

**OP-015**  
**PENGEMBANGAN SISTEM BANK SAMPAH**  
**DALAM UPAYA DAUR ULANG SAMPAH ELEKTRONIK**  
**STUDI KASUS KAMPUS UNIVERSITAS ANDALAS**

**Slamet Raharjo<sup>1</sup>, Silvia Fitriani<sup>1</sup>, Vera S. Bachtiar<sup>1</sup>, Yenni Ruslinda<sup>1</sup>,  
Indriyani Rachman<sup>2</sup>, Toru Matsumoto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Lingkungana, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

<sup>2</sup>Department of Life and Environmental Engineering, Graduate School of Environmental Engineering,  
The University of Kitakyushu, Japan,  
e-mail: sraharjo@ft.unand.ac.id

**ABSTRAK**

*Sampah elektronik (SE) belum dikelola dengan baik oleh pemerintah pusat, kabupaten dan kota. Bank sampah belum dimanfaatkan untuk mengelola SE. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem bank sampah sehingga dapat menerima tabungan SE. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan di Bank Sampah Enviro Andalas UNAND dan menjadi masukan pengembangan aspek bisnis sistem BS di Indonesia. SE yang dikaji dalam penelitian ini adalah monitor komputer model Cathode Ray Tube (CRT), Central Processing Unit (CPU) dan printer. Penelitian ini dilakukan dengan cara memilah komponen bernilai ekonomi dari masing-masing SE, kemudian dilakukan survei dan wawancara pada lapak barang bekas untuk mengetahui potensi daur ulang, harga jual dan pemasaran masing-masing komponen sampah elektronik. Berdasarkan penelitian, komponen SE yang berpotensi daur ulang dan tidak mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah karah campuran dan besi campuran, sedangkan yang mengandung B3 adalah kabel dan rangkaian. Harga penukaran SE utuh untuk nasabah adalah Rp 20.000 (monitor komputer), Rp 25.000 (CPU) dan Rp 1.000 (printer). Harga jual SE dalam bentuk terpilah yang memberikan keuntungan adalah monitor komputer dan CPU dengan harga jual di lapak tingkat I, II dan III secara berturut-turut adalah monitor komputer: Rp 37.137, Rp 40.167 dan 46.089; CPU: Rp 29.025, Rp 53.215 dan 73.234. Keuntungan yang diperoleh Bank Sampah Enviro Andalas jika dijual ke lapak tingkat III adalah monitor komputer: Rp 22.299 dan CPU: Rp 31.573. Bank sampah akan mendapatkan keuntungan lebih besar jika menjual SE dalam bentuk komponen terpilah dibandingkan dijual utuh. Mekanisme pengelolaan SE melalui bank sampah adalah nasabah menabung, pemilahan komponen SE, dan pemasaran komponen terpilah ke lapak sampah tingkat III. Berdasarkan data timbulan di Kampus UNAND, total SE pada tahun 2015 adalah 192 unit monitor komputer dan 181 unit CPU. Pengelolaan SE tersebut melalui Bank Sampah Enviro Andalas akan menghasilkan keuntungan total sebesar Rp 99.996.121.*

*Kata kunci: sampah elektronik (SE), Bank Sampah (BS), lapak*

**1. PENDAHULUAN**

Penggunaan peralatan elektronik akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan teknologi peralatan elektronik. Selama 10 tahun terakhir jumlah peralatan elektronik di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup drastis. Peningkatan ini mengakibatkan sampah elektronik juga meningkat (Pramono, 2006).

Sampah elektronik merupakan kumpulan barang-barang elektronik yang sudah rusak atau tidak dipakai lagi oleh pemiliknya. Sampah elektronik banyak ditemukan di negara miskin dan berkembang karena memiliki perekonomian yang rendah, sehingga negara miskin ataupun negara berkembang merupakan lahan subur bagi negara maju untuk membuang sampah elektronik mereka dalam bentuk penjualan barang dengan harga yang sangat murah. Menurut estimasi Badan Program Lingkungan Hidup PBB (UNEP), setiap tahun dihasilkan 20-50 juta ton sampah elektronik dari seluruh penjuru dunia. Tingkat

kemampuan daur ulangnya tak lebih dari 10 persen. Sementara, peningkatan volume sampah elektronik per tahunnya diperkirakan mencapai 3-5 persen, atau tiga kali lebih cepat dari pada sampah umum.

