

**IDENTIFIKASI TIMBULAN DAN ALIRAN MATERIAL *E-WASTE*  
PERANGKAT TELEPON SELULER DARI JASA PERBAIKAN  
TELEPON SELULER DI KECAMATAN KUTA ALAM  
KOTA BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**MUHAMMAD NASAR. K  
NIM. 150702097  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR RANIRY BANDA ACEH  
2020 M/1441 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**IDENTIFIKASI TIMBULAN DAN ALIRAN MATERIAL *E-WASTE*  
PERANGKAT TELEPON SELULER DARI JASA PERBAIKAN TELEPON  
SELULER DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknologi

Oleh:

**Muhammad Nasar. K**

**NIM.150702097**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



**Yeggi Darnas, M.T**  
**NIDN. 2020067905**

Pembimbing II



**Andika Prajana, M. Kom**  
**NIDN. 2009068401**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**IDENTIFIKASI TIMBULAN DAN ALIRAN MATERIAL *E-WASTE*  
PERANGKAT TELEPON SELULER DARI JASA PERBAIKAN TELEPON  
SELULER DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH**

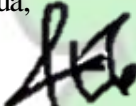
**TUGAS AKHIR**

**Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus  
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Studi Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 15 Januari 2020 M  
19 Jumadil Awal 1441 H

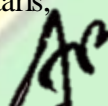
Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir

Ketua,



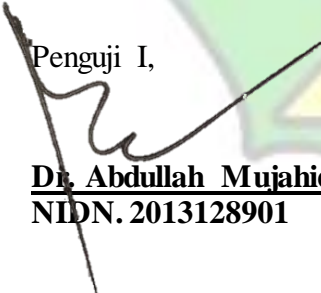
Yeggi Darnas, M.T.  
NIDN. 2020067905

Sekretaris,



Andika Prajana, M. Kom.  
NIDN.2009068401

Penguji I,



Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901


Penguji II,



Muhammad Nizar, S.T., M.T.  
NIDN. 0122057502

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Nasar. K

NIM : 150702097

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Tugas Akhir : Identifikasi Timbulan Dan Aliran Material *E-Waste*  
Perangkat Telepon Seluler Dari Jasa Perbaikan Telepon  
Seluler Di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat di pertanggungjawabkan dan jika ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Banda Aceh, 10 Januari 2020

Yang Menyatakan,



Muhammad Nasar. K

## ABSTRAK

Nama : Muhammad Nasar. K  
NIM : 150702097  
Pogram Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Identifikasi Timbulan dan Aliran Material Perangkat  
Telepon Seluler dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler di  
Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh  
Tanggal Sidang : 15 Januri 2020 M / 19 Jumadil Awal 1441 H  
Tebal : 69 Halaman  
Pembimbing I : Yeggi Darnas, M.T  
Pembimbig II : Andika Prajana, M. Kom  
Kata Kunci : Aliran material, *e-waste*, jasa perbaikan, Kecamatan Kuta  
Alam, kompoisi, Kota Banda Aceh, telepon seluler, timbulan  
*e-waste*.

Pola konsumtif masyarakat dari berbagai golongan terhadap elektronik khususnya telepon seluler dalam memenuhi atau menunjang aktivitas sehari-hari menyebabkan timbulan sampah elektronik (*e-waste*) terus meningkat yang dihasilkan dari aktivitas perbaikan perangkat telepon seluler. *E-waste* dari komponen telepon seluler mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) yang apabila tidak dikelola dengan baik dan aman, maka akan berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi timbulan, komposisi, pengelolaan dan aliran material terhadap keberadaan *e-waste* telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh. Dari hasil penelitian menggunakan pendekatan Standar Nasional Indonesia Nomor 19-3964 tahun 1994 tentang pengukuran timbulan dan komposisi sampah perkotaan yang dilakukan selama 8 hari pada jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, didapatkan timbulan *e-waste* telepon seluler sebesar 1,990 kg/8hari dengan timbulan rata-rata sebesar 0.249 kg/hari, dengan komposisi *e-waste* berdasarkan komponen penyusunnya terdiri dari *Liquid Cristal Display* (LCD) 1.178 kg/8hari, baterai 0.767 kg/8hari, konektor charger 0.002 kg/8hari, speaker 0.008 kg/8hari, kamera 0.002 kg/8hari, *finger print* 0.001 kg/8hari dan terakhir *casing* 0.034 kg/8hari. *E-Waste* yang dihasilkan dari aktivitas perbaikan di dominasi oleh komponen *Liquid Cristal Display* (LCD) dan baterai, dimana berdasarkan literatur LCD mengandung PVC dan senyawa *poly brominated diphennyl ethers* (PBDE) sedangkan Baterai mengandung bahan berbahaya dan beracun seperti Merkuri (Hg), Mangan, Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Nikel (Ni) dan Lithium (Li). Selain data timbulan dan komposisi dari hasil penelitian ini juga didapatkan pula data pengelolaan dan distribusi *e-waste* perangkat telepon seluler dimana pengelolaan dan distribusi belum dilakukan secara khusus atau baik dan benar. Didapatkan data distribusi aliran material *e-waste* di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh yaitu sebesar 70% dibuang ke lingkungan, 10% dibawa kembali oleh konsumen sebsar,10% disimpan dan dimanfaatkan kembali untuk aktivitas perbaikan lainnya, dan 10% terakhir dijual kepeengepul atau pedagang *e-waste*.



## ABSTRACT

Name : Muhammad Nasar. K  
NIM : 150702097  
Department : Environmental Engineering  
Title : Identification of the Arising and Material Flow of Cellular Phone Equipment from Cellular Phone Repair Services in Kuta Alam District, Banda Aceh City  
Examination Date : January 15th January 2020 / 19 Early Jumadil 1441 H  
Supervisor I : Yeggi Darnas, M.T  
Supervisor II : Andika Prajana, M. Kom  
Keywords : Material flow, e-waste, repair services, Kuta Alam District, compositions, Banda Aceh city, cell phones, e-waste generation.

*People's consumptive behavior on electronic devices especially on mobile phone to support or meet their daily activities results in the rapid development of the industry and generates electronic waste (e-waste) generation which continuously rises due to the increasing number of mobile phone reparations in the world. E-waste from mobile phone components contains dangerous and poisonous substances (B3) which potentially pollute environment if they are not well and safely managed. Therefore, it is important to conduct an identification of generations, compositions, management and streams of materials of e-waste from mobile phone in Kuta Alam sub-district of Banda Aceh city. From the results of research using the Indonesian National Standard No. 19-3964 of 1994 concerning the measurement of waste generation and composition carried out for 8 days on cell phone repair services in Kuta Alam district, Banda Aceh city, the results of which were generations of mobile phones' e-waste at 1.990 kg/8 days with average generation at 0.249 kg/day and the compositions of e-waste based on the structured substances consisted of Liquid Cristal Display (1.178 kg/8 days), battery (0.767 kg/8 days), charger connector (0.002 kg/8 day), speaker (0.008 kg/8 days), camera (0.002 kg/8 days), finger print (0.001 kg/8 days) and phone case (0.034 kg/8 days). E-wastes generated from the reparation were dominated by the components of Liquid Cristal Display (LCD) and battery, according to some literatures, LCD contains PVC and poly brominated diphennyl ethers (PBDE) compound, while battery contains dangerous and poisonous substances such as Merkury (Hg), Manganese, Lead (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) and Lithium (Li). Besides the data of generations and compositions, the data of the management and distribution of mobile phone e-waste showed that the distribution and management had not been executed in special way or proper way. The distribution data of material streams in Kuta Alam Sub-District Banda Aceh City showed that 70% of material streams were thrown to the environment, 10% were returned to consumer, 10% were stored and utilized for other reparations, and 10% were sold to the collectors and traders of e-waste.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas semua rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Identifikasi Timbulan Dan Aliran Material E-Waste Perangkat Telepon Seluler Dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler Di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh**". Shalawat beriring salam kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah di jalan-Nya.

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari tugas akhir ini sangat sulit untuk diselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Rasulullah Shallallahu'alaihi Wa Sallam, suri tauladan terbaik yang selalu menginspirasi setiap langkah penyelesaian tugas akhir ini.
2. Alm. Ayah Tgk. Kaiyum Ishak dan Almh. Ibu Zubaidah Ar yang telah mendidik saya dari kecil untuk selalu menjadi manusia yang kuat dan mandiri dalam menghadapi masalah meskipun keduanya telah tiada sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Abang dan kakak penulis, Yuliadi, Kurniati, Nursyuhada dan Nurhamimi, Amd. Kep., yang telah membesarkan saya setelah kedua orang tua telah tiada dan memberikan dukungan dan memberikan pendidikan terbaik bagi saya hingga saat ini.
4. Keluarga besar Ishak dan Abdurrahman yang telah memberikan dukungan moril maupun materi serta do'anya dalam setiap langkah kepada penulis.
5. Ibu Eriawati, M.Pd., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik lingkungan, koordinator tugas akhir, dan dosen pembimbing I yang telah memberikan

kesediaan waktu, tenaga dan pikiran untuk membimbing, berdiskusi dan mengarahkan saya dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

7. Bapak Andika Prajana, M. Kom., Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan semangat dan membantu penulis dalam mengarahkan tugas akhir ini.
8. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Pembimbing atau Penasehat Akademik yang memberikan banyak arahan selama proses menimba ilmu di Teknik Lingkungan.
9. Semua Dosen dan Staf Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan tenaga dan pikirannya untuk mengajarkan saya dan membimbing saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
10. Kepada Pemerintah terkhusus pengelola Beasiswa Bidikmisi yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk bisa berkuliah diperguruan tinggi ini dengan beasiswa Bidikmisi.
11. Pihak jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh yang telah bersedia menjadi objek penelitian ini.
12. Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan Kota (DLHK3) Banda Aceh Selaku penyedia dan pendukung data dalam penelitian ini.
13. Bang Ary Kiswanto Kenedi, M. Pd., dan bang Amil Fitrianda S. Pdi., S. Psi., Abang sekaligus teman diskusi yang telah banyak memotivasi, dan menanyakan perkembangan tugas akhir ini setiap bulannya sehingga penelitian ini selesai.
14. Tim MAN 2 Banda Aceh Putri Raihan, Puteri Amalia Humaira, S.Tr. Kep., Saufia Lailatur Rahmah, S. Pd., Rizky Alvandy, Mujid Ikram, dan Ghifari Monteski yang sejak SMA telah membantu dan menyemangati saya dalam melanjutkan pendidikan dengan segala keterbatasan.
15. Teman-teman mahasiswa penerima beasiswa Bidikmisi terkhusus bang Rivaldi, kak Emiana, kak Eti, kak Maya, kak Yarna, kak Rizka, Irhamni, Mita, Sauban, dan Ariga yang telah memberi dukungan dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan penelitian ini ini.



16. Teman-teman Forum Indonesia Muda, Fastana TDMRC Unsyiah, Duta Wisata Kota Banda Aceh, dan GenPI Aceh yang telah menyemangati penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
17. Teman-teman seperbimbingan tugas akhir dan seperjuangan di Teknik Lingkungan Angkatan 2015, terimakasih atas dukungan dan semangat kalian serta yang telah membantu saya dalam proses pelaksanaan penulisan tugas akhir ini.
18. Dan semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga amalan baik mereka mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan yang berlipat ganda. Dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semua orang khususnya untuk para pembaca yang sedang menyelesaikan studi terkait dan dapat menjadi referensi dalam melaksanakan penelitian nantinya.

Banda Aceh, Januari 2020  
Penulis,

Muhammad Nasar. K

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Identifikasi Timbulan Sampah.....	5
2.1.1 Defenisi Identifikasi.....	5
2.1.2 Timbulan Sampah.....	5
2.2 Telepon Seluler .....	7
2.2.1 Defenisi Telepon Seluler .....	7
2.2.2 Sejarah Perkembangan Telepon Seluler ke Telepon Pintar .....	7
2.2.3 Komponen Telepon Seluler .....	9
2.2.4 Komponen Telepon Seluler yang Berbahaya Bagi Lingkungan .....	12
2.3 Elektronik Waste ( <i>E-Waste</i> ) .....	13
2.3.1 Defenisi <i>E-Waste</i> .....	13
2.3.2 Jenis-jenis <i>E-Waste</i> .....	14
2.3.3 Mekanisme Aliran dan Daur Hidup <i>E-Waste</i> .....	14
2.3.4 Tahapan dan Teknologi Manajemen <i>E-Waste</i> .....	16
2.3.5 Peraturan atau Dasar Hukum Terkait Pengelolaan <i>E-Waste</i> di Indonesia .....	17
2.4 Perhitungan Kuantitas Limbah Padat .....	19
2.5 Penelitian Terdahulu .....	20

<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Pendekatan Penelitian.....	22
3.2 Populasi dan Sampel.....	22
3.2.1 Populasi.....	22
3.2.2 Sampel .....	22
3.3 Kerangka Penelitian.....	23
3.4 Tahapan Penelitian.....	24
3.4.1 Mulai.....	24
3.4.2 Perumusan masalah .....	24
3.4.3 Studi literatur .....	24
3.4.4 Pemilihan lokasi.....	25
3.4.5 Observasi dan Studi awal lokasi .....	27
3.4.6 Penentuan Teknik Sampling dan Jumlah Sampel.....	27
3.4.7 Jenis Data .....	30
3.4.8 Pengolahan Data dan Pembahasan .....	30
3.4.9 Pembuatan Aliran Material.....	31
3.5 Waktu Penelitian.....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Timbulan <i>E-Waste</i> Perangkat telepon seluler .....	35
4.1.1 Menaksir Nilai Rata-Rata Timbulan <i>E-Waste</i> Dari Populasi .....	38
4.2 Komposisi <i>E-Waste</i> Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	39
4.3 Pengelolaan <i>E-Waste</i> Perangkat Telepon Seluler Pada Jasa Perbaikan Telepon Seluler Di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh .....	41
4.4 Aliran Material <i>E-Waste</i> Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah.....	6
Tabel 2.2	Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota .....	6
Tabel 4.1	Detail Data Sampel Penelitian .....	33
Tabel 4.2	Data Timbulan <i>E-Waste</i> Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	35
Tabel 4.3	Timbulan <i>E-Waste</i> Komponennya Perjasa Perbaikan Berdasarkan...	39
Tabel 4.4	Timbulan <i>E-Waste</i> Berdasarkan Bahan penyusunnya .....	49
Tabel 4.5	Data Berat Perangkat Telepon Seluler Masuk, Berat <i>E-Waste</i> dan Berat Perangkat Telepon Seluler Keluar .....	43
Tabel 4.6	Rincian Aliran <i>E-Waste</i> Dari Aktivitas Perbaikan.....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep Daur Hidup Peralatan Elektrik dan Elektronik .....	15
Gambar 2.2	Konseptual Model Aliran Material <i>E-Waste</i> .....	16
Gambar 3.1	Kerangka Penelitian .....	23
Gambar 3.2	Peta Lokasi Penelitian di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.....	26
Gambar 3.3	Peta Sebaran Populasi atau Sumber <i>E-Waste</i> di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.....	29
Gambar 3.4	Batasan Penelitian Fase Daur Hidup <i>E-Waste</i> .....	31
Gambar 3.5	Skema Aliran <i>E-Waste</i> di Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	32
Gambar 4.1	Peta Sebaran Sampel. ....	34
Gambar 4.2	Grafik Berat Timbulan <i>E-Waste</i> Seluruh Jasa Perbaikan Telepon Seluler Per Hari .....	36
Gambar 4.3	Grafik Berat Total dan Rata-rata Timbulan <i>E-Waste</i> Setiap Jasa Perbaikan Telepon Seluler.....	37
Gambar 4.4	Persentase <i>E-Waste</i> Berdasarkan Komponen Penyusunnya .....	40
Gambar 4.5	Persentase <i>E-Waste</i> Berdasarkan Bahan Penyusunnya .....	41
Gambar 4.6	Aliran Material <i>E-Waste</i> dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	44
Gambar 4.7	Skema Aliran Material <i>E-Waste</i> dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler.....	46
Gambar 4.8	Rekomendasi Aliran Material <i>E-Waste</i> pada Jasa Perbaikan Telepon Seluler.....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Data Bidang Pengelolaan Sampah Kota Banda Aceh.....	53
Lampiran II	Daftar Jasa Perbaikan Telepon Seluler Di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh .....	54
Lampiran III	Pengisian Form Data Sampling .....	55
Lampiran IV	Contoh Pengisian Kuisioner Wawancara .....	61
Lampiran V	Dokumentasi Kondisi Jasa Perbaikan Telepon Seluler .....	64
Lampiran VI	Dokumentasi Aktivitas Penelitian .....	66
Lampiran VII	Daftar Tabel Statistik .....	68



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pola konsumtif peralatan elektronik oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan, mendorong mereka untuk terus mengganti peralatan elektroniknya sesuai dengan perkembangan teknologi. Hal tersebut berdampak pada penimbunan sampah elektronik. Sampah dari elektronik atau lebih dikenal dengan *elektronik waste (e-waste)* adalah jenis sampah yang timbulannya terus meningkat. Pada umumnya *e-waste* berasal dari peralatan elektronik yang rusak ataupun yang di ganti dengan generasi terbaru. Menurut Cahyanti dalam penelitiannya pada tahun 2012, di beberapa daerah di Indonesia terdapat adanya impor dalam keadaan bekas peralatan elektronik dengan harga yang lebih murah, sehingga hal tersebut dapat memicu timbulan *e-waste* Indonesia semakin meningkat.

Salah satu alat elektronik yang banyak digunakan di era perkembangan teknologi ini adalah telepon seluler. Tidak hanya menjadi kebutuhan tersier atau kebutuhan ketiga telepon seluler atau disingkat ponsel kini bagi masyarakat moderen sudah menjadi kebutuhan primer atau kebutuhan pokok. Bahkan ada diantaranya menggunakan dua atau lebih perangkat telepon seluler untuk memenuhi kebutuhan komunikasi sehari-hari. Seperti halnya alat elektronik lainnya, telepon seluler (ponsel) memiliki batas waktu pemakaian atau jika kegunaannya sudah tidak dapat berfungsi lagi, rusak atau kegunaannya di anggap kecil, maka akan dianggap sebagai sampah.

