



INFOMATEK

Volume 20 Nomor 1 Juni 2018

KAJIAN TENTANG PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DI NEGARA MAJU DAN NEGARA BERKEMBANG

Ayu Nindyapuspa^{*)}

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstrak: Perkembangan teknologi suatu perangkat elektronik semakin lama semakin pesat seiring dengan perkembangan jaman. Hal ini menyebabkan kecenderungan masyarakat sering berganti-ganti perangkat elektronik mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Peralatan elektronik yang semakin cepat tergantikan akan menjadi limbah elektronik (*e-waste*). Ada perbedaan sistem pengelolaan limbah elektronik baik di negara maju maupun di negara berkembang, sehingga dibutuhkan kajian lebih lanjut mengenai pengelolaan limbah elektronik di negara tersebut. Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, negara maju seperti Amerika Serikat dan Swiss telah memiliki sistem pengelolaan yang baik. Sistem pengelolaan tersebut melibatkan masyarakat sebagai konsumen, produsen, dan pemerintah. Namun, baik di negara maju seperti Amerika dan di negara berkembang seperti India dan Cina, meskipun sudah memiliki regulasi, namun masih belum dapat membangun sistem pengelolaan dengan baik.

Kata kunci: limbah elektronik, negara berkembang, negara maju, pengelolaan

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi perangkat elektronik sangat pesat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Hal ini dapat berdampak pada produksi perangkat elektronik yang selalu terbaharui. Penggunaan perangkat elektronik dipengaruhi faktor-faktor meningkatnya pertumbuhan ekonomi suatu negara, kependudukan, dan daya beli masyarakat (Gaidajis dkk., 2010 [1]).

Pesatnya perkembangan teknologi dan pertumbuhan kondisi sosial-ekonomi masyarakat, serta adanya permintaan peralatan listrik dan elektronik yang semakin tinggi, menyebabkan pergantian alat elektronik di pasaran semakin sering terjadi. Hal ini mengakibatkan masa pakai alat elektronik yang digunakan menjadi semakin pendek. Masyarakat lebih memilih untuk membeli perangkat elektronik dengan fitur yang lebih canggih daripada tetap bertahan untuk memakai peralatan elektronik yang lama, meskipun kondisinya masih dalam keadaan

^{*)} ayunindyapuspa@itats.ac.id

baik. Contoh yang paling sering ditemui adalah penggunaan komputer PC sekarang tergantikan oleh perangkat elektronik terbaru seperti laptop, *notebook*, *netbook*, dan jenis komputer jinjing lainnya. Akibatnya, komputer menjadi barang usang dan tidak dipakai lagi oleh pemiliknya. Begitu pula dengan telepon genggam, yang semula teknologinya sederhana hanya untuk telepon dan mengirim pesan singkat, sekarang telah tergantikan dengan handphone yang memiliki aplikasi pintar (*smartphone*). Fenomena ini mengakibatkan masa pakai suatu alat elektronik menjadi semakin pendek. Masa pakai alat elektronik yang pendek dapat menimbulkan limbah elektronik atau biasa disebut *e-waste*. Berdasarkan Europe Union Directive tahun 2002, limbah elektronik didefinisikan sebagai peralatan listrik, termasuk semua komponen, bagian rakitan, serta bahan habis yang terkait dengan penggunaannya, yang tidak digunakan lagi dan sudah saatnya dibuang.

Jumlah timbulan limbah elektronik secara global mencapai 20-50 ton per tahun, setara dengan 1-3% dari sampah di dunia. Pada tahun 2010, timbulan limbah elektronik mencapai 5,5 ton yang terdiri dari telepon genggam, komputer, televisi bekas, dan diprediksi pada tahun 2015 timbulan limbah elektronik meningkat sampai mencapai 9,8 ton.

