

TUGAS AKHIR

**ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK PADA
SEKTOR INFORMAL KABUPATEN BANTUL**

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



BAHROLLAH NURLETTE

19513110

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

2024

TUGAS AKHIR

ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK PADA SEKTOR INFORMAL KABUPATEN BANTUL

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



BAHROLLAH NURLETTE
19513110

Disetujui,

Dosen Pembimbing :

Fina Binazir Maziva, S.T.,M.T

NIK. 165131305

Tanggal: 20 Juni 2024

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal: 20 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS TIMBULAN LIMBAH ELEKTRONIK PADA
SEKTOR INFORMAL KABUPATEN BANTUL**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 20 Juni 2024

Disusun Oleh:

**BAHROLLAH NURLETTE
19513110**

Tim Penguji :

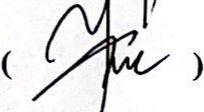
Fina Binazir Maziva, S.T., M.T.

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng.

()

()

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab 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,

Yang membuat pernyataan,



Bahrollah Nurlette

NIM: 19513110

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala karunia dan bimbingan-Nya, saya telah berhasil menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Jumlah Limbah Elektronik di Sektor Informal Kabupaten Bantul”. Penyusunan laporan ini dilaksanakan sebagai salah satu persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan laporan ini, saya menerima banyak dukungan, semangat, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, izinkan saya mengucapkan penghargaan yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kemudahan dalam menjalani dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Terimakasih kepada diri saya sendiri Bahrollah Nurlette yang sudah berusaha cukup jauh untuk menyelesaikan tugas akhir ini
3. Kedua orangtua saya, Bapak Alwan Nurlette dan Ibu Nurfua Silawane serta kedua abang tersayang saya Samardang Nurlette dan Husein Nurlette yang senantiasa memberikan doa, ridha dan dukungannya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan UII.
5. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Lingkungan FTSP UII.
6. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
7. Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng dan Bapak Yebi Yuriandala S,T,. M.Eng selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk membantu penyelesaian tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Lingkungan UII, terima kasih atas pelajaran, pengalaman kesempatan dan bantuan yang telah diberikan.

Semoga ilmu dan pengalaman yang telah diberikan dapat bermanfaat bagi saya pribadi dan orang lain.

9. Saudari Siti Khairunnisa, Ical Bangladesh, Nanda OPM, Abiyon Berantakan, Ian magic, Nady Daboy, Albari Drama, Zufar Marley, Toriq dan Memet shopee selaku *partner* yang telah banyak membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia khususnya Angkatan 2019 yang telah membantu banyak hal dalam menyelesaikan proposal ini.
11. Pihak-pihak terkait yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terimakasih banyak atas doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk membantu menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta diikuti dengan penerapan dari saran-saran yang diberikan. *Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 20, Juni 2024



Bahrollah Nurlette

ABSTRAK

BAHROLLAH NURLETTE. Analisis Timbulan Limbah Elektronik Pada Sektor Informal Kabupaten Bantul. Di bimbing oleh FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T.

Peningkatan penggunaan elektronik di lokasi penelitian menyebabkan peralatan lama cepat dibuang, menghasilkan lebih banyak limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi timbulan limbah elektronik, menganalisis pengolahan limbah elektronik yang di lihat dari aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan serta menganalisis sistem yang digunakan untuk menangani limbah elektronik. Metode yang digunakan adalah metode snowball, di mana peneliti mengidentifikasi titik awal populasi relevan dan meminta mereka merekomendasikan titik lain yang sesuai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sampel 1 menghasilkan estimasi 51,2 kg limbah elektronik perbulan dengan pendapatan Rp 1.988.096. sedangkan Sampel 2 menghasilkan estimasi 22,98 kg limbah elektronik perbulan dengan pendapatan Rp 892.313,4. Dari sistem pengelolaan limbah elektronik Sampel 1 dan Sampel 2 telah menjual komposisi-komposisi elektronik ke pengepul yang lebih besar agar bisa di daur ulang kembali. Sedangkan untuk limbah elektronik yang kemungkinan masi bisa untuk diperbaiki di bawa ke tukang service untuk kemudian dijual kembali.

ABSTRACT

BAHROLLAH NURLETTE. *Analysis of Electronic Waste Generation in the Informal Sector of Bantul Regency. Supervised by FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T.*

The increased use of electronics at the research site causes old equipment to be quickly disposed of, generating more waste. This study aims to identify e-waste generation, analyze e-waste treatment from technical, economic, and environmental aspects and analyze the system used to handle e-waste. The method used is the snowball method, in which the researcher identifies the starting point of the relevant population and asks them to recommend other suitable points. The results showed that Sample 1 generated 51,2 kg of e-waste of month with an income of IDR 1.988.096. while Sample 2 generated 22,98 kg of month with an income of IDR 892.313,4. From the e-waste management system, Sample 1 and Sample 2 have sold electronic compositions to larger collectors so that they can be recycled again. As for electronic waste that may still be repairable, it is taken to a service provider to be resold.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Kerangka Berfikir.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Timbulan Sampah.....	5
2.2 Limbah Elektronik.....	5
2.3 Komponen dan Kandungan Bahaya Limbah Elektronik.....	7
2.4 Masa Pakai Peralatan Elektronik.....	8
2.5 Sektor Informal.....	9
2.6 Metode Snowball Sampling.....	10
2.7 Penelitian Terdahulu.....	10
2.8 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	14
BAB III.....	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Pengumpulan Data.....	21
3.3 Metode Pengolahan Data.....	22

BAB IV	24
HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA	24
4.1 Timbulan Limbah Elektronik	24
4.1.1 Identifikasi Jenis Timbulan Limbah Elektronik	24
4.1.2 Perhitungan Estimasi Timbulan Limbah Elektoronik (E-Waste)	25
4.1.3 Aspek Teknis Operasional	28
4.1.4 Aspek Ekonomi.....	31
4.1.5 Aspek Lingkungan.....	32
4.2 Siklus Penanganan Limbah Elceptronik.....	33
4.2.1 Penanganan Limbah Elektronik.....	34
BAB V.....	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir Penelitian.....	4
Gambar 4. 3 Dokumentasi Tempat Pengumpulan Limbah Elektronik dari Pengepul	29
Gambar 4. 4 Dokumentasi Limbah Elektronik yang Sudah dipilah	30
Gambar 4. 5 Dokumentasi Pengangkutan Limbah Elektronik Menuju Tempat Daur Ulang.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia logam-logam dalam Limbah Elektronik (Ficeriova, J., dkk, 2008).....	6
Tabel 2. 2 Kadar Logam-logam dalam Chip komputer (Mimi Salamah, dkk, 2009)	7
Tabel 2. 3 Komponen dan Bahaya Limbah Elektronik.....	8
Tabel 2. 4 Usia pakai barang elektronik.....	9
Tabel 2. 5 Studi Literatur Terdahulu.....	11
Tabel 3. 1 Lokasi <i>Snowball</i> Sampling.....	18
Tabel 4. 1 Data Kapasitas dan Intensitas Masing-Masing Sampel yang Menjadi Objek Penelitian	24
Tabel 4. 2 Identifikasi dan Jumlah Limbah Elektronik di Sampel 1 dan 2.....	25
Tabel 4. 3 Estimasi Timbulan Limbah Elektronik	26
Tabel 4. 4 Daftar Harga Komponen Barang Elektronik	27
Tabel 4. 5 Timbulan Limbah Elektronik Sampel 1 dan 2	27
Tabel 4. 6 Potensi Ekonomi Limbah Elektronik Sampel 1 dan 2	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuosioner Sampel 1.....	38
Lampiran 2 kuisisioner Sampel 2	41
Lampiran 3 Dokumentasi Rosok Bu Yanti (Sampel 1)	44
Lampiran 4 Dokumentasi Qwita Raja Capah (Sampel 2).....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan penggunaan peralatan elektronik seiring dengan perkembangan teknologi, pertumbuhan populasi, dan perubahan zaman, memudahkan orang untuk terus mengganti peralatan elektronik mereka dengan yang terbaru. Akibatnya, masa pakai peralatan elektronik menjadi lebih singkat dan lebih cepat dibuang. Sampah elektronik, baik dari segi jumlah maupun tingkat toksisitasnya, menjadi salah satu jenis limbah dengan pertumbuhan tercepat di dunia. Pertumbuhannya mencapai 3-5 persen per tahun, sekitar tiga kali lebih cepat dibandingkan dengan limbah rumah tangga biasa (Schwarzer, 2005).