Kementerian Komunikasi dan Informatika (KEMKOMINFO) Republik Indonesia pada tahun 2017 mencatat akses penduduk Indonesia terhadap telepon seluler adalah 84,4 % dari total jumlah penduduk Indonesia sedangkan pengguna telepon pintar (*smartphone*) di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 92 juta unit dan akses penduduk Indonesia terhadap telepon seluler terus meningkat dari tahun ke tahun. Banyaknya yang menggunakan perangkat telepon seluler akan berdampak pada laju timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler bekas.

Berdasarkan data dari *United Nations Environmental Programme* (UNEP), dari rata-rata total sampah, diketahui mencapai 1% adalah timbulan dari *e-waste*. Di Indonesia, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia pada tahun 2018, dari 380 kota di Indonesia memproduksi limbah mencapai lebih dari 65,2 juta ton per tahun dan jumlahnya terus meningkat setiap tahun.

Faktor lain peningkatan laju timbulan *e-waste* adalah jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhan ekonomi suatu wilayah, dimana kedua faktor ini ikut berkontribusi mempengaruhi pada pemakaian alat-alat elektronik, laju timbulan sampah dan juga pengolahannya. Kota Banda Aceh, Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Banda Aceh tahun 2016 memiliki jumlah penduduk 259.913 jiwa dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,96% dari tahun sebelumnya. Kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar di Kota Banda Aceh adalah Kecamatan Kuta Alam, yaitu 51.614 jiwa dengan luas lahan 1.020,45 Ha. Dalam menunjang aktivitas kehidupan sehari-hari, sebagian besar masyarakat Kota Banda Aceh terkhusus Kecamatan Kuta Alam telah memiliki perangkat telepon seluler.

Selain jumlah penduduk yang tinggi, Dari hasil survey awal yang dilakukan pada bulan Februari Kecamatan Kuta Alam juga memiliki jasa perbaikan telepon seluler yang tersebar sebanyak 25 toko jasa perbaikandi beberapa gampong dalam wilayah administrasi Kecamatan Kuta Alam. Dimana aktivitas perbaikan telepon seluler tersebut akan menghasilkan *e-waste*. *E-waste* perangkat telepon seluler apabila tidak tertangani dengan baik dapat mengalami peningkatan yang sangat cepat dan menjadi masalah persampahan baru di Kota Banda Aceh, terkhusus Kecamatan Kuta Alam.

Kota Banda Aceh khususnya Kecamatan Kuta Alam, hingga tahun 2018 secara umum belum memiliki pengelolaan *e-waste* terkhusus *e-waste* telepon seluler dan jumlah timbulan *e-waste*, aliran material dan pola pengolahan yang selama ini dilakukan masyarakat Kota Banda Aceh belum terdata oleh Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan Kota (DLHK3) Banda Aceh, tentunya menjadi evaluasi bagi Pemerintah Kota Banda Aceh untuk memperhatikan pengelolaan sampah elektronik yang tergolong limbah B3, karena apabila tidak terkelola dengan baik dan

sesuai aturan yang ada limbah elektronik perangkat telepon seluler akan berpotensi besar mencemari lingkungan dan mengganggu kelangsungan makhluk.

Berdasarkan latar belakang diatas maka identifikasi terhadap timbulan dan aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh perlu dilakukan, khususnya *e-waste* yang berasal dari aktivitas perbaikan yang dilakukan oleh jasa reparasi telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam. Hasil identifikasi pada penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan terhadap pengembangan awal aliran *e-waste* perangkat telepon seluler di Kota Banda Aceh dan berguna sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan, perencanaan dan perancangan sistem pengelolaan sampah khususnya *e-waste* perangkat telepon seluler yang terintegrasi dengan melibatkan semua pihak baik masyarakat maupun Pemerintah Kota Banda Aceh sebagai pihak yang menentukan arah kebijakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler dari jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh ?
2. Bagaimanakah pengelolaan *e-waste* perangkat Telepon seluler dari jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh ?
3. Bagaimana aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler dari jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler dari jasa perbaikan di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.
2. Untuk mengetahui pengelolaan *e-waste* oleh jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.
3. Untuk Mengetahui aliran *e-waste* telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, di antaranya :

1. Dari Penelitian ini dapat diketahui jumlah timbulan *e-waste* di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.
2. Dari Penelitian dapat memberikan informasi mengenai pengelolaan *e-waste* di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh
3. Dari Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan, rekomendasi dan pembenahan bagi pemerintah daerah dalam pengelolaan *e-waste*.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki ruang lingkup atau batasan penelitian, di antaranya :

1. Identifikasi timbulan dan aliran material *e-waste* dilakukan di jasa perbaikan telepon seluler yang berada di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.
2. Pengambilan sampel penelitian hanya *e-waste* yang dihasilkan dari aktivitas reparasi perangkat seluler telepon seluler.
3. Penelitian aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler pada daur *e-waste* hanya dilakukan pada fase generasi sampah.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Identifikasi Timbulan Sampah**

##### **2.1.1 Defenisi Identifikasi**

Identifikasi adalah proses pengenalan dan menempatkan objek atau individu dalam suatu kelas atau kelompok sesuai karakteristik tertentu (JP Caplin, 2008). Sedangkan menurut komaruddin dan Yoke Tjupanah pada tahun 2000, indentifikasi berasal dari bahasa latin yaitu identitas, persamaan, fakta, bukti, tanda atau petunjuk yang berhubungan dengan identitas dan juga pencarian atau penelitian ciri-ciri yang bersamaan dan akan membentuk sebuah keterkaitan satu antara lain.

Berdasarkan pendapat para ahli tentang identifikasi, maka peneliti dapat menarik kesimpulan bahwa identifikasi adalah penentuan atau penetapan identitas suatu obyek baik manusia atau benda pada suatu waktu tertentu. Sedangkan defenisi identifikasi dalam penelitian ini adalah mencari atau menelit timbulan *e-waste* di Kecamatan Kuta Alam kemudian menentukan dan menentapkan jenis-jesni bahan *e-waste* telepon seluler yang tersebar di Kecamatan Kuta Alam.

##### **2.1.2 Timbulan Sampah**

Timbulan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 19-2452-2002 adalah banyaknya sampah yang ditimbulkan dari masyarakat dalam satuan volume ataupun berat perkapita perhari, atau perluas bangunan, ataupun per panjang jalan. Menurut Damanhuri dan Padmi pada tahun 2010 desaran timbulan sampah dapat dibagi berdasarkan sumbernya. Berdasarkan sumber, besaran timbulan sampah dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Komponen Sumber Sampah**

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (kg)
1	Rumah Permanen	Per orang/hari	2,25-2,50	0,35-0,40
2	Rumah semi permanen	Per orang/hari	2,00-2,25	0,30-0,35
3	Rumah non permanen	Per orang/hari	1,75-2,00	0,25-0,30
4	Kantor	Per orang/hari	0,50-0,75	0,025-0,10
5	Toko/ruko	Per orang/hari	2,50-3,00	0,15-0,35
6	Sekolah	Per orang/hari	0,10-0,15	0,01-0,02
7	Jalan arteri sekunder	Per orang/hari	0,10-0,15	0,02-0,05
8	Jalan kolektor sekunder	Per orang/hari	0,10-0,15	0,01-0,05
9	Jalan lokal	Per orang/hari	0,05-0,10	0,005-0,025
10	Pasar	Per orang/hari	0,20-0,60	0,10-0,30

Sumber : Damanhuri dan Padmi, 2010

Selain berdasarkan komponen sumber sampah, klasifikasi kota juga bisa menjadi dasar besaran timbulan sampah, seperti pada Tabel 2.2 di bawah ini.

**Tabel 2.2 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota**

No	Klasifikasi Kota	Volume (l/orang.hari)	Berat (kg/orang.hari)
1	Kota Sedang (100.000 - 500.000 jiwa)	2,75 - 3,25	0,70 - 0,80
2	Kota Kecil (20.000 - 100.000)	2,59 - 2,75	0,625 - 0,70

Sumber ; SNI 10-3983-1995

Data dari berat timbulan sampah perlu diketahui untuk menentukan perencanaan fasilitas pengelolaan sampah dan kapasitasnya. Dari besaran timbulan dapat direncanakan luas, peralatan pendukung pengelolaan dan jenis tempat pemrosesan akhir (TPA) yang sesuai.

## 2.2 Telepon Seluler

### 2.2.1 Defenisi Telepon Seluler

Telepon selular disingkat ponsel atau juga disebut *handphone* adalah salah satu alat komunikasi yang sedang berkembang saat ini. Telepon seluler semakin beragam fungsinya seiring peningkatan teknologi di bidang *hardware* maupun *software*. Selain sebagai alat komunikasi, dalam area global yang ditinjau dari jarak antara *transmitter* dan *receiver*-nya telepon selular juga mempunyai kegunaan seperti mengirim *short message service* (SMS), pengingat waktu (*reminder*), kalender, kalkulator dan beragam fungsi lainnya (Seta RB, Wicaksana IW, 2012).

### 2.2.2 Sejarah Perkembangan Telepon Seluler ke Telepon Pintar

Perkembangan teknologi radio menjadi awal bagi penemuan telepon seluler, sama halnya dengan teknologi lainnya telepon seluler terus mengalami perkembangan. Beberapa tahapan perkembangan telepon seluler diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Generasi Nol (0G)

Perkembangan telepon seluler berawal dari percobaan penggunaan telepon mobil satu arah oleh Departemen Kepolisian Detroit Michigan pada tahun 1921. Delapan tahun selanjutnya, tepat pada tahun 1928 radio komunikasi satu arah dengan frekuensi 2 MHz mulai di gunakan pada semua mobil patrol oleh Kepolisian Detroit . selanjutnya disusul dengan perkembangan radio komunikasi dua arah dengan *frekuensi modulate* (FM) (Hardina, 2016).

#### 2. *First Generation* (1G)

*First Generation* yang berarti Generasi Pertama (1G) diperkenalkan pada tahun 1973, generasi pertama menggunakan transmisi analog spectrum elektromagnetik dengan cara yang sama seperti radio dua arah. Telepon genggam generasi pertama memiliki berat 800 gram atau sekitar 30 Ons

#### 3. *Second Generation* (2G)

*Second Generation* atau Generasi dua (2G) diperkenalkan pada tahun 1990-an, ditandai dengan teknologi digital dan pensinyalan keluar dari pita. Perkembangan telepon seluler pada generasi dua atau 2G terdapat dua perkembangan, dimana di

Amerika telepon seluler 2G menggunakan teknologi CDMA, sedangkan di Eropa telepon seluler menggunakan *Global System for Mobile (GSM)*. *Global System for Mobile (GSM)* yang memiliki kapasitas pelanggan lebih besar. Selain itu penggunaan sinyal analog sudah diganti dengan sinyal digital pada generasi 2G. Dengan penggunaan sinyal digital pada telepon seluler 2G telepon seluler berkembang dengan dengan fitur pesan suara, *Short Message Service (SMS)*, dan fitur panggilan tunggu.

#### 4. *Third Generation (3G)*

*Third Generation* atau yang berarti Gen erasi tiga (3G) pertama kali di uji di Jepang pada tahun 2001, generasi 2G menggunakan 3 standar untuk dunia telekomunikasi seperti *Enhance for GSM Evolution (EDGE)*, *Wideband Space Division Multiple Access (Wideband-SDMA)*, dan *Code Division Multiple Access (CDMA) 2000*. Perkembangan yang signifikan pada telepon seluler adalah pengalihan jaringan transmisi paket data sehingga kecepatan untuk streaming audio dan video terus meningkat dan pada generasi 2G mulai dimasukkan sistem operasi seperti *Android*, *iOS*, *Symbian* dan *Windows Mobile* (yang disebut *smartphone*) sehingga telepon seluler memiliki fitur yang semakin lengkap dan mendekati fungsi komputer personal.

#### 5. *Fourth Generation (4G)*

Telepon seluler *Fourth Generation* atau Generasi empat (4G) di luncurkan di Lexington, dengan kecepatan transmisi data sepuluh kali lebih cepat dari 3G. pada generasi 4G telepon seluler mengganti switching sirkuit untuk suara dengan *VoiceInternet Protocol (VoIP)* (Lopa, 2015)

Dari sejarah perkembangan telepon seluler mulai dari *zero generation (0G)* sampai dengan *fourth generation (4G)* dapat di ambil kesimpulan bahwa perkembangan telepon seluler analog ke telepon seluler pintar itu terjadi pada *third generation (3G)*, dimana pada generasi ini telepon seluler sudah dimasukkan sistem operasi seperti *android*, *iOS*, *Symbian* dan *Windows Mobile*.

### 2.2.3 Komponen Telepon Seluler

Tujuan pokok dari telepon seluler adalah untuk komunikasi suara dua arah dan data secara timbal balik, dalam melaksanakan tujuan tersebut, maka telepon seluler harus ada komponen yang mendukung. Berikut ini adalah komponen-komponen pendukung telepon seluler (Syahroni, 2009) :

1. Antena

Dalam menjalankan fungsi menangkap dan memancarkan gelombang sinyal pada telepon seluler di lakukan oleh antena.

2. *Switch-Antena*

*Switch-antena* atau juga disebut terminal pada telepon seluler berfungsi sebagai *duplexer* atau pemisah antara sinyal *received* (RX) dengan sinyal *transmitter* (TX).

3. *Filter-RX*

Agar sinyal menjadi lebih bersih yang akan diterima oleh perangkat telepon seluler maka frekuensi akan di saring atau di bagi oleh *Filter-RX* sesuai yang diterima ataupun yang diinginkan.

4. *Transistor-RX*

*Transistor-RX* berfungsi sebagai penguat frekuensi penerima dari hasil yang sebelumnya telah disaring oleh *Filter RX*.

5. *Intergrated Circuit Power Amplifer (IC-PA)*

*Intergrated Circuit Power Amplifer* berfungsi sebagai penguat akhir sinyal yang akan di pancarkan melalui komponen switch antena yang terdapat di dalam pesawat telepon selular.

6. *Power-Detector*

*Power-Detector* berfungsi mendeteksi kuat lemahnya sinyal kemudian data dikirimkan *central processing unit* (CPU) untuk diolah dan juga memberikan data pada hardware lainnya yang berkaitan dengan sinyal.

7. IR-T/R-Dioda

IR-T/R-Dioda berfungsi Sebagai pemancar dan penerima yang mengiring data dan menerima aplikasi sofeware dengan menggunakan cahaya infra merah, tanpa perlu kabel data.



#### 8. Bluetooth

Bluetooth berfungsi sama halnya IR-T/R-Dioda hanya saja dalam penerimaan data frekuensi bluetooth menggunakan gelombang radio untuk menerima data.

#### 9. *Speaker*

*Speaker* atau penguat suara adalah mengeluarkan suara yang terdapat dalam perangkat telepon seluler, dimana getaran listrik melalui *Intergrated Circuit Audio (IC Audio)* diubah menjadi suara.

#### 10. Mikrofon

Mikrofon adalah alat untuk berbicara pada telepon seluler, dimana proses kerjanya terbalik dari speaker. Dimana getaran suara diubah menjadi getaran listrik yang akan diproses oleh komponen lainnya

#### 11. *Sim-Card*

Setiap telepon seluler yang sedang aktif memiliki identitas atau yang biasa disebut *Sim-Card* . identitas setiap telepon seluler tergantung *provider sim card* yang digunakan.

#### 12. *Central Processing Unit (CPU)*

Pusat pengolahan daya pada telepon seluler atau yang sering disebut atau CPU adalah komponen komponen yang memerintahkan seluruh elemen atau komponen yang bekerja di dalam pesawat telepon selular untuk bekerja sesuai kebutuhan dan juga dapat berfungsi menerima informasi dari setiap komponen yang ada.

#### 13. *Random Acces Memory (RAM)*

*Random acces memory* atau disingkat RAM berfungsi untuk membantu kinerja CPU dengan melakukan penyimpanan data sementara. Kinerja CPU akan semakin baik jika kapasitas RAM Semakin besar.

#### 14. *Intergrated Circuit Flash (IC-Flash)*

*IC-Flash Intergrated Circuit Flash (IC-Flash)* adalah tempat penyimpanan data sementara pada telepon seluler karena datanya dapat dirubah ataupun ditambah.

#### 15. *Electrically Erase Programable Read Only Memory (EEPROM)*

*Electrically Erase Programable Read Only Memory* atau disingkat *EEPROM* merupakan tempat penyimpanan data utama (data pabrik) secara permanent,

karena mempunyai daya listrik tersendiri *EEPROM* bisa berkerja dengan ada atau tidak adanya arus listrik pada ponsel.

16. *Intergrated Circuit Regulator (IC-Regulator)*

*IC-Regulator* adalah komponen telepon seluler sebagai pengontrol *IC Charging* untuk mengatur tegangan, agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing komponen.

17. *Intergrated Circuit Charge (IC-Charge)*

Komponen telepon seluler ini merupakan komponen yang bekerja secara otomatis dan dikendalikan oleh CPU melalui *IC-Regulator* saat melakukan pengisian tegangan baterai.

18. *Intergrated Circuit Audio (IC-Audio)*

*IC-Audio* adalah komponen yang memperkuat getaran suara yang telah dirubah Mic menjadi getaran listrik dan mengolah sinyal suara yang masuk dari IC RF.

19. *Liquid cristal Display (LCD)*

*Liquid Cristal Display* adalah komponen telepon seluler yang menampilkan semua kegiatan ataupun aktifitas pada perangkat telepon selular.

20. *Keypad*

*Keypad* adalah komponen set tombol pada telepon seluler berbentuk keyboard miniatur yang berfungsi memberikan perintah data kepada CPU untuk di proses dan akan dikirimkan kepada komponen lain yang terkait.

21. *Intergrated Circuit Interface (IC-Interface)*

*Intergrated Circuit Interface (IC-Interface)* adalah perangkat telepon seluler yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang mengontrol data yang diperintahkan oleh CPU.

22. *Baterai*

Komponen yang berfungsi sebagai sumber arus listrik dan tegangan untuk menghidupkan atau mengoperasikan telepon seluler.

23. *Flexible*

*Flexible* adalah komponen telepon seluler yang menghubungkan antara komponen satu dan komponen lainnya dalam telepon seluler.