Sebanyak 8% dari sampah kota di negara maju merupakan limbah elektronik. Di Uni Eropa, jumlah limbah elektronik meningkat 3-5% setiap tahunnya; tiga kali lebih cepat dari timbulan sampah kota [1]. Sedangkan di negara berkembang, belum ada data yang konkrit mengenai laju timbulan limbah elektroniknya.

Penggunaan alat elektronik di negara maju lebih besar dibandingkan di negara berkembang. Hal ini juga menyebabkan jumlah limbah elektronik yang dihasilkan di negara maju lebih banyak dibandingkan di negara berkembang. Sebagai penghasil limbah elektronik yang besar, negara maju tidak dapat mendaur-ulang limbah elektronik dengan cukup baik, karena biaya untuk proses daur ulangnya besar. Limbah elektronik yang dihasilkan diekspor ke negara berkembang dalam jumlah besar secara ilegal ke Cina dan India untuk didaur ulang [2]. Di India limbah elektronik dari negara maju diolah untuk mendapatkan logam mulia yang terdapat di dalamnya, seperti emas, perak, platina, dan paladium (Chatterjee dkk., 2009 [2]).

Daur ulang limbah elektronik yang dilakukan secara ilegal di India bersifat tidak ramah lingkungan, karena proses *solder* untuk pengambilan emasnya mengakibatkan polusi udara. Limbah cair sisa ekstraksi logam di dalam limbah elektronik juga dapat mencemari

tanah. Sawah dan ladang sayur-mayur di sekitar tempat daur ulang limbah elektronik tercemar oleh *polybrominated diphenyl eters* (PBDE) akibat pembakaran limbah elektronik (Wang dkk., 2011 [3]). Berdasarkan Konvensi Basel, kegiatan ekspor dan impor limbah elektronik tidak boleh dilakukan. Namun konvensi ini tidak sepenuhnya dipatuhi oleh negara penghasil limbah elektronik.

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan di atas, maka diperlukan kajian lebih dalam mengenai pengelolaan limbah elektronik yang meliputi penggolongan, sumber, kebijakan penanganan, sistem pengelolaan, dan implementasinya di negara maju dan negara berkembang.

II. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

2.1. Jenis-jenis Limbah Elektronik

Berdasarkan *EU Directive 2002/96/EC*, limbah elektronik dibagi menjadi 10 kategori. Kategori nomor satu hingga empat merupakan alat rumah tangga berukuran besar hingga kecil, perangkat teknologi informasi dan alat telekomunikasi, serta radio, TV dan sejenisnya.

Jenis limbah elektronik tersebut memiliki persentase yang paling besar dibandingkan dengan kategori limbah elektronik lainnya, yaitu lebih dari 95% ((Bandyopadhyay, 2010

[4]). Kategori limbah elektronik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Kategori Limbah Elektronik

No.	Kategori	Contoh Peralatan
1.	Alat elektronik rumah tangga berukuran besar	Lemari es, mesin cuci, kompor listrik, pengering pakaian
2.	Alat elektronik rumah tangga berukuran kecil	<i>Vacuum cleaner</i> , pembersih karpet, setrika, <i>toaster</i> , mesin pembuat kopi
3.	Perangkat IT dan alat telekomunikasi	Komputer, <i>laptop</i> , <i>notebook</i> , telepon, mesin faks, telepon genggam
4.	Alat elektronik pribadi	Radio, televisi, video kamera, video perekam
5.	Alat elektronik untuk pencahayaan	Berbagai jenis lampu yang menggunakan listrik
6.	Perkakas listrik dan elektronik (kecuali peralatan industri stasioner dalam skala besar)	Alat bor, gergaji listrik, solder listrik
7	Alat elektronik untuk mainan dan olahraga	Kereta dan mobil-mobilan listrik, <i>video game</i> , segala peralatan olahraga yang menggunakan listrik
8	Instrumen elektronik untuk bidang kesehatan (kecuali peralatan bekas pakai yang terinfeksi kuman)	Instrumen untuk radioterapi, kardiologi, dialisis, <i>pulmonary ventilators</i> , obat-obatan nuklir, alat laboratorium untuk diagnosis <i>in vitro</i>
9	Instrumen <i>monitoring</i>	<i>Control panel</i> dalam skala industri
10	<i>Dispenser</i> otomatis	<i>Dispenser</i> untuk air panas dan dingin serta mesin ATM

