

## PERANAN TEKNOLOGI DALAM UPAYA MENINGKATKAN POTENSI NILAI EKONOMI SAMPAH DALAM SISTEM PENGELOLAAN SAMPAH DOMESTIK TERPADU DI INDONESIA

Suprpto

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Pusat Teknologi Lingkungan  
Gedung II BPPT Lt. 20. Jl MH. Tamrin No. 8, Jakarta Pusat 10340

[suprpto.bpptbas@yahoo.com](mailto:suprpto.bpptbas@yahoo.com)

### Abstrak

*Environmental life cycle assessment (LCA)* terutama dikembangkan untuk menganalisis produk tetapi dapat juga diterapkan untuk treatment limbah padat dalam jumlah tertentu. Makalah ini membahas metodologi ketika LCA diterapkan untuk system manajemen limbah padat. Isu yang dibahas adalah (1) daur ulang system terbuka yaitu perlakuan daurulang menjadi produk lain yang juga dapat menghasilkan energi. Dua hal penting yang jika harus membuat fungsi yang berbeda atau jika suatu system harus diperluas agar dapat mencakup beberapa fungsi. (2) *Multi input allocataion*: dalam proses pengolahan limbah, material yang berbeda sering tercampur. Dalam banyak aplikasi harus mempertimbangkan intervensi lingkungan dari proses perlakuan ke input material yang berbeda. (3) Waktu: emisi dari tempat pembuangan sampah akan berlangsung lama. Skema efektif diperlukan untuk desain, adaptasi dang mengoperasikan sistem yang terbak secara sosial, ekonomi dan lingkungan dengan mempertimbangkan factor geografi. Perlu konsistensi dalam hal kualitas dan kuantitas bahan daur ulang, kompos atau energi, untuk mendukung pilihan model pembuangan dan keuntungan secara ekonomis, ini untuk menunjukkan bahwa pengelolaan sampah terpadu harus diatur dalam skala besar berbasis regional. Skema menggabungkan daur ulang, pengomposan atau limbah untuk teknologi harus berorientasi pasar. Harus ada pasar untuk produk dan energi.

### Abstract

#### **The Role of Technology in efforts to improve the Economical Potential of The integrated Domestic Waste.**

*Environmental life cycle assessment (LCA) on Integrated solid waste management has mainly been developed for analysing material products, but can also be applied to services, e.g. treatment of a particular amount of solid waste. This paper discusses some methodological issues which come into focus when LCAs are applied to solid waste management systems. The following issues are discussed. (1) Open-loop recycling allocation: besides taking care of a certain amount of solid waste, many treatment processes also provide additional functions, e.g. energy or materials which are recycled into other products. Two important questions which arise are if an allocation between the different functions should be made (and if so how), or if system boundaries should be expanded to include several functions. (2) Multi-input allocation: in waste treatment processes, different materials and products are usually mixed. In many applications there is a need to allocate environmental interventions from the treatment processes to the different input materials. (3) Time: emissions from landfills will continue for a long time. Effective schemes need the flexibility to design, adapt and operate systems in ways which best meet current social, economic and environmental conditions. These are likely to change over time and vary by geography. The need for consistency in quality and quantity of recycled materials, compost or energy, the need to support a range of disposal options and the benefit of economies of scale, all suggest that integrated waste management should be organized on a large-scale, regional basis. Any scheme incorporating recycling, composting or waste-to-energy technologies must be market-orientated. There must be markets for products and energy.*

*Keywords: LCA, integrated waste management, recycling*

## 1. Pendahuluan

Sistem pengelolaan sampah kota yang sedang dilakukan sebagian besar baik kategori kota kecil, kota sedang, kota besar, maupun kota metropolitan di Indonesia saat ini adalah pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan atau disebut 3P. Sampah dikumpulkan dari sumbernya, kemudian diangkut ke TPS dan dibuang ke Tempat pembuangan Akhir Sampah (TPA). Sampai saat ini masih banyak yang beranggapan bahwa untuk menyelesaikan masalah sampah hanya dengan dikomposkan saja; atau dengan menggunakan program 3 R (*reduce, reuse, recycle*) saja; ada juga hanya dengan pembakaran (*incinerator*); atau TPA dengan *Sanitary Landfill* saja, dengan ini saja sudah dapat menyelesaikan masalah persampahan yang ada, jadi masih banyak yang berpikiran parsial tidak secara terpadu (*unintegrated*) dalam melakukan pendekatan penyelesaian permasalahan persampahan di Indonesia.

Kemudian pengertian tentang sampah, menurut Undang-undang Persampahan No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah BAB I Pasal 1, yang dimaksud dengan sampah adalah: Sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.