Indonesia adalah salah satu konsumen terbesar peralatan elektronik rumah tangga di Asia. Pada tahun 2007, lebih dari 3 miliar unit peralatan elektronik rumah tangga dan perlengkapan IT diproduksi di Indonesia. Terdapat kekhawatiran bahwa peralatan elektronik yang sudah tidak digunakan akan berakhir di tempat pembuangan akhir, seperti landfill, di mana zat-zat berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium, dan lainnya dapat mencemari lingkungan (Damanhuri, 2019).

Dalam PP No. 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik, tidak ada ketentuan yang secara eksplisit melarang perdagangan limbah elektronik di sektor informal. Namun, peraturan ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan limbah elektronik yang memenuhi standar dan prosedur tertentu untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan.

Menurut data dari Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Kabupaten Bantul pada tahun 2020, timbulan sampah harian di wilayah Kabupaten Bantul mencapai 526,09 ton/hari, dimana hampir 80% berasal dari rumah tangga. Namun, belum ada data spesifik mengenai jumlah sampah dari masing-masing daerah (kecamatan) dan jenis sampah apa saja yang termasuk di dalamnya, terutama sampah elektronik. Data ini sangat penting sebagai dasar untuk menyusun strategi penanganan guna mendukung program Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup (KLH) yang bertujuan menjadikan Indonesia bebas sampah

pada tahun 2025. Selain itu, pemerintah juga terus mendorong pengelolaan sampah dengan target mengurangi 30% sampah dari sumbernya dan mengolah serta mengelola setidaknya 70% sampah agar tidak menumpuk di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Perkembangan teknologi secara pesat di area penelitian, yang mana pada lokasi Sampel 1 terletak di area kampus dan kost-kostan yang menghasilkan limbah elektronik. Sedangkan pada lokasi Sampel 2 terletak di lokasi yang tidak banyak pemukiman penduduk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah dan potensi timbulan sampah elektronik di sektor informal, menganalisis metode pengelolaan sampah elektronik di sektor informal yang sudah dilakukan, serta menghitung potensi nilai ekonomi dari daur ulang sampah elektronik di Kabupaten Bantul.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berikut didapatkan dari latar belakang di atas:

1. Bagaimana timbulan limbah elektronik dan faktor yang mempengaruhi limbah elektronik di sektor informal
2. Bagaimana pengelolaan limbah elektronik pada sektor informal, dilihat dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan?
3. Bagaimana sistem yang digunakan untuk menangani limbah elektronik pada sektor informal?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi timbulan limbah elektronik dan faktor yang mempengaruhi timbulan pada sektor informal.
2. Menganalisis pengolahan limbah elektronik pada sektor informal dilihat dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan
3. Menganalisis sistem yang digunakan untuk menangani limbah elektronik di lokasi penelitian.

1.4 Manfaat Penelitian

Salah satu manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan literatur terkait faktor-faktor yang mempengaruhi timbulan limbah elektronik yang dihasilkan di lokasi penelitian berdasar aspek teknis, ekonomi dan lingkungan.
2. Menambah ilmu dan wawasan terkait sistem yang digunakan untuk menangani limbah elektronik di lokasi penelitian.
3. Memberikan referensi untuk penelitian lanjutan.

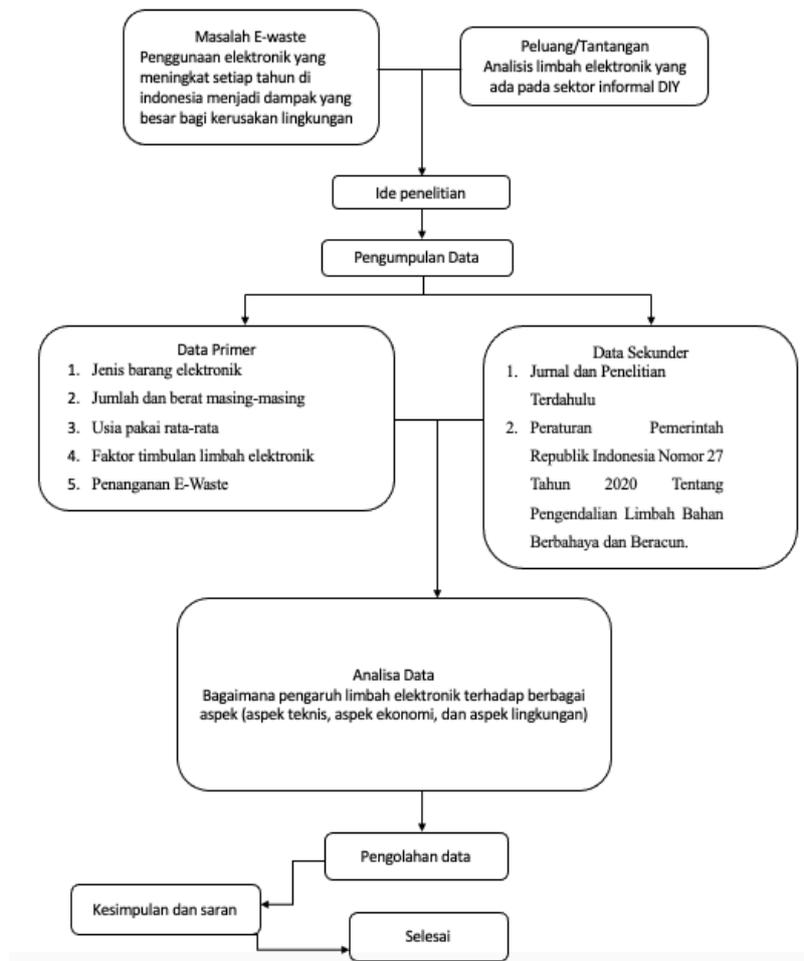
1.5 Ruang Lingkup

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di sektor informal Kabupaten bantul.
2. Metode *sampling* yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *Snowbal Sampling*.
3. Sistem pengelolaan yang dikaji dilakukan dalam lingkup sektor informal limbah elektronik terhadap limbah yang diterima
4. Aspek teknis meliputi sistem pengelolaan internal sektor informal.
5. Aspek ekonomi meliputi perputaran nilai ekonomi yang dikelola sektor informal.
6. Aspek lingkungan berupa identifikasi bahaya dari pengolahan limbah elektronik.
7. Wilayah studi adalah wilayah lokasi kegiatan usaha Sektor informal limbah elektronik.
8. Identifikasi bagian limbah elektronik yang mengandung bahan berbahaya dan beracun.
9. Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengendalian Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

1.6 Kerangka Berfikir

Penelitian yang bertujuan untuk menganalisis limbah elektronik yang berada di sektor informal :



Gambar 1. 1 Kerangka Berfikir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Timbulan Sampah

Timbulan sampah yang dihasilkan dari suatu kegiatan dalam jangka waktu tertentu disebut sebagai timbulan sampah. Berbagai sumber sampah di lapangan digunakan untuk mengukur jumlah sampah ini. Estimasi jumlah sampah yang dihasilkan sangat penting untuk menentukan kebutuhan dalam pengelolaan sampah. Mengkaji data timbulan sampah adalah langkah awal dalam proses pengelolaan sampah. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah berbahaya dan beracun (B3) adalah zat, energi, atau komponen lain yang dapat secara langsung atau tidak langsung mencemari, merusak, atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

2.2 Limbah Elektronik

Limbah *E-waste*, atau limbah elektronik, merujuk pada peralatan elektronik yang tidak lagi digunakan atau diinginkan karena rusak atau kadaluwarsa. Barang-barang ini perlu dibuang, baik dalam kondisi utuh maupun dalam bentuk komponen-komponennya. Limbah elektronik digolongkan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena di Indonesia belum terdapat definisi atau peraturan yang jelas mengenai limbah elektronik (Widyarsana dkk, 2010). Mayoritas limbah elektronik dikategorikan sebagai B3 karena komponen-komponennya mengandung zat berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium, dan lainnya, yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan (Wahyono, 2012).

2.3 Komposisi Limbah Elektronik

Komposisi limbah elektronik bervariasi berdasarkan jenis dan usia peralatan tersebut. Misalnya, peralatan komputer biasanya mengandung lebih

banyak logam, sedangkan peralatan rumah tangga seperti lemari es lebih banyak mengandung komponen plastik.