Sumber: *Europe Union Dir/Eective 2002/96C*

Menurut Konvensi Basel, limbah elektronik yang dibuang menunjukkan karakteristik bahan berbahaya dan beracun (B3). Berdasarkan Pasal VIII Konvensi Basel, komponen alat elektronik yang termasuk limbah B3 adalah sebagai berikut:

1. Limbah logam dan limbah yang mengandung perpaduan bahan antimoni, arsenik, berilium, kadmium, timah, merkuri, selenium, telurium, dan talium.
2. Limbah yang mengandung bahan pengisi atau kontaminan berupa antimoni, berilium, kadmium, timah, selenium, telurium, beserta senyawa-senyawanya, yang tidak termasuk limbah logam berukuran besar.
3. Limbah yang mengandung bahan pengisi atau kontaminan berupa arsenik, merkuri, talium, beserta senyawa-senyawanya, yang tidak termasuk limbah logam berukuran besar.
4. Abu dari hasil proses insinerasi kabel tembaga.
5. Abu yang mengandung logam mulia dari proses insinerasi *Printed Circuit Board* (PCB).
6. Limbah baterai yang tidak disortir.
7. Limbah rakitan alat listrik dan elektronik, yang dibagi menjadi:
 - a. Rakitan alat elektronik yang terdiri dari logam
 - b. Limbah rakitan alat listrik dan alat elektronik atau yang sudah dihancurkan (termasuk PCB), kaca dari *Cathode Ray Tubes* (CRT), dan PCB-kapasitor, tidak termasuk aki dan baterai.
8. Limbah kabel logam yang dilapisi dengan plastik yang terkontaminasi oleh ter batu bara, timah, kadmium, dan senyawa organohalogen.

9. Limbah kaca dari CRT.

2.2. Timbulan Limbah Elektronik

Pada tahun 2006, timbulan limbah elektronik mencapai antara 20-50 juta ton per tahun, atau sekitar 1-3% dari sampah kota, yang mencapai 1636 juta ton per tahun. Komputer, telepon genggam, dan televisi diperkirakan menyumbangkan 5,5 juta ton dari total limbah elektronik yang dihasilkan pada tahun 2010. Jumlah ini meningkat menjadi 9,8 ton pada tahun 2015.

Perubahan teknologi juga mempengaruhi jumlah limbah elektronik yang dihasilkan. Inovasi dalam produksi alat elektronik menjadi penyebab utama semakin pendeknya masa pakai oleh pengguna. Sebagai contoh adalah menurunnya masa pakai CPU komputer. Pada tahun 1997 masa pakai CPU yang semula berkisar 4-6 tahun, menurun menjadi 2 tahun pada tahun 2005 (Robinson, 2009 [5]). Jumlah timbulan limbah elektronik di sejumlah negara dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2
Timbulan Limbah Elektronik di Sejumlah Negara

Negara	Timbulan Limbah Elektronik (ton)
Amerika Serikat (USEPA, 2011, [6])	2.370.000
Swiss (Wager dkk., 2011 [7])	113.000
Cina (Wang dkk., 2011 [8])	1.583.000
India (Rani dkk., 2012 [9])	146.000

2.3. Pengelolaan Limbah Elektronik di Amerika Serikat

Peraturan limbah elektronik di Amerika Serikat tercantum dalam peraturan EPA-HQ-RCRA-2004-0012, yaitu *Hazardous Waste Management System; Modification of the Hazardous Waste Program; Cathode Ray Tubes; Final Rule*. Peraturan ini diusulkan pada tanggal 12 Juni 2002, namun baru diterapkan pada tanggal 29 Januari tahun 2007. Jenis limbah elektronik yang diatur dalam peraturan ini adalah jenis CRT.