Dari sudut pandang ekonomi yang dimaksudkan sisa dari kegiatan ini apakah masih mempunyai nilai ekonomis atau tidak atau dikatakan masih bermanfaat atau tidak. Kalau dilihat dari tahapan waktu pemanfaatan barang mulai dari barang tersebut baru dibeli sampai menjadi barang tidak bermanfaat (jadi sampah). Jadi bisa saja suatu barang secara teknis sudah menjadi sampah, tetapi secara ekonomi masih mempunyai nilai. Walaupun dalam sistem pengelolaan sampah semua kegiatan yang dilakukan mulai dari sumber sampah sampai TPA membutuhkan biaya dan tidak ada keuntungan yang dapat diperoleh, tetapi biayanya dan dampak negatifnya dapat meminimalkan.

Di dalam sistem pengelolaan sampah di Indonesia kendala utama yang dihadapi adalah:

1. Anggaran biaya pengelolaan sampah yang relatif kecil. Hal ini seperti yang tertuang dalam Anggaran Pendapatan Belanja Daerah (RAPBD) yang mengalokasikan dananya untuk anggaran kebersihan terutama sampah di masing-masing kota di Indonesia rata-rata hanya sekitar 1,39% dari anggaran total RAPBD. Sedangkan anggaran sampah

perkapita dalam satu tahun rata-rata hanya sebesar Rp. 15.469,05. (*lihat Tabel 2.1.*)

2. Tidak adanya pola pikir bahwa sistem pengelolaan sampah terpadu tidak hanya mengeluarkan biaya saja tetapi dapat menghasilkan benefit atau manfaat yang dapat meminimisasi biaya, seperti adanya barang/material yang dapat didaur ulang, composting, panas yang dapat menghasilkan energy, gas TPA dalam pengelolaan TPA yang dapat dimanfaatkan.
3. Kurang adanya keseimbangan dalam penerapan enam aspek dalam sistem pengelolaan sampah, seperti: aspek teknik operasional, aspek hukum peraturan, aspek organisasi kelembagaan, aspek ekonomi finansial, aspek peranserta masyarakat, dan aspek lingkungan.

**Tabel 1. Jumlah Anggaran Sampah Per-Kapita & Anggaran Sampah per Tahun untuk setiap Kategori Kota**

No	Kategori kota	Anggaran Sampah perKapita (Rp./org)	Timbulan Sampah perkapita L/org/hr	Anggaran Sampah per tahun APBD (%)
1	Metropolitan	12.650,90	2,81	3,65
2.	Besar	13.428,79	2,77	2,18
3.	Sedang	12.711,72	2,47	1,07
4.	Kecil	19.578,00	2,17	0,59
	<b>Rata-rata</b>	<b>15.469,05</b>	<b>2,39</b>	<b>1,39</b>

Sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, Adipura 2009

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui potensi benefit/manfaat dalam sistem pengelolaan sampah terpadu, yang meliputi:

- 1). Potensi benefit/manfaat dalam sub-sistem pengumpulan, pemilahan dalam kegiatan 3R (*reduce, reuse, recycle*),
- 2). Potensi benefit/manfaat dalam sub-sistem pengolahan antara (*intermediate treat -ment*) dalam pengolahan dengan *Biological Treatment* (Komposting, biogasifikasi)
- 3). Potensi benefit/manfaat dalam sub-sistem pengolahan antara (*intermediate treat -ment*) dalam pengolahan dengan *Thermal Treatmen (incinerator)*,
- 4). Potensi benefit/manfaat dalam sub-sistem pengolahan antara (*intermediate treat -ment*) dalam pengolahan Tempat Penimbunan Sampah Akhir (pemanfaatan gas landfill, remaining kompos).

Sasaran dari penulisan ini adalah untuk mengetahui potensi benefit/manfaat dalam sistem pengelolaan sampah terpadu dalam rangka meminimisasikan biaya dan meningkatkan benefit/ manfaat ekonomi.

## 2. Metode

Pengelolaan sampah terpadu meliputi kegiatan menghitung atau memprediksi jumlah, komposisi, karakteristik sampah yang dihasilkan oleh orang perorang atau sekelompok orang, masyarakat sebagai hasil aktivitasnya dalam suatu kota, agar tidak menimbulkan pencemaran, mengganggu keindahan dan estetika, serta tidak menimbulkan penyakit. Fungsi utama dalam sistem pengelolaan sampah terpadu adalah untuk mengurangi berat maupun volumenya sehingga setelah sampai di penimbunan akhir menjadi stabil baik sifat biologi maupun kimianya. Untuk mewujudkan hal itu diperlukan sub-sistem pengelolaan sampah:

Sub-sistem:

1. Sub-sistem timbulan sampah,
2. Sub-sistem pewadahan,
3. Sub-sistem pemindahan,
4. Sub-sistem Pengelolaan Tempat Penampungan Sementara (TPS),
5. Sub-sistem pengangkutan,
6. Sub-sistem pengolahan antara (*intermediate treatment*) seperti 3R (*reduce, reuse, recycle*), dan
7. Pengelolaan Tempat Penimbunan Akhir (*final disposal*).

