

# ANALISIS ALIRAN SAMPAH PLASTIK SEBAGAI PENENTU KEBUTUHAN KAPASITAS INFRASTRUKTUR DAUR ULANG DI KOTA BANDUNG

## PLASTIC WASTE FLOW ANALYSIS AS THE DETERMINANT OF THE RECYCLING INFRASTRUCTURE CAPACITY IN BANDUNG CITY

**Benno Rahardyan, Angelin Rike Hadiana dan Sukandar**  
**Program Studi Teknik Lingkungan ITB, Jl. Ganesa 10 Bandung**  
**email: rahardyan@yahoo.com**

### Abstrak

Timbulan sampah plastik di Kota Bandung yaitu sekitar 86300,37 kg/hari. Dari jumlah ini hanya sebagian yang tereduksi dengan daur ulang. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kapasitas infrastruktur daur ulang sampah plastik di Kota Bandung. Metode yang digunakan adalah wawancara dan tinjauan lapangan ke pelaku daur ulang. Capture rate sampah plastik Kota Bandung sebesar 41,55 % dari total sampah plastik yang dihasilkan masyarakat Kota Bandung. Ini berarti upaya daur ulang sampah plastik belum optimal karena upaya pemilahan dari sumber yang jarang dilakukan. Kapasitas infrastruktur yang dibangun untuk masing-masing wilayah (Bandung Barat, Bandung Tengah dan Bandung Timur) jika 100 % optimis jumlah bandar besar survey adalah jumlah sebenarnya, sebesar 150,25 m<sup>3</sup>/hari, 321,35 m<sup>3</sup>/hari, 141,49 m<sup>3</sup>/hari. Untuk nilai optimis 50 % dan 60 %, kapasitas infrastruktur untuk wilayah Bandung Barat dan Bandung Timur adalah 0 m<sup>3</sup>/hari dan 0 m<sup>3</sup>/hari karena infrastruktur yang ada sudah mencukupi. Sedangkan untuk Bandung Tengah sebesar 14589,61m<sup>3</sup>/hari (50 % optimis) dan 24083,77 m<sup>3</sup>/hari (60 % optimis).

**Kata kunci:** sampah plastik, capture rate, aliran material, kapasitas infrastruktur.

### Abstract

The generation of plastic wastes in Bandung's society is about 86300.37 kg/day. The reduced amount of it is only a few. The aim of this research is to determine the recycling infrastructure capacity in Bandung City. This research used interview and observation methods. Capture rate of plastic waste in Bandung is 41,55% from all plastic waste that generated by Bandung's City, it means recycling activity of plastic waste has not yet reached its full potential because the sources don't do separation. The capacity of infrastructures that are built for each location wilayah (Bandung Barat, Bandung Tengah and Bandung Timur), by making an assumption that it is 100% optimized, are 150,25 m<sup>3</sup>/day, 321,35 m<sup>3</sup>/day, and 141.49 m<sup>3</sup>/day. While by making assumptions, for 50% optimized and 60% optimized, the capacity of infrastructure in West Bandung and East Bandung are 0 m<sup>3</sup>/day and 0 m<sup>3</sup>/day, because the available infrastructure is enough. For Central Bandung are 14589,61 m<sup>3</sup>/day (50% optimized) and 24083,77 m<sup>3</sup>/day (60% optimized).

**Key words:** plastic waste, capture rate, material flow, infrastructure capacity.

### 1. PENDAHULUAN

Volume sampah di Kota Bandung mengalami kenaikan. Berdasarkan PD. Kebersihan tahun 2005, jumlah penduduk Kota Bandung 2.510.982 jiwa, maka volume sampah domestik Kota Bandung adalah sebesar 7500 m<sup>3</sup> per hari. Jumlah sampah yang terangkut ke TPA hanya sekitar 60,47% saja.

Plastik merupakan sampah organik yang sulit terdegradasi secara alami. Sampah inilah yang

menyebabkan sering menumpuk di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) maupun Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sebagian besar dari sampah plastik yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat merupakan jenis plastik yang dapat didaur ulang (*thermoplastics*) (Staudinger dalam Lestari, 2001).