#### 2.2.4 Komponen Telepon Seluler yang Berbahaya Bagi Lingkungan

Di dalam telepon seluler mengandung senyawa-senyawa kimia yang berbahaya terhadap lingkungan. Senyawa-senyawa tersebut apabila terkontaminasi ke dalam lingkungan dan makhluk hidup dalam jumlah yang banyak akan berdampak buruk terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Selain itu komponen ponsel dibuat dari berbagai bahan plastik, logam, keramik dan kaca, dimana bahan tersebut yang tidak dapat diperbaharui. Seiring dengan kemajuan teknologi ponsel, materi dapat berubah; tidak ada formula atau daftar tunggal zat yang digunakan untuk ponsel.

Komponen-komponen telepon seluler yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan makhluk hidup adalah sebagai berikut (Yonie Satria, 2011) :

1. Antena

Antena berbahaya bagi lingkungan dikarenakan pancaran radiasi dari sinyal radio jenis “*non-ionizing radiation*” yang di duga dapat menjadi gangguan yang membahayakan kesehatan jaringan otak pemakai telepon seluler.

2. *Keypad, Casing, Dan LCD*

*Keypad, casing dan LCD (Liquid Crystal Display)* berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan karena terbuat dari plastik *Polivinil Clorida (PVC)* dan senyawa *polybrominated diphenylether (PBDE)*, PBDE merupakan salah satu jenis senyawa dari *brominated flame-retardants*, pada bagian produk elektronik senyawa ini digunakan untuk mengurangi tingkat panas (*flammability*). Pembakaran PVC dapat menghasilkan dioksin yang sangat berbahaya dan beracun, sedangkan dampak seperti rusaknya sistem endokrin dan mereduksi hormone tiroksin pada hewan mamalia dan manusia dalam disebabkan oleh senyawa *Polybrominated diphenyl ether (PBDE)* sehingga dampak dari rusaknya endokrin dan mereduksi hormon tiroksin sehingga mengganggu perkembangan tubuh mamalia dan manusia.

3. *PCB (Printed Circuit Board)*

*Printed Circuit Board* merupakan komponen terpenting dalam telepon sseluler, di PCB terdapat komponen telepon seluler lainnya yang mendukung kinerja telepon seluler, seperti *IC Flash, Audio, IC Charge, IC Regulator*, dan lain sebagainya.

PCB berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan di karenakan terdapat banyak solderan dan bekas solderan. Solderan tersebut mengandung banyak logam berat diantaranya merkuri (Hg), timbal (Pb), kromium (Cr) dan kadium (Cd). Senyawa-senyawa tersebut dapat menjadi lindi apabila dibiarkan di TPA, bila di bakar dapat menguap keudara dan mencemari udara dan lingkungan.

#### 4. Baterai

Komponen Telepon seluler berupa baterai berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan karena baterai termasuk sebagai limbah B3, karena bahan seperti timbal (Pb), nikel (Ni), merkuri (Hg), mangan (Mn), kadmium (Cd), dan lithium (Li) terkandung di dalamnya.

### 2.3 Elektronik Waste (*E-Waste*)

#### 2.3.1 Defenisi *E-Waste*

*E-waste* adalah penyebutan untuk *elektronik waste* atau yang artinya sampah elektronik. *The United Nations Environmental Programme* (UNEP) tahun 2007 mengatakan sejumlah negara membuat defenisi sendiri terhadap *e-waste* dikarenakan tidak ada standar khusus terkait defenisi *e-waste* untuk seluruh negara di dunia.

Seorang professor dari Arizona State University bernama Eric Williams pada tahun 2015 mengatakan *e-waste* adalah peralatan eletrik atau elektronik yang komponennya telah rusak dan dibuang atau peralatan elektronik bekas pakai yang masih berfungsi (Sutarto, 2008).

Sedangkan menurut Henrik Selin 2006, *e-waste* yakni komponen peralatan listrik atau elektronik setelah masa pakai, sebagian dari produk elektronik tersebut dibuang. Suatu zat atau benda yang dibuang atau perlu dibuang sesuai dengan ketentuan hukum nasional yang berlaku disebut *waste* atau sampah. Sedangkan *Elektrical dan electronic equipment (EEE)* adalah peralatan yang bekerja tergantung medan elektromagnetik atau arus listrik (*The United Nation Environmental Programme, 2007*)

### 2.3.2 Jenis-jenis *E-Waste*

*E-waste* merupakan sampah elektronik yang memiliki beberapa jenis, seperti berupa komputer, telepon seluler, radio dan televisi yang tidak dapat berfungsi lagi. Secara umum *Eroupean Union* mengategorikan sumber *e-waste* dalam 10 (sepuluh) kelompok (*The United Nations Environmetal Programme, 2007*) diantaranya :

1. Alat-alat rumah tangga besar
2. Alat-alat rumah tangga kecil
3. Alat-alat teknologi informasi dan telekomunikasi
4. Alat-alat komsumsi atau hiburan elektronik
5. Peralatan listrik dan elektronik
6. Peralatan pencahayaan
7. Mainan elektronik
8. Peralatan medis
9. Alat control dan pemantauan
10. Dispenser otomatis

Untuk penelitian ini, telepon seluler termasuk kedalam kelompok jenis peralatan komunikasi dan informasi.

### 2.3.3 Mekanisme Aliran dan Daur Hidup *E-Waste*

Dalam *E-Waste Management Manual Volume II* yang dikeluarkan oleh UNEP tahun 2007 memaparkan terdapat tiga elemen dalam perdagangan *e-waste* yakni :

1. Aliran material
2. Siklus atau daur hidup
3. Batas geografis

Dalam kaitan batas geografis, siklus atau daur hidup aliran material peralatan elektrik dan elektronik pada kondisi lama menjadi dasar generasi *e-waste* di setiap kabupaten/kota ataupun negara. Berikut ini pemahaman konseptual tentang Aliran *e-waste* yakni konveksi dari generasi lama diikuti dengan transformasi menjadi materi baru. Konseptual aliran material dari daur hidup *e-waste* dapat dilihat pada Gambar 2.1 pada halaman 15.



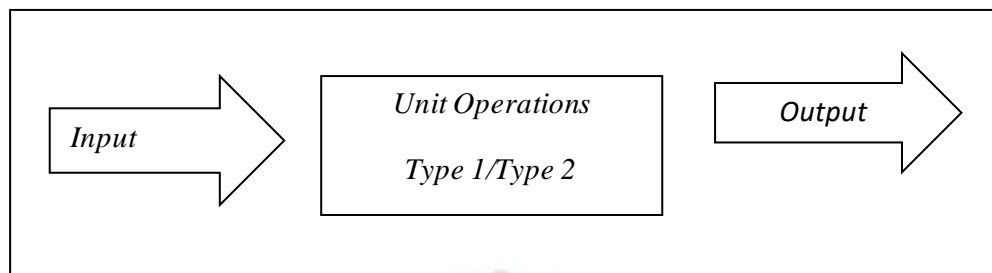
Dalam mengidentifikasi jaringan atau rantai yang menghubungkan setiap fase daur hidup peralatan elektrik dan elektronik dan pihak terkait yang memiliki kepentingan dapat dibantu dengan pembentukan aliran material dalam batas geografis.

*Input* dan *output* dalam setiap fase membentuk dasar kuantitas untuk menganalisis aliran material dalam daur hidup peralatan elektrik dan elektronik. Untuk mengembangkan konseptual terkait pemahaman aliran material *e-waste*, dapat dilihat pada Gambar 2.2 halaman 16.



**Gambar 2.0.1 Konsep Daur Hidup Peralatan Elektrik dan Elektronik**

Sumber : *The United Nations Environmental Programme*, 2007



**Gambar 2.0.2 Konseptual Model Aliran Material *E-Waste***

Sumber : The United Nations Environmental Programme, 2007

Hal-hal tergambar dari model pada Gambar 2.2 diantaranya (UNEP, 2007) :

1. Model ini berdasarkan pada pendekatan proses unit, dimana proses unit merupakan proses atau kegiatan
2. Aliran material model seperti ini semua proses unit dan aliran dalam suatu batas di pertimbangkan. Tanda panah pada aliran material menunjukkan hubungan pada proses unit.
3. Ada dua jenis yang berbeda dalam proses unit pada model ini. Tipe 1 menerima setiap materi tanpa perubahan, tanpa ada konveksi. Sehingga unit yang keluar sama dengan unit yang masuk sebelumnya. Contohnya pengumpulan dan penggunaan kembali peralatan elektrik dan elektronik. Dalam tipe 2, terjadi konveksi material, sehingga menciptakan material baru seperti produk, sampah, dan lain-lain. Contohnya: Pengolahan *e-waste* termasuk didalamnya pembongkaran/insinerasi/peleburan dan lain-lain.
4. antara sistem dengan lingkungan luar atau sistem lain terdapat batas.

#### **2.3.4 Tahapan dan Teknologi Manajemen *E-Waste***

Menurut *United Nations Environmental Programme* pada tahun 2007, manajemen *e-waste* membutuhkan penanganan dan pengelolaan khusus yang bertahap. Adapun tahapan-tahapan pengelolaan tersebut adalah pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan.

### 2.3.5 Peraturan atau Dasar Hukum Terkait Pengelolaan *E-Waste* di Indonesia

Dalam regulasi peraturan atau hukum di Indonesia, pengelolaan untuk *e-waste* ataupun pengelolaan untuk lingkungan di atur dalam beberapa perundang-undangan, keputusan presiden dan lainnya, antara lain sebagai berikut:

#### 1. Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah

Berdasarkan undang-undang (UU) nomor 18 tahun 2008 seperti yang tertera dalam pasal 1 pengelolaan sampah adalah suatu kegiatan dimana satu sama lain saling berkesinambungan, menyeluruh dan tersistematis, meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Tidak hanya itu dalam pasal 6 ayat dua menjelaskan terkait tugas dan wewenang pemerintah salah satunya melakukan penelitian, pengembangan teknologi dalam pengelolaan sampah.

Dalam peraturan ini dijelaskan beberapa kategori sampah seperti sampah domestik atau rumah, sampah sejenis rumah tangga dan sampah spesifik. Untuk *e-waste* sendiri termasuk kedalam sampah spesifik, dikarenakan bahan berbahaya beracun (B3) terkandung di dalamnya dan memerlukan pengelolaan khusus.

#### 2. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Pada undang-undang nomor 32 tahun 2009 tepatnya pada pasal 1 menyatakan bahwa zat, energi, ataupun komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya mencemarkan dan merusak lingkungan baik secara langsung ataupun tidak langsung di sebut bahan berbahaya beracun (B3), dan zat tersebut berbahaya untuk kesehatan serta keberlangsungan ekosistem manusia dan makhluk hidup lainnya.

Dalam undang-undang ini juga menjelaskan kegiatan yang meliputi pengurangan, pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan, penimbunan, pemanfaatan, ataupun pengolahan merupakan kegiatan pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Maka dari itu undang- undang ini menyatakan bahwa setiap individu yang masuk kewilayah negara kesatuan republik Indonesia (NKRI) apabila menghasilkan, mengangkut, menyimpan, mengedarkan, memanfaatkan, dan mengolah atau menimbun limbah B3 maka diwajibkan mengelola limbahnya, apabila pihak terkait

tidak mampu mengelola sendiri limbah B3 maka pihak terkait harus menyerahkan pengelolaan kepada pihak lain yang telah mendapatkan izin dari pihak terkait dengan sesuai dengan kewenangannya seperti menteri, gubernur, dan bupati atau walikota.

### 3. Keputusan Presiden Nomor 61 Tahun 1993 Tentang Ratifikasi Konvensi Basel

Pada tahun 1983 tepatnya dalam *Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of The Hazardous Wastes and Their Disposal* dari *The Conference of Plenipotentiaries on the Global Convention on The Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes* yang kemudian Indonesia meratifikasi dengan dijadikan Keputusan Presiden nomor 61 tahun 1993 yang mengatur terkait ekspor dan impor secara tidak sah limbah bahan berbahaya, salah satu limbah B3 yang diatur adalah *e-waste*.

### 4. Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Tentang Pengelolaan Limbah B3.

Berdasarkan peraturan ini di dalamnya dijelaskan bahwa masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lainnya kedalam lingkungan hidup oleh aktivitas manusia sehingga makhluk hidup, zat, energy, atau komponen tersebut melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan disebut pencemaran lingkungan hidup.

Salah satu pencemar lingkungan hidup yang dijelaskan pada pasal 1 peraturan ini adalah bahan berbahaya dan beracun (B3), dan setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan sesuai uraian pasal 3 peraturan ini. Dan untuk memastikan secara benar, tepat dan sesuai persyaratan dan tujuan pengelolaan, maka mata rantai pengelolaan limbah B3 wajib dilengkapi dengan izin yang terdiri atas:

- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan pengumpulan limbah B3.
- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan pengangkutan limbah B3.
- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan penyimpanan limbah B3.
- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan pemanfaatan limbah B3.
- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan penimbunan limbah B3.
- Izin pengelolaan limbah untuk kegiatan pengolahan limbah B3.

#### 5. Peraturan Gubernur Aceh Nomor 57 Tahun 2016 Tentang Pelaksanaan Pemantauan dan Pengawasan Lingkungan Hidup Di Aceh.

Dalam peraturan ini dijelaskan bahwa sesuai kewenangannya Gubernur berwenang dalam melakukan pemantauan terhadap kerusakan lingkungan hidup oleh pencemaran dan berdasarkan pasal 4 gubernur menetapkan petugas pemantau melalui instansi yang bertanggung jawab di bidang pengelolaan lingkungan hidup.

Selain itu pada pasal 7 menjelaskan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang sebabkan usaha ataupun kegiatan maka gubernur berwenang melakukan pengawasan.

### 2.4 Perhitungan Kuantitas Limbah Padat

Beberapa metode dapat digunakan untuk mengukur atau menghitung besarnya kuantitas timbulan sampah padat dengan survey pengukuran atau Analisa langsung dilapangan, diantaranya (Damanhuri et al., 2010);

#### 1. Mengukur langsung (SNI 19-3964-1994)

Metode pengukuran ini mengukur langsung timbulan sampah di sumber selama delapan hari berturut-turut dari sejumlah sampel (rumah tangga dan non-rumah tangga) yang ditentukan secara random-proposional

#### 2. Metode *Load count analysis* (analisis perhitungan muatan)

Metode pengukuran ini mengukur jumlah berat atau volume sampah yang masuk ke Tempat Penampungan Sementara (TPS) selama delapan hari dengan mekacak penghasil sampah yang masuk ke TPS, sehingga diperoleh satuan timbulan sampah per-ekivalensi penduduk.

#### 3. *Weigth volume analysis* (analisis berat volume)

Metode pengukuran analisis berat volume dilakukan dengan cara mendata secara detail berat dan volume sampah di sumber.

#### 4. *Materials balance analysis* (analisis keseimbangan material)

Metode pengukuran ini menganalisa secara rinci aliran bahan masuk, aliran bahan yang hilang dalam system dan aliran bahan yang menjadi sampah dengan menentukan batas-batasnya.



## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini tidak terlepas dari studi literatur yang terlebih dahulu peneliti lakukan dengan mempelajari beberapa penelitian terkait *e-waste* yang sebelumnya sudah dilakukan oleh peneliti lain, diantaranya :

1. Studi persepsi dan perilaku jasa servis dalam memperpanjang aliran limbah elektronik (*E Waste*) di Kota Semarang

Berdasarkan penelitian pada tahun 2012 di Kota Semarang yang telah dilakukan oleh Damanhuri, Widi Astute dan Purwanto diperoleh 98,7% perbaikan alat elektronik yang rusak di jasa servis oleh masyarakat Kota Semarang. Sehingga hal ini dapat memperpanjang aliran limbah elektronik dan bahan, berbahaya dan beracun (B3). Selain itu di Kota Semarang, 86,45% dari 50 sampel jasa servis merupakan jasa servis berskala usaha kecil sampai dengan usaha menengah, yang telah beroperasi 2 – 4 tahun dan dari hasil penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa 78,8% sampel yang diteliti tidak adanya limbah yang terbuang, karena dapat dimanfaatkan kembali dan 80,2% jasa servis tidak mengetahui bahwa tindakan yang dilakukan dapat memperpanjang aliran limbah B3 yang berbahaya bagi lingkungan.

2. Identifikasi sampah elektronik (*E-waste*) telepon seluler di Kota Surabaya

Pada tahun 2011 Yonie Satria Melakukan penelitian di Kota Surabaya dan hasil dari penelitian ini sebanyak 55% pengguna telepon yang diteliti, membuang *e-waste* ke tempat sampah umum. Dan 45% responden lainnya membawa *e-waste* ketempat pengepul untuk di daur ulang.

Sedangkan sebanyak 34% responden untuk responden pelaku usaha telepon seluler yang ada di Kota Surabaya membuang hasil kegiatan perbaikan atau reparasi ke tempat sampah, sebanyak 32 % diserahkan kepada konsumen, untuk disimpan sebanyak 30%, dan sisanya dijual ke pengepul sebanyak 4%.

3. Identifikasi material *e-waste* perangkat telepon seluler komputer dari jasa perbaikan komputer di Kecamatan Cimangis Kota Depok.

Hasil penelitian tahun 2012 tentang keberadaan *e-waste* perangkat komputer dan mengidentifikasi timbulan, komposisi, pengelolaan dan aliran *e-waste* di Kota Depok yang dilakukan Rini Dwicahyanti didapatkan timbulan rata-rata *e-waste* sebesar 12,292 kg/hari atau 0,534 kg/hari/jasa perbaikan.

Timbulan *e-waste* di Kecamatan Cimangis terdiri dari komposisi logam sebanyak 53,8% , sebanyak 18,5 %, bahan kaca sebanyak 0,1 %, logam dan plastic sebanyak 16,4%, logam dan karet sebanyak 1,6%. Sedangkan untuk aliran material dari jasa perbaikan komputer dibuang ke lingkungan sebanyak 0,8%, sebanyak 93,5% disimpan di jasa perbaikan dan dikembalikan ke konsumen sebanyak 5,7%.

Jasa perbaikan mengumpulkan dan memanfaatkan material *e-waste* untuk di jual ke pengepul atau pedagang *e-waste*, selanjutnya berdasarkan penyusunnya dipilah untuk didistribusikan ke pendaur ulang dan industri yang selanjutnya di daur ulang kembali dan dari aktivitas tersebut dihasilkan residu yang akan dibuang ke lingkungan.

