

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun.

2.2 Limbah Elektronik (*E-Waste*)

Limbah elektronik umumnya dipahami sebagai peralatan elektronik dan elektrik yang tidak dipakai dan atau tidak berfungsi atau tidak diinginkan lagi karena telah menjadi barang yang kedaluwarsa dan perlu dibuang, baik itu dalam bentuk utuh maupun bagian. Berdasarkan sistem perundangan di Indonesia, saat ini belum ada definisi yang spesifik limbah elektronik.

Sebagian besar limbah elektronik dikategorikan sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) karena mengandung komponen atau bagian yang terbuat dari substansi berbahaya (seperti timbal, merkuri, kadmium dan lainnya) unsur tersebut merupakan ancaman bagi kesehatan dan lingkungan (Wahyono, 2012). Teknis pemrosesan limbah elektronik yang dilakukan oleh sektor informal umumnya sederhana seperti dengan cara dilelehkan (dipanaskan), dibakar, atau ekstraksi dalam larutan yang sangat asam. Tata laksananya masih terlalu sederhana sehingga pemrosesan tersebut umumnya berdampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan baik itu kesehatan para pelakunya maupun masyarakat yang tinggal di sekitarnya. Berbagai unsur atau senyawa berbahaya terlepas atau dibuang ke lingkungan tanpa kendali.

2.3 Definisi dan Komposisi *E-waste* Telepon seluler

Telepon seluler adalah salah satu perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun sifatnya yang berpindah (*portabel*) dan tidak perlu di sambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (*nirkabel, wireless*). Tiap telepon seluler pada dasarnya memiliki komposisi umum yang sama, hanya berbeda pada desain, pembuatan dan umur produknya (Osibanjo dan Nnorom, 2007). Berbagai unsur dari komponen yang berbeda pada telepon seluler yang di berikan pada tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1. Unsur dari Komponen Telepon Seluler

Komponen	Unsur
Papan Sirkuit	Tembaga, emas, timah, nikel, seng, berilium, tantalum dan material lainnya
<i>Liquid crystal display</i> (LCD)	Berbagai zat Kristal cair, baik yang terjadi secara alami (seperti merkuri, zat yang berpotensi berbahaya) atau buatan manusia. LCD juga membutuhkan kaca dan pelastik
Baterai yang dapat di isi ulang	Nikel-Metal hybrid (Ni-MH), litium ion (Li-On) atau timah cair. Baterai Ni-MH dan Ni-Cd mengandung nikel, kobalt, seng, cadmium, dan tembaga. Baterai Li-On mengandung Litium metalik oxid dan karbon.

Sumber : *Mobile phone waste, current initiatives in Asia and the Pacific, 2008*

Tabel 2.2 Persen Berat rata-rata Unsur di Dalam Satu Perangkat Telepon Seluler

Unsur	Persen Berat Rata - rata
Acrylonitril butadiene Stryne / Polycarbonate (ABS-PC)	29%
Keramik	16%
Cu dan campurannya	15%
Plastic Silikon	10%
Epoxy	9%
pelastik	8%
Besi	3%
PPS	2%
Bahan tahan api	1%
Nikel dan Campurannya	1%
Seng dan campurannya	1%
Perak dan campurannya	1%
Al, Sn, Pb, Au, Pd, Mn, dll	Kurang dari 1%

Sumber : *Mobile phone waste, current initiatives in Asia and the Pacific, 2008*

2.4 Unsur Kandungan Berbahaya dalam Limbah Elektronik Beserta Dampaknya

Setiap bagian limbah elektronik (*e-waste*) yang terdapat dalam suatu benda (contoh: Telepon seluler, PC, dan laptop) memiliki dampak yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Berikut datanya terdapat di tabel 2.3 dan tabel 2.4 yang berisi kandungan berbahaya apa saja yang terdapat di limbah elektronik.