Menurut Ficeriova, J., dkk (2008), komponen utama dalam limbah elektronik terdiri dari sekitar 45% logam besi, 10% logam selain besi, 22% plastik, 9% kaca, dan 17% lainnya. Komposisi kimia, terutama kandungan logam dalam limbah elektronik yang telah dihancurkan dan kemudian dilarutkan dalam larutan tiourea untuk dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry*, dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia logam-logam dalam Limbah Elektronik (Ficeriova, J., dkk, 2008)

Jenis Logam	Kadar (%)
Au	0,25
Ag	0,18
Cu	0,85
Pb	0,0003
Zn	0,24
Fe	0,35
Br	0,52
Sn	0,41
Ni	0,13
Sb	0,016
Mn	0,002

Sumber: (Ficeriova, J., dkk, 2008)

Menurut Langner dalam Ficeriova, J., dkk (2008), limbah elektronik mengandung logam berharga seperti emas. Sebagai contoh, emas dengan kandungan rendah (< 100 ppm Au) terdapat dalam rangkaian elektronik TV, kalkulator, dan monitor. Emas dengan kandungan menengah (100 – 400 ppm Au) terdapat dalam rangkaian elektronik komputer, laptop, dan telepon. Sedangkan emas dengan kandungan tinggi (> 400 ppm Au) terdapat dalam ponsel.

Hasil penelitian Mimi Salamah, dkk (2009), menunjukkan kadar logam Ni (Nikel), Pb (Timbal), dan Cd (Kadmium) relatif tinggi dibandingkan dengan logam lain dalam limbah elektronik. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengambil sampel sebuah chip komputer yang kemudian dilarutkan menggunakan aqua regia dan dianalisis menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry. Informasi lebih lanjut dapat ditemukan pada.

Tabel 2. 2 Kadar Logam-logam dalam Chip komputer (Mimi Salamah, dkk, 2009)

Jenis Logam	Kadar (mg/chip)
Ni	489,439
Pb	447,543
Cu	206,12
Fe	6,9787
Mn	2,664
Au	2,608
Cd	0,025

Sumber: (Mimi Salamah, dkk, 2009)

2.3 Komponen dan Kandungan Bahaya Limbah Elektronik

Secara umum, limbah elektronik terdiri dari sekitar 40% logam, 30% plastik, dan 30% bahan oksida. Menurut Gramatyka, Nowosielki, Sakiewicz (2007), dalam limbah elektronik terdapat sekitar 20% tembaga (Cu), 8% besi (Fe), 4% timah (Sn), 2% nikel (Ni), 2% timbal (Pb), 1% seng (Zn), 0,2% perak (Ag), 0,1% emas (Au), dan 0,005% palladium (Pa). Selain itu, limbah elektronik juga mengandung polipropilen, polietilen, poliester, dan polikarbonat yang berasal dari komponen plastik.

Setiap komponen limbah elektronik pada perangkat seperti laptop dan telepon memiliki kandungan unsur yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Informasi lebih detail mengenai komponen dan bahaya limbah elektronik dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2. 3 Komponen dan Bahaya Limbah Elektronik

Component	Possible hazardous content
Cooling	Ozone Depleting Substances (ODS)
Plastic	Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR)
Insulation	Insulation ODS in foam, asbestos, refractory ceramic fiber
Cathode Ray Tube	Lead, Antimony, Mercury, Phosphor
Liquid Crystal Display	Mercury
Rubber	Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR)
Wiring / electrical	Phthalate plasticizer, brominated flame retardants (BFR), Lead
Circuit Board	Lead, Beryllium, Antimony, BFR
Fluorescent lamp	Mercury, Phosphorous, Flame retardants
Thermostat	Mercury
BFR-containing plastic	BFRs
Batteries	Lead, Lithium, Cadmium, mercury
CFC,HCFC,HFC,HC	ODS
External electric cables	BFRs, plasticizers
Electrolyte capacitors	Glycol

(Sumber: Uddin, 2012)

2.4 Masa Pakai Peralatan Elektronik

Umur setiap peralatan elektronik berbeda-beda. Informasi tentang umur rata-rata peralatan elektronik dapat ditemukan dalam tabel. Produksi peralatan elektronik di Uni Eropa meningkat sebesar 3-5% setiap tahun karena permintaan yang terus meningkat, yang menyebabkan masa pakai peralatan elektronik menjadi lebih singkat dan secara terus-menerus meningkatkan jumlah limbah elektronik (Schwarzer, 2005). Oleh karena itu, diperlukan data mengenai usia pakai untuk setiap jenis barang elektronik. Berikut ini adalah data kumulatif mengenai usia pakai barang elektronik dari setiap pengepul:

Tabel 2. 4 Usia pakai barang elektronik

NO	Barang Elektronik	Usia pakai (Tahun)
1	TV	5
2	Kipas	5
3	Pompa Air	5
4	Komputer	5
5	AC	5
6	Genset	5
7	Mesin cuci	5
8	kulkas	5
9	Printer	5

Sumber : Intan Kusuma Wardani 2022

2.5 Sektor Informal

Sektor informal adalah sektor yang tidak terorganisir, tidak teratur, dan meskipun sebagian besar legal, tidak terdaftar. Di Indonesia, sektor informal memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (1) kegiatan usaha tidak terorganisir dengan baik karena unit usaha muncul tanpa memanfaatkan fasilitas atau kelembagaan yang ada di sektor formal, (2) umumnya unit usaha tidak memiliki izin usaha, (3) pola kegiatan usaha tidak teratur, baik dari segi lokasi maupun jam kerja, (4) kebijakan pemerintah untuk membantu golongan ekonomi lemah sering tidak menjangkau pedagang kaki lima (PKL), (5) unit usaha mudah berpindah dari satu sub-sektor ke sub-sektor lainnya, (6) teknologi yang digunakan bersifat primitif, (7) modal dan perputaran usaha relatif kecil, sehingga skala operasi juga relatif kecil, (8) pendidikan yang diperlukan untuk menjalankan usaha tidak memerlukan pendidikan formal, melainkan diperoleh dari pengalaman sambil bekerja, (9) umumnya unit usaha termasuk dalam kategori usaha perorangan dan jika mempekerjakan buruh, biasanya berasal dari keluarga, (10) sumber dana usaha umumnya berasal dari tabungan pribadi atau lembaga keuangan tidak resmi, (11) hasil produksi atau jasa terutama dikonsumsi oleh masyarakat desa-kota

berpenghasilan rendah dan kadang-kadang juga oleh yang berpenghasilan menengah (Hidayat dalam F.R. Karompis, 2006).

Menurut Coate (2006), Jenis usaha yang masuk dalam sektor informal sangat bervariasi, mulai dari yang legal hingga yang ilegal. Sub-sektor tersebut meliputi: (1) Eceran (retailing): Sektor ini meliputi pedagang asongan, pedagang kaki lima (PKL), dan pedagang Koran; (2) Transportasi: mobil sewaan, taksi gelap, ojek, andong, becak, dan tukang pikul; (3) Jasa pribadi: tukang semir, tukang sepatu, tukang pijat, tukang kayu dan tukang kebun; (4) Penyewaan: penyewaan kursi, penyewaan peralatan pesta, dan rentenir; (5) Jasa keamanan: penjaga malam, pengawal dan tukang paker; (6) Perjudian: penjual loteri dan penjual nomor buntut; (7) Barang bekas: pemulung sampah, dan penjual barang bekas; (8) Pekerja seks komersil (PSK); (9) Pengemis; (10) Kriminal: copet, mencuri, dan merampok.

2.6 Metode Snowball Sampling

Metode *Snowball* sampling atau yang di kenal dengan teknik penarikan sampel nonprobabilitas yang digunakan dalam penelitian kualitatif. Dalam metode ini, penelitian mulai dengan mengidentifikasi beberapa titik dari populasi yang relevan atau yang di sebut sebagai “sampel awal”. Setelah dari sampel awal peneliti meminta kepada anggota sampel awal untuk merekomendasikan titik lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan topik penelitian. Proses ini terus berlanjut dimana setiap titik yang di rekomendasikan menjadi bagian dari sampel dan diminta merekomendasikan titik lain lagi. Analoginya “*snowball*” digunakan karena seperti bola salju yang bergulir dan bertambah besar saat digulingkan seiring waktu dengan bertambahnya titik sampel yang baru.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya menjadi salah satu perbandingan atau referensi yang digunakan oleh penulis untuk memperkaya teori yang akan digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang diambil dari beberapa jurnal yang menjadi referensi dalam penelitian ini:

Tabel 2. 5 Studi Literatur Terdahulu

Nama	Tahun	Judul	Hasil
Schwarzer	2005	<i>E-waste, the hidden side of IT equipments manufacturing and use. Policy Brief. United Nations Environment Programme</i>	Tiap perangkat elektronik memiliki masa pakai yang berbeda-beda. Umur rata-rata perangkat elektronik dapat dilihat dalam tabel. Produksi perangkat elektronik di Uni Eropa meningkat sebesar 3-5% setiap tahun karena permintaan yang terus meningkat. Hal ini menyebabkan perangkat elektronik memiliki masa pakai yang semakin pendek, yang pada akhirnya meningkatkan jumlah limbah elektronik secara terus menerus.
Wahyono	2012	Kebijakan Pengelolaan Sampah Elektronik dalam Lingkup Global dan Lokal. Banten: Pusiptek Tangerang Selatan.	Limbah elektronik, yang juga dikenal sebagai E-waste, mengacu pada peralatan elektronik yang sudah tidak digunakan karena rusak atau tidak diinginkan. Peralatan ini menjadi usang dan harus dibuang, baik secara keseluruhan maupun dalam bentuk komponen-komponennya. Limbah elektronik diklasifikasikan sebagai limbah B3 karena di Indonesia belum ada peraturan atau definisi yang jelas mengenai limbah elektronik (Widyarsana dkk, 2010). Sebagian besar limbah elektronik dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena

Nama	Tahun	Judul	Hasil
			mengandung zat-zat berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium, dan lainnya, yang berpotensi membahayakan kesehatan dan lingkungan.
Sudaryanto, Yusriyah	2009	Studi Komparatif Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik di Negara Berkembang.	Limbah elektronik memiliki komponen yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3), sehingga pengelolaan dan pengolahan limbah ini memerlukan perlakuan khusus guna menghindari pencemaran lingkungan dan potensi bahaya bagi kesehatan. Beberapa zat B3 tersebut memiliki sifat karsinogenik yang dapat meningkatkan risiko terkena penyakit kanker.
Damanhuri	2019	Laporan Final Extended Producer Responsibility (EPR) Limbah Elektronik-Elektrikal (LEE).	Indonesia merupakan salah satu konsumen elektronik rumah tangga terbesar di Asia. Lebih dari 3 miliar unit peralatan elektronik rumah tangga dan perlengkapan IT diproduksi di Indonesia pada tahun 2007. Terdapat keyakinan bahwa perangkat elektronik yang tidak lagi digunakan akan akhirnya dibuang ke tempat pembuangan akhir, seperti landfill, di mana zat-zat berbahaya seperti timbal, merkuri, kadmium,

Nama	Tahun	Judul	Hasil
			dan lainnya dapat terlepas ke lingkungan.
Wardani	2022	Analisis Timbulan Sampah Elektronik Sektor Perhotelan: Studi Kasus Hotel A dan Hotel B	Usia pakai barang elektronik di sektor hotel dihitung dengan membandingkan tahun saat barang tersebut mulai digunakan dengan kondisi saat ini. Jenis dan usia pakai barang ini digunakan untuk memperkirakan jumlah limbah elektronik yang dihasilkan oleh operasional hotel. Oleh karena itu, diperlukan data mengenai usia pakai setiap jenis barang elektronik yang digunakan di setiap hotel.
Anggola Pralaya	2018	Studi Pengelolaan Sampah Elektronik (E-Waste) Rumah Tangga Di Kota Yogyakarta Bagian Utara	Estimasi jumlah sampah elektronik rumah tangga yang dihasilkan adalah sekitar 0,028 ton per tahun per kepala keluarga. Selanjutnya, potensi jumlah sampah elektronik rumah tangga pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 1.117 ton per tahun. Pengelolaan sampah elektronik dilakukan dengan metode yang berbeda, yaitu 50% diperbaiki, 23% dijual, 20% disimpan, 5% dibuang, dan 2% dialihfungsikan.
Muhammad Fikri Tulus	2019	Identifikasi Limbah Elektronik Jenis Laptop Dan Personal	Berdasarkan hasil penelitian, potensi berat limbah elektronik di Kota Yogyakarta adalah sekitar 2,25 kg per hari. Jika dihitung dalam skala

Nama	Tahun	Judul	Hasil
		Computer (PC) Melalui Jasa Perbaikan Di Kota Yogyakarta	tahunan, potensi berat limbah elektronik selama satu tahun di Kota Yogyakarta mencapai 821,25 kg.

2.8 Perbandingan Penelitian Terdahulu

1. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mahfuz Iqbal Ramadhan (2022) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Timbulan Limbah Elektronik Rumah Tangga Kecamatan Depok, Sleman” dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif. Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

- Objek yang diteliti sama sama limbah elektronik
- Jenis metode pendekatan penelitian yang digunakan sama sama menggunakan metode pendekatan kualitatif.

Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Fokus pada penelitian sebelumnya adalah limbah elektronik di rumah tangga sedangkan fokus penelitian ini berfokus pada sektor informal.
- Lokasi dalam penelitian sebelumnya di Kabupaten Sleman sedangkan lokasi penelitian ini di Kabupaten Bantul.

2. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muhammad Fikri Tulus (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Identifikasi Limbah Elektronik Jenis Laptop Dan Personal Computer (PC) Melalui Jasa Perbaikan Di Kota Yogyakarta” dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif. Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

- Objek yang diteliti sama sama limbah elektronik

- Jenis metode pendekatan penelitian yang digunakan sama sama menggunakan metode pendekatan kualitatif.

Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Fokus pada penelitian sebelumnya adalah limbah elektronik di jasa perbaikan sedangkan fokus penelitian ini berfokus pada sektor informal.
- Lokasi dalam penelitian sebelumnya di Kota Yogyakarta sedangkan lokasi penelitian ini di Kabupaten Bantul.

3. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Anggola Pralaya (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Pengelolaan sampah Elektronik (E-Waste) Rumah Tangga di Kota Yogyakarta Bagian Utara.” Dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif. Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

- Objek yang diteliti sama sama limbah elektronik
- Jenis metode pendekatan penelitian yang digunakan sama sama menggunakan metode pendekatan kualitatif.

Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Fokus pada penelitian sebelumnya adalah limbah elektronik Rumah Tangga sedangkan fokus penelitian ini berfokus pada sektor informal.
- Lokasi dalam penelitian sebelumnya di Kota Yogyakarta Bagian Utara sedangkan lokasi penelitian ini di Kabupaten Bantul.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengumpulan data akan dilakukan di Kabupaten Bantul pada hari Senin, 4 Desember 2023. Penelitian ini akan difokuskan pada sektor informal di mana terjadi pengelolaan dan pengumpulan limbah elektronik. Timbulan sampah elektronik berasal dari perorangan yang mengumpulkannya dan menjualnya kepada pengepul.

Penelitian ini menggunakan metode *Snowball* sampling. Dari beberapa sampel yang dipilih untuk penelitian, terdapat lima lokasi yang telah disurvei, yaitu Rosok Bu Yanti, Qwita Raja Capah, Jual Beli Rosok Asri Berkah 2, Rosok Pak Aziz, dan Rosok Tombo Ati. Namun, hanya dua dari lima lokasi ini yang menyetujui menjadi objek penelitian, yaitu Rosok Bu Yanti (Sampel 1) dan Qwita Raja Capah (Sampel 2). Tiga lokasi lainnya tidak menyetujui penelitian dengan alasan tidak bersedia untuk diwawancarai. Berikut merupakan lokasi penelitian diantaranya:

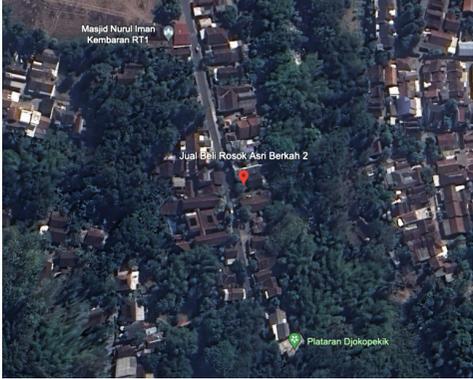
1. Lokasi Sampel 1 terletak di Jl. Ki Ageng Pemanahan No.35, Kragilan, Tamanan, Kecamatan Banguntapan, Bantul, DIY. Pemilik usaha ialah Pak Saroni, berusia 71 tahun. Dengan jumlah pekerja hanya 1 orang, lokasi ini memiliki jam operasional dimulai dari jam 09.00-16.00 WIB. Limbah elektronik diterima dari pengepul, pemulung dan tempat servis elektronik. Pengolahan sampah yang dilakukan di lokasi 1 ini dilakukan menggunakan APD (sarung tangan dan masker) dengan cara memisahkan berbagai macam komponen limbah elektronik, untuk dijual kembali ke pengepul yang lebih besar dan di daur ulang. Namun jika limbah elektronik yang didapat masih bisa diperbaiki, maka mereka akan membawa barang elektronik tersebut ke tempat service terdekat untuk diperbaiki dan dijual kembali. Sisa limbah yang tidak dapat di kelola di buang ke tempat sampah. Penghasilan yang di dapat \pm Rp 100.000.000/tahun, \pm Rp 8.000.000/bulan, laba bersih 5.000.000/bulan dan biaya komponen operasional Rp 2.000.000/bulan.