Potensi ini dapat meningkatkan nilai ekonomi sampah dan memperpanjang rantai manfaat dari sampah. Karena hal inilah maka perlu diketahui kebutuhan kapasitas infrastruktur daur ulang sampah

agar tidak ada lagi sampah plastik yang lolos masuk ke TPA.

Dalam makalah ini, digunakan *Material Flow Analysis (MFA)*. *MFA* adalah penilaian sistematis aliran dan persediaan material dalam sistem yang didefinisikan sebagai ruang dan waktu. Analisis ini menghubungkan antara sumber, jalur, dan tempat penyimpanan sementara serta penyimpanan akhir material. *MFA* dapat dikontrol menggunakan *material balance* yang sederhana yang membandingkan input, persediaan, dan output proses (Brunner dan Rechberger, 2004). Perhitungan yang digunakan dalam makalah ini dispesifikasikan untuk sampah domestik. Jumlah sampah domestik dari bandar besar hanya 33,98 % (Wahyuni, 2006) dari sampah plastik yang masuk.

## 2. METODOLOGI

Metoda pengumpulan data yang digunakan adalah survey lapangan dan observasi serta wawancara pada pelaku daur ulang plastik. Jumlah responden sebanyak 52 orang pemulung, 52 orang tukang loak, dan 56 buah lapak/bandar. Survey dilakukan di beberapa kecamatan di Kota Bandung. Waktu survey antara bulan Maret sampai Juli 2006. Daftar pertanyaan survei adalah sebagai berikut :

- Lama operasi
- Jenis barang yang diperjual-belikan
- Frekuensi operasi
- Proses yang dilakukan
- Sumber penerimaan barang
- Tujuan penjualan barang
- Besar volume perdagangan plastik

Data sekunder yang dibutuhkan adalah jumlah timbulan sampah di TPA, data persebaran jumlah TPS di Bandung, serta komposisi sampah plastik Kota Bandung dan komposisi sampah plastik TPA Cicabe.

Perhitungan dan pengolahan data meliputi pengolahan data primer hasil survey pelaku daur ulang mulai dari tingkatan pemulung dan tukang loak hingga tingkat bandar besar dan data

sekunder untuk mengetahui kapasitas kebutuhan infrastruktur daur ulang Kota Bandung.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

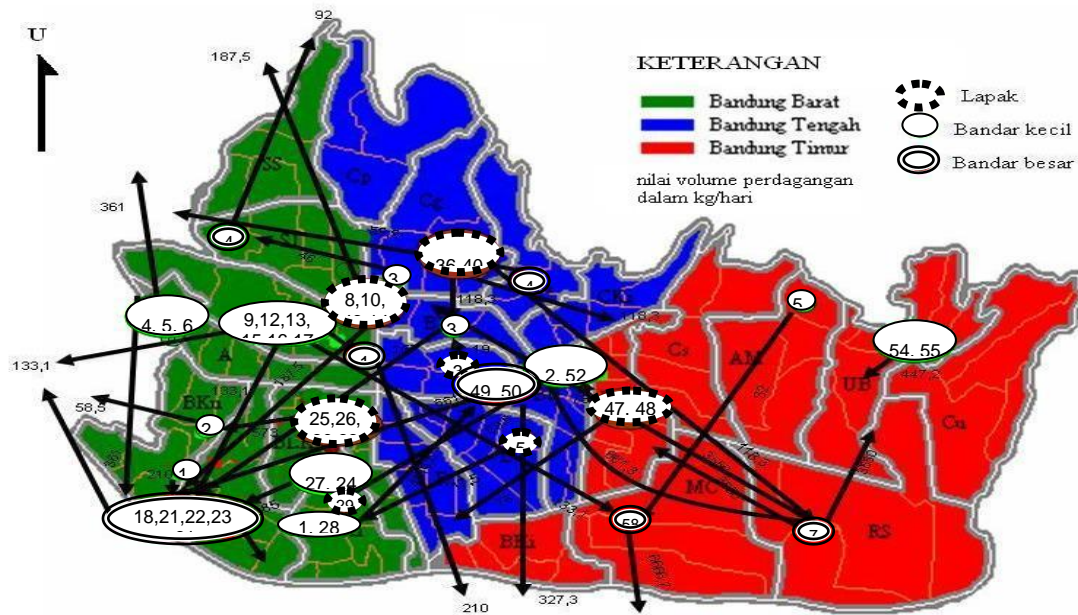
Dalam penyaluran sampah plastik, pemulung menjual barangnya kepada lapak. Pihak lapak menjual kepada bandar kecil dan dari bandar kecil dijual ke bandar besar kemudian bandar besar akan menyalurkan barang pada pihak *supplier* untuk diolah kembali di pabrik-pabrik yang bersangkutan.