Berdasarkan peraturan tersebut, salah satu jenis limbah elektronik yang dikelola di Amerika Serikat adalah yang memiliki komponen PCB dan CRT.

Limbah elektronik yang dihasilkan di Amerika Serikat berasal dari pabrik, rumah tangga, sektor bisnis, fasilitas umum, dan hasil impor. Keseluruhan limbah elektronik yang berasal dari sumber-sumber tersebut disalurkan ke perantara untuk didaur-ulang, dibuang ke *landfill*, atau diekspor.

Pada awalnya sebagian besar pengelolaan limbah elektronik di Amerika Serikat ditangani oleh pihak pengelola sampah kota (Ongondo dkk., 2011 [10]). Pemerintah Kota bertanggung jawab terhadap manajemen sampah kota. Namun dengan adanya kebijakan *Extended Producer Responsibility* (EPR), pengelolaan limbah elektronik

berkembang dengan melibatkan pemerintah federal, pemerintah negara bagian, pemerintah lokal, pendaaur-ulang swasta, dan organisasi non profit. Program EPR dikhususkan pada pengumpulan dan daur-ulang limbah elektronik dari rumah tangga (Bouvier dkk., 2011 [11]).

Extended Producer Responsibility (EPR) adalah sistem dimana pihak produsen bertanggung jawab terhadap tidak hanya pada kondisi produk alat elektronik yang telah dibeli oleh konsumen, melainkan juga hingga produk tersebut menjadi limbah. Pada sistem EPR berlaku sistem pembayaran biaya pengambilan dan daur ulang alat elektronik bekas yang dikenai oleh konsumen (Nnorom dkk., 2008 [12]). Salah satu negara bagian di Amerika Serikat yang menerapkan sistem EPR adalah Maine. Pada tahun 2006, Maine menjadi negara bagian pertama yang menerapkan sistem EPR dalam pengelolaan limbah elektronik rumah tangga. Tujuan Pemerintah Maine membuat kebijakan EPR ini adalah untuk meningkatkan *recovery* limbah elektronik yang berasal dari rumah tangga. Sistem EPR ini berlaku untuk limbah televisi dan monitor (Wagner, 2009 [13]).

Amerika Serikat banyak mendapat kritik yang keras dari LSM, karena mengeksport limbah elektronik melalui jaringan ilegal di Cina dan Ghana. Limbah elektronik yang diekspor

berupa komputer yang dapat digunakan kembali dan komputer rusak. Komputer yang dapat digunakan kembali, masih memiliki nilai jual, sehingga dapat diperbarui lagi dan dapat dijual di pasar barang bekas. Sedangkan, komponen-komponen di dalam komputer rusak dapat digunakan kembali, seperti PCB dan mikroprosesor (Kahhat dkk., 2012 [14]).

2.4. Pengelolaan Limbah Elektronik di

Swiss

Pengelolaan limbah elektronik di Swiss diatur dalam *Swiss Federal Office for the Environment* (FOEN), dengan membuat kebijakan *Ordinance on The Return, the Taking Back and the Disposal of Electrical and Electronic Equipment* (ORDEE). Bagian kedua dalam peraturan ORDEE mengatur tentang sistem *take back* dan pembuangan limbah elektronik pada tahun 1998. Dalam pasal 4 diatur mekanisme sistem *take back* oleh produsen dan pedagang. Pembuangan limbah elektronik diatur dalam Pasal 5e8, tentang persyaratan pembuangan limbah elektronik, sesuai dengan ketentuan yang berlaku sebagai dasar untuk perijinan pembuangan (Khetriwal dkk., 2009 [15]).