2. Lokasi Sampel 2 terletak di Jl. Monumen Perjuangan No.23, Grojogan, Wirokerten, Kecamatan Banguntapan, Bantul, DIY. Pemilik usaha ialah Bu Dewi, berusia 48 tahun. Dengan jumlah pekerja sebanyak 3 orang, lokasi ini memiliki jam operasional dimulai dari jam 08.00-17.00 WIB. Limbah elektronik diterima dari pengepul, pemulung dan masyarakat sekitar. Pengolahan sampah yang dilakukan di lokasi 2 ini dilakukan menggunakan APD dengan cara memisahkan berbagai macam komponen limbah elektronik, untuk dijual kembali ke pengepul yang lebih besar dan di daur ulang. Cara yang dilakukan untuk memilah limbah tersebut sudah cukup aman dan sesuai. Sisa limbah yang tidak dapat di kelola di buang ke tempat sampah atau di angkut truk sampah. Penghasilan yang di dapat \pm Rp 70.000.000/tahun, \pm Rp 6.000.000/bulan, laba bersih 4.000.000/bulan dan biaya komponen operasional Rp 2.000.000/bulan.

Adapun peta yang menggambarkan lokasi *Snowball* sampling, dapat dilihat di pada tabel bawah ini:

Tabel 3. 1 Lokasi *Snowball* Sampling

NO	Nama Rosok	Titik Koordinat	Gambar
1	Rosok Bu Yanti	7°50'40"S 110°23'01"E	
2	Qwita Raja Capah	7°50'47"S 110°24'18"E	

NO	Nama Rosok	Titik Koordinat	Gambar
3	Jual beli rosok Asri Berkah 2	7°49'52"S 110°20'20"E	
4	Rosok Pak Aziz	7°53'07"S 110°18'59"E	

NO	Nama Rosok	Titik Koordinat	Gambar
5	Barang Rosok Tombo Ati	7°54'10"S 110°21'08"E	

3.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai jumlah timbulan limbah elektronik di sektor informal di wilayah Kabupaten Bantul, terutama karena meningkatnya minat terhadap penggunaan barang elektronik di daerah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga akan mengkaji bagaimana ketersediaan barang elektronik yang mudah diakses dapat mempengaruhi umur pakai barang tersebut. Barang elektronik yang masih layak digunakan seringkali akan disimpan atau digantikan dengan barang baru yang lebih baik, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penumpukan dan peningkatan jumlah sampah elektronik yang dibuang. Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

a. Data Primer

Sumber data dan informasi untuk penelitian ini diperoleh menggunakan metode Snowball Sampling (bola salju). Pengumpulan data dan informasi dilakukan terhadap responden yang memiliki pemahaman yang baik tentang situasi dan latar belakang penelitian. Data primer dikumpulkan melalui survei langsung di lokasi untuk memperoleh informasi dasar yang diperlukan untuk analisis data, termasuk informasi tentang lokasi kegiatan, jumlah limbah elektronik, dan dokumentasi terkait. Selain itu, sektor informal diminta untuk menjawab serangkaian pertanyaan mengenai cara pengelolaan limbah elektronik melalui kuesioner yang disediakan, seperti yang terlampir dalam Lampiran 1. Tujuan dari pertanyaan ini adalah untuk mengidentifikasi masalah yang akan diteliti dan untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang praktik pengelolaan limbah elektronik di sektor informal.

Data yang dibutuhkan untuk kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis barang elektronik
2. Jumlah dan berat masing-masing
3. Usia pakai rata-rata
4. Faktor timbulan limbah elektronik
5. Penanganan *E-Waste*

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari publikasi jurnal penelitian terdahulu, e-book, dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengendalian Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi informasi yang relevan terkait dengan pengelolaan limbah elektronik, kebijakan pengendalian limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), serta temuan dan analisis dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan topik dibawah ini:

1. Penelitian terdahulu dan *E-book* mengenai bahaya limbah elektronik
2. Regulasi pemerintah yang mengatur tentang dampak limbah elektronik yaitu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 Tentang Pengendalian Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

3.3 Metode Pengolahan Data

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif. Data penelitian diperoleh melalui wawancara langsung dengan sektor informal menggunakan kuesioner yang disampaikan ke lokasi sektor informal. Setelah pengumpulan data selesai, dilakukan analisis dan pengolahan data berdasarkan temuan dari pengamatan dan wawancara tersebut. Tahapan penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Melakukan pemilahan data dan menganalisis jenis dan jumlah barang elektronik dengan metode langsung dan tidak langsung;
2. Menghitung dan menganalisis usia rata-rata setiap jenis barang elektronik;
3. Menghitung estimasi timbulan limbah elektronik berdasarkan usia pakai;
4. Mengambil kesimpulan dari hasil analisis terhadap pengelolaan limbah elektronik berdasarkan regulasi yang digunakan.
5. Menghitung potensi nilai ekonomi daur ulang limbah elektronik oleh limbah elektronik yang dihasilkan.

Pengolahan data yang dilakukan adalah menghitung estimasi jumlah sampah elektronik yang dihasilkan.

1. Menghitung Jumlah Limbah Elektronik

Potensi timbulan sampah elektronik dari sektor rumah tangga dapat dihitung menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh (Chung dan rekan-rekannya 2011).

Rumus menghitung estimasi jumlah sampah elektronik:

$$E = W \times N / L \text{ (Chung dkk, 2011)}$$

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

Untuk mencari analisis ekonomi:

$$W \times \text{Persentase komposisi} \times \text{Harga komposisi limbah elektronik}$$

Dimana:	W	=	Berat total sampah elektronik (kg)
	Persentase	=	Persentase komposisi x harga komponen

2. Penanganan limbah elektronik pada sektor informal di Kabupaten Bantul melibatkan pengumpulan informasi melalui kuesioner (Lampiran I) kepada responden di sektor informal yang berada di wilayah studi. Kuesioner tersebut bertujuan untuk mempelajari metode perlakuan limbah elektronik yang dilakukan oleh responden dalam sektor informal.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Timbulan Limbah Elektronik

Lokasi Sampel 1 dan Sampel 2 yang masing- masing memiliki kapasitas dan intensitas timbulan limbah elektronik yang berbeda-beda. Berikut tabel data kapasitas dan intensitas masing-masing sampel yang menjadi objek penelitian ini :

Tabel 4. 1 Data Kapasitas dan Intensitas Masing-Masing Sampel yang Menjadi Objek Penelitian

Sampel	Jumlah Limbah Elektronik (Bulan)	Berat total Limbah (Kg/bln)
Sampel 1	21	256,0
Sampel 2	9	114,9

4.1.1 Identifikasi Jenis Timbulan Limbah Elektronik

Dengan menggunakan kuesioner, diperoleh data mengenai timbulan limbah elektronik di sektor informal. Data ini mencakup jenis dan jumlah unit limbah elektronik yang dihasilkan oleh setiap pengepul. Limbah elektronik ini terdiri dari barang-barang elektronik yang rusak atau tidak terpakai, yang jika tidak ditangani dengan benar dapat menyebabkan dampak pencemaran lingkungan karena mengandung bahan berbahaya seperti merkuri, timbal, litium, dan kadmium (Hayunandra, 2020). Berikut merupakan data mengenai limbah elektronik di pengepul Sampel 1:

Tabel 4. 2 Identifikasi dan Jumlah Limbah Elektronik di Sampel 1 dan 2

NO	Barang Elektronik	Jumlah Unit (Bulan)		Berat unit (Kg)	Berat total limbah (kg)		Rata-rata Usia pakai (Tahun)
		Sampel 1	Sampel 2		Sampel 1	Sampel 2	
1	TV	6	4	11	66	44	5
2	Kipas	5	0	5,8	29	0	5
3	Pompa Air	1	0	5	5	0	5
4	Komputer	2	0	5	10	0	5
5	AC	1	2	9	9	18	5
6	Genset	1	0	11	11	0	5
7	Mesin cuci	2	1	22,5	45	22,5	5
8	kulkas	3	1	27	81	27	5
9	Printer	0	1	3,4	0	3,4	5
Total					256	114,9	

Berdasarkan tabel di atas, pengepul pada sampel 1 mengumpulkan limbah elektronik yang cukup beragam. Banyak barang elektronik yang di dominasi oleh barang elektronik seperti TV dan Kipas. Sedangkan pada lokasi sampel 2 terlihat limbah elektronik yang dikumpulkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan Sampel 1, hal tersebut dikarenakan Sampel 2 lebih berfokus pada limbah kardus dan plastik.