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Penelitian menggunakan data hasil observasi, sampling dan wawancara (*interview*) di lapangan, kemudian data dianalisis dengan pendekatan *mixed methods* yaitu penggabungan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Desain metode gabungan ini digunakan dengan cara menggabung antara data kuantitatif dan kualitatif untuk menghasilkan analisis yang komprehensif. Penelitian jenis ini mengumpulkan data pada waktu yang relative bersamaan, kemudian mengintegrasikan kedua data tersebut, data kuantitatif yang didapatkan dan dianalisis, kemudian dilengkapi dengan data kualitatif. Karena data kualitatif menyediakan informasi atau penjelasan lanjutan dari data kuantitatif.

#### **3.2 Populasi dan Sampel**

##### **3.2.1 Populasi**

Populasi dalam penelitian ini adalah 25 toko jasa perbaikan telepon seluler yang ada di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.

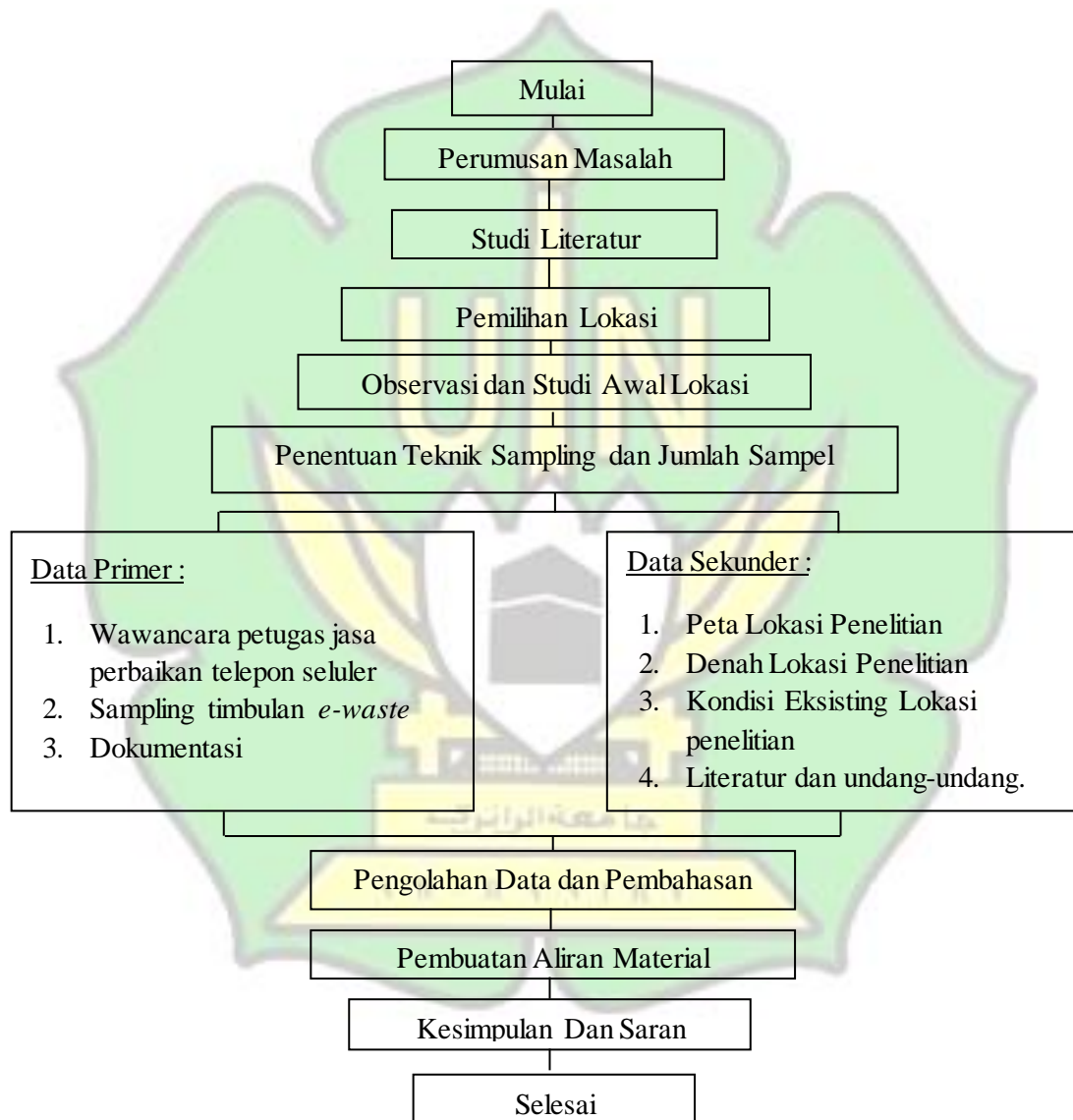
##### **3.2.2 Sampel**

Sampel dalam penelitian ini adalah 5 toko jasa perbaikan telepon seluler, jumlah sampel ini ditentukan berdasarkan pendekatan SNI 19-3964-1994 dengan kriteria sebagai berikut :

1. Toko Perbaikan Telepon Seluler dan Pemilik usaha jasa reparasi atau petugas jasa reparasi telepon seluler
2. Berada di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh
3. Sudah beroperasi atau sudah bekerja minimal 1 Tahun
4. Pemilik atau petugas usaha jasa reparasi berumur 18 s.d 40 tahun
5. Bisa membaca dan menulis.

### 3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dibuat berguna untuk mengetahui langkah-langkah atau tindakan yang di lakukan dalam pelaksanaan penelitian ini, langkah-langkah yang sistematis dan menghindari terjadinya kesalahan. Dasar keputusan dan tindakan yang diambil untuk penelitian tergambar secara sistematis dalam alur kerangka penelitian.



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

### **3.4 Tahapan Penelitian**

#### **3.4.1 Mulai**

Dalam memulai penelitian ini dilakukan beberapa tahapan seperti penentuan bidang garapan yang akan di teliti, topik atau tema penelitian. Kemudian juga persiapan lainnya yang mendukung untuk proses awal pengajuan proposal penelitian.

#### **3.4.2 Perumusan masalah**

Penelitian ini dilatar belakangi oleh perkembangan dan pola konsumtif masyarakat yang tinggi terhadap teknologi dari peralatan elektrik dan elektronik terkhusus perangkat elektronik telepon seluler. Dampak dari penggunaan perangkat telepon seluler yang terus meningkat akan menghasilkan sampah (*e-waste*) perangkat telepon seluler.

Selain itu belum adanya data komposisi, pengelolaan dan aliran material *e-waste* secara resmi tentu menjadi evaluasi bagi pemerintah agar memperhatikan pengelolaan terhadap *e-waste* agar terkelola dengan baik. Untuk mendapatkan data dan gambaran terkait pengelolaan *e-waste* perangkat telepon seluler dapat dilakukan Identifikasi timbulan dan aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler hal tersebut untuk memudahkan dalam mengambil kebijakan dan keputusan sehingga dapat mengantisipasi adanya masalah persampahan yang berpotensi mengganggu keberlangsungan lingkungan hidup.

#### **3.4.3 Studi literatur**

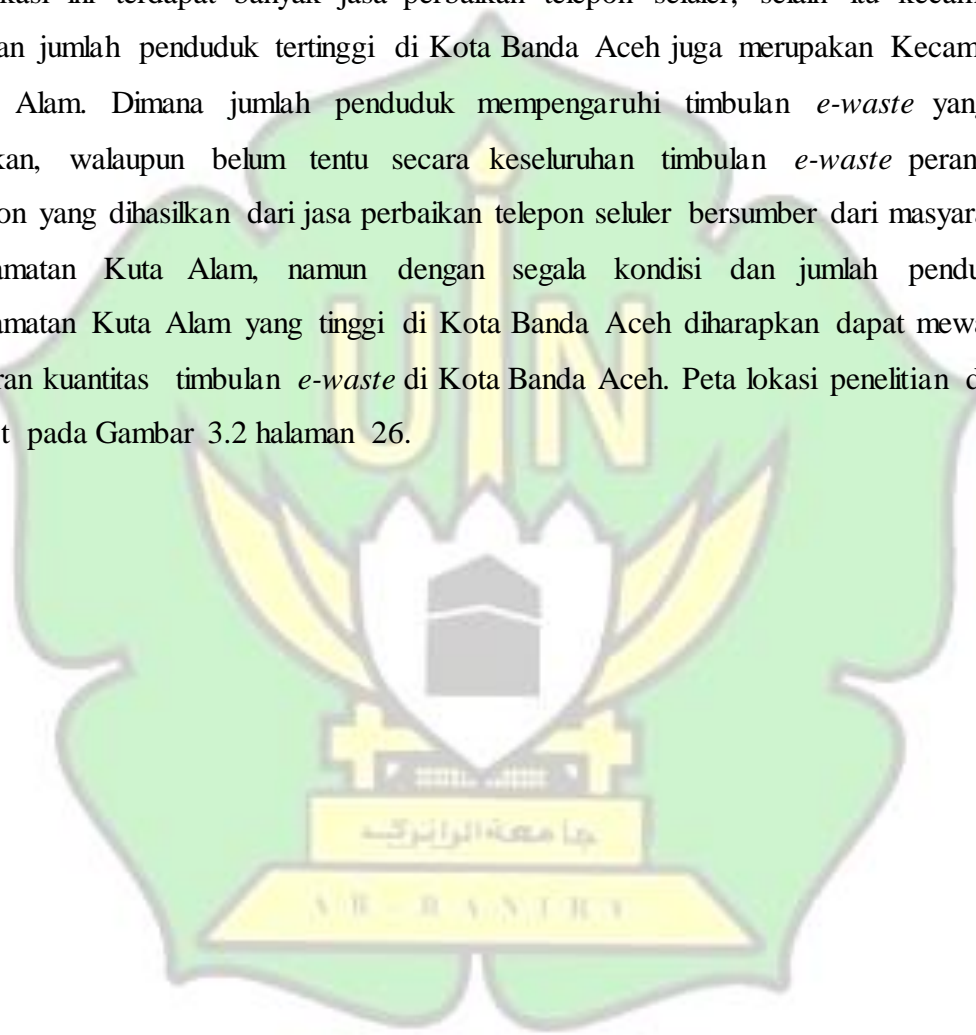
Setelah perumusan masalah di lakukan, selanjutnya untuk memperoleh dasar teori dan pemahaman yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian maka dilakukan pengembangan ide dan studi literatur. Melalui studi literatur, data dan informasi terkait *e-waste* secara umum dan terkhusus *e-waste* perangkat telepon bisa didapatkan. Sumber literatur yang dapat dijadikan rujukan meliputi jurnal, laporan lembaga nasional dan internasional, penelitian terdahulu seperti skripsi dan tesis yang telah dilakukan. Untuk mendapatkan pembahasan lebih spesifik, sumber literature international dapat digunakan dan tidak hanya mengacu pada literatur dari Indonesia,

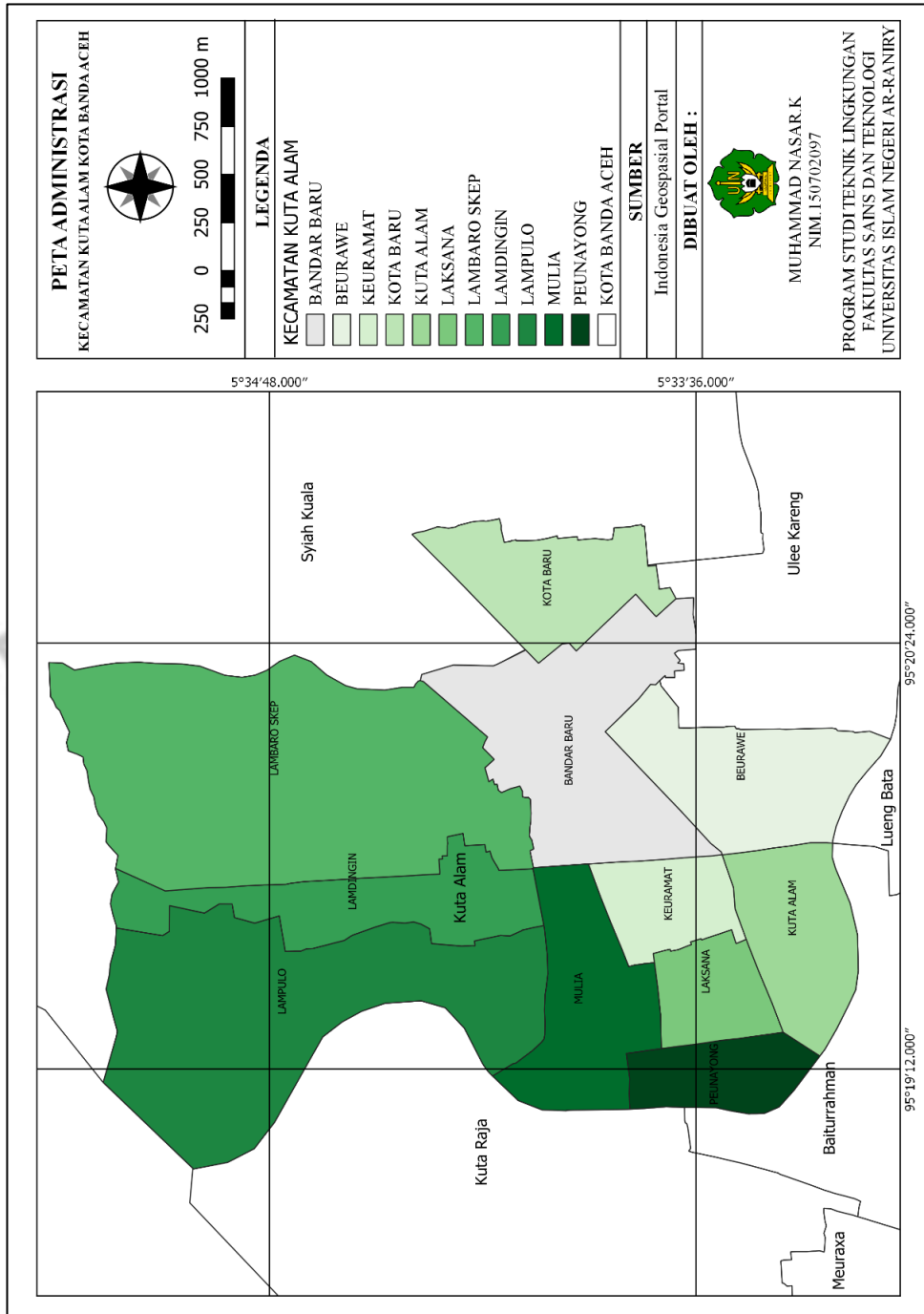


dikarenakan mengenai *e-waste* terkhusus *e-waste* perangkat telepon seluler belum banyak di bahas dalam literature Indonesia.

#### **3.4.4 Pemilihan Lokasi**

Kecamatan Kuta alam, Kota Banda Aceh menjadi wilayah studi dikarenakan di lokasi ini terdapat banyak jasa perbaikan telepon seluler, selain itu kecamatan dengan jumlah penduduk tertinggi di Kota Banda Aceh juga merupakan Kecamatan Kuta Alam. Dimana jumlah penduduk mempengaruhi timbulan *e-waste* yang di hasilkan, walaupun belum tentu secara keseluruhan timbulan *e-waste* perangkat telepon yang dihasilkan dari jasa perbaikan telepon seluler bersumber dari masyarakat Kecamatan Kuta Alam, namun dengan segala kondisi dan jumlah penduduk Kecamatan Kuta Alam yang tinggi di Kota Banda Aceh diharapkan dapat mewakili besaran kuantitas timbulan *e-waste* di Kota Banda Aceh. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 halaman 26.





**Gambar 3.2** Peta Lokasi Penelitian di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh

### **3.4.5 Observasi dan Studi awal lokasi**

Untuk mendapatkan gambaran kondisi umum, memetakan jumlah dan penyebaran jasa perbaikan telepon seluler yang berada di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh dapat dilakukan dengan studi awal lokasi dan observasi. Studi awal dan observasi juga dilakukan untuk memperoleh pertimbangan dan batasan dalam penelitian.

Hasil observasi awal di wilayah administrasi Kecamatan Kuta Alam, pada bulan Februari 2019 diperoleh jumlah jasa perbaikan telepon seluler sebanyak 25 toko seperti pada Gambar 3.3 halaman 29 dan lampiran II pada halaman 54.

Sedangkan Hasil survey ke Dinas Lingkungan Hidup, Kebersihan dan Keindahan Kota Banda Aceh atau dikenal DLHK3 Banda Aceh diketahui bahwa belum adanya data resmi timbulan limbah B3 di Kota Banda Aceh, kecuali limbah elektronik di puskesmas. Dan juga dari lampiran 1 data komposisi sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Kota Banda Aceh tidak didapatkan komposisi limbah *e-waste* terkhusus *e-waste* perangkat telepon seluler. Hal tersebut dikarekna *e-waste* masih memiliki nilai jual dan dapat digunakan kembali untuk mengganti komponen telepon seluler lainnya atau dikenal proses kanibalisasi membuat aliran material *e-waste* komponen telepon seluler banyak didistribusikan melalui jasa perbaikan telepon seluler.

### **3.4.6 Penentuan Teknik Sampling dan Jumlah Sampel**

Merujuk pada peraturan pemerintah (PP) nomor 18 tahun 1999, bahwa limbah B3 yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan berat yang dihasilkan perhari. Dan berdasarkan metode SNI 19-3964-1994 dan metode pengukuran *material balance analysis* proses pengambilan sampling dilakukan dengan melakukan pengukuran timbulan dan komposisi sampah selama 8 (delapan) hari. Sampling dilakukan dengan mencatat perangkat telepon seluler yang masuk ke jasa perbaikan kemudian menimbang berat *e-waste* dari hasil perbaikan perangkat telepon seluler yang dihasilkan perharinya dan menimbang berat barang yang keluar dari jasa perbaikan telepon seluler.