Barang-barang elektronik yang nantinya menjadi sampah elektronik ini memiliki komponen-komponen yang berbahaya bagi lingkungan (Robinson, 2009). Komputer sebagai salah satu contoh, mengandung komponen yang berbahaya yakni plastik, logam, besi, cadmium dan merkuri (Widmer dkk., 2005).

Sampah elektronik tidak hanya mengandung komponen yang berbahaya, tetapi komponen yang juga bernilai ekonomi. Dibutuhkan sistem daur ulang tertentu untuk mengelola sampah elektronik tersebut. Pengelolaan dengan menggunakan sistem daur ulang untuk sampah elektronik merupakan suatu hal yang positif untuk mengurangi emisi sampah serta menekan efek rumah kaca (Widyarsana dkk, 2010).

Secara formal, belum ada peraturan tingkat nasional maupun local untuk mengelola sampah elektronik ini

di Indonesia. Industri sebagai penghasil alat-alat elektronik belum ada kewajiban untuk mengelola sampah elektroniknya. Pengelolaan sampah elektronik perkotaan belum menjadi bagian dari pengelolaan sampah perkotaan. Langkah awal untuk pengelolaan daur ulang sampah elektronik adalah mobilisasi sampah elektronik dari sumber, pemisahan atau pemilahan, hal ini mungkin dilakukan melalui bank sampah. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.13 Tahun 2012 bank sampah adalah tempat pemilahan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau diguna ulang yang memiliki nilai ekonomi. Namun hingga saat ini, bank-bank sampah di Indonesia belum ada yang menerima sampah elektronik.

Untuk mengimplementasikan konsep 3R pengelolaan sampah di lingkungan kampus Universitas Andalas Limau Manis dibangun Pusat Pengelolaan Sampah Terpadu yang diresmikan oleh rektor Universitas Andalas pada tanggal 24 September 2014. Operasional PPST meliputi pengomposan sampah basah layak kompos dan pengelolaan sampah kering layak jual dengan penerapan Bank Sampah. Bank Sampah yang ada di Universitas Andalas bernama Bank Sampah Enviro Andalas. Bank sampah ini belum mengelola sampah elektronik. Sementara itu, Universitas Andalas sebagai institusi pendidikan menghasilkan sampah elektronik yang cukup potensial. Sehingga diperlukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mendayagunakan peran bank sampah dalam pengelolaan sampah elektronik.

Penelitian kali ini dimaksudkan untuk menyusun pengembangan sistem bank sampah dalam upaya pengelolaan sampah elektronik sehingga bisa diadopsi oleh seluruh bank sampah di Indonesia. Sistem yang dikembangkan tersebut meliputi: harga tukar (*exchange price*) sampah elektronik berdasarkan mekanisme pasar, prosedur kerja bank sampah dalam pembongkaran dan pemilahan bagian-bagian sampah elektronik, prosedur pemasaran yang menguntungkan. Untuk memahami potensi pengelolaan sampah elektronik melalui bank sampah, maka studi kasus dilakukan di Universitas Andalas meliputi: analisis timbulan, komposisi dan potensi daur ulang sampah elektronik di Kampus UNAND dan menghitung keuntungan bisnis yang diperoleh Bank Sampah Enviro Andalas jika mengelola sampah elektronik tersebut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perhitungan Timbulan

Sampah dihitung di masing-masing unit kerja berdasarkan wawancara dengan pihak terkait;

- Sampah yang dihitung adalah sampah yang terakumulasi di gudang sampai tahun 2015;
- Dalam menentukan jumlah sampel sampah elektronik pada penelitian ini diambil 10% dari total unit kerja;
- Total unit kerja di Universitas Andalas adalah 42 unit (37 jurusan dan 5 unit pelayanan). Sampel yang diambil 4 buah sampel yaitu 4 sampel diambil dari perwakilan jurusan;
- Hitung timbulan sampah di Universitas Andalas. Satuan yang digunakan dalam pengukuran timbulan sampah adalah kg/tahun. Dengan rumus sebagai berikut:

Timbulan sampah elektronik =

$$\frac{\text{Jumlah sampel diseluruh titik sampling}}{\text{jumlah titik sampling}} \times \text{Jumlah unit kerja}$$

### 2.2 Perhitungan komposisi sampah dan potensi daur ulang

- Untuk menentukan komposisi sampah, dilakukan pemisahan sampah berdasarkan komponen-komponennya, yaitu sampah karah, logam, kaca dan lain-lain. Persen komposisi adalah berat masing-masing komponen sampah dibagi dengan berat total sampah keseluruhan.;
- Perhitungan potensi daur ulang perkomponen, dibedakan atas jenis/komponen sampah yang berpotensi untuk di daur ulang. Potensi daur ulang dilihat berdasarkan wawancara dengan pemilik lapak di Kota Padang. Masing-masing komponen sampah tersebut ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\text{Potensi daur ulang sampah per komponen}}{\text{berat komponen dapat didaur ulang}} \times 100\% \\ \text{berat total sampah tiap unit}$$

### 2.3 Pengembangan sistem bank sampah unitk sampah elektronik

- Menyusun prosedur kerja bank sampah:
  - Menentukan cara kerja dan mekanisme kerja pemisahan komponen;
  - Menentukan waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan tiap sampah elektronik;
  - Menentukan kebutuhan tenaga kerja.
- Menentukan harga tukar sampah elektronik: Sampah yang sudah dipisahkan berdasarkan komponennya, di cari harga tukar tiap komponen dengan melakukan wawancara dengan pemilik lapak.

Harga tukar =

$$(\text{Harga Jual ke lapak} - \text{Upah pekerja}) \times 85\%$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kondisi Eksisting Sampah Elektronik di Universitas Andalas

Universitas Andalas Limau Manis belum melakukan pengolahan terhadap sampah elektronik. Sampah elektronik yang terkumpul dari seluruh unit kerja akan disimpan di gudang yang terletak disebelah Pusat Pengolahan Sampah Terpadu (PPST) Universitas Andalas dan dibiarkan untuk waktu yang belum ditentukan karena pengelola aset belum memiliki rencana.

#### 3.2 Kondisi Eksisting Pemasaran Sampah Elektronik

Lapak tingkat I sampah sudah banyak membeli sampah elektronik, tetapi kebanyakan membeli sampah elektronik dalam keadaan utuh dan dijual kembali ke lapak tingkat II. Sampah elektronik yang sudah dibeli dari lapak tingkat I dipisahkan perkomponen sebelum dijual ke lapak tingkat III. Komponen sampah yang tidak laku dijual seperti tabung kaca dari monitor komputer hanya ditumpuk dan berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Hal ini dapat merusak lingkungan karena tabung kaca CRT (*Chatoda Ray Tube*) mengandung oksida logam seperti barium, timah dan tembaga, sehingga perlu penanganan khusus untuk mengolahnya.

#### 3.3 Timbulan Sampah Elektronik

Timbulan sampah yang belum diputihkan untuk sampah monitor komputer timbulan yang didapatkan adalah 137 unit, CPU 126 unit, LCD proyektor 63 unit dan printer 84 unit. Sampah yang belum diputihkan berada digudang masing-masing jurusan. Sedangkan jumlah sampah elektronik yang sudah diputihkan dan direkap bagian aset di BMN Universitas Andalas yang diperbarui tahun 2008 terdapat 55 unit sampah monitor komputer, 55 unit sampah CPU, 36 unit sampah proyektor dan untuk sampah LCD proyektor tidak ada terekap. Sampah yang sudah direkap ini berada di gudang Universitas Andalas. Jadi perkiraan jumlah sampah elektronik di Universitas Andalas Limau Manis pada tahun 2015 adalah 556 unit, 192 unit sampah monitor, 181 unit sampah CPU 63 unit sampah LCD proyektor dan 120 unit sampah printer.