4.1.2 Perhitungan Estimasi Timbulan Limbah Elektoronik (E-Waste)

Timbulan limbah elektronik diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan data kuesioner, yang merupakan rekapitulasi dari aktivitas pengepul selama beroperasi. Data tersebut kemudian dihitung dan dikonversi menjadi data timbulan per bulan.

Estimasi ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran besaran timbulan limbah elektronik (E-Waste) dari sektor informal dengan menggunakan sampel pengepul yang ada. Hasil estimasi ini dapat digunakan sebagai panduan untuk mengembangkan sistem pengelolaan yang sesuai dengan besaran estimasi yang dihasilkan. Estimasi juga dapat menjadi dasar untuk menghitung potensi nilai ekonomi dari daur ulang limbah elektronik, yang merupakan salah satu solusi dalam pengelolaan limbah elektronik (E-Waste).

Perhitungan estimasi timbulan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah limbah yang dihasilkan oleh sektor informal. Data estimasi ini penting untuk menentukan potensi nilai ekonomi daur ulang limbah elektronik yang dihasilkan oleh sektor informal. Berikut merupakan tabel estimasi timbulan limbah elektronik pada masing-masing tempat penelitian :

Tabel 4. 3 Estimasi Timbulan Limbah Elektronik

NO	Jenis Barang Elektronik	Estimasi Timbulan Limbah Elektronik (kg/bulan/unit)	
		Sampel 1	Sampel 2
1	TV	13,2	8,8
2	Kipas	5,8	0
3	Pompa Air	1	0
4	Komputer	2	0
5	AC	1,8	3,6
6	Genset	2,2	0
7	Mesin cuci	9	4,5
8	kulkas	16,2	5,4
9	Printer	0	0,68
Total		51,2	22,98

Adapun contoh perhitungan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Contoh perhitungan untuk limbah TV pada sampel 1

$$E = W \times N / L \text{ (Chung dkk, 2011)}$$

$$E \text{ (TV)} = 11 \times \frac{6}{5} = 13,2 \text{ kg/bulan/unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Estimasi timbulan} &= 13,2 + 5,8 + 1 + 2 + 1,8 + 2,2 + 9 + \\ &16,2 \\ &= 51,2 \text{ kg/bulan} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan untuk limbah TV pada sampel 2

$$E = W \times N / L \text{ (Chung dkk, 2011)}$$

$$E \text{ (TV)} = 11 \times \frac{4}{5} = 8,8 \text{ kg/bulan/unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Estimasi timbulan} &= 8,8 + 3,6 + 4,5 + 5,4 + 0,68 \\ &= 22,98 \text{ kg/bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Daftar Harga Komponen Barang Elektronik

Komponen (Hasil Observasi)	Harga/kg (Rp/kg)
Logam Besi	3000
Non Besi	55000
Plastik	4000
Kaca	400

Sumber: Hasil Observasi

Tabel 4. 5 Timbulan Limbah Elektronik Sampel 1 dan 2

Komposisi	Persentase Komponen Limbah Elektronik (Ficeriova, J., dkk 2008)	Timbulan sampel 1 (kg/bulan)	Timbulan sampel 2 (kg/bulan)
Logam Besi	45%	115,2	51,705
Non Besi	10%	25,6	11,49
Plastik	22%	56,32	25,278
Kaca	9%	23,04	10,341
Lain-lain	14%	35,84	16,086

Tabel 4. 6 Potensi Ekonomi Limbah Elektronik Sampel 1 dan 2

Komponen	Pendapatan sampel 1 (Rp/bln)	Pendapatan sampel 2 (Rp/bln)
Logam Besi	345600	155115
Non Besi	1408000	631950
Plastik	225280	101112
Kaca	9216	4136,4
Total	1988096	892313,4

Adapun contoh perhitungan pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Contoh perhitungan untuk Logam Besi pada sampel 1

W total x Persentase Komposisi x Harga komposisi

$$W \text{ total} = 256 \text{ kg/bulan}$$

Persentase komponen	=	logam besi 45%
Harga komponen	=	Rp 3000
Maka :		
	=	$256 \times 45\% = 115,2 \text{ kg/bulan}$
	=	$115,2 \times \text{Rp } 3000 = \text{Rp } 345.600/\text{bulan}$
Total pendapatan/bulan	=	$345.600 + 1.408.000 + 225.280 + 9.216$
	=	$\text{Rp } 1.988.096/\text{bulan}$

Contoh perhitungan untuk Logam Besi pada sampel 2

W total x Persentase Komposisi x Harga komposisi

W total	=	114,9 kg/bulan
Persentase komponen	=	logam besi 45%
Harga komponen	=	Rp 3000
Maka :		
	=	$114,9 \times 45\% = 51,705 \text{ kg/bulan}$
	=	$51,705 \times 3000 = \text{Rp } 155.115/\text{bulan}$
Total pendapatan/bulan	=	$115.115 + 631.950 + 101.112 + 4.136,4$
	=	$\text{Rp } 892.313,4/\text{bulan}$

4.1.3 Aspek Teknis Operasional

Aspek teknis operasional dalam manajemen sampah merupakan komponen yang sangat penting dan menjadi prioritas utama untuk membantu mengurangi pertumbuhan sampah di masyarakat. Aspek teknis operasional dalam pengelolaan limbah meliputi pengumpulan, pemilahan, dan pengangkutan limbah.

1. Pengumpulan limbah e-waste



Gambar 4. 1 Dokumentasi Tempat Pengumpulan Limbah Elektronik dari Pengepul

Pengumpulan limbah e-waste dilakukan oleh masyarakat atau pengepul kecil ke pengepul yang lebih besar agar limbah elektronik dapat dipilah sesuai dengan kandungannya untuk segera di daur ulang kembali.

2. Pemilahan



Gambar 4. 2 Dokumentasi Limbah Elektronik yang Sudah dipilah

Pemilahan limbah elektronik (e-waste) dilakukan oleh pekerja menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) berupa sarung tangan dan masker. Setiap komponen limbah elektronik dipisahkan berdasarkan jenisnya, seperti logam besi, logam non-besi, plastik, kaca, dan lainnya. Tujuan dari pemilahan ini adalah untuk memudahkan proses daur ulang atau penjualan kembali limbah elektronik.

3. Pengangkutan limbah e-waste



Gambar 4. 3 Dokumentasi Pengangkutan Limbah Elektronik Menuju Tempat Daur Ulang

Proses pengangkutan limbah e-waste adalah bagian dari teknis operasional dalam manajemen sampah yang bertujuan untuk membawa limbah yang telah dikumpulkan (baik yang sudah dipilah maupun belum dipilah) dari lokasi pengepul ke tempat pemrosesan daur ulang limbah e-waste. Proses ini dilakukan untuk memindahkan limbah elektronik menuju fasilitas pengolahan yang sesuai.

4.1.4 Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi dalam pengembangan pengelolaan limbah elektronik menjadi faktor penting dalam operasional pengelolaan sampah. Keberadaan biaya yang memadai merupakan landasan yang diperlukan untuk memfasilitasi pengelolaan limbah elektronik dengan baik. Tujuannya adalah mempermudah proses operasional pengelolaan limbah elektronik dengan menyediakan pendanaan yang cukup untuk semua tahapan pengelolaan limbah, mulai dari pengumpulan, pemilahan, hingga pengangkutan ke fasilitas daur ulang. Dari data yang di peroleh

melalui analisis ekonomi pada sampel 1 yaitu 51,2 Kg/Bulan dengan pendapatan Rp 1.988.096 dan sampel 2 yaitu 22,98 Kg/Bulan dengan pendapatan Rp 892.313,4.

Salah satu negara tujuan ekspor limbah elektronik adalah Ghana. Ghana merupakan salah satu negara berkembang yang menjadi target dalam pengiriman limbah elektronik karena sebagian penduduknya sudah bergantung kepada perbaikan, pembongkaran, dan daur ulang limbah elektronik bekas. Pengepul limbah elektronik di Ghana mengumpulkan limbah elektronik di jalan-jalan dan dikelola melalui daur ulang informal yang terorganisir. Di Ghana, sektor informal pengelolaan limbah elektronik menghasilkan 100- 250 juta dolar AS per tahun dan mempekerjakan 22.000 orang di Accra saja. Diperkirakan 0.82% atau sekitar 254.200 orang dari total penduduk Ghana 31,07 juta yang beroleh mata pencaharian dari limbah elektronik ini (Ginting, dkk 2022)

4.1.5 Aspek Lingkungan

Pencemaran adalah perubahan kondisi lingkungan hidup (seperti air, udara, dan tanah) yang disebabkan oleh aktivitas manusia, termasuk masuknya organisme, zat, energi, atau unsur lain ke dalam lingkungan tersebut. Ada tiga jenis polusi utama dalam kehidupan manusia: polusi udara, polusi air, dan polusi tanah.