## 1. Jumlah sampel

Pendekatan statistika menggunakan metode sampling non perumahan atau non domestik dalam menentukan jumlah sampel penelitian yang *representative* digunakan persamaan berikut (SNI 19-3964-1994):

$$S = C_d \sqrt{T_s} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

S : Jumlah sampel

$C_d$  : Koefesien perumahan/toko

$T_s$  : Populasi Toko

sebanyak 25 toko menjadi populasi yang diperoleh dari hasil pendataan jasa perbaikan telepon seluler yang berada di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, maka untuk mendapatkan sampel yang *representative* dalam penelitian ini dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.1 sebagai berikut:

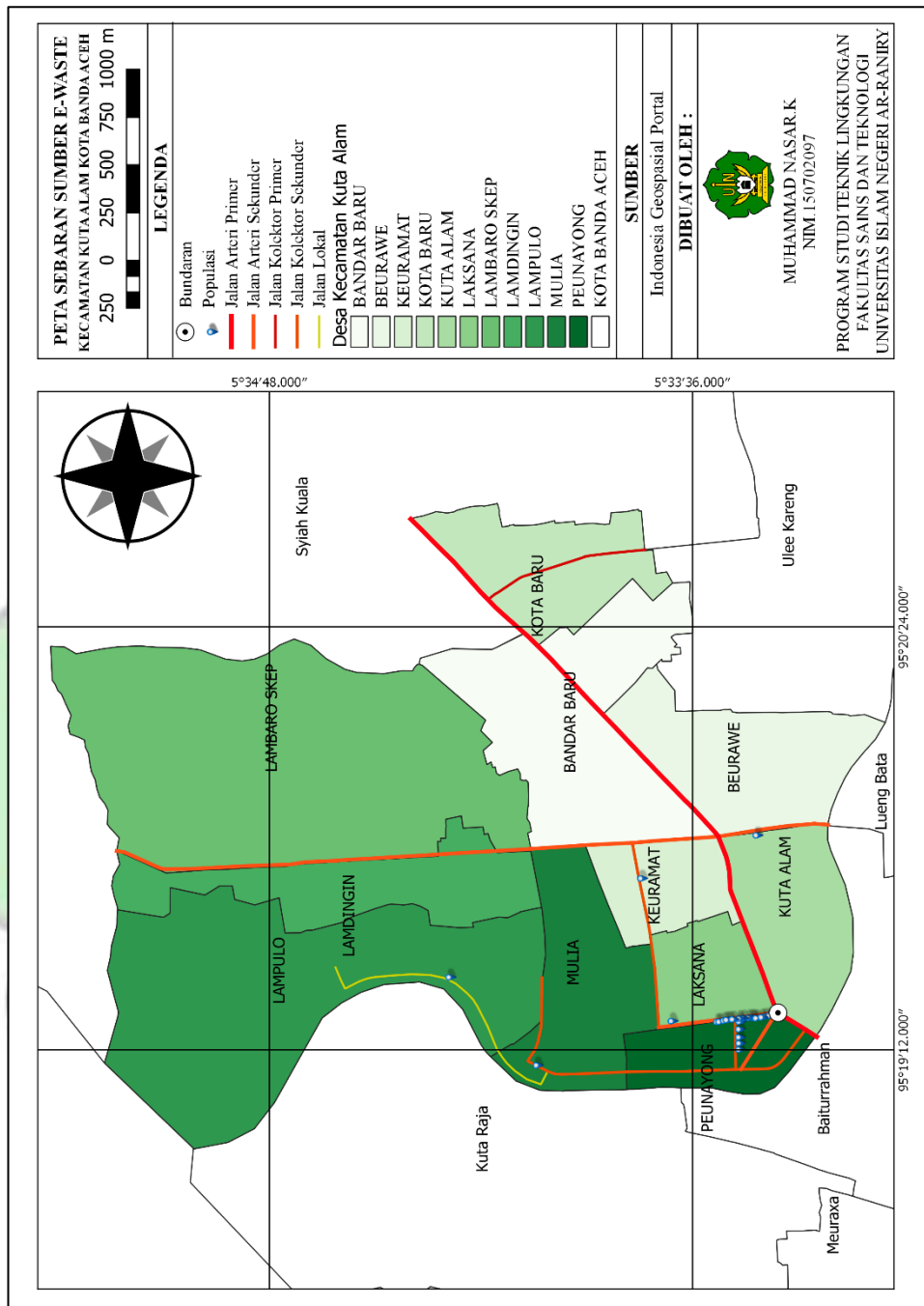
$$S = C_d \sqrt{T_s}$$

$$S = 1 \sqrt{25} = 5 \text{ sampel}$$

## 2. Peralatan pengambilan data

Dalam pengambilan sampel peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kantong plastik yang berfungsi sebagai wadah penampung sampel sampling *e-waste* sisa perbaikan telepon seluler dilokasi penelitian
- Timbangan Digital *Taffware*I-2000 dengan nilai Akurasi Akurasi 0,1 gr, untuk menimbang berat perangkat telepon seluler dan *e-waste* yang dihasilkan
- Perlengkapan kebersihan seperti tissue dan alat *safety* seperti sarung tangan dan masker.



**Gambar 3.3** Peta Sebaran Populasi atau Sumber *E-Waste* di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh



### 3.4.7 Jenis Data

Data pada penelitian ini berupa data sekunder dan data primer, data primer berupa wawancara untuk mendapatkan informasi terkait pengelolaan dan aliran material perangkat telepon seluler pada umumnya yang dilakukan di sektor informal. Adapun kuisioner yang akan digunakan dalam pengambilan data wawancara terdapat dalam lampiran IV. Selain menggunakan data primer dari wawancara, sampling dan dokumentasi. Data pada penelitian ini juga didukung oleh data sekunder berupa peta lokasi penelitian, kondisi eksisting dan literature penelitian terdahulu maupun peraturan perundang-undangan.

### 3.4.8 Pengolahan Data dan Pembahasan

Informasi yang dibutuhkan diperoleh dengan cara menganalisis data primer dan sekunder yang sudah dikumpulkan, informasi terkait timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler didapatkan dengan menggunakan pendekatan perhitungan berat berdasarkan SNI 19-3964 tahun 1994 dan perhitungan *materials balance analysis*. Selain itu data yang didapat dari hasil sampling dan wawancara, dianalisis menggunakan metode analisis data kuantitatif dan kualitatif. Adapun tahapan pengolahan data sebagai berikut:

1. Menghitung timbulan perangkat *e-waste* telepon seluler dalam kg/8hari
2. Menghitung timbulan perangkat telepon seluler dalam kg/hari
3. Menaksir nilai rata-rata timbulan *e-waste* dari populasi jasa perbaikan telepon seluler
4. Menghitung persentase komposisi *e-waste* perangkat telepon seluler
5. Menghitung aliran material perangkat telepon seluler

Hasil analisis dapat menjelaskan kegiatan dari jasa perbaikan telepon seluler dalam melakukan pengumpulan dan distribusi *e-waste* perangkat telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh

### 3.4.9 Pembuatan Aliran Material

Pembuatan aliran material menggunakan prinsip keseimbangan massa dengan menggunakan persamaan berikut (Sri Wuryanti,2016) :

$$Input = Output \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan :

*Input* : Berat material yang masuk pada unit studi, kg/8 hari

*Output* : Berat material yang keluar pada unit studi, kg/8 Hari

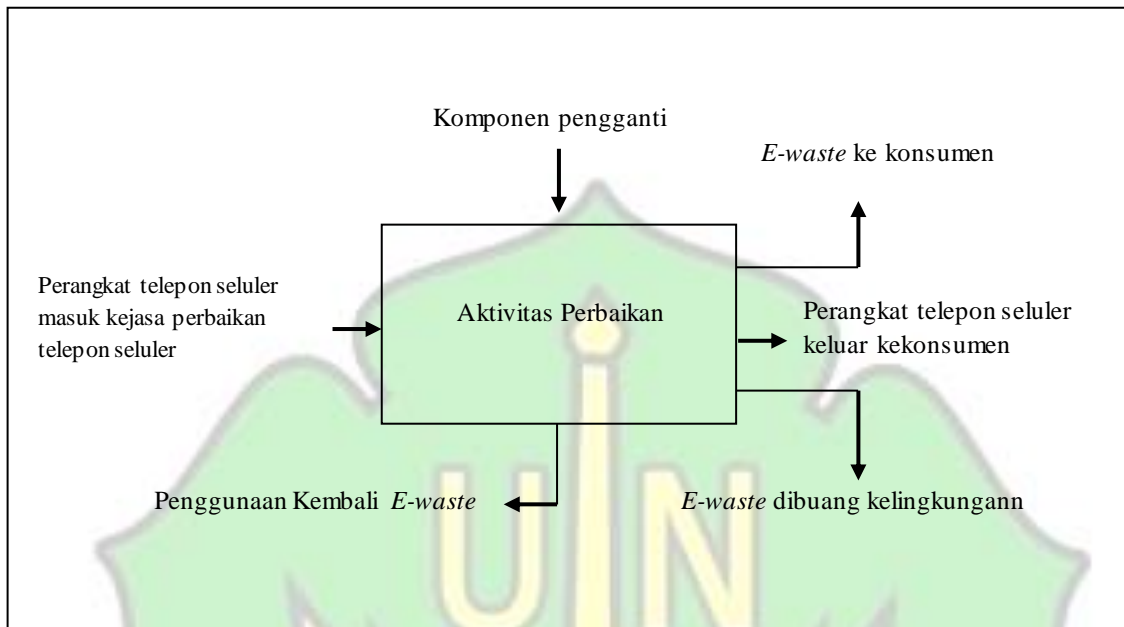
Pembuatan aliran material *e-waste* di batasi oleh fase daur hidup generasi *e-waste*. Hasil sampling dan wawancara terkait pengelolaan *e-waste* yang dilakukan oleh jasa perbaikan menjadi dasar dalam pembuatan aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler. Pembuatan aliran material *e-waste* pada fase daur hidup peralatan elektronik dibatasi pada fase generasi sampah, seperti pada Gambar 3.4



**Gambar 3.4 Batasan Penelitian Fase Daur Hidup E- Waste**

Sumber : Rini Dwicahyanti, 2012

Sedangkan pada Gambar 3.5 dapat diketahui pengelolaan *e-waste* masuk kedalam aktivitas perbaikan yang dilakukan oleh jasa perbaikan.



**Gambar 3.5 Skema Aliran E-Waste di Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

Sumber : Rini Dwicahyanti, 2012

### 3.5 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian identifikasi timbulan dan aliran material *e-waste* perangkat telepon seluler di kecamatan Kuta Alam meliputi studi literature, studi awal lokasi, pendataan objek studi, pengambilan data primer dan data sekunder dan penyusunan laporan yang akan di lakukan sejak April s.d Desember 2019

## BAB IV

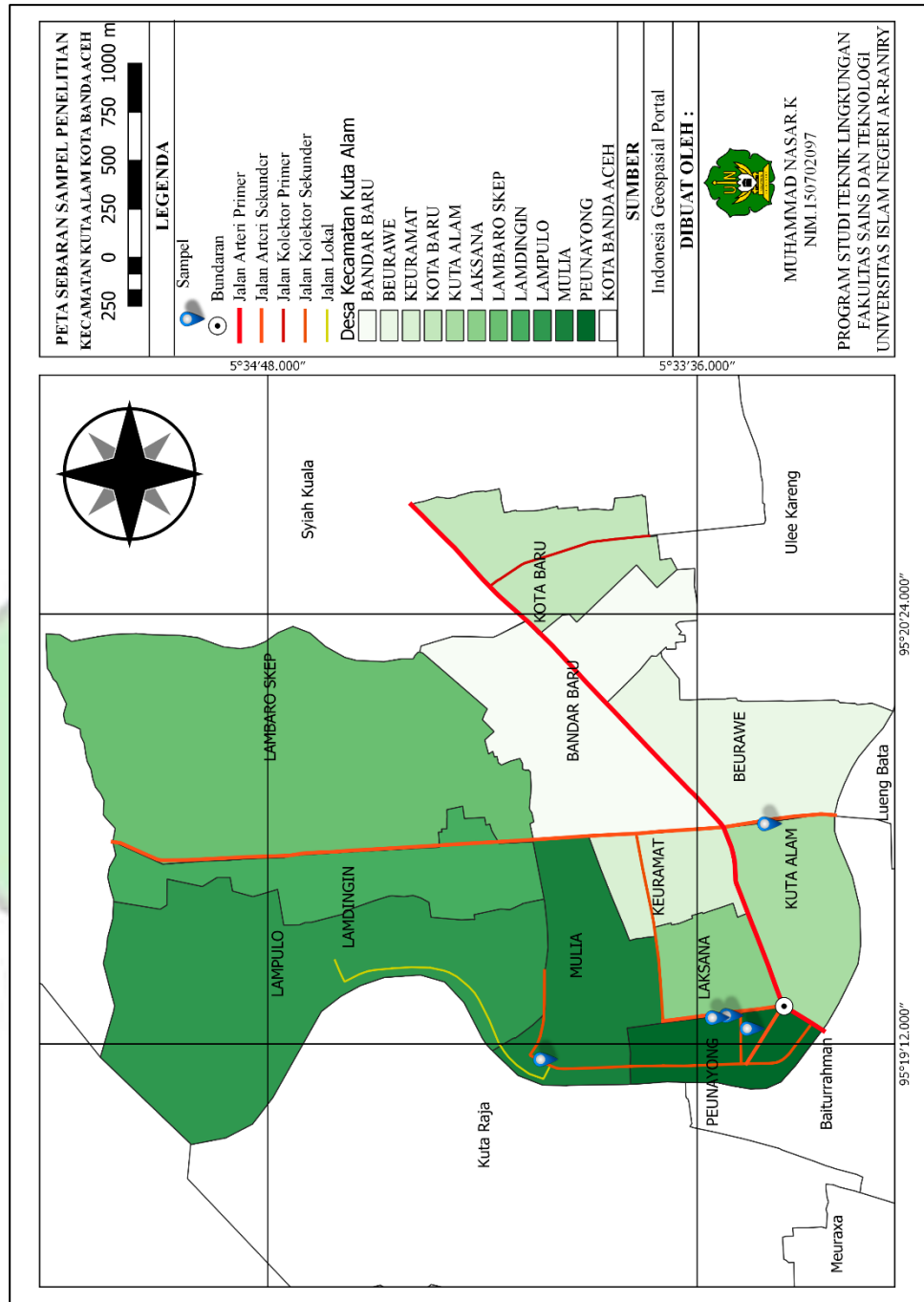
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data penelitian dilakukan di lapangan dilakukan melalui dua tahapan, yaitu wawancara dan sampling. Untuk memperoleh data pengelolaan *e-waste* perangkat telepon seluler dilakukan melalui wawancara pada tanggal 12 November 2019, selanjutnya pengambilan data timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler dilakukan melalui sampling sesuai SNI 19-3964-1994 yaitu dalam jangka waktu 8 hari, terhitung dari tanggal 13 November 2019 sampai dengan tanggal 20 November 2019 di 5 jasa perbaikan telepon seluler yang tersebar di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Untuk peta sebaran lokasi sampel dapat dilihat pada Gambar 4.1 pada halaman 34 dan untuk detail sampel dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

**Tabel 4.1 Detail Data Sampel Penelitian**

No	Nama Jasa Perbaikan	Pemilik	Lama Beroperasi (tahun)	Alamat
1	Zal Cell	Nazrizal	4 Tahun	Jalan Khairil Anwar, Desa Peunayong
2	Plaza Ponsel	Al Munawir	8 Tahun	Jalan T. Panglima Polem, Desa Peunayong
3	Duta Ponsel	Reza	17 Tahun	Jalan T. Panglima Polem, Desa Peunayong
4	Media Servive Hp	Rauyani	2 tahun	Jalan Sisingamangaraja, Desa Gampong Mulia
5	Harkat Ponsel	Zaini	13 Tahun	Jalan T. Hasan Dek, Desa Berawe

Pengambilan data timbulan dilakukan sampling selama 8 hari dengan menimbang berat *e-waste* dari hasil aktivitas perbaikan telepon seluler di jasa perbaikan telepon seluler, dalam melakukan penimbangan berat *e-waste* digunakan satu jenis timbangan digital *Taffware* I-2000 dengan nilai akurasi 0,1 gr.



Gambar 4.1 Peta Sebaran Sampel.



Pengambilan data timbulan dan komposisi *e-waste* perangkat telepon seluler melalui sampling pada tiap-tiap titik lokasi sampel dianggap mewakili jumlah *e-waste* yang dihasilkan dari populasi jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.

#### 4.1 Timbulan *E-Waste* Perangkat telepon seluler

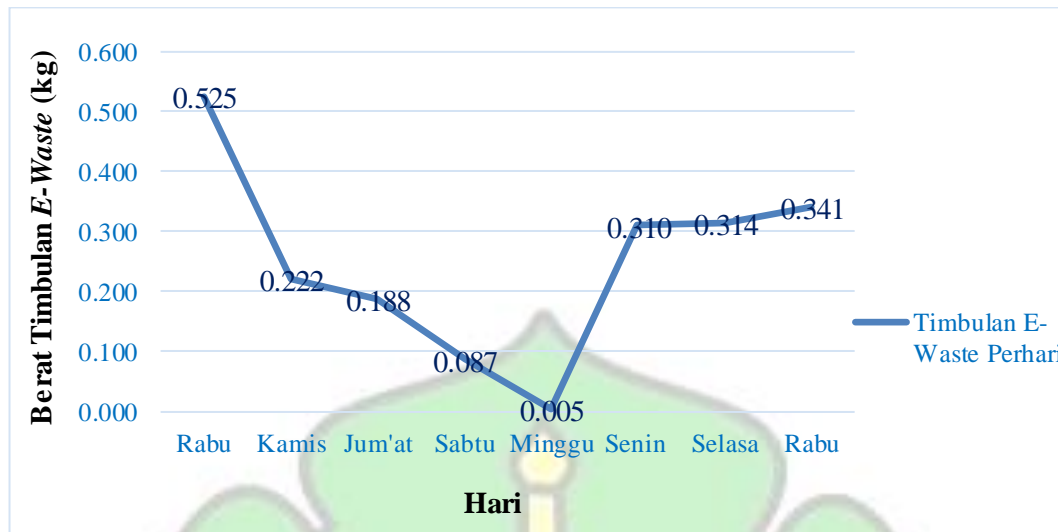
Dari hasil sampling data timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh selama 8 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Data Timbulan *E-Waste* Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

No	Jasa Perbaikan	Hari								Timbulan (Kg/8hari)	Timbulan Rata-Rata (Kg/hari)
		Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu		
1	Zal Cell	0.083	0	0	0.053	0	0.041	0.074	0	0.251	0.031
2	Plaza Ponsel	0.158	0.065	0.029	0.034	0	0.101	0	0.138	0.525	0.066
3	Duta Ponsel	0.252	0.083	0.103	0	0	0.168	0.073	0.148	0.827	0.103
4	Media Service Hp	0	0	0	0	0.005	0	0.166	0	0.171	0.021
5	Harkat Ponsel	0.032	0.074	0.055	0	0	0	0	0.055	0.217	0.027
Timbulan (kg/hari)		<b>0.525</b>	<b>0.222</b>	<b>0.188</b>	<b>0.087</b>	<b>0.005</b>	<b>0.310</b>	<b>0.314</b>	<b>0.341</b>	<b>1.990</b>	<b>0.249</b>

Dari pengolahan data sampling timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler di dapatkan nilai berat timbulan selama 8 hari sebanyak 1.990 Kg/8hari dengan berat rata-rata timbulan perangkat telepon seluler yang dihasilkan perhari sebesar 0.249 kg/hari.