Tabel 2.3 Kandungan Berbahaya dalam Limbah Elektronik

Substance	Occurrence in e-waste
<i>Halogenated compounds:</i>	
PCB	Condensers, Transformers
TBBA, PBB, PBDE	Fire retardants for plastics (thermoplastic components, cable insulation)
CFC	Cooling unit, Insulation foam
PVC	Cable insulation
<i>Heavy metals and other metals:</i>	
Antimony	Fire retardant, plastics
Arsenic (As)	Small quantities in the form of gallium arsenide within light emitting diodes
Barium (Ba)	Getters in CRT
Beryllium (Be)	Power supply boxes which contain silicon controlled rectifiers and x-ray lenses
Cadmium (Cd)	Rechargeable NiCd-batteries, fluorescent layer (CRT screens), printer inks and toners, photocopying-machines (printer drums)
Chromium (Cr)	Data tapes, floppy-disks
Copper (Cu)	Cabling
Lead (Pb)	CRT screens, batteries, printed wiring boards
Lithium (Li)	Li-batteries
Mercury (Hg)	Fluorescent lamps that provide backlighting in LCDs, in some alkaline batteries and mercury wetted switches
Nickel (Ni)	Rechargeable NiCd-batteries or NiMH-batteries, electron gun in CRT
Rare Earth elements	Fluorescent layer (CRT-screen)
Selenium (Se)	Older photocopying-machines (photo drums)
Tin (Sn)	Solder metal glue, LCD
Zinc sulphide	Interior of CRT screens, mixed with rare earth metals
<i>Others:</i>	
Toner Dust	Toner cartridges for laser printers / copiers
Radio-active substances	Medical equipment, fire detectors, active sensing element in smoke detectors

(Sumber: *Gaidajis*, 2010)

Tabel 2.4 Kandungan Berbahaya Limbah Elektronik

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

(Sumber: Uddin, 2012)

Berdasarkan laporan dari *University Of California* diketahui bahwa banyak kandungan material *E-waste* telepon seluler merupakan material yang tercatat di dalam EPA Amerika Serikat sebagai racun persisten bioakumulatif *Persistent Bioaccumulative Toxins* (PBT). Zat-zat yang merupakan PBT yang terkandung dalam telepon seluler diantaranya timbal, kadmium, kromium heksavalen, *Brominated Flame Retardants*, berilium, arsenik, dan lain sebagainya. PBT sangat berbahaya dikarenakan tidak dapat terdgradasi dalam jangka waktu yang lama dan dapat dengan mudah menyebar dan berpindah di udara, air maupun tanah yang mengakibatkan akumulasi racun jauh dari sumber titik awal limbah. Karena PBT terakumulasi dalam jaringan lemak manusia dan hewan, racun secara bertahap terkonsentrasi, menempatkan manusia sebagai bagian teratas dari rantai makanan memiliki resiko terbesar. Berdasarkan EPA Amerika Serikat, PBT terkait dengan berbagai efek yang merugikan kesehatan

manusia diantaranya kerusakan saraf, gangguan perkembangan dan reproduksi, kanker serta perubahan genetik. Anak-anak merupakan populasi yang sangat sensitif terpengaruh oleh PBT. (Basel, 2004)

2.5 Tahapan dan Teknologi Manajemen *E-waste*

Manajemen *e-waste* membutuhkan penanganan khusus yang bertahap. Tahap-tahap tersebut, yakni pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan (*The United Nations Environmental Programme, 2007*).

2.5.1 Sistem Pengumpulan

1. Pengecer mengambil dan mengumpulkan kembali *e-waste*. Dalam mekanisme ini konsumen memberikan limbah elektronik dari peralatan elektrik dan elektronik yang telah dibeli kepada pengecer yang mendistribusikan produk serupa. Pengecer mungkin menukar dengan produk yang lain atau membeli sampah elektronik tersebut. Mekanisme ini yang biasanya terdapat di pengecer barang bekas rumah tangga.
2. Produsen mengambil dan mengumpulkan kembali *e-waste*. Dalam mekanisme ini *e-waste* diambil kembali secara langsung oleh produsen baik langsung di fasilitas yang mereka sediakan atau tempat pengumpulan yang kemudian dimasukkan sistem pengelolaan *e-waste* produsen. Hal ini biasanya berlaku untuk peralatan komersial besar dan beroperasi pada prinsip peralatan yang baru menggantikan peralatan yang lama.
3. Kawasan pengumpulan dan penyimpanan dalam mekanisme ini, para konsumen dan/atau pengusaha dapat membuang dan mengumpulkan sampah elektronik di kawasan pengumpulan dan penyimpanan di kota tersebut. Sejumlah kontainer disediakan untuk menyortir sesuai dengan lingkup produk dan pengaturan logistik dengan sistem daur ulang dan pengangkutan. Mekanisme pengumpulan ini biasanya tidak dikenai biaya untuk rumah tangga, meskipun kadang-kadang biaya berlaku untuk perusahaan - perusahaan komersial. Tempat

pengumpulan lain dalam mekanisme ini, para konsumen atau pengusaha dapat membuang sampah elektronik pada tempat yang telah disediakan, tempat ini khusus disediakan untuk mensortir sampah elektronik setelah itu diangkut oleh container untuk diangkut kemudian didaur ulang. Pengguna tempat ini dikenai biaya.