Polusi udara terjadi ketika zat, energi, atau komponen lain masuk ke udara ambien akibat aktivitas manusia, sehingga kualitas udara turun sampai pada tingkat yang tidak memenuhi fungsinya. Aktivitas industri dari berbagai pabrik dan mesin yang menggunakan bahan bakar fosil berkontribusi pada peningkatan tingkat polusi udara. Dampaknya termasuk timbulnya efek rumah kaca.

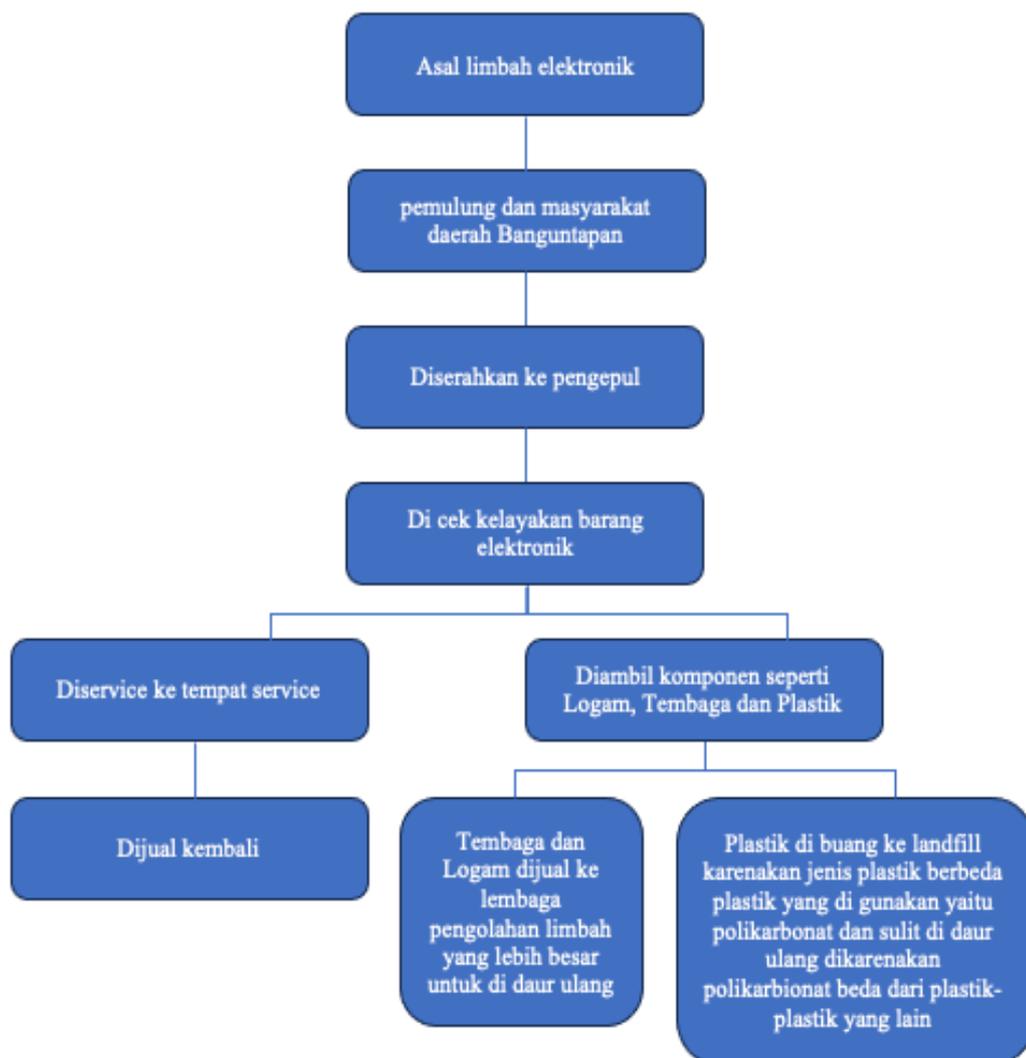
Polusi air terjadi ketika zat, energi, atau komponen lain memasuki air melebihi standar mutu limbah yang ditetapkan. Sumber pencemar air meliputi limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian, serta kejadian insiden seperti tumpahan minyak dari kapal tanker dan transportasi laut.

Polusi tanah terjadi ketika limbah masuk ke dalam tanah, mengurangi produktivitas dan kesuburan tanah sehingga tidak lagi mendukung kehidupan manusia dan organisme lainnya. Aktivitas manusia yang menghasilkan sampah tanpa pengelolaan yang baik menyebabkan pencemaran tanah.

Dalam konteks pengelolaan limbah elektronik, penting untuk memperhatikan bahwa strategi yang buruk dalam pengelolaan limbah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama air dan tanah. Pengumpulan limbah di tempat pengepul dapat menyebabkan pencemaran udara, air, dan tanah jika tidak diatur dengan baik.

4.2 Siklus Penanganan Limbah Elcelektronik

Adapun siklus penanganan limbah elektronik pada pengepul di gambarkan seperti diagram alir di bawah ini :



Gambar 4. 4 Diagram alir penanganan limbah

4.2.1 Penanganan Limbah Elektronik

Penanganan limbah elektronik dimulai dengan masuknya barang elektronik ke pengepul yang diterima dari pemulung atau masyarakat sekitar. Barang elektronik yang masuk akan dimulai dengan dicek kelayakannya, apakah barang elektronik tersebut masih bisa untuk diperbaiki atau tidak dengan cara di bawa ke tempat service elektronik, apabila barang elektronik tersebut masi bisa di perbaiki akan di jual ke tempat service elektronik tersebut. Sedangkan barang elektronik yang tidak bisa diperbaiki akan dibongkar dan dipilah sesuai dengan komponen-komponennya masing-masing menggunakan APD (sarung tangan dan masker). Komponen yang diambil akan dijual ke lembaga yang lebih besar untuk didaur ulang, sedangkan untuk komponen yang tidak bisa diolah akan dibuang ke landfil (TPA). Dari penanganan limbah elektronik tersebut pengepul lebih tertarik dengan barang elektronik yang bisa di service lalu di jual, karena harganya lebih tinggi di bandingkan barang elektronik yang harus di bongkar lagi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis yang telah di lakukan, maka dari penelitian ini dapat di ambil kesimpulan yaitu:

1. Hasil identifikasi estimasi limbah elektronik yang di hasilkan oleh Sampel 1 adalah 51,2 kg/bulan dengan pendapatata Rp 1.988.096 dan Sampel 2 adalah 22,98 kg/bulan dengan pendapatan Rp 892.313,4.
2. Hasil analisis limbah elektronik dari aspek teknis diantaranya pengumpulan, pemilahan dan pengangkutan limbah elektronik. Dari aspek ekonomi adalah biaya yang di gunakan untuk memfasilitasi pengolahan limbah elektronik. Dari aspek lingkungan adalah pencemaran yang terjadi di lokasi penelitian baik itu air, tanah maupun udara
3. Hasil analisis dari sistem pengelolaan limbah elektronik Sampel 1 dan Sampel 2 telah menjual komposisi-komposisi elektronik ke pengepul yang lebih besar agar bisa di daur ulang kembali. Sedangkan untuk limbah elektronik yang kemungkinan masi bisa untuk diperbaiki di bawa ke tukang service untuk kemudian dijual kembali.