Berdasarkan *Material Flow Analysis*, hampir 113.000 ton limbah elektronik di Swiss memiliki komposisi sebagai berikut:

1. 41% berasal dari peralatan kantor, perangkat IT dan telekomunikasi, peralatan elektronik pribadi, dan peralatan grafis.
2. 27% berasal dari peralatan elektronik rumah tangga, atau disebut *white goods*.
3. 14% berasal dari peralatan pendingin.
4. 1% berasal dari alat konstruksi, alat berkebun, mainan, dan peralatan pencahayaan [7].

Ada empat organisasi yang menangani limbah elektronik di Swiss yaitu:

1. *The Swiss Association for Information, Communication and Organizational Technology* (SWICO). Organisasi ini mengelola limbah elektronik “coklat”, yaitu perangkat elektronik rumah tangga yang meliputi perangkat audio *non mobile*, perlengkapan film, televisi, proyektor, dan pemutar video [1].
2. *Stiftung Entsorgung Schweiz System* (S.EN.S). Organisasi ini mengelola limbah elektronik “putih”, yaitu alat dapur yang bersifat *built-in* dan berukuran besar, seperti mesin pencuci piring, peralatan laundry, serta lemari es [1].
3. *Swiss Light Recycling Foundation* (SLRS). Organisasi ini mengelola limbah lampu [15].
4. *Stakeholder Organisation for Battery Disposal* (INOBAT). Organisasi ini mengelola limbah baterai [15].

Limbah elektronik yang dihasilkan harus dikumpulkan oleh konsumen. Dari tempat pengumpulan, limbah elektronik tersebut diangkut untuk dibongkar. Pembongkaran limbah elektronik dilakukan secara manual dengan memperhatikan keamanan dan keselamatan lingkungan, guna meminimisasi pencemaran lingkungan. Setelah dibongkar, limbah elektronik tersebut dibawa ke tempat daur-ulang untuk dicacah dan dikelompokkan, guna mendapatkan komponen-komponen utama seperti plastik, kaca, besi, aluminium, tembaga, dan logam mulia [15].

2.5. Pengelolaan Limbah Elektronik di India
 Penanganan limbah elektronik di India diatur dalam *E-waste Management and Handling Rules* yang mulai diberlakukan sejak tanggal 1 Mei 2012. Sebelum peraturan tersebut berlaku, pengelolaan limbah elektronik diatur dalam *The Hazardous Wastes Management and Handling Rules* tahun 2003, yang mengatur pengelolaan limbah industri (Borthakur dkk., 2012 [16]). Berdasarkan peraturan baru yang berlaku di India, limbah elektronik dibagi menjadi dua kategori, yaitu peralatan IT dan telekomunikasi, serta peralatan elektronik konsumen. Penggolongan limbah elektronik di India dapat dilihat pada Tabel 3.

Produsen alat elektronik yang melakukan pengadaan komponen-komponen elektronik

sebagian besar dipasarkan ke *grey market*. Konsumen lebih memilih untuk membeli alat elektronik di *grey market*, karena harganya yang lebih murah dari harga di tempat penjualan resmi, yang dikenai berbagai macam pajak. Adanya produsen alat elektronik yang tidak teridentifikasi yang menjual alat elektronik ke *grey market* membuat pengelolaan limbah elektronik menjadi lebih sulit (Wath dkk., 2009 [17]).

Tabel 3
 Penggolongan Limbah Elektronik di India [18]

No.	Kategori Peralatan Elektronik	Jenis Peralatan
1.	Peralatan IT dan telekomunikasi	Pemroses data tersentralisasi, <i>mainframes</i> , komputer mini, komputer pribadi, komputer laptop, <i>notebook</i> , <i>notepad</i> , <i>printer</i> beserta <i>cartridge</i> , mesin fotokopi, mesin ketik elektronik, <i>terminals user</i> , faks, telex, telepon, telepon berbayar, telepon <i>cordless</i> , telepon genggam, mesin penjawab
2.	Peralatan elektronik konsumen	Televisi (baik LCD maupun LED), lemari es, mesin cuci, AC