#### 3.4 Komposisi dan Potensi Daur Ulang

Sampah elektronik yang diteliti adalah monitor komputer model *Chatode Ray Tube*, CPU dan printer. Masing-masing sampah yang diteliti terdiri dari tiga jenis dengan merek yang berbeda. Kemudian dicari komposisi rata-rata dari setiap sampah elektronik.

### I. Monitor Komputer

Berdasarkan penelitian yang dilakukan komposisi dan potensi daur ulang sampah monitor komputer dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

**Tabel 1. Komposisi Monitor Sampah Komputer**

| No           | Jenis sampah               | Berat (Kg) | % berat |
|--------------|----------------------------|------------|---------|
| 1            | Karah campuran             | 1,97       | 16,28   |
| 2            | Kabel                      | 0,39       | 3,22    |
| 3            | Besi campuran              | 0,63       | 5,21    |
| 4            | Tembaga                    | 0,31       | 2,56    |
| 5            | Logam                      | 0,22       | 1,82    |
| 6            | Rangkaian Monitor Komputer | 0,88       | 7,27    |
| 7            | Tabung kaca                | 7,7        | 63,64   |
| <b>Total</b> |                            | 12,10      | 100     |

**Tabel 2. Potensi Daur Ulang Sampah Monitor Komputer**

| No | Jenis sampah               | Daur Ulang |       | Kandungan B3 |       |
|----|----------------------------|------------|-------|--------------|-------|
|    |                            | Bisa       | Tidak | Ya           | Tidak |
| 1  | Karah campuran             | √          |       |              | √     |
| 2  | Kabel                      | √          |       | √            |       |
| 3  | Besi campuran              | √          |       |              | √     |
| 4  | Tembaga                    | √          |       |              | √     |
| 5  | Logam                      |            | √     |              | √     |
| 6  | Rangkaian Monitor Komputer |            | √     | √            |       |
| 7  | Tabung kaca                |            | √     | √            |       |

### II. Cental Processing Unit (CPU)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan komposisi dan potensi daur ulang sampah CPU dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

**Tabel 3. Komposisi Sampah CPU**

| No.          | Jenis sampah  | Berat (Kg) | % berat rata2 |
|--------------|---|------------|---------------|
| 1            | Karah campuran  | 0,62       | 9,13          |
| 2            | Kabel   | 0,22       | 3,24          |
| 3            | Besi campuran   | 4,65       | 68,48         |
| 4            | Rangkaian CPU<br>Motherboard<br>Harddisk<br>CD-ROM<br>Memory<br>Processor<br>Power supply | 1,17       | 17,23         |
| 5            | Lain-lain   | 0,13       | 1,92          |
| <b>Total</b> |   | 6,79       | 100           |

**Tabel 4. Komposisi Sampah CPU**

| No | Jenis sampah   | Daur Ulang |       | Kandungan B3 |       |
|----|----------------|------------|-------|--------------|-------|
|    |                | Bisa       | Tidak | Ya           | Tidak |
| 1  | Karah campuran | √          |       |              | √     |
| 2  | Kabel          | √          |       | √            |       |
| 3  | Besi campuran  | √          |       |              | √     |
| 4  | Rangkaian CPU  | √          |       | √            |       |
| 5  | Lain-lain      |            | √     | √            |       |

### III. Printer

Berdasarkan penelitian yang dilakukan komposisi dan potensi daur ulang sampah printer dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

**Tabel 5. Komposisi Sampah Printer**

| No           | Jenis sampah      | Berat (Kg) | % berat |
|--------------|-------------------|------------|---------|
| 1            | Karah campuran    | 2,07       | 68,54   |
| 2            | Besi campuran     | 0,81       | 26,82   |
| 3            | Rangkaian Printer | 0,08       | 2,65    |
| 4            | Kaca              | 0,06       | 1,99    |
| <b>Total</b> |                   | 3,02       | 100     |

**Tabel 6. Komposisi Sampah Printer**

| No | Jenis sampah      | Daur Ulang |       | Kandungan B3 |       |
|----|-------------------|------------|-------|--------------|-------|
|    |                   | Bisa       | Tidak | Ya           | Tidak |
| 1  | Karah campuran    | √          |       |              | √     |
| 2  | Besi campuran     | √          |       |              | √     |
| 3  | Rangkaian Printer | √          |       | √            |       |
| 4  | Kaca              |            | √     |              | √     |