Data timbulan *e-waste* yang dihasilkan selama 8 hari dari jasa perbaikan telepon seluler, kemudian diplotkan kedalam bentuk grafik untuk memperoleh trend timbulan *e-waste* yang dihasilkan oleh seluruh jasa perbaikan telepon seluler, trend timbulan *e-waste* dari jasa perbaikan telepon seluler selama 8 hari di Kecamatan Kuta Alam dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut:



**Gambar 4.2 Grafik Berat Timbulan *E-Waste* Seluruh Jasa Perbaikan Telepon Seluler Per Hari**

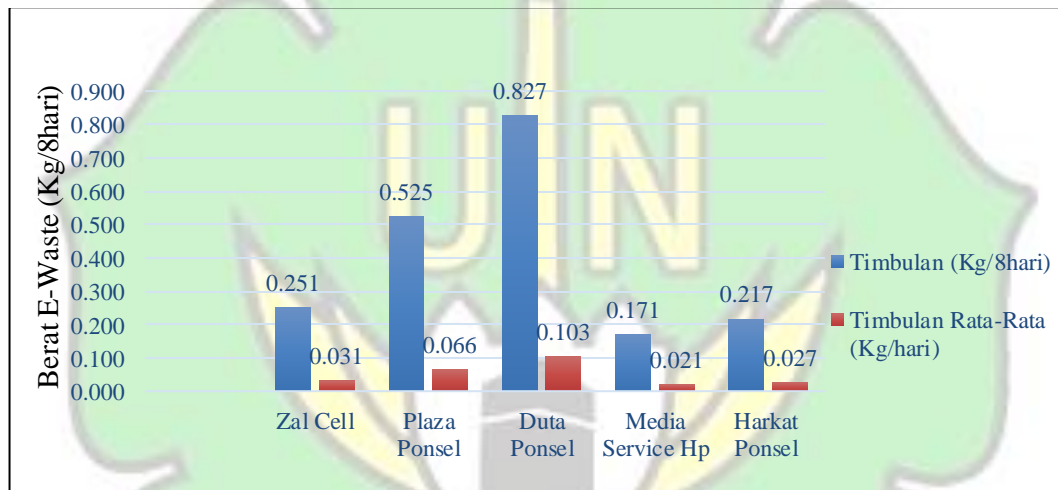
Pada Gambar 4.2 berat *e-waste* dari seluruh jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh terdapat *trend* fluktuasi berat timbulan *e-waste* selama 8 hari. Dimana pada hari Rabu sampai dengan hari Minggu mengalami penurunan yang cukup signifikan, kemudian mulai naik lagi pada hari Senin, selanjutnya pada hari Selasa kembali mengalami penurunan dan terakhir pada hari Rabu timbulan *e-waste* kembali mengalami naik.

Kondisi timbulan yang fluktuatif ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya dikarenakan pada hari Rabu sampai dengan hari Sabtu merupakan hari kerja bagi kebanyakan masyarakat, sehingga kurang memiliki waktu untuk mengantarkan perangkat telepon seluler untuk diperbaiki. Selain itu juga disebabkan oleh adanya perbaikan *software* dan tutupnya sebagian operasional toko jasa perbaikan telepon seluler pada hari Minggu sehingga timbulan *e-waste* yang dihasilkan pun sedikit.

Sedangkan pada hari Senin kembali mengalami kenaikan timbulan *e-waste*, hal tersebut dikarenakan pada hari Senin toko jasa perbaikan telepon seluler kembali beroperasi, sehingga banyak konsumen yang sebelumnya tidak sempat mengantarkan perangkat telepon seluler untuk diperbaiki pada hari Minggu dikarenakan tidak beroperasinya toko jasa perbaikan telepon seluler, maka memanfaatkan hari kerja

diawal Minggu seperti hari Senin, Selasa dan Rabu untuk memperbaiki perangkat telepon selulernya.

Timbulan *e-waste* yang dihasilkan oleh setiap jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh berbeda-beda seperti yang terdapat pada Gambar 4.3. Adanya *trend* fluktuasi dari data timbulan seluruh jasa perbaikan telepon seluler peharinya menunjukkan bahwa terdapat penyimpangan nilai-nilai yang diperoleh terhadap nilai rata-rata timbulan *e-waste* yang dihasilkan oleh seluruh jasa perbaikan telepon seluler per hari-nya.



**Gambar 4.3 Grafik Berat Total dan Rata-rata Timbulan *E-Waste* Setiap Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa Duta Ponsel merupakan jasa perbaikan telepon seluler yang menghasilkan timbulan *e-waste* paling besar, sedangkan timbulan *e-waste* paling kecil dihasilkan jasa perbaikan Media Service Hp. Perbedaan jumlah timbulan disetiap jasa perbaikan telepon seluler dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti jenis barang yang masuk dan jumlah barang yang masuk atau konsumen yang datang. Perbedaan jumlah konsumen yang datang ke setiap toko perbaikan telepon seluler dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya:

1. Akses menuju jasa perbaikan telepon seluler mudah.
2. Konsumen menilai pelayanan yang diberikan lebih baik dari jasa perbaikan lainnya.

3. Sudah lama beroperasi sehingga sudah memiliki kepercayaan atau langganan dari konsumen.
4. Ketersediaan atau kelengkapan peralatan dan suku cadang.
5. Biaya perbaikan dan kepuasan terhadap hasil perbaikan.

Untuk menghitung timbulan *e-waste* berbeda dengan timbulan sampah perkotaan dari aktivitas pemukiman, dimana timbulan dapat diprediksi dari kebutuhan dan aktivitas per jiwa per hari-nya disuatu wilayah tertentu. Perhitungan timbulan *e-waste* yang dihasilkan dari aktivitas perbaikan telepon seluler tidak dapat diprediksi dari kebutuhan dan aktivitas per jiwa per hari, karena telepon seluler merupakan barang pelengkap sehingga setiap harinya belum tentu rusak dan belum tentu menghasilkan *e-waste* atau bersifat tidak menentu. Selain itu, aktivitas perbaikan dari telepon seluler belum tentu dilakukan setiap hari, berbeda dengan aktivitas primer seperti makan, minum dan memasak yang bersifat rutin dan menghasilkan sampah setiap harinya.

#### 4.1.1 Menaksir Nilai Rata-Rata Timbulan *E-Waste* Dari Populasi

Penaksiran rata-rata timbulan *e-waste* yang dihasilkan dari populasi telepon seluler dilakukan dengan menggunakan pendekatan persamaan dibawah ini dengan koefisien kepercayaan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebesar 90% atau 0,9. Untuk menghitung interval taksiran nilai rata-rata populasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} - t_p \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t_p \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (4.1)$$

Dengan nilai sebagai berikut:

- Rata-rata sampel ( $\bar{X}$ ) = 0.050 kg/jasa perbaikan/hari
- Simpangan Baku (S) = 0.031
- Nilai  $t_p$  didapatkan dari tabel lampiran VII dengan derajat kebebasan 4 dan nilai kepercayaan 0,9 = 1,53

Maka nilai interval taksiran nilai rata-rata berdasarkan persamaan 4.1 adalah sebagai berikut:

$$0,050-1,53.\frac{0.031}{\sqrt{5}} < \mu < 0,050+1,53.\frac{0.031}{\sqrt{5}}$$

$$0,029 < \mu < 0.071 \text{ Kg/Jasa perbaikan/hari}$$

#### 4.2 Komposisi E-Waste Jasa Perbaikan Telepon Seluler

Komponen dihasilkan dari aktivitas perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh sangat beragam, mulai dari LCD, Baterai, konektor charger, speaker, kamera, *Finger print* dan casing. Sedangkan bahan penyusun yang dihasilkan dari aktivitas perbaikan telepon seluler berupa kaca, logam, plastik, campuran logam dan plastik, dan campuran kaca dan plastik.

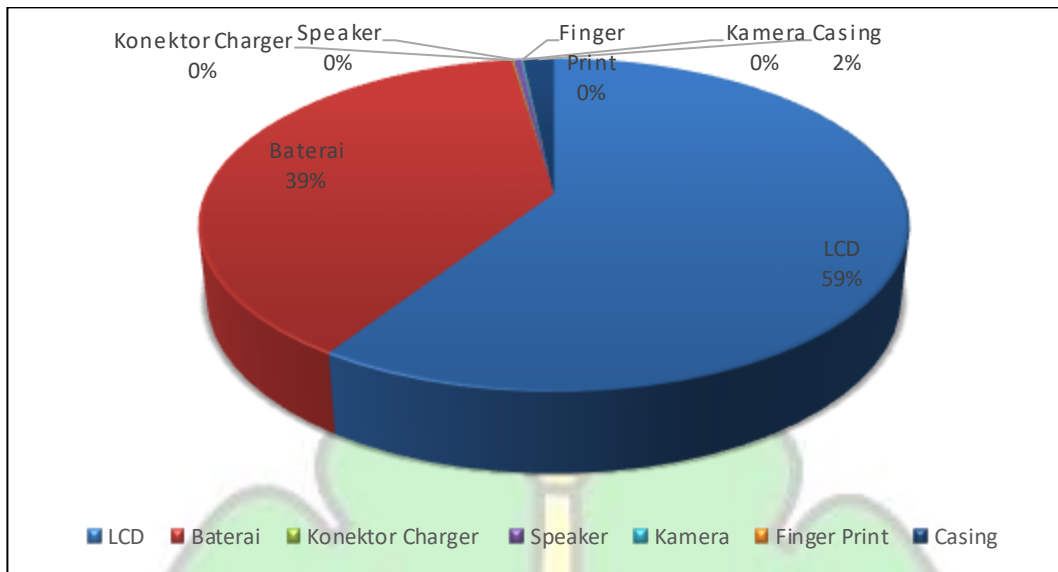
Berikut merupakan data komposisi *e-waste* berdasarkan komponen penyusun telepon seluler dan berdasarkan bahan penyusunnya

**Tabel 4.3 Timbulan E-Waste Komponennya Perjasa Perbaikan Berdasarkan**

No.	Nama Toko	Komponen							Total Timbulan Perjasa/8hari
		LCD	Baterai	Konektor Charger	Speaker	Camera	Finger Print	Casing	
1	Zal Cel	0.073	0.178	0	0	0	0	0	0.251
2	Plaza Ponsel	0.396	0.096	0	0	0	0	0.034	0.525
3	Duta Ponsel	0.432	0.383	0.002	0.008	0.002	0.001	0	0.827
4	Media Service Hp	0.171	0	0	0	0	0	0	0.171
5	Harkat ponsel	0.106	0.111	0	0	0	0	0	0.217
<b>Total</b>		<b>1.178</b>	<b>0.767</b>	<b>0.002</b>	<b>0.008</b>	<b>0.002</b>	<b>0.001</b>	<b>0.034</b>	<b>1.990</b>

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa komponen computer paling banyak mengalami kerusakan dan menghasilkan *e-waste* adalah komponen LCD, dengan berat timbulan 1.178 kg/8hari, kemudian komponen dengan timbulan paling rendah adalah *Finger print* dengan berat timbulan 0.001 kg/8hari, berikut persentase timbulan *e-waste* berdasarkan komponen penyusunannya.



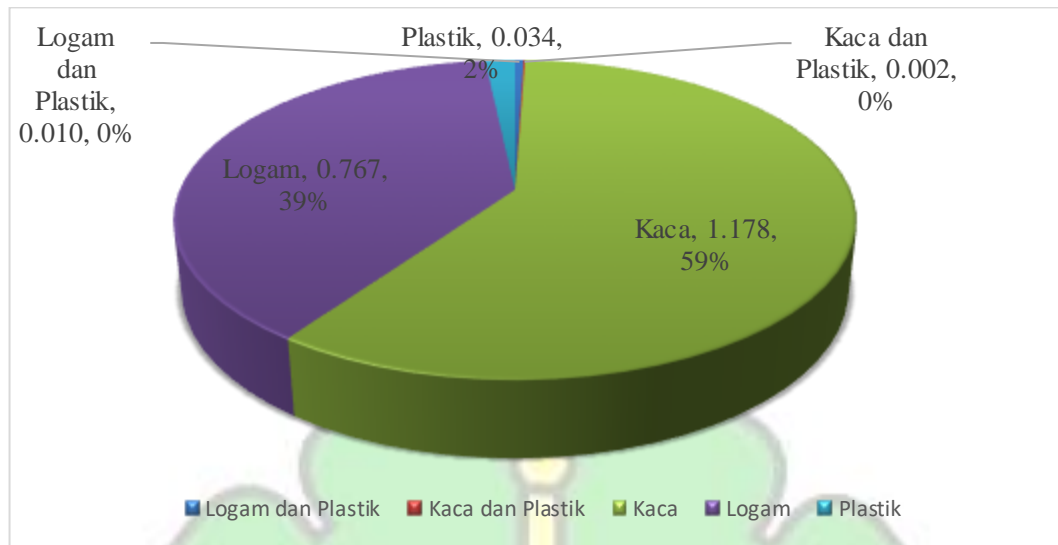


**Gambar 4.4** Persentase *E-Waste* Berdasarkan Komponen Penyusunnya

Setelah diketahui presentase timbulan berdasar komponennya, selanjutnya pada Tabel 4.5 dilakukan pengelompokkan timbulan *e-waste* berdasarkan bahan penyusunnya.

**Tabel 4.4** Timbulan *E-Waste* Berdasarkan Bahan Penyusunnya

No.	Komponen	Bahan Penyusun	Berat (kg)
1	LCD	Kaca	1.178
2	Baterai	Logam	0.767
3	Konektor Charger	Logam dan Plastik	0.002
4	Speaker	Logam dan Plastik	0.008
5	Camera	Kaca dan Plastik	0.002
6	<i>Finger Print</i>	Logam	0.001
7	Casing	Plastik	0.034
<b>Total</b>			1.990



**Gambar 4.5 Persentase *E-Waste* Berdasarkan Bahan Penyusunnya**

Dari Tabel 4.5 dan Gambar 4.5 dapat diketahui persentase timbulan *e-waste* berdasarkan bahan penyusunnya. Jenis bahan penyusun dengan timbulan tertinggi adalah *e-waste* berbahan kaca dengan berat timbulan 1.178 kg/8 hari atau 59% dari total timbulan *e-waste* perangkat telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh dan timbulan *e-waste* dengan bahan penyusun kaca dan plastik merupakan timbulan *e-waste* paling rendah dengan berat timbulan 0.0002 kg/8 hari.

#### **4.3 Pengelolaan *E-Waste* Perangkat Telepon Seluler Pada Jasa Perbaikan Telepon Seluler Di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh**

Informasi dan fakta terkait pengelolaan *e-waste* perangkat telepon seluler dari jasa perbaikan telepon seluler pada penelitian ini, peneliti melakukan observasi dan wawancara kepada seluruh pihak yang dijadikan sampel pada penelitian ini. Informasi yang menjadi pertanyaan pada wawancara terdiri dari informasi aktivitas jasa perbaikan telepon seluler, pengelolaan *e-waste*, dan distribusi *e-waste* yang dihasilkan.

Hasil wawancara dan observasi dilokasi penelitian tepatnya di toko-toko jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, diketahui terdapat beberapa perbedaan dalam pengelolaan *e-waste* perangkat telepon seluler. Sebanyak 70% pelaku jasa perbaikan telepon seluler membuang *e-waste* ke tempat sampah biasa atau ke lingkungan, sebesar 10% dikembalikan ke konsumen, 10% untuk

disimpan atau akan digunakan kembali untuk aktivitas perbaikan lainnya (kanibalisasi) dan sebanyak 10 % terakhir dijual kepegepul *e-waste*.

Selain itu dari aktivitas perbaikan ataupun memanfaatkan kembali *e-waste*, diketahui hanya 60% pihak jasa perbaikan telepon seluler terkhusus teknisi yang menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti penggunaan masker, sarung tangan maupun kaca mata. Padahal komponen-komponen dari perangkat telepon seluler mengandung B3 dan dapat mengganggu kesehatan manusia apabila terhirup atau masuk kedalam tubuh.