Pengguna alat elektronik skala rumah tangga dan perkantoran merupakan penghasil utama limbah elektronik. Konsumen membuang alat elektronik lama untuk mendapatkan alat elektronik baru dengan teknologi yang lebih canggih. Di India, konsumen yang memiliki lebih dari satu alat elektronik, dapat menjual kembali alat tersebut atau disumbangkan ke

sekolah, panti asuhan, rumah sakit, dan lain-lain. Limbah elektronik dari luar India dapat masuk tanpa membayar biaya ekspor maupun biaya lain, karena pada umumnya dikirim dalam bentuk sumbangan [17].

2.6. Pengelolaan Limbah Elektronik di Cina

Penanganan limbah elektronik di Cina diatur dalam *Regulations on Recovery Processing of Waste Electrical and Electronic Products* yang mulai berlaku sejak 1 Januari 2011.

Peraturan tentang limbah elektronik di Cina tidak menjelaskan jenis-jenis peralatan yang tergolong limbah elektronik. Yang dijelaskan terbatas pada kriteria fasilitas daur ulang limbah elektronik. Meskipun tidak diterangkan dalam peraturan, peraturan tersebut menyebutkan bahwa beberapa jenis alat elektronik tidak diperkenankan masuk ke Cina. Namun ada beberapa jenis alat elektronik yang didaur ulang, baik secara legal maupun ilegal. Sebagai contoh, jenis limbah elektronik yang didaur ulang di Beijing adalah mesin cuci, televisi, komputer, dan telepon genggam [8].

Daur ulang limbah elektronik di Beijing tidak berjalan dengan baik. Sebanyak 70% limbah elektronik disimpan di rumah dan di kantor. Lama penyimpanan limbah elektronik dapat mencapai bulanan, hingga tahunan. Sekitar 12% limbah elektronik dibongkar untuk didaur

ulang menjadi bahan baku industri. Ada empat pihak yang dapat menampung limbah elektronik dari konsumen, yaitu pengepul keliling, penjual alat elektronik, pengepul khusus, dan pasar barang bekas [8].

Cina merupakan negara dengan pengimpor limbah elektronik terbesar di dunia melalui jalur pelabuhan. Cina menerima limbah elektronik dari Eropa, Amerika Serikat, dan negara tetangga seperti Korea Selatan dan Jepang (Chi dkk., 2011 [19]). Bahkan, Cina juga menyelundupkan limbah elektronik tersebut secara ilegal ke Mong Cai, Vietnam, melalui daerah Dongxin (Shinkuma dkk., 2009 [20]).

Di daerah Cina Selatan, juga terdapat tempat daur-ulang limbah elektronik yang berdekatan dengan kawasan persawahan. Tanah di Cina Selatan tercemar *polybrominated diphenyl ether* (PBDE) dan *polychlorinated biphenyl* (PCB). Kedua zat pencemar tersebut sudah masuk ke dalam rantai makanan, terutama di dalam tanaman pangan. Padi dan tanaman pangan di sekitar tempat daur-ulang di Cina Selatan telah terkontaminasi PBDE [3].

IV KESIMPULAN DAN SARAN

serta negara berkembang (Cina dan India) sudah memiliki peraturan yang spesifik untuk mengelola limbah elektronik. Akan tetapi dalam praktek di lapangan, masih banyak