2.5.2 Sistem Pengolahan *E-waste*

Pengolahan *e-waste* yang tidak terkendali dan terorganisir akan memiliki bahaya bagi kerusakan lingkungan. Pengolahan yang biasanya dilakukan di dunia khususnya pada sektor informal seperti dengan pembakaran dan penimbunan berpotensi mencemari lingkungan, berikut ini adalah pilihan unit operasi yang dapat digunakan untuk mengolah *e-waste*, diantaranya:

1. Pembongkaran dan menghilangkan zat berbahaya
Pembongkaran dan menghilangkan zat berbahaya dilakukan secara manual. Dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Menghilangkan bagian yang mengandung zat berbahaya seperti CFC, Hg dan PCB.
 - b. Mengumpulkan bagian-bagian yang masih berharga dan dapat digunakan kembali seperti kabel yang mengandung tembaga, baja, besi dan logam mulia.
2. Memisahkan bahan berbahaya dari bagian yang mudah dijangkau. Pemisahan besi logam, besi non logam dan plastic. Pemisahan ini dilakukan dengan cara membongkar komponen yang kemudian diikuti dengan proses pemisahan secara mekanik dan magnetik.
3. Pemisahan komponen yang berharga/daur ulang serpihan dari komponen *e-waste* setelah dibongkar dan dipisah, terdiri dari bahan besi logam dan besi non logam yang kemudian diolah lebih lanjut. Bahan jenis logam besi dilebur dalam tungku listrik sedangkan logam dan besi non logam atau logam mulia dilebur di pabrik peleburan.

4. Pengolahan atau pembuangan bahan berbahaya dan beracun (B3) pengolahan atau pembuangan bahan berbahaya dan beracun (B3) dilakukan dengan alat *shredder* yang kemudian di buang ke *landfill* tempat pembuangan akhir atau diinsinerasi. CFC diolah secara termal, *Poly Chlorinated Biphenyl* (PCB) yang dibakar atau dibuang di penyimpanan bawah tanah, Merkuri (Hg) didaur ulang atau dibuang di lokasi *landfill*.

2.6 Kondisi Eksisting Global

India adalah salah satu pasar IT yang paling cepat berkembang di dunia dan juga pasar komputer pribadi yang paling cepat berkembang di kawasan Asia-Pasifik. Setengah dari perangkat keras TI di India dikonsumsi oleh pemerintah di India berbagai operasi dan proyek. Mau tidak mau, komputer meningkat pesat limbah menjadi yang paling signifikan dari limbah elektronik yang dihasilkan di India. Permintaan untuk perangkat keras dan elektronik IT di India diharapkan untuk menyentuh \$ 400 miliar, sementara perkiraan produksi akan mencapai \$ 104 milyar. Akan ada kesenjangan, dalam permintaan dan produksi, sebesar \$ 296 miliar pada tahun 2020 (GOI, MCIT, 2013). Dengan tingkat produksi domestik saat ini, perangkat keras & elektronik IT senilai \$ 320 miliar yang sangat signifikan akan diimpor untuk memenuhi kebutuhan ini pada tahun 2020. Hampir 85% dari keseluruhan industri memiliki konten impor dan lebih dari 50% dari konsumsi industri berpusat pada pemerintah (Kumar dan Rawat, 2013).

Angka-angka di atas menunjukkan bahwa pertumbuhannya positif. Angka penjualan telepon seluler untuk 2012–2013 adalah 15,22 juta dan terus meningkat (MAIT, 2013). Pada tahun 2020, *e-waste* dari komputer lama akan meningkat 500% dari level 2007 di India (Larrdis Research Unit, 2011). Dalam tujuh tahun sebelum 2012, output *e-waste* telah melonjak 8 kali lipat India (Kumar & Rawat, 2013). Sumber utama limbah elektronik di India adalah sektor pemerintah, publik dan swasta (industri), yang bertanggung jawab untuk hampir 70% dari total timbulan sampah (Larrdis Research Unit, 2011). Terlepas dari limbah elektronik yang dihasilkan secara asli, India juga menghadapi masalah impor ilegal limbah elektronik.

Yang mengkhawatirkan, lebih banyak dari 90% *e-waste* yang dihasilkan di negara ini berakhir di sektor informal pasar untuk daur ulang dan pembuangan (Unit Penelitian Larrdis, 2011).