#### **4.4 Aliran Material *E-Waste* Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

Berdasarkan dari data sampling timbulan yang dihasilkan oleh jasa perbaikan seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh. Peneliti menyusun skema aliran material perangkat telepon seluler dengan menggunakan sistem keseimbangan massa (*mass balance*) seperti persamaan 3.2.

$$Input = Output$$

Keterangan :

*Input* : berat material yang masuk pada unit studi (kg/8hari)

*Output* : berat material yang keluar pada unit studi (kg/8hari)

Pada proses menyusun skema aliran material *e-waste* dari aktivitas perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh, peneliti mengidentifikasi beberapa hal terkait aktivitas perbaikan telepon seluler, diantaranya:

1. Masuknya perangkat telepon seluler
2. Perbaikan telepon seluler yang dilakukan
3. Keluarnya perangkat telepon seluler dari

**Tabel 4.5 Data Berat Perangkat Telepon Seluler Masuk, Berat *E-Waste* dan Berat Perangkat Telepon Seluler Keluar**

No	Nama Jasa Perbaikan	Barang Masuk (kg/8hari)	Berat <i>E-Waste</i> (kg/8hari)	barang Keluar (kg/8hari)
1	Zal Cell	0.884	0.251	0.884
2	Plaza Ponsel	1.905	0.525	1.905
3	Duta Ponsel	3.018	0.827	3.018
4	Media Service Hp	0.682	0.171	0.682
5	Harkat Ponsel	0.722	0.217	0.722
<b>Total Berat</b>		<b>7.210</b>	<b>1.990</b>	<b>7.210</b>

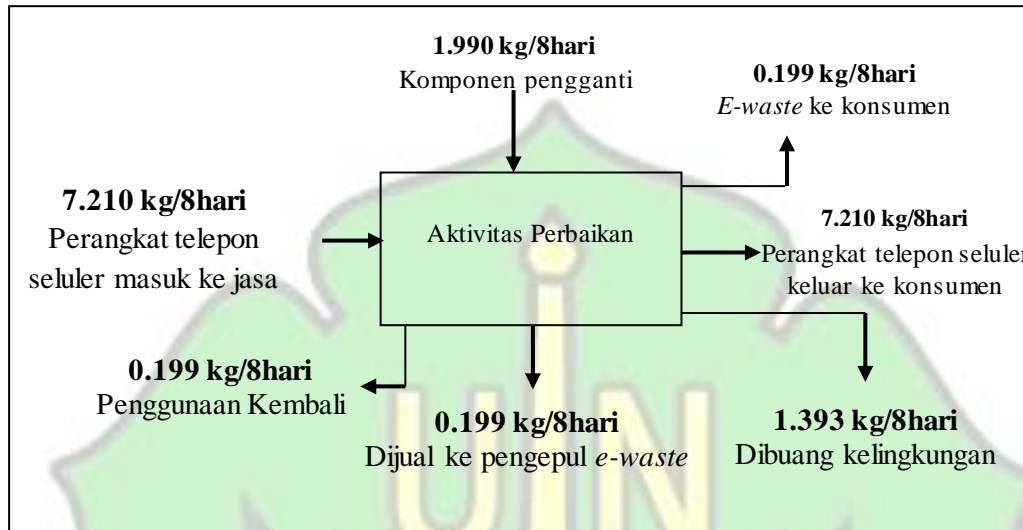
Dari Tabel 4.6 terkait data hasil sampling selama 8 hari pada toko jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, berat barang masuk kedalam aktivitas perbaikan sebesar 7.210 kg/8hari, berat *e-waste* sebesar 1.990 kg/8hari, sedangkan berat barang yang keluar dari aktivitas perbaikan sebesar 7.210 kg/8hari. Berat barang masuk dan barang keluar bernilai sama, dikarenakan tidak adanya aktivitas tukar tambah pada jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.

Sedangkan berdasarkan data wawancara terkait penegelolaan *e-waste* perangkat telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, Sebanyak 70% pelaku jasa perbaikan telepon seluler membuang *e-waste* ke tempat sampah biasa atau tempah sampah umum, dikembalikan ke konsumen sebanyak 10%, untuk disimpan atau akan digunakan kembali untuk aktivitas perbaikan lainnya (kanibalisasi) sebanyak 10% dan 10% terakhir dijual ke pengepul *e-waste*.

**Tabel 4.6 Rincian Aliran *E-Waste* Dari Aktivitas Perbaikan**

No.	Aliran Material <i>E-waste</i>	%	Berat (kg/8hari)
1	Dibuang ke Tempat sampah biasa	70	1.393
2	Dikembalikan ke konsumen	10	0.199
3	Disimpan oleh jasa perbaikan untuk dimanfaatkan	10	0.199
4	Dijual ke pengepul	10	0.199
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>1.990</b>

Berikut merupakan aliran material atau *mass balance e-waste* dari aktivitas perbaikan telepon seluler oleh jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh:



**Gambar 4.6 Aliran Material E-Waste dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

Setelah ketahui aliran material *e-waste* telepon seluler dari aktivitas perbaikan telepon seluler, selanjutnya dilakukan pengecekan terhadap konsep kesetimbangan massa sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Input} &= 7.210 \text{ kg/8 hari} + 1.990 \text{ kg/8 hari} \\ &= 9.2 \text{ kg/8 hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Output} &= 7.210 \text{ kg/8 hari} + 0.199 \text{ kg/8 hari} + 1.393 \text{ kg/8 hari} + 0.199 \text{ kg/8 hari} + 0.199 \\ &\text{ kg/8 hari} \\ &= 9.2 \text{ kg/8 hari} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 3.2, maka diperoleh keseimbangan material sebagai berikut:

$$\text{Input} = \text{Output}$$

$$9.2 \text{ kg/8 hari} = 9.2 \text{ kg/8 hari}$$



Nilai yang diperoleh dari perhitungan menunjukkan material yang masuk sama dengan material yang keluar, dengan demikian dapat dikatakan pembuatan aliran material *e-waste* pada penelitian ini telah menerapkan konsep keseimbangan massa.

*E-waste* yang dihasilkan dari jasa perbaikan telepon seluler, secara umum mengalir atau terdistribusi ke beberapa pihak, diantaranya:

1. Konsumen dan lingkungan

Komponen sisa dari perbaikan telepon seluler atau *e-waste* dapat dibawa kembali oleh konsumen, komponen sisa perbaikan dikembalikan oleh jasa perbaikan ke konsumen sebagai barang bukti bahwa perbaikan atau pergantian komponen sudah dilakukan. Setelah sampai ke tangan konsumen, ada tiga kemungkinan yang akan dilakukan terhadap *e-waste* tersebut, diantaranya:

- Disimpan seperti barang rumah tangga yang tidak terpakai lainnya.
- Dijual ke pengepul *e-waste* apabila masih memiliki nilai jual
- Dan dibuang ke lingkungan baik ke tempat sampah ataupun secara sembarangan.

2. Jasa perbaikan itu sendiri

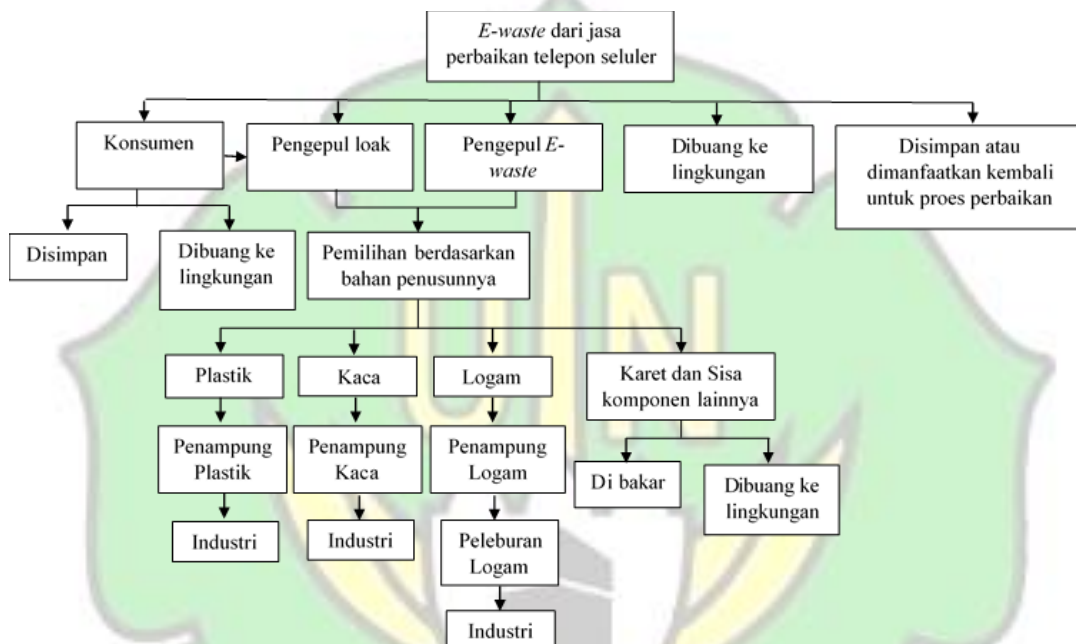
*E-waste* dari aktivitas perbaikan telepon seluler apabila masih bisa dimanfaatkan dan tidak dibawa kembali oleh konsumen, maka *e-waste* tersebut disimpan oleh jasa perbaikan telepon seluler sebagai suku cadang yang sewaktu-waktu dapat digunakan kembali untuk proses perbaikan perangkat lainnya yang disebut kanibalisasi. Sedangkan komponen yang tidak dapat digunakan kembali dan tidak diambil oleh konsumen maka akan dibuang ke lingkungan, baik itu ketempat sampah ataupun dibuang sembarang.

3. Pengepul *e-waste*

Komponen telepon seluler dari aktivitas perbaikan telepon seluler yang tidak dapat dimanfaatkan kembali oleh jasa perbaikan telepon seluler maka akan dijual kepada pedagang loak dan pengepul *e-waste*, kemudian pihak pedagang loak dan pengepul *e-waste* akan memilah *e-waste* berdasarkan bahan penyusunnya dan *e-waste* yang sudah dipilah akan dijual ke penampung sampah khusus untuk didaur ulang. Sedangkan sisa dari bahan penyusun yang tidak dapat didaur ulang akan dibakar dan dibuang ke lingkungan baik ketempat sampah atau membuangnya

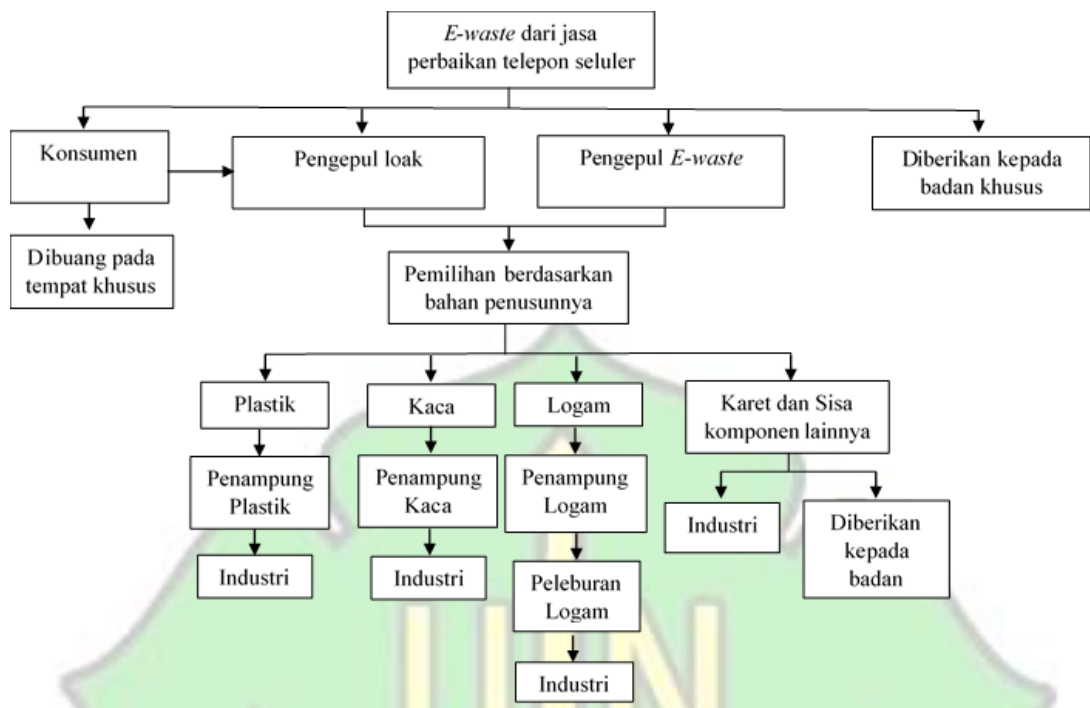
secara sembarang. Hasil daur ulang *e-waste* yang berkualitas akan didistribusikan oleh penampung sampah khusus ke industri yang membutuhkan bahan baku tersebut.

Berikut adalah skema aliran material *e-waste* dari jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh



**Gambar 4.7 Skema Aliran Material *E-Waste* dari Jasa Perbaikan Telepon Seluler**

Dari Gambar 4.7 diketahui bahwa penanganan atau pengelolaan *e-waste* tidak terkelola dengan baik dimana masih ada *e-waste* telepon seluler yang disimpan sembarangan, dibuang ke lingkungan dan dibakar. Berdasarkan peraturan pemerintah nomor 101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), maka penting untuk melakukan pengelolaan terhadap *e-waste* telepon seluler secara tepat dan aman agar tidak mencemari lingkungan. Berikut adalah rekomendasi skema aliran pengelolaan *e-waste* telepon seluler yang dapat diterapkan di Kecamatan Kuta Alam, Kota Banda Aceh.



**Gambar 4.8 Rekomendasi Aliran Material *E-Waste* pada Jasa Perbaikan Telepon Seluler**



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Timbulan *e-waste* yang dihasilkan dari aktivitas perbaikan telepon seluler pada jasa perbaikan telepon seluler di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh selama 8 hari adalah sebesar 1.990 kg dengan timbulan rata-rata yang dihasilkan sebesar 0.249 kg/hari
2. Komposisi dari timbulan *e-waste* berdasarkan berdasarkan komponen penyusunnya terdiri dari *Liquid Cristal Display* (LCD) 1.178 kg/8hari, baterai 0.767 kg/8hari, konektor charger 0.002 kg/8hari, speaker 0.008 kg/8hari, kamera 0.002 kg/8hari, *finger print* 0.001 kg/8hari dan terakhir *casing* 0.034 kg/8hari.
3. Pengelolaan dan distribusi *e-waste* dari aktivitas jasa perbaikan telepon seluler masih belum sesuai aturan yang berlaku, dimana sebesar 70% dibuang kelingkungan, 10% dibawa kembali oleh konsumen sebesar, 10% disimpan dan dimanfaatkan kembali untuk aktivitas perbaikan lainnya, dan 10% terakhir dijual ke pengepul atau pedagang *e-waste*.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat peneliti berikan berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi timbulan, komposisi dan material *e-waste* sebaiknya juga dilakukan di lokasi lainnya di Kota Banda Aceh untuk mengetahui jumlah timbulan, komposisi dan aliran material *e-waste* secara keseluruhan di Kota Banda Aceh

2. Perlu dilakukan kampanye (penyuluhan) bagi pihak terlibat dalam pengelolaan *e-waste* baik terkait penyimpanan *e--waste*, penyaluran *e-waste* dan penggunaan APD seperti sarung tanga, masker dan kaca mata saat bekerja memperbaiki telepon seluler maupun saat melakukan pengelolaan *e-waste*.
3. Pemerintah Kota Banda Aceh terkhusus instansi yang menangani permasalahan persampahan Kota Banda Aceh dalam hal ini DLHK3 Banda Aceh sebaiknya melakukan evaluasi terkait pengelolaan limbah B3 dan melakukan pendataan terhadap aktivitas usaha yang menghasilkan limbah B3 dan berpotensi mencemari lingkungan hidup dan kesehatan manusia.
4. Diharapkan peran serta dan kerja sama dari semua pihak terkait diantaranya pihak jasa perbaikan, konsumen, pengepul loak dan pedagang *e-waste*, maupun pemerintah agar *e-waste* yang ada terkelola dengan baik dan aman.





## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Pengelolaan Sampah Di Indonesia. Katalog 3305001*
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. 2018. *Statistik Kecamatan Kuta Alam. Katalog 1101002.1171030*. Banda Aceh: BPS Kota Banda Aceh
- Chaplin, J.P. 2008. *Kamus Lengkap Psikologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Dwicahyanti. 2012. *Identifikasi Material E-Waste Perangkat Komputer Dari Jasa Perbaikan Komputer Di Kecamatan Cimanggis Kota Depok*. Depok : Universitas Indonesia
- Damanhuri, Erni dan Tri Padmi. 2010. *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Damanhuri, Widi astute, 2012, *Studi Persepsi dan Perilaku Jasa Servis Dalam Memperpanjang Aliran Limbah Elektronik (E Waste) Di Kota Semarang*. Semarang: Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
- Eric Williams. 2015. *Exploring e-waste management systems in the United States*. Amerika Serikat: Arizona State University
- Hardina. 2016. *Perkembangan Telepon Seluler dari Generasi Pertama sampai Sekarang*. Sulawesi Tenggara : Universitas Halu Oleo
- Henrik Selin and Stacy D. VanDeveer. 2006. *Raising Global Standards: Hazardous Substances and E-Waste Management in the European Union*. Volume 48 Number 10
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Tahun 2017 Statistik Penduduk Indonesia Terhadap Telepon Seluler. Jakarta
- Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 1993. *Tentang Pengesahan Amendment To The Basel Convention On The Control Of Transboundary Movements Of Hazardous Wastes And Their Disposal (Amendemen Atas Konvensi Basel Tentang Pengawasan Perpindahan Lintas Batas Limbah Berbahaya Dan Pembuangannya)*

- M.s Lopa J.Vora 2015 *Evolution of mobile generation technology : 1G To 5 G anda Review of Upcoming Wireless Technology 5G*. Scientific Journal Impact Factor (SJIF): 1.711
- Peraturan Gubernur Aceh Nomor 57 Tahun 2016 Tentang Pelaksanaan Pemantauan dan Pengawasan Lingkungan Hidup Di Aceh
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 tahun 2014. *Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 tahun 1999. *Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*
- Sasongko, Setia Budi. 2008. Teknik. Simulasi Pengelolaan Sampah Kota Dengan Powersim. Vol. 29, No. 2, 99
- Seta RB, Wicaksana IW. 2012. *Database Address Book Pada Handphone Untuk Platform Series 40 5th Edition Menggunakan Record Management System*. Jawa Barat: Universitas Gunadarma
- Sri Wuryanti, 2016. *Neraca Massa dan Energi*. Jawa Barat: Politeknik Negeri Bandung
- Standar Nasional Indonesia Nomor 19-2452 Tahun 2002 *Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*
- Standar Nasional Indonesia Nomor 19-3983 Tahun 1995 *Tentang Spesifikasi Timbulan Sampah Kota Sedang dan Kota Kecil*
- Standar Nasional Indonesia Nomor 19-3964 Tahun 1994 *Tentang Pengukuran Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.
- Sutarto, Ekowaty. 2008. *Identifikasi Pola Aliran E-Waste Komputer di Kota Bandung*. Bandung: Thesis TL-ITB.
- Syahroni, Wawan. 2009. *Nama dan Komponen Telepon Seluler/Ponsel*. [www.google.com](http://www.google.com)
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. *Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009. *Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup*

The United Nations Environmental Programme (UNEP). (2007). *E-waste Management Manual Volume II*. Osaka: International Environmental Technology Center.

The United Nations Environmental Programme (UNEP). (2007). *E-waste Management Manual Volume I*. Osaka : International Environmental Technology Center.