pelanggaran yang dilakukan oleh negara Amerika Serikat, Cina, dan India. Negara tersebut masih melakukan kegiatan ekspor impor limbah elektronik dan mengolah limbah elektronik dengan cara yang tidak ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaidajis, G., Angelakoglou, K., and Aktsoglou. . "E-waste: Environmental Problems and Current Management". *Journal of Engineering Science and Technology Review*, Vol 3 (1), p. 193-199, 2010
- [2] Chatterjee, S. and Kumar, K. 2009. "Effective Electronic Waste Management and Recycling Process Involving Formal and Non-Formal Sectors". *International Journal of Physical Sciences*, Vol 4 (13), p. 893-905
- [3] Wang, Y., Luo, C., Li, J., Yin H., Li, X., Zhang, G. 2011. "Characterization of PBDEs in soils and vegetations near an e-waste recycling site in South China". *Environmental Pollution*, Vol. 159, p. 2443-2448
- [4] Bandyopadhyay, A. 2010. "Electronic Waste Management: India Practices and Guidelines". *International Journal of Energy and Environment*, Vol 1, p. 793-804
- [5] Robinson, B.H. 2009. E-waste: An Assessment of Global Production and Environmental Impacts. *Science of the Total Environment*, Vol 408, p. 183-191.
- [6] USEPA Office of Resource Conservation and Recovery. 2011. *Electronics Waste Management in the United State Through 2009*.
- [7] Wager, P.A. Hirschler, R. Eugster, M. 2011. "Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up". *Science of the Total Environment*. Vol 409, p. 1746–1756
- [8] Wang, Z., Zhang, B., Yin, J., and Zhang, X. 2011. "Willingness and Behavior towards E-waste Recycling for Residents in Beijing City, China". *Journal of Cleaner Production*, Vol 19, p. 977-984
- [9] Rani, B., Singh, U., Maheshwari, R., and Chauhan, A.K. 2012. "Perils of Electronic Waste: Issues and Management Strategies". *Journal of Advanced Scientific Research*, Vol 3, p. 17-21
- [10] Ongondo, F.O., Williams, I.D., and Cherrett, T.J. 2011. "How are WEEE Doing? A Global Review of the Management of Electrical and Electronic Wastes". *Waste Management*, Vol. 31, p. 714-730
- [11] Bouvier, R. and Wagner, T. 2011. "The Influence of Collection Facility Attributes on Household Collection Rates of Electronic Waste: The Case of

- Televisions and Computer Monitors". *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 55, p. 1051-1059
- [12] Nnorom, I.C. and Osibanjo, O. 2008. "Overview of Electronic Waste (E-waste) Management Practices and Legislations, and Their Poor Applications in the Developing Countries". *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 52, p. 843-858
- [13] Wagner, T.P. 2009. "Shared Responsibility for Managing Electronic Waste: A Case Study of Maine, USA". *Waste Management*. Vol 29, p. 3014-3021
- [14] Kahhat, R. and Williams, E. 2012. "Materials Flow Analysis of E-waste: Domestic Flows and Exports of Used Computers from the United States". *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 67, p. 67-74
- [15] Khetriwal, D.S, Kraeuchi, P., and Widmer, R. 2009. "Producer Responsibility for E-waste Management: Key Issues for Consideration - Learning from the Swiss Experience". *Journal of Environmental Management*, Vol 90, p. 153-165
- [16] Borthakur, A. and Singh, P. 2012. "Electronic waste in India: Problems and Policies". *International Journal of Environmental Science*. Vol 3, p. 353-362
- [17] Wath, S.B., Vaidya, A.N., Dutt, P.S., and Chakrabarti, T. 2009. "A Roadmap for Development of Sustainable E-waste Management System in India". *Science of the Total Environment*, Vol 409, p. 19-32
- [18] Ministry of Electronics and Information Technology, Government of India. 2011. E-waste (Management and Handling) Rules.
- [19] Chi, X., Streicher-Porte, M., Wang, M.Y.L, and Reuter, M.A. 2011. "Informal electronic waste recycling: A sector review with special focus on China". *Waste Management*, Vol 31, p. 731-742
- [20] Shinkuma, T. and Huong, N.T.M.H. 2009. "The Flow of E-waste Material in the Asia Region and a Reconsideration of International Trade Policies on Electronic Waste". *Environmental Impact Assessment Review*. Vol 29, p. 25-31