Manual penilaian inventaris UNEP, 2007 menetapkan bahwa tidak ada basis data yang dapat diandalkan dari jumlah total limbah elektronik di India (UNEP, 2007). Pemerintah India telah membuat *e-waste* (Manajemen dan Handling) Rules, 2011, selanjutnya disebut sebagai 'aturan *e-waste*', efektif sejak 1 Mei 2012 (GOI, KLHK, 2011). Aturan *e-waste* berlaku untuk produsen, konsumen dan konsumen besar EEE dan juga ke agen pembuangan yaitu pusat pengumpulan, pembongkaran dan pendaur ulang limbah elektronik. "Konsumen massal" berarti sebagian besar pengguna EEE di tingkat organisasi, yaitu departemen pemerintah pusat dan negara bagian, usaha sektor publik, bank, lembaga pendidikan, multinasional organisasi dan perusahaan swasta. Tanggung jawab dan catatan harus dipelihara oleh konsumen massal dan pembuangan agen ditentukan dalam aturan limbah elektronik (Kumar, 2014).

2.7 Peraturan Terkait Pengelolaan *E-Waste*

2.7.1 Peraturan di Indonesia Terkait Basel Convention

Peraturan terkait pelarangan ekspor dan impor limbah berbahaya termasuk diantaranya *e-waste* secara tidak sah telah ada 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* pada tahun 1989 dan Indonesia meratifikasi keputusan ini pada tahun 1993 dengan Keputusan Presiden No. 61 tahun 1993 (Basel Convention, 2007).

2.7.2 Peraturan Tentang Pengelolaan Sampah

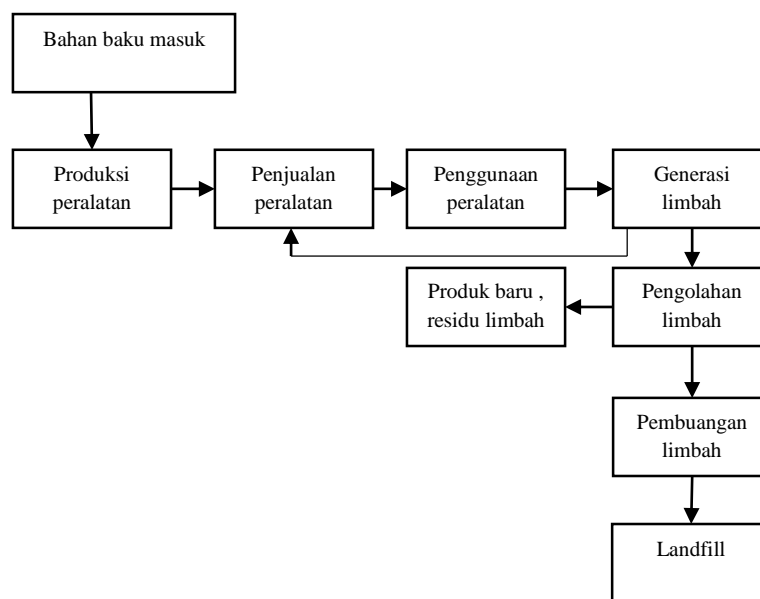
Menurut Undang-undang (UU) No. 18 tahun 2008, Pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Sampah yang dimaksud dalam peraturan ini diantaranya sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga dan sampah spesifik. *E-waste* termasuk kedalam sampah spesifik yang berarti sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun atau sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

2.7.3 Peraturan Tentang Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Undang-undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menyatakan setiap orang yang memasukkan ke dalam wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, menghasilkan, mengangkut, mengedarkan, menyimpan, memanfaatkan, membuang, mengolah, dan/atau menimbun B3 wajib melakukan pengelolaan B3. Apabila pihak yang terkait tidak mampu melakukan sendiri pengelolaan limbah B3 maka pengelolaannya harus diserahkan kepada pihak lain yang telah mendapat izin dari menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun

2.8 Mekanisme Aliran dan Daur Hidup *E-waste*

Aliran material dalam daur hidup peralatan listrik dan elektronik pada kondisi lama dengan kaitannya dalam batas geografis menjadi dasar generasi *e-waste* di tiap kota/negara. Bagian berikut menggambarkan pemahaman konseptual dari aliran material, sepanjang usia pemakaian peralatan listrik dan elektronik, yakni konversi dari peralatan yang sudah lama diikuti oleh transformasi menjadi materi baru. Konseptual aliran material, daur hidup dari *e-waste* ditunjukkan pada Gambar 2.1 (*The United Nations Environmental Programme, 2007*).