Yonie Satria. 2011. Identifikasi Sampah Elektronik (E-Waste) Telepon Seluler di Surabaya. Jawa Timur: Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”



**LAMPIRAN I**  
**DATA BIDANG PENGELOLAAN SAMPAH KOTA BANDA ACEH**

DATA BIDANG PENGELOLAAN SAMPAH

No	Kabupaten/Kota /Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Timbulan Sampah (kg/hari)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Banda Aceh	259.913	194.935

Komposisi Sampah Menurut Materi

Sisa Makanan : 49,72%

Kayu, ranting, dan daun : 2,74%

Kertas : 16,04%

Plastik : 25,33%

Logam : 0,38%

Kain dan Tekstil : 2,72%

Karet dan kulit : 0,76%

Kaca : 1,48%

Lainnya : 0,83%

No	Tempat Pengolah	Jumlah Sampah Organik (Sisa makanan) (kg)	Kompos Yang dihasilkan (Kg)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	ITF Banda Aceh	34.230	4.347
2	Kompos TPA	1.090.040	214.000

**LAMPIRAN II**  
**DAFTAR JASA PERBAIKAN TELEPON SELULER DI KECAMATAN**  
**KUTA ALAM, KOTA BANDA ACEH**

No	Nama Toko	Alamat
1	Qita2 Cell	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
2	Donya Celuler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
3	Center Service Hp	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
4	Mita Ponsel	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
5	Plaza Seluler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
6	Duta Ponsel	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
7	Chi Chuba Cell	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
8	Gita Cell 2	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
9	Tiara Celuler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
10	Delta Seluler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
11	Service Point	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
12	Central ponsel	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
13	Graha Seluler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
14	Cindo Center	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
15	Oppo Service center	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
16	Jaya Seluler	Jalan T.Panglima Polem, Desa Peunayong
17	Favorit Celuler	Jalan Chairil Anwar, Desa Peunayong
18	Banda Seluler	Jalan Chairil Anwar, Desa Peunayong
19	Zal Seluler	Jalan Chairil Anwar, Desa Peunayong
20	Mina Cell	Jalan Chairil Anwar, Desa Peunayong
21	Mulya Ponsel	Jalan Chairil Anwar, Desa Peunayong
22	Media Service Hp	Jalan Sisingamangaraja, Desa Mulia
23	Asuz Service Center	Jalan Pocut Baren, Desa Mulia
24	Graha Service Hp	Jalan Sisingamangaraja, Desa Lampulo
25	Harkat Ponsel	Jalan T.Hasan Dek, Desa Berawe



**LAMPIRAN III**  
**PENGISIAN FORM DATA SAMPLING**

**1. Zal Cell**

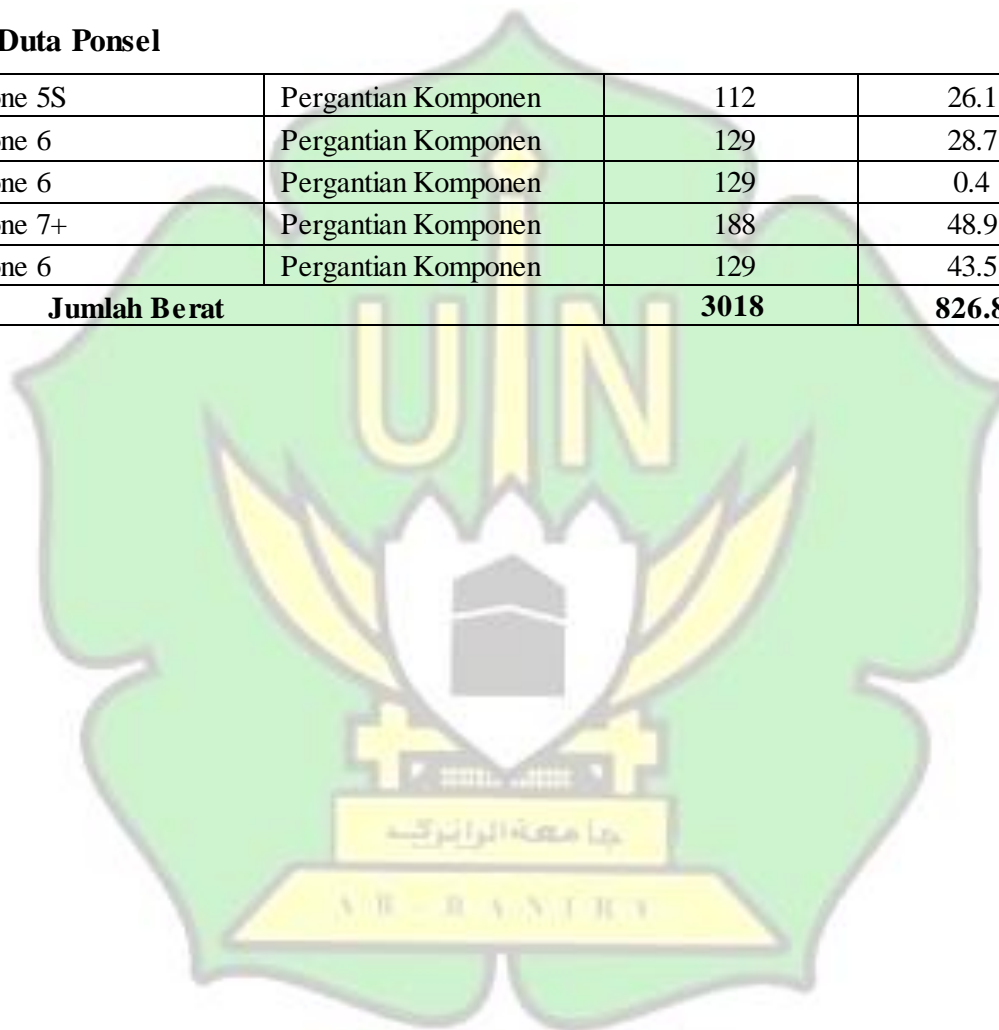
Hari	Tanggal	Jenis Barang	Layanan	Berat Barang Masuk (gr)	Berat E-Waste (gr)	Berat Barang Keluar (gr)	Komposisi E-Waste
1	13-11-19	Xiomi Redmi 4A	Pergantian Komponen	131.5	41.6	131.5	Baterai
		Xiomi Redmi 4A	Pergantian Komponen	131.5	41.6	131.5	Baterai
2	14-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
3	15-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
4	16-11-19	Xiomi Note 3	Pergantian Komponen	164	53.1	164	Baterai
5	17-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
6	18-11-19	Oppo Y83	Pergantian Komponen	150	40.8	150	LCD
7	19-11-19	Samsung J4	Pergantian Komponen	175	32.3	175	LCD
		Xiomi Redmi 4A	Pergantian Komponen	131.5	41.6	131.5	Baterai
8	20-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
<b>Berat Total</b>				<b>883.5</b>	<b>251</b>	<b>883.5</b>	

## 2. Duta Ponsel

Hari	Tanggal	Jensi Barang	Layanan	Berat Barang Masuk (gr)	Berat E-waste(gr)	Berat Barang Keluar (gr)	Komposisi E-waste
1	13-11-19	Samsung Galaxy A70	Pergantian Komponen	183	121	183	Baterai
		Oppo A71	Pergantian Komponen	137	7.8	137	Speaker
		Samsung Galaxy A70	Pergantian Komponen	183	121	183	LCD
		Iphone 6S	Pergantian Komponen	143	1.5	143	Kamera
		Xiomi Redmi 3s	Pergantian Komponen	144	0.5	144	Finger Print
2	14-11-19	Oppo F5	Pergantian Komponen	152	39.8	152	LCD
		Xiomi Redmi 4X	Pergantian Komponen	150	1.7	150	Konektor
		Iphone 5S	Pergantian Komponen	112	41.6	112	Baterai
3	15-11-19	Vivo Y19	Pergantian Komponen	193	47.5	193	LCD
		Xiomi Redmi 3s	Pergantian Komponen	144	55.4	144	Baterai
4	16-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
5	17-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
6	18-11-19	Iphone 6S+	Pergantian Komponen	143	41.8	143	Baterai
		Xiomi mi 5	Pergantian Komponen	129	39.2	129	Baterai
		Iphone 6+	Pergantian Komponen	172	43.5	172	LCD
		Iphone 6+	Pergantian Komponen	172	43.5	172	LCD
7	19-11-19	Iphone 7	Pergantian Komponen	188	44.7	188	LCD
		Iphone 6	Pergantian Komponen	129	28.7	129	Baterai

**Lanjutan tabel sampling Duta Ponsel**

8	19-11-19	Iphone 5S	Pergantian Komponen	112	26.1	112	Baterai
		Iphone 6	Pergantian Komponen	129	28.7	129	Baterai
		Iphone 6	Pergantian Komponen	129	0.4	129	Camera
		Iphone 7+	Pergantian Komponen	188	48.9	188	LCD
		Iphone 6	Pergantian Komponen	129	43.5	129	LCD
<b>Jumlah Berat</b>				<b>3018</b>	<b>826.8</b>	<b>3018</b>	



### 3. Plaza Celular

Hari	Tanggal	Jensi Barang	Layanan	Berat Barang Masuk (gr)	Berat E-waste (gr)	Berat Barang Keluar (gr)	Komposisi E-waste
1	13-11-19	Xiomi 4	Pergantian Komponen	175	41.5	175	LCD
		Samsung J320	Pergantian Komponen	138	32.5	138	LCD
		Iphone 6	Pergantian Komponen	172	43.5	172	LCD
		Vivo V7	Pergantian Komponen	139	40.6	139	LCD
2	14-11-19	Samsung J320	Pergantian Komponen	138	32.5	138	LCD
		Samsung J320	Pergantian Komponen	138	32.5	138	LCD
3	15-11-19	Xiomi Redmi 4	Pergantian Komponen	156	29.3	156	LCD
4	16-11-19	Samsung 1272	Pergantian Komponen	83	33.5	83	Casing
5	17-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
6	18-11-19	Samsung Mega	Pergantian Komponen	182	58.9	182	LCD
		Xiomi Redmi 2	Pergantian Komponen	133	42.2	133	LCD
7	19-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
8	20-11-19	Xiomi Redmi 2	Pergantian Komponen	133	42.2	133	LCD
		Xiomi Bambu	Pergantian Komponen	161	53.6	161	Baterai
		Xiomi Redmi 5	Pergantian Komponen	157	41.9	157	Baterai
<b>Jumlah Berat</b>				<b>1905</b>	<b>524.7</b>	<b>1905</b>	

#### 4. Harkat Ponsel

Hari	Tanggal	Jenis Barang	Layanan	Berat Barang Masuk (gr)	Berat E-Waste (gr)	Berat Barang Keluar (gr)	Komposisi E-Waste
1	13-11-19	Xiomi Redmi 3	Pergantian Komponen	144	32.2	144	LCD
2	14-11-19	Oppo A3S	Pergantian Komponen	168	49.5	168	LCD
		Samsung J1	Pergantian Komponen	122	24.0	122	LCD
3	15-11-19	Xiomi Redmi 3S	Pergantian Komponen	144	55.4	144	Baterai
4	16-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
5	17-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
6	18-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
7	19-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
8	20-11-19	Xiomi Redmi 3S	Pergantian Komponen	144	55.4	144	Baterai
<b>Jumlah Berat</b>				<b>722</b>	<b>216.5</b>	<b>722</b>	



## 5. Media Service Hp

Hari	Tanggal	Jenis Barang	Layanan	Berat Barang Masuk (gr)	Berat E-Waste (gr)	Berat Barang Keluar (gr)	Komposisi E-Waste
1	13-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
	13-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
2	14-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
3	15-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
4	16-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
5	17-11-19	Nokia RM-908	Pergantian Komponen	81.9	4.8	81.9	LCD
6	18-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
7	19-11-19	Tablet Advan	Pergantian Komponen	300	83.1	300	LCD
		Tablet Advan	Pergantian Komponen	300	83.1	300	LCD
8	20-11-19	Kosong	Kosong	0	0	0	Kosong
<b>Jumlah Berat</b>				<b>681.9</b>	<b>171</b>	<b>681.9</b>	

**LAMPIRAN IV**  
**CONTOH PENGISIAN KUISONER WAWANCARA**

Nama Responden : Azwir  
Tanggal Pengisian Kuisoner : 12 November 2019  
Nama Jasa Perbaikan : Plaza Celuller  
Alamat Jasa Perbaikan : Jl. T. Panglima Polem, Desa Peunayong  
Lama Beroperasi : 2 Tahun

**1. Apakah saja jenis layanan yang disediakan di usaha jasa perbaikan yang anda miliki.?**

Service, Jual Handpone dan Aksesoris

**2. Apa saja komponen telepon seluler yang sering rusak.? Dan apa saja komponen yang biasanya menjadi sampah.?**

LCD dan Konektor Carger

**3. Apa yang anda lakukan dari komponen yang menjadi sampah tersebut.?**

Di buang ketempat sampah

**4. Apa yang anda lakukan terhadap perangkat telepon seluler yang mengalami kerusakan.?**

Diganti dengan yang baru

5. **Dari mana anda memperoleh komponen bekas yang akan di gantikan tersebut.?**

Bangkai Handphone lama

6. **Apakah anda pernah melakukan proses kanibal dengan memanfaatkan komponen yang dihasilkan dari aktivitas servis lain.?**

Pernah

7. **Apa yang akan anda lakukan terhadap komponen yang tidak laku di jual.?**

Di buang ke tempat sampah

8. **Berapa kisaran harga jual dari komponen perangkat telepon seluler yang masig laku di jual.?**

Tidak tahu

9. **Apakah anda mengetahui lokasi dan pengepul yang khusus menampung komponen elektronik atau sampah elektronik.?**

Tidak tahu

10. **Apa yang anda ketahui terkait aktivitas pengelolaan sampah elektronik di pengepul tersebut.?**

Tidak tahu

**11. Apa yang anda ketahui tentang perdagangan telepon seluler bekas dan distribusi sampah elektronik di kecamatan kuta alam dan kota banda aceh pada umumnya.?**

Tidak tahu

**12. Ketika anda memperbaiki telepon seluler apakah anda memakai alat pelindung.?**

Alat pelindung diri standar seperti Sarung tangan dan masker

**13. Apakah anda mengetahui jika sampah elektronik mengandung bahan beracun sehingga berpotensi menjadi limbah B3 yang mencemari lingkungan dan berbahaya bagi makhluk hidup.?**

Tahu

**14. Apakah anda memiliki surat izin dari usaha yang anda lakukan.?**

Ada, Surat izin usaha dari walikota

**LAMPIRAN V**  
**DOKUMENTASI KONDISI JASA PERBAIKAN TELEPON SELULER**



Toko Duta Ponsel



Meja Teknisi Duta Ponsel



Toko Harkat Ponsel



Meja Teknisi Harkat Ponsel



Toko Zal Cell



Meja Teknisi Zal Cell





Toko Plaza Cellular



Meja Teknisi Plaza Celuller



Media Service Hp



Meja Teknisi Media Service Hp

**LAMPIRAN VI**  
**DOKUMENTASI AKTIVITAS PENELITIAN**

**1. Dokumentasi Wawancara**



Zal Cell



Harkat Ponsel



Media Service Hp



Duta Ponsel

## 2. Dokumentasi Sampling Timbulan



Contoh *E-waste* komponen LCD



Contoh *E-waste* komponen Casing



Contoh *E-waste* Komponen Baterai



Contoh *E-waste* Komponen Kamera





**LAMPIRAN VII**  
**DAFTAR TABEL STATISTIK**

**1. Tabel f**

**Distribusi Normal Kumulatif Z**



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9908	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9933	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

## 2. Tabel t

Distribusi t-student

Sebaran t-Student

Nilai persentil untuk distribusi t  
 $v = dk$   
 (Bilangan dalam badan tabel menyatakan  $t_p$ )



v	t												
	0.9995	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
1	636.619	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078	1.376	1.000	0.727	1.000	0.325	0.158	0.000
2	31.599	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886	1.061	0.816	0.617	0.816	0.289	0.142	0.000
3	12.924	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638	0.978	0.765	0.584	0.765	0.277	0.137	0.000
4	8.610	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	0.941	0.741	0.569	0.741	0.271	0.134	0.000
5	6.869	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	0.920	0.727	0.559	0.727	0.267	0.132	0.000
6	5.959	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	0.906	0.718	0.553	0.718	0.265	0.131	0.000
7	5.408	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415	0.896	0.711	0.549	0.711	0.263	0.130	0.000
8	5.041	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	0.889	0.706	0.546	0.706	0.262	0.130	0.000
9	4.781	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	0.883	0.703	0.543	0.703	0.261	0.129	0.000
10	4.587	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	0.879	0.700	0.542	0.700	0.260	0.129	0.000
11	4.437	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	0.876	0.697	0.540	0.697	0.260	0.129	0.000
12	4.318	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356	0.873	0.695	0.539	0.695	0.259	0.128	0.000
13	4.221	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	0.870	0.694	0.538	0.694	0.259	0.128	0.000
14	4.140	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345	0.868	0.692	0.537	0.692	0.258	0.128	0.000
15	4.073	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341	0.866	0.691	0.536	0.691	0.258	0.128	0.000
16	4.015	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337	0.865	0.690	0.535	0.690	0.258	0.128	0.000
17	3.965	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	0.863	0.689	0.534	0.689	0.257	0.128	0.000
18	3.922	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	0.862	0.688	0.534	0.688	0.257	0.127	0.000
19	3.883	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328	0.861	0.688	0.533	0.688	0.257	0.127	0.000
20	3.850	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	0.860	0.687	0.533	0.687	0.257	0.127	0.000
21	3.819	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	0.859	0.686	0.532	0.686	0.257	0.127	0.000
22	3.792	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321	0.858	0.686	0.532	0.686	0.256	0.127	0.000
23	3.768	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319	0.858	0.685	0.532	0.685	0.256	0.127	0.000
24	3.745	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318	0.857	0.685	0.531	0.685	0.256	0.127	0.000
25	3.725	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316	0.856	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
26	3.707	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315	0.856	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
27	3.690	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314	0.855	0.684	0.531	0.684	0.256	0.127	0.000
28	3.674	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313	0.855	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
29	3.659	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311	0.854	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
30	3.646	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310	0.854	0.683	0.530	0.683	0.256	0.127	0.000
40	3.551	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303	0.851	0.681	0.529	0.681	0.255	0.126	0.000
60	3.460	2.660	2.390	2.000	1.671	1.296	0.848	0.679	0.527	0.679	0.254	0.126	0.000
120	3.373	2.617	2.358	1.980	1.658	1.289	0.845	0.677	0.526	0.677	0.254	0.126	0.000
∞	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282	1.282	1.282	1.282	0.842	0.675	0.525	0.253	0.126