Secara umum sampah plastik mengalir dari sumber ke para pelaku daur ulang hingga akhirnya oleh pelaku daur ulang dijual ke pabrik. Penjualan tersebar ke berbagai pabrik di Bandung maupun di luar Bandung (khususnya Pulau Jawa). Pemetaan jalur perdagangan sampah plastik di Kota Bandung dapat dilihat pada Gambar 1.

Beberapa jalur dinilai kurang efektif karena pengiriman barang ke tempat yang lebih jauh dari tempat mereka, dan menurut mereka tempat itu memiliki harga paling baik diban-dingkan tempat daur ulang lain yang lebih dekat jaraknya. Perdagangan lebih menguntungkan apabila jarak transportasi singkat, harga jual tinggi, dan volume perdagangan besar.

Pada Gambar 2 diketahui bahwa sampah plastik yang berpotensi didaur ulang diperoleh dari tukang loak (23,24%), pemulung (17,52%), tukang sampah (0,36%), dan dari sumber sendiri (18,24%). Sampah plastik yang diperoleh tiap tukang loak rata-rata 13,6 kg/hari, pemulung rata-rata mendapatkan sampah plastik sebesar 7,75 kg/hari.

Jumlah sampah plastik yang dijual langsung oleh sumber ke bandar besar lebih banyak daripada persentase jumlah sampah yang dijual oleh sumber ke lapak maupun bandar kecil. Selain itu, sumber utama dari daur ulang plastik berasal dari pabrik tekstil, dan pabrik tersebut terpusat di Cigondewah. Wilayah operasi para tukang sampah terbatas hanya pada TPS ataupun TPA di wilayah kerjanya saja. Selain itu, kegiatan menjual sampah plastik oleh tukang sampah dilakukan untuk mendapatkan penghasilan tambahan, karena itu biasanya langsung menjual sampah plastik pilahannya ke lapak atau bandar yang terdekat.



**Gambar 1.** Garis Besar Jalur dan Volume Perdagangan Sampah Plastik di Kota Bandung

Penelitian ini dilakukan pada pelaku daur ulang yang sangat terbatas. Masing-masing jumlah sampah plastik yang masuk, dikelompokkan menurut wilayahnya. Seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kuantitas Sampah Daur Ulang Pada Bandar Besar

| Wilayah        | Total plastik (kg/hari) | Total plastik domestik (kg/hari) |
|----------------|-------------------------|----------------------------------|
| Bandung Barat  | 33056                   | 21823,6                          |
| Bandung Tengah | 387,2                   | 255,6                            |
| Bandung Timur  | 20866,7                 | 13776,2                          |
| Total          |                         | 35855,4                          |

Data timbulan sampah plastik Kota Bandung, dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Timbulan Sampah Plastik Wilayah Kota Bandung (Pahlawan, 2006)

| Wilayah        | Total Plastik (m <sup>3</sup> /hari) | Total Plastik (kg/hari) |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Bandung Barat  | 415,5                                | 34186,5                 |
| Bandung Tengah | 324,5                                | 26695,9                 |
| Bandung Timur  | 308,9                                | 25417,9                 |
| Total          | 1048,9                               | 86300,4                 |

*Capture rate* sampah plastik didapat dari jumlah sampah plastik domestik yang masuk ke bandar besar dibagi dengan timbulan sampah plastik di masyarakat, dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\text{Capture rate} = \frac{\text{plastik bandar besar}}{\text{plastik masyarakat}} \times 100\% \quad (1)$$