Gambar 2.1 Konsep Daur Hidup Peralatan Elektik dan Elektronik

(Sumber: *The United Nations Environmental Programme, 2007*)

Yogyakarta di waktu penelitian pada tahun 2009. Aliran limbah elektronik dimulai ketika seseorang, rumah tangga atau institusi membuang barang elektronik bekas mereka. Rumah tangga biasanya menjual barang elektronik bekas mereka untuk membuang sampah, pusat perbaikan dan perbaikan, atau pasar barang bekas melalui transaksi informal, sementara lembaga menjual *e-waste* massal mereka langsung ke pengklasifikasi limbah. Meskipun tidak ada sistem manajemen terpusat, para aktor yang diidentifikasi secara komprehensif

mendaur ulang e-waste di Yogyakarta melalui jaringan hubungan perdagangan. Kurangnya peran pemerintah untuk pengelolaan secara khusus limbah elektronik membuat adanya pihak – pihak yang mengambil kesempatan dengan mengangkut limbah elektronik dengan membayar, mereka akan melakukan perlakuan terhadap limbah elektronik tersebut untuk dapat menjadi nilai ekonomi, Material yang disortir dijual ke pengklasifikasi limbah informal khusus, seperti pengklasifikasi elektronik, perbaikan elektronik dan pusat perbaikan, dan pengumpul limbah plastik. Penggolong limbah dipisahkan dan dijual bahan berdasarkan komposisi. Dua dari empat pengklasifikasi yang diwawancarai adalah pengklasifikasi e-waste. Institusi seperti universitas dan kantor pemerintah mengirimkannya barang elektronik, seperti komputer pribadi langsung ke pengklasifikasi e-waste, melewati pemulung dan agregator. Dari kunjungan situs kami, kami mengamati bahwa fasilitas melakukan tugas pembongkaran mereka secara sementara, menggunakan alat rumah tangga biasa di ruang terbuka. Barang-barang diklasifikasikan dijual ke berbagai industri pengolahan (pengolah limbah) baik di dalam maupun di luar provinsi. (Rochman dan Ashton. 2017). Skema alur tersebut bila limbah elektronik diberikan kepada pihak ke tiga.

2.9 Peneliti Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dwicahyanti (2012) melakukan penelitian di 23 dari 29 jasa perbaikan yang ada di kota Depok. Peneliti menghitung berat timbulan e-waste, analisis komposisi, pengelolaan dan aliran material e-waste. Untuk metode sampling menggunakan SNI 19-3964-1994 tentang pengukuran timbulan dan komposisi sampah perkotaan, didapatkan data bahwa total keseluruhan timbulan e-waste yang dihasilkan jasa perbaikan rata-rata 12,3 kg/hari dengan jumlah paling banyak terdapat pada hari minggu yaitu sebesar 17,43 kg/hari. Jumlah e-waste komponen yang dihasilkan melalui aktivitas perbaikan menunjukkan bahwa logam memiliki nilai tertinggi yaitu 53,8% dari berat total e-waste. Dalam pengelolaan e-waste yang dihasilkan, 11 jasa perbaikan melakukan kegiatan pemanfaatan kembali (48%)

Yunita (2013), melakukan penelitian tentang telepon seluler dengan lokasi pusat perbelanjaan di Depok, hasil penelitian tersebut didapatkan data bahwa total keseluruhan timbulan e-waste yang dihasilkan jasa perbaikan rata-rata 4,9 kg/hari pada ITC Depok dan 0,6 kg/hari pada Depok Town Square. Untuk limbah e-waste total yang dihasilkan selama 8 hari di 2 tempat yaitu sebesar 16,9 kg dengan rata-rata timbulan sebesar 2,1 kg/hari. Jumlah e-waste komponen yang dihasilkan melalui aktivitas perbaikan menunjukkan bahwa logam dan plastic sebagai penyusun utama memiliki jumlah sebesar yaitu 52% dan 21% untuk Depok Town Square, untuk ITC Depok berjumlah sebesar 23% untuk logam dan 9% untuk plastic. Untuk aliran e-waste yang dilakukan 2 mall didapat bahwa prosentase Depok Town Square memberikan e-waste ke konsumen sebesar 21,2%, disimpan jasa perbaikan sebesar 76,3%, dibuang ke lingkungan sebesar 2,5%. Untuk ITC Depok yaitu dibawa konsumen sebesar 15,7%, disimpan jasa.