapai 1.289 unit, dengan total berat 16.180 kg, dan total volume 100,5 meter kubik. Limbah elektronik tersebut telah dikelola namun masih terdapat kekurangan dalam aspek - aspek tertentu. Kekurangan tersebut disebabkan faktor seperti keterbatasan ruang penyimpanan, kurangnya pengetahuan SDM tentang limbah elektronik, belum adanya kebijakan dari pimpinan ITS tentang pengelolaan limbah elektronik, dan tidak jelasnya mekanisme pemutihan barang milik negara.</p>
5.	Dino Rimantho, Erliza Noor, Eriyatno, dan Hefni Efendi	Penilaian Aliran Limbah Elektronika Di DKI Jakarta Menggunakan <i>Material Flow Analysis</i>	<p>Penelitian ini menunjukkan bahwa total limbah elektronik yang dihasilkan adalah 7.713,42013 kg/tahun. Selain itu, aliran material menunjukkan bahwa ada beberapa pemangku kepentingan kunci dalam pengelolaan limbah elektronik di DKI Jakarta seperti pengumpul, pengepul tingkat pertama, pengepul tingkat kedua, dan pabrik. Beberapa usulan strategi dapat dilakukan untuk meningkatkan pengelolaan limbah elektronik yang berkelanjutan, seperti <i>Extended Producer Responsibility</i> (EPR) dan penempatan <i>Dropbox</i> di tiap wilayah.</p>
6.	Anggola Pralaya	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (<i>E-Waste</i>) Rumah Tangga di Kota Yogyakarta Bagian Utara	<p>Dari hasil penelitian diperoleh timbulan sampah elektronik rumah tangga di Kota Yogyakarta Utara mengalami peningkatan setiap tahunnya, pada tahun 2018 adalah 1.063 ton/tahun dan tahun 2025 sebesar 1.117 ton/tahun. Metode pengelolaan sampah elektronik yang paling banyak diterapkan adalah diperbaiki dengan persentase sebesar 50%, dijual sebesar 23%, disimpan sebesar 20%, dibuang sebesar 5%,</p>

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			sedangkan metode yang paling sedikit adalah dialihfungsikan dengan persentase sebesar 2%. Hasil analisa potensi nilai ekonomi daur ulang dari 15 barang elektronik paling besar adalah mesin cuci dengan nilai ekonomi sebesar Rp 525.569.610 dan yang paling rendah adalah pengering rambut dengan nilai ekonomi sebesar Rp 19.582.192, sedangkan hasil untuk potensi nilai ekonomi daur ulang sampah elektronik secara keseluruhan pada tahun 2018 adalah Rp 3.148.644.
7.	Irwan Ridwan Rahim, Rasdiana Zakaria, dan Anisa Ramadhani Sahlan	Studi Kemauan Membayar (<i>Willingness To Pay</i>) Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Elektronik Di Kota Makassar	Timbulan sampah elektronik di Kota Makassar adalah 4,93 kg/orang/tahun. Potensi timbulan sampah pada tahun 2025 berdasarkan proyeksi jumlah penduduk adalah 8.329.380,7 kg/tahun. Kemauan responden untuk membayar lebih besar (86%) jika dibandingkan dengan responden yang menolak untuk membayar (14%) biaya pengelolaan sampah elektronik di Kota Makassar. Faktor yang mempengaruhi kemauan membayar adalah sikap kekhawatiran responden dengan nilai koefisien positif 1,142 yang artinya semakin meningkat kekhawatiran responden terhadap sampah elektronik maka kemauan untuk membayar juga semakin meningkat. dari total nilai WTP (TWTP) dari populasi yang dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan sampah elektronik untuk skenario 1 adalah Rp 10.200/bulan dan skenario 2 sebesar Rp 12.700/bulan.
8.	Syahiq Mahzuz Umar, Irwan Ridwan Rahim, dan Rusdi Usman Latief	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (<i>E-Waste</i>) Domestik Di Kota Sungguminasa Kabupaten Gowa	Potensi timbulan <i>E-Waste</i> di Kecamatan Somba Opu yang didapatkan dari 14 kelurahan sebesar 801,8 ton/tahun. Metode pengolahan <i>e-waste</i> yang banyak digunakan adalah dialihfungsikan (55%), diperbaiki (19%), disimpan (17%), dan dibuang

No.	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
			(9%). Timbulan <i>e-waste</i> 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.
9.	Arsy Anastasya Rahmadani	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (<i>E-Waste</i>) Rumah Tangga di Kota Yogyakarta Bagian Selatan	Jumlah timbulan sampah elektronik dari rumah tangga di Yogyakarta Selatan pada tahun 2018 terdapat 939 ton/tahun hingga tahun 2025 terdapat 1.028 ton/tahun dan akan terus meningkat. Metode yang dilakukan Masyarakat untuk pengelolaan sampah elektronik rumah tangga di Yogyakarta Selatan adalah diperbaiki (41%), dijual kembali (29%), disimpan (16%), dan dibuang (6%). Hasil dari analisis potensi untuk sampah elektronik adalah sebesar Rp 2.601.986.557.
10.	Iksan Nur Alam	Studi Pengelolaan <i>E-Waste</i> Di Kota Makassar (Studi Kasus : Kecamatan Rappocini)	Barang elektronik terbanyak di Kecamatan Rappocini adalah TV (100%), lemari es (97%), dan <i>handphone</i> (97%). Rata - rata timbulan <i>e-waste</i> tiap keluarga di lokasi studi adalah 18,8 kg/kk/tahun. Potensi timbulan <i>e-waste</i> pada tahun 2016 yaitu 742.167,6 kg/tahun dan potensi timbulan <i>e-waste</i> pada tahun 2025 yaitu 848.712,8 kg/tahun. adapun perlakuan terhadap <i>e-waste</i> yaitu disimpan (33%), dibuang (46%), dan diperbaiki (21%). Hasil dari analisis potensi nilai ekonomi daur ulang <i>e-waste</i> yaitu TV sebesar Rp 1.147.790, lemari es sebesar Rp 1.080.884, dan <i>handphone</i> sebesar Rp 7.362.

Sumber : Pengolahan Penulis (2020)