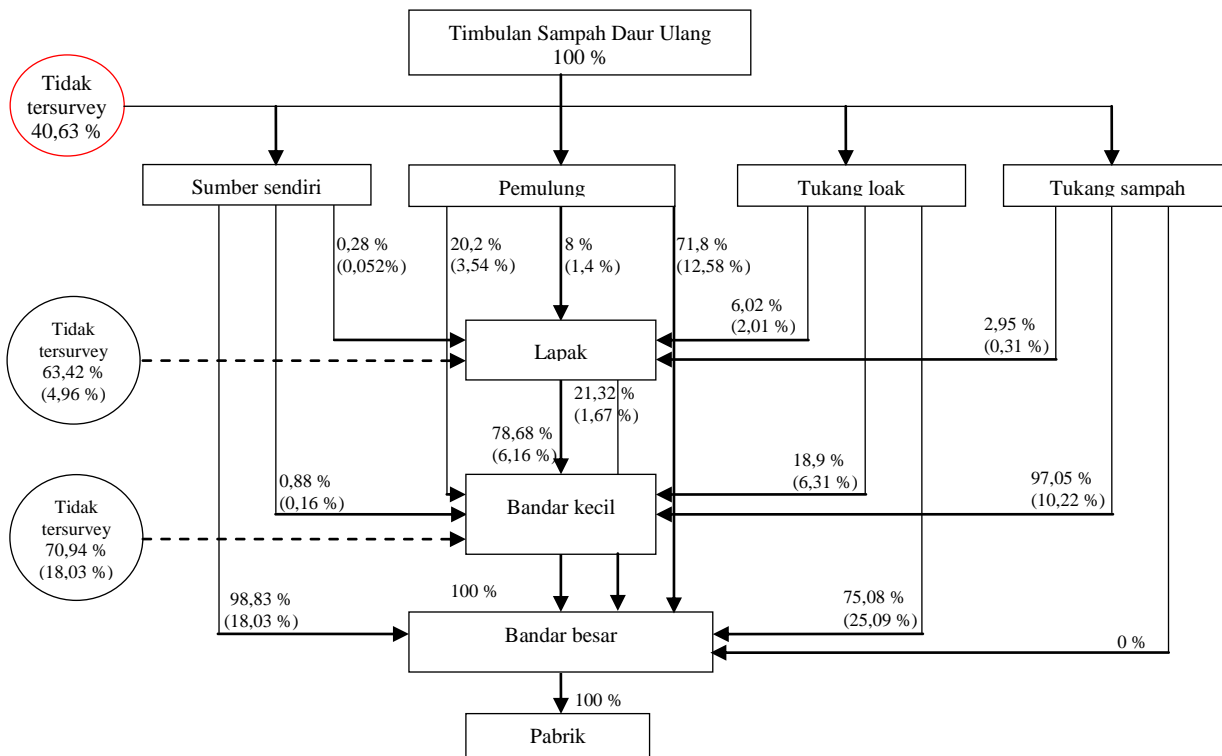
$$\text{Capture rate} = \frac{35855,38}{86300,37} \times 100\% = 41,55\%$$

Angka *capture rate* menunjukkan sampah plastik yang tereduksi hanya sedikit. Sehingga upaya daur ulang belum optimal.

Melihat masih banyaknya sampah plastik yang lolos ke TPA, maka diperlukan suatu infrastruktur daur ulang untuk menampung sisa sampah plastik. Perhitungan memakai asumsi bahwa jumlah sampah plastik di setiap wilayah Kota Bandung masuk ke bandar besar di masing-masing wilayah.

Asumsi pertama, jika jumlah bandar besar yang telah disurvei pada Tabel 1 merupakan jumlah bandar besar sebenarnya yang ada di Kota Bandung. Kemudian dari total sampah plastik tiap wilayah Kota Bandung (Tabel 2) dapat diselisihkan dengan jumlah sampah plastik daur ulang yang masuk ke bandar besar (Tabel 1).

Nilai selisih ini dianggap sebagai jumlah sampah plastik yang tidak tertangani, sehingga masuk ke TPA. Perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai selisih (Tabel 3) merupakan sampah dari sumber yang tidak tertangani, karena itu densitas sampah sama dengan densitas sampah sumber, yaitu 82,28 kg/m<sup>3</sup> (Lestari, 2001). Kapasitas infrastruktur daur ulang yang diperlukan oleh tiap wilayah untuk menampung sisa sampah (Tabel 4).