### 3.4 Harga Penjualan Sampah Elektronik

Berdasarkan hasil penelitian, harga jual sampah elektronik yang utuh lebih murah dibandingkan dengan harga jual sampah elektronik yang sudah dipisahkan berdasarkan komponen penyusunnya. Harga jual sebuah monitor utuh lapak tingkat I meningkat 50% jika dijual pada lapak tingkat II, dan meningkat 83% apabila dijual ditingkat III. Harga jual CPU utuh lapak tingkat I meningkat 50% jika dijual pada lapak tingkat II, dan meningkat 70% apabila dijual ditingkat III. Untuk sampah printer tidak memiliki nilai ekonomis karena sebagian besar komponen penyusunnya adalah karah campuran yang apabila dijual memiliki harga jual yang rendah,

kenaikan harga printer 100% dan 50% apabila dijual pada lapak tingkat II dan lapak tingkat III. Untuk lebih lengkap mengenai harga sampah elektronik dapat dilihat pada tabel 5. Harga ini berdasarkan survey lapangan pada bulan mei 2016.

**Tabel 5. Harga Penjualan Sampah Elektronik**

| No                         | Monitor Komputer | CPU    | Printer |
|----------------------------|------------------|--------|---------|
| <b>1. Tingkat I (Rp)</b>   |                  |        |         |
| Utuh                       | 20.000           | 25.000 | 1.000   |
| Dipisahkan                 | 37.137           | 29.025 | 2.749   |
| <b>2. Tingkat II (Rp)</b>  |                  |        |         |
| Utuh                       | 30.000           | 50.000 | 2.000   |
| Dipisahkan                 | 40.167           | 53.215 | 4.412   |
| <b>3. Tingkat III (Rp)</b> |                  |        |         |
| Utuh                       | 55.000           | 85.000 | 3.000   |
| Dipisahkan                 | 46.089           | 73.234 | 5.469   |

### 3.5 Waktu Kerja dan Upah Pekerja Bank Sampah

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk memisahkan sampah elektronik untuk satu orang pekerja dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Waktu Kerja yang dibutuhkan**

| No                 | Monitor Komputer | CPU | Printer |
|--------------------|------------------|-----|---------|
| <b>Pekerja</b>     |                  |     |         |
| 1 orang            |                  |     |         |
| <b>Waktu (Jam)</b> | 1-2              | 1-2 | 0,5     |

Berdasarkan Berdasarkan Standar Unand tentang upah pekerja yang lulusan SMA adalah Rp.800.000/bulan. Jadi upah pekerja dalam 1 jam adalah:

Upah Pekerja dalam 1 jam adalah:

$$= \frac{\text{Upah Pekerja dalam 1 bulan}}{160}$$

$$= \frac{\text{Rp.800.000}}{160}$$

$$= \text{Rp.5.000/jam}$$

### 3.6 Harga Tukar dan Keuntungan Bank Sampah

Harga tukar sampah elektronik untuk nasabah diambil dari harga penjualan sampah elektronik pada lapak tingkat I tanpa mengambil *sharing*. Harga penukaran sampah elektronik utuh untuk nasabah adalah Rp 20.000 (monitor komputer), Rp 25.000 (CPU) dan Rp 1.000 (printer).

Keuntungan bank sampah didapatkan adalah penjualan sampah elektronik dikurangi dengan upah pekerja bank sampah, serta ongkos pengiriman sampah elektronik ke lapak III. Berikut rekapitulasi keuntungan bank sampah pada tabel 7.

**Tabel 7. Rekapitulasi Keuntungan Bank Sampah**

| No         | Monitor Komputer        | CPU    | Printer |
|------------|-------------------------|--------|---------|
| 1.         | <b>Tingkat I (Rp)</b>   |        |         |
| Utuh       | -                       | -      | -       |
| Dipisahkan | 7.137                   | 22.299 | -3.252  |
| 2.         | <b>Tingkat II (Rp)</b>  |        |         |
| Utuh       | 10.000                  | 25.000 | 1.000   |
| Dipisahkan | 10.167                  | 18.215 | -1.558  |
| 3.         | <b>Tingkat III (Rp)</b> |        |         |
| Utuh       | 22.900                  | 53.210 | -1.020  |
| Dipisahkan | 22.299                  | 31.573 | -531    |

Berdasarkan Sampah elektronik yang memberikan keuntungan untuk bank sampah adalah monitor komputer dan CPU. Sedangkan untuk sampah printer mengalami kerugian karena membutuhkan upah pekerja untuk memilah sampah dan ongkos kirim untuk mengirim sampah ke lapak tingkat III.