Kemudian dari masing-masing sub-sistem ini dilakukan pendekatan dari:

1. Aspek Teknis Operasional,
2. Aspek Organisasi & Manajemen,
3. Aspek Hukum & Peraturan,
4. Aspek Ekonomi & Finansial,
5. Aspek Peran Serta Masyarakat,
6. Aspek Lingkungan.

## Hasil dan Pembahasan

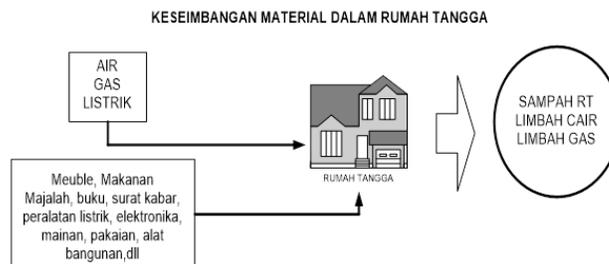
Kendala utama dalam pengelolaan sampah di Indonesia adalah: 1. Anggaran biaya yang relatif kecil (rata-rata 1,39 dari RAPBD) atau anggaran sampah rata-rata Rp. 15.469,05/kapita/tahun, 2.

1.

### Timbulan Sampah Rumah Tangga

Timbulan sampah rumah tangga berasal dari hasil pembelian barang-barang keperluan sehari-hari untuk keperluan konsumsi penghuninya. Barang yang tidak

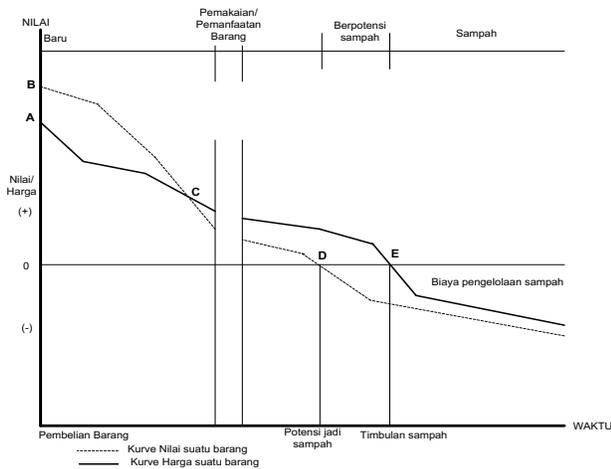
dapat dimanfaatkan lagi dapat diberikan kepada orang lain, dijual, atau didaur ulang, jika masih ada sisa dan tidak dapat dimanfaatkan lagi, baru barang tersebut sudah disebut sebagai sampah yang harus dikeluarkan dari rumah. (Gambar 1. Keseimbangan Barang dalam Rumah Tangga/Keluarga).



**Gambar 1. Keseimbangan Barang dalam Rumah Tangga/Keluarga**

### Tahapan barang baru hingga menjadi sampah dilihat dari manfaat dan nilainya

Salah satu pertimbangan orang membeli suatu barang, karena nilai/manfaat dari barang tersebut lebih besar dari harganya. (*Lihat gambar 4, pada titik A & B*) Kemudian setelah barang tersebut dipakai/dimanfaatkan lambat laun nilainya akan menurun hingga mencapai titik C. Di titik C ini orang mulai mengevaluasi lagi karena barang tersebut sudah mempunyai potensi menjadi sampah, mengingat nilai manfaat barang sudah setara dengan harga barang tersebut apabila barang tersebut akan dijual. Apabila barang ini akan diteruskan untuk dimanfaatkan, nilainya akan bertambah menurun sampai suatu ketika mencapai titik D, yang berarti nilai manfaat barang tersebut sudah mencapai nilai nol walaupun kondisi barang secara teknis mungkin masih dapat dipergunakan sampai mencapai titik E. Pada kedua titik D dan E ini orang harus mulai menanggung biaya untuk pengelolannya, selanjutnya karena barang tersebut sudah menjadi sampah. Disinilah perlu adanya pengertian bagi orang yang sudah memanfaatkan barang tersebut untuk mempunyai perasaan *willingness to pay* dari sampah yang dihasilkan/ditimbulkannya.



**Gambar 2. Tahapan barang mulai dari baru digunakan hingga menjadi sampah**

### Pemanfaatan Sampah Domestik

Analisis *Environmental life cycle assessment* (LCA) limbah padat khususnya sampah domestik telah dikembangkan