5.2 Saran

Berdasarkan Hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut ada beberapa saran yang dapat di berikan yaitu:

1. Diperluka penelitian lanjutan terkait dampak lingkungan khususnya penelitian air, tanah dan udara di lokasi penelitian.
2. Diperlukan penelitian lanjutan terkait analisis potensi daur ulang limbah elektronik untuk mengetahui nilai ekonomi limbah elektronik tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Chung, S., Lau, K., dan Zhang, C. 2011. Generation of and Control Measure for E-Waste in Hongkong. *Waste Management* 31, 544-554.
- Damanhuri, E., Dewi, A., dan Wahyudi, H. 2019. *Laporan Final Extended Producer Responsibility (EPR) Limbah Elektronik-Elektrikal (LEE)*. Jakarta: UNDP .
- Ficeriova, J., Balaz, P., Dutkova, E., Gock, E., 2008, Leaching Gold and Silver Crushed Au-Ag Waste, *The Open Chemical Engineering Journal*, Vol 29, 6-9.
- Gaidajis, G., Angelakoglou, K., Aktsoylou. 2010. *E waste : Environmental Problems and Current Management*. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, Vol 3 (1), p. 193-199
- Ginting, Gracety Fani Oktaria, Rr. Hermeni S., dan Marten H. (2022) *Ekspor Limbah Elektronik dari Beberapa Negara Eropa ke Ghana dalam Perspektif Imperialisme Ekologi*, *Jurnal Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Diponegoro*
- Fransiska R. Korompis. 2006. *Pemberdayaan Sektor Informal : Studi Tentang Pengelolaan Pedagang Kaki Lima dan Kontribusinya Terhadap Penerimaan PAD di Kota Manado*, Laporan Penelitian.
- Identifikasi Material E-Waste Komputer dan Komponen Daur Ulangnya di Lokasi Pengumpulan E-Waste (Studi Kasus : Kota Bandung)*. Bandung
- Mimi Salamah, dkk, 2009, Penentuan Kadar Ni, Pb, Co, Fe, Mn Au dan Cd, Laporan Penelitian FMIPA UNY, Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Schwarzer, S., De Bono, G., Giuliani, S., Kluser, P., Peduzzi. 2005. 'E-waste, the hidden side of IT equipments manufacturing and use. Policy Brief. United Nations Environment Programme

- Setyanto, I. C., & Trihadiningrum, Y. (2017). Kajian Pengelolaan Limbah Elektronik di Unit Pendidikan ITS. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Sudaryanto, Yusriyah, K., Andesta E.T. 2009. *Studi Komparatif Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik di Negara Berkembang*. Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Sudaryanto, Yusriyah, K., Andesta E.T. 2009. *Studi Komparatif Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik di Negara Berkembang*. Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Wahyono, Sri. 2012. *Kebijakan Pengelolaan Sampah Elektronik dalam Lingkup Global dan Lokal*. Banten: Pusiptek Tangerang Selatan.
- 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

HASIL KUISIONER & WAWANCARA

Rosok Bu Yanti (Sampel 1)

Lampiran 1 Kuisioner Sampel 1

Lembar Kuisioner	
Waktu Observasi	10:00 WIB / 26 - 12 - 2023
Lokasi Observasi	Taman, Bungkafan Dandi.
1. Identitas Responden	
Nama	Pyi SAFONO
Jenis Kelamin	Laki - Laki
Usia	71 Tahun
Pendidikan Terakhir	SI
Jenis Pekerjaan yang dilakukan	Jual beli berbagai rokok
2. Kegiatan Usaha	
Nama usaha	Bosok bu Yanti (RAY)
Lokasi/Alamat	Taman
Gambaran umum usaha	Jual beli rokok
3. Sistem Pengelolaan	
Proses masuk E-manir	Utama dari pembeli, pribadi dan tempat service elektronik
4. Nilai Ekonomi	
Pendapatan kotor	± 100.000.000 / tahun, 8.500.000 / bulan
Berat masuk	± 70 kg
Berat keluar	± 70 kg
Laba bersih	± 8.000.000 / bulan
Biaya/komponen operasional	± 2.000.000 / bulan
Lain - lain yang di keluarkan	Sudah termasuk biaya komponen dan operasi

Kuesioner Pengetahuan Responden Tentang E-Waste

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah saudara mendirikan usaha ini?	Lanjutan usaha rumah keluarga dari keluarga.
2	Berapa lama saudara mengelola usaha ini?	12 tahun.
3	Berapa banyak karyawan yang bekerja di usaha ini?	1 orang karyawan.
4	Berapa biaya operasional yang saudara keluarkan untuk usaha ini?, dan untuk apa saja?	± 2.000.000 untuk karyawan dan biaya operasional.
5	Berapa pendapatan bersih yang saudara terima setiap bulannya?	± 5.000.000
6	Adakah sisa limbah yang tidak dikelola?, kalau ada dikumpulkan?	Sisa limbah yang tidak di kelola di buang ke tempat sampah.
7	Bagaimana sistem penerimaan barang masuk?	Sistem penerimaan barang masuk di bagi menjadi prosedur dan tempat servis elektronik.
8	Apakah ada hambatan atau tantangan yang saudara hadapi selama bekerja? kalau ada bagaimana cara saudara mengatasinya?	Mudah dikelola di karenakan karyawan hanya 1 orang, penjabatan karyawan kesempurnaan.

Data Barang Elektronik

Rincian Barang Elektronik						
NO	Jenis Barang Elektronik	Jumlah unit	Berat (Kg)	Usia Pakai	Faktor Timbulan	Pesangaran E-waste
1	TV	6	11	5	Merusakkan unit	Dipulau / dipulau
2	WAPAC	5	5,5	5	Merusakkan unit	Dipulau / dipulau
3	Power sup	1	5	5	Merusakkan unit	Dipulau
4	Monitor	3	6	5	Merusakkan unit	Dipulau / dipulau
5	AC	1	4	5	Merusakkan unit	Dipulau
6	Speaker	1	11	5	Merusakkan unit	Dipulau
7	WAPAC	2	22,5	5	Merusakkan unit	Dipulau
8	Kulkas	3	27	7	Merusakkan unit	Dipulau
9						
10						

Qwita Raja Capah (Sampel 2)

Lampiran 2 kuisisioner Sampel 2

Lembar Kuisisioner

Waktu Observasi	12.30 WIB / 09 - 01 - 2024
Lokasi Observasi	Banjuragung RT-03 Kelurahan Banjaragung

1. Identitas Responden

Nama	IRU DEWI
Jenis Kelamin	Perempuan
Usia	48 Tahun
Pendidikan Terakhir	DS
Jenis Pekerjaan yang dilakukan	Jual beli rokok

2. Kegiatan Usaha

Nama usaha	Qwita Raja Capah (QRC)
Lokasi/Alamat	Banjuragung
Gambaran umum usaha	Jual beli rokok

3. Sistem Pengelolaan

Proses masuk E-waste	Diterima dari Pengumpul, Pemulung dan masyarakat sekitar
----------------------	--

4. Nilai Ekonomi

Pendapatan kotor	± 70.000.000 / tahun, 6.000.000 / bulan
Berat masuk	± 500 Kg
Berat keluar	± 500 Kg
Laba bersih	± 4000.000 / bulan
Biaya/komponen operasional	± 2.000.000 / bulan
Lain - lain yang dikeluarkan	

Kuesioner Pengetahuan Responden Tentang E-Waste

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa alasan saudara mendirikan usaha ini?	Peluang bisnis dan mengefektifkan waktu luang.
2	Berapa lama saudara mengelola usaha ini?	20 tahun
3	Berapa banyak karyawan yang bekerja di usaha ini?	5 orang karyawan
4	Berapa biaya operasional yang saudara keluarkan untuk usaha ini?, dan untuk apa saja?	± 2.000.000 Untuk karyawan, bahan bakar dan kebutuhan operasional.
5	Berapa pendapatan bersih yang saudara terima setiap bulannya?	± 4000.000
6	Adakah sisa limbah yang tidak dikelola?, kalau ada dikemana?	Di bawa ke tempat sampah dan di angkut truk sampah.
7	Bagaimana sistem penerimaan barang masuk?	Di beli dari produsen, pengepul dan distributor sekitar kabupaten di kabupaten dan siap untuk di jual.
8	Apakah ada hambatan atau tantangan yang saudara hadapi selama bekerja? kalau ada bagaimana cara saudara mengatasinya?	Pengumpulan barang yang tidak tepat waktu dan karyawan yang tidak. Selalu lakukan evaluasi kepada karyawan.

Data Barang Elektronik

Rincian Barang Elektronik						
NO	Jenis Barang Elektronik	Jumlah unit	Berat (Kg)	Usia Pakai	Faktor Timbulan	Penanganan E-waste
1	TV	4	11	5	Merusakkan unit	Di Pindah / Diterima
2	Mesin Cuci	1	22,5 kg	5	Merusakkan unit	Di Pindah
3	Kulkas	1	23 kg	7	Merusakkan unit	Di Pindah
4	AC	2	13 kg	5	Merusakkan unit	Di Pindah / Diterima
5	Printer	1	5,4	5	Merusakkan unit	di pindahkan
6						
7						
8						
9						
10						

Lampiran 2

DOKUMENTASI

Lampiran 3 Dokumentasi Rosok Bu Yanti (Sampel 1)

(1)



(2)



(3)



Lampiran 4 Dokumentasi Qwita Raja Capah (Sampel 2)

(1)



(2)



(3)