Mekanisme pengelolaan sampah elektronik melalui bank sampah adalah nasabah menabung, pemilahan komponen sampah elektronik dan pemasaran komponen terpilah ke lapak sampah tingkat III. Berdasarkan data timbulan di Kampus UNAND, total sampah elektronik pada tahun 2015 adalah 192 unit monitor komputer dan 181 unit CPU. Pengelolaan sampah elektronik tersebut melalui Bank Sampah Enviro Andalas akan menghasilkan keuntungan total sebesar Rp 99.996.121.

#### 4. KESIMPULAN

1. Total timbulan sampah elektronik di Kampus Universitas Andalas Limau Manis adalah 556 unit, yaitu 192 monitor komputer, 181 CPU, 63 LCD proyektor dan 120 printer;
2. Pengelolaan sampah elektronik di Universitas Andalas Limau Manis belum dilakukan oleh pihak kampus;
3. Harga tukar sampah elektronik untuk monitor komputer adalah Rp 20.000, CPU Rp 25.000 dan printer Rp 1.000;
4. Total keuntungan bank sampah jika sampah elektronik tersebut melalui Bank Sampah Enviro Andalas adalah Rp 99.996.121.

#### DAFTAR PUSTAKA

Agus Pramono, 2006, Limbah Elektronik di Indonesia, Berita Antara Edisi Tanggal 20 Desember 2006

- Allsopp, M., Santillo, D. dan Johnston, P. 2006. Environmental and Human Health Concerns in the Processing of Electrical and Electronic Waste. Greenpeace Research Laboratories, Department of Biological Sciences, UK.
- Andibimaputra, 2009. Bahaya-bahaya Sampah Teknologi Canggih \_ Andibimaputra's Blog. Diakses tanggal 26 Juni 2016.
- Arensman, R. 2000. Ready for Recycling? Electronic Business Magazine, November 2000.
- Ficeriova, J., Balaz, P., Dutkova, E., Gock, E., 2008, Leaching Gold and Silver Crushed Au-Ag Waste, *The Open Chemical Engineering Journal*, Vol 29, 6-9.
- Gramatyka, P., Nowosielki, R., Sakiewicz, P., 2007, Recycling of Waste Electrical and Electronic Equipment, *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering Vol 20*, 535-538.
- Khatriwal DS, Kraeuchi P, Schwaninger M., A comparison of electronic waste recycling in Switzerland and in India, *J Environ Impact Assess Rev* 2005;25:492–504.
- Luther L., 2009, Managing electronic waste: issues with exporting e-waste. CRS Report for Congress
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan *Reduce, Reuse, Dan Recycle* Melalui Bank Sampah
- Puckett, J., Byster, L., dan Westervelt, S. 2002. Exporting Harm: The High-Tech Trashing of Asia. The Basel Action Network (BAN) dan Silicon Valley Toxics Coalition (SVTC).
- Robinson, B. 2009. E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment* 408 (2009) 183–191
- Terazono, A. dan Yoshida, A. 2009. Environmental Management System of E-waste in Formal/Informal Sector. E-waste Training Workshop for Asia and the Pacific, 12 Aug 2009, Hanoi, Vietnam.
- UNEP. 2007. E-Waste, Volume I : *Inventory Assessment Manual. United Nations Environmental Programme, Division of Technology, Industry dan Economics International Environmental Technology Centre*, Osaka.
- Widyarsana,IMW., Winarsih,D.R., Damanhuri,E., Padmi,T.,(2010) *Identifikasi Material E-Waste Komputer dan Komponen Daur Ulangnya di Lokasi Pengumpulan E-Waste,Bandung,2010*