Gambar 2. Material Flow Sampah Plastik dalam Kegiatan Daur Ulang dalam Persentase Berat

Tabel 3. Kuantitas Sampah Plastik yang Lolos ke TPA

| Wilayah        | Sampah plastik masyarakat (kg/hari) | Plastik domestik masuk ke bandar besar (kg/hari) | Selisih (kg/hari) |
|----------------|-------------------------------------|--|-------------------|
| Bandung Barat  | 34186,5                             | 21823,6  | 12363             |
| Bandung Tengah | 26695,9                             | 255,6  | 26440,3           |
| Bandung Timur  | 25417,9                             | 13776,2  | 11641,8           |
| Total          | 86300,4                             | 35855,4  | 50445,1           |

Tetapi jika asumsi diubah, bahwa jumlah bandar besar yang disurvei hanya sekian persen dari

Tabel 5. Jumlah Plastik (kg/hari) yang Masuk ke Bandar Besar

| Wilayah        | Optimis 100 %           |         |         |         |         |         |
|----------------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | Plastik masuk (kg/hari) | 50      | 60      | 70      | 80      | 90      |
| Bandung Barat  | 21823,6                 | 43647,1 | 36372,6 | 31176,5 | 27279,5 | 24248,4 |
| Bandung Tengah | 255,6                   | 511,3   | 426,1   | 365,2   | 319,5   | 284,0   |
| Bandung Timur  | 13776,2                 | 27552,4 | 22960,3 | 19680,3 | 17220,2 | 15306,9 |
| Total          | 35855,4                 | 71710,8 | 59759   | 51222   | 44819,2 | 39839,3 |

Nilai *capture rate* untuk masing-masing persentase optimis dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai optimis 60% jumlah bandar besar yang sebenarnya telah disurvei, didapat nilai *capture rate* hanya 69,25 %. Ini berarti bahwa sampah plastik yang timbul masih banyak yang tertimbun ke TPA. Kemudian nilai selisih antara total sampah plastik (Tabel 2) dengan yang masuk ke bandar besar berdasarkan persentase optimis (Tabel 5) dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai selisih (Tabel 7) merupakan jumlah sampah plastik dari sumber yang tidak tertangani. Kapasitas

keadaan yang sebenarnya (persen optimis), maka jumlah plastik yang masuk ke bandar besar akan berbeda-beda seperti pada Tabel 5.

Tabel 4. Kapasitas Infrastruktur Daur Ulang Sampah Plastik yang Dibangun

| Wilayah        | Kapasitas infrastruktur (m <sup>3</sup> /hari) |
|----------------|--|
| Bandung Barat  | 150,25   |
| Bandung Tengah | 321,35   |
| Bandung Timur  | 141,49   |

infrastruktur didapatkan dengan membagi berat sampah (kg/hari) dengan densitas sampah. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 6. Nilai *Capture Rate* Berdasarkan Persentase Optimis

| Optimis (%) | <i>Capture Rate</i> (%) |
|-------------|-------------------------|
| 50          | 83,09                   |
| 60          | 69,25                   |
| 70          | 59,35                   |
| 80          | 51,93                   |
| 90          | 46,16                   |
| 100         | 41,55                   |

Nilai optimis 50% dan 60% menunjukkan wilayah Bandung Barat dan Timur tidak memerlukan lagi infrastruktur daur ulang karena sudah mencukupi. Pada Bandung Tengah, setiap nilai optimis menunjukkan kapasitas yang kurang untuk menampung sisa sampah plastik.

Sedangkan untuk mengetahui nilai harga jual-beli dari sampah plastik perlu diketahui harga beli rata-rata dan harga jual rata-rata plastik. Untuk memenuhi Persamaan tersebut yang digunakan untuk perhitungan pada Tabel 10 adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata harga beli(jual)} = \frac{\sum MxH\text{beli(jual)}}{\sum M}$$

$$\text{Rata-rata harga beli} = \frac{\sum MxH\text{beli}}{\sum M} = \frac{98845869,8}{54930,67} = 1799,47 = \text{Rp.1800,-}$$

$$\text{Rata-rata harga jual} = \frac{\sum MxH\text{jual}}{\sum M} = \frac{159898673,5}{54930,67} = 2910,92 = \text{Rp.2925,-}$$

Berdasarkan asumsi nilai optimis sebesar 70% dengan jumlah sampah plastik yang lolos ke TPA adalah 35078,39 kg/hari, maka akan didapatkan nilai rata-rata harga jual sebesar Rp 2925,-/kg didapat nilai ekonomi sampah plastik yang terbuang.

Nilai ekonomi terbuang = rata-rata harga jual x jumlah sampah plastik terbuang (kg/hari), dan nilai ekonomi terbuang = Rp 2925,-/kg x 35078,39 kg/hari = Rp 102.604.290,80/hari. Sehingga didapatkan nilai ekonomi sampah plastik yang terbuang ke TPA adalah sekitar Rp102.600.000,00 per hari.

**Tabel 7.** Selisih Sampah Plastik Domestik dengan yang Masuk ke Bandar Besar (kg/hari)

| Wilayah Bandung | Optimis 100 % |         |         | Optimis (%) |         |         |
|-----------------|---------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
|                 | Selisih       | 50      | 60      | 70          | 80      | 90      |
| Barat           | 12363         | -9460,6 | -2186,1 | 3010        | 6907,1  | 9938,1  |
| Tengah          | 26440,3       | 26184,7 | 26269,9 | 26330,7     | 26376,4 | 26411,9 |
| Timur           | 11641,8       | -2134,4 | 2457,6  | 5737,7      | 8197,7  | 10111,1 |
| Total           | 50445         | 14589,6 | 26541,4 | 35078,4     | 41481,1 | 46461,1 |

**Tabel 8.** Kapasitas Infrastruktur Daur Ulang Sampah Plastik (kg/hari)

| Wilayah Bandung | Optimis (%) |         |         |         |         |
|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|
|                 | 50          | 60      | 70      | 80      | 90      |
| Barat           | 0           | 0       | 3010    | 6907,1  | 9938,1  |
| Tengah          | 14589,6     | 24083,8 | 26330,7 | 26376,4 | 26411,9 |
| Timur           | 0           | 2457,6  | 5737,7  | 8197,7  | 10111,1 |
| Total           | 14589,6     | 26541,4 | 35078,4 | 41481,2 | 46461,1 |

**Tabel 9.** Kapasitas Infrastruktur Daur Ulang Sampah Plastik yang Dibangun Berdasarkan Nilai Optimisnya dalam m<sup>3</sup>/hari

| Wilayah Bandung | Optimis (%) |        |        |        |        |
|-----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|
|                 | 50          | 60     | 70     | 80     | 90     |
| Barat           | 0           | 0      | 36,58  | 83,95  | 120,78 |
| Tengah          | 177,32      | 292,71 | 320,01 | 320,57 | 321    |
| Timur           | 0           | 29,87  | 69,73  | 99,632 | 122,89 |
| Total           | 177,32      | 322,58 | 426,32 | 504,15 | 564,67 |

**Tabel 10.** Perhitungan Mencari Harga Beli (Jual) Rata-Rata

| Jenis Plastik           | Jumlah Masuk (M)<br>(kg/hari) | Harga beli rata-rata (Hbeli)<br>(rupiah/kg) | Harga jual rata-rata (Hjual)<br>(rupiah/kg) | M x Hbeli<br>(rupiah/hari) | M x Hjual<br>(rupiah/hari) |
|-------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------|----------------------------|
| Aqua gelas bersih (PP)  | 2468,1                        | 3361,52                                     | 4876,92                                     | 8296613,08                 | 12036733,85                |
| Aqua gelas kotor (PP)   | 1593,1                        | 3100  | 4916,67                                     | 4938610                    | 7832741,67                 |
| Botol Aqua bersih (PET) | 1484,1                        | 2029,17                                     | 2983,33                                     | 3011486,25                 | 4427565                    |
| Botol Aqua kotor (PET)  | 634,1                         | 1666,67                                     | 2200  | 1056833,33                 | 1395020                    |
| Kerasan                 | 5127,5                        | 680   | 1513,33                                     | 3486700                    | 7759616,67                 |
| PVC                     | 1512                          | 377,78                                      | 788,89                                      | 571200                     | 1192800                    |
| PK (ember putih)        | 2704,75                       | 2185,71                                     | 3007,14                                     | 5911810,71                 | 8133569,64                 |
| Ember hitam             | 3631,25                       | 1396,43                                     | 2314,29                                     | 5070781,25                 | 8403750                    |
| Ember COR               | 2111,25                       | 1439,29                                     | 2328,57                                     | 3038691,96                 | 4916196,43                 |
| Ember warna             | 3377,9                        | 2130,77                                     | 2623,08                                     | 7197525,39                 | 8860491,54                 |
| NASO                    | 458,05                        | 2260  | 3000  | 1035193                    | 1374150                    |

| Jenis Plastik     | Jumlah Masuk (M)<br>(kg/hari) | Harga beli rata-rata (Hbeli)<br>(rupiah/kg) | Harga jual rata-rata (Hjual)<br>(rupiah/kg) | M x Hbeli<br>(rupiah/hari) | M x Hjual<br>(rupiah/hari) |
|-------------------|-------------------------------|---|---|----------------------------|----------------------------|
| Nylex             | 1002                          | 1200  | 1680,77                                     | 1202400                    | 1684130,77                 |
| Infus             | 1047,8                        | 3921,43                                     | 5192,86                                     | 4108872,86                 | 5441075,71                 |
| Kones             | 6205                          | 2316,67                                     | 2758,33                                     | 14374916,67                | 17115458,33                |
| Paralon           | 5212,5                        | 877,27                                      | 1522,73                                     | 4572784,09                 | 7937215,91                 |
| mainan            | 5938,5                        | 2806,67                                     | 3756,67                                     | 16667390                   | 22308965                   |
| LD                | 1433,1                        | 3627,27                                     | 4763,64                                     | 5198244,55                 | 6826767,27                 |
| Plastik daun (PE) | 2323                          | 1050  | 2404,55                                     | 2439150                    | 5585759,09                 |
| Karung Plastik    | 6666,67                       | 1000  | 4000  | 6666666,67                 | 26666666,67                |
| Total             | 54930,67                      |   |   | 98845869,8                 | 159898673,5                |

#### 4. KESIMPULAN

Sampah plastik dari tukang loak lebih besar daripada pemulung, karena tukang loak membeli sedangkan pemulung mengambil sampah plastik yang terlihat. Jumlah sampah plastik yang dijual langsung oleh sumber ke bandar besar lebih banyak daripada jumlah sampah yang dijual oleh sumber ke lapak maupun bandar kecil. *Capture rate* sampah plastik Kota Bandung sebesar 41,55 % dari total sampah plastik yang dihasilkan masyarakat Kota Bandung. Nilai optimis 60% hanya mendapat nilai *capture rate* 69,25%.

Kapasitas infrastruktur yang dibangun jika 100% optimis jumlah bandar besar survey adalah jumlah sebenarnya, sebesar 150,25 m<sup>3</sup>/hari; 321,35 m<sup>3</sup>/hari; 141,49 m<sup>3</sup>/hari. Nilai optimis 50% dan 60% pada wilayah Bandung Barat dan Timur tidak memerlukan infrastruktur daur ulang. Tetapi Wilayah Bandung Tengah, untuk setiap nilai optimis, menunjukkan kapasitas yang ada kurang menampung sisa sampah plastik untuk didaur ulang. Nilai ekonomi sampah Bandung yang terbuang ke TPA diestimasikan sebesar Rp 102.600.000,00 per hari.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mitra bestari atas komentar dan diskusi yang diberikan. Penelitian ini dapat terealisasi atas dukungan dana Riset Unggulan ITB 2007.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brunner, Paul H., (2004). **Material Flow Analysis**. USA: Lewis Publishers.
- Lestari, Muji., (2001). **Studi Potensial Sampah Plastik sebagai Bahan Daur Ulang di Bandung Barat**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- PD Kebersihan., (2005). **Profil PD Kebersihan Tahun 2005**.
- Pahlawan, M. Salman M., (2006). **Evaluasi dan Pengembangan Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) di Kota Bandung (Studi Kasus wilayah Bandung Timur)**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Staudinger J.J.P., (1974). **Plastics and the Environment**, **British Plastics Federation**. London: Hutchinson & Co.
- Wahyuni, Annie, (2006). **Potensi Daur Ulang Sampah dengan Menggunakan Model Sistem Dinamik (Studi Kasus: Kota Bandung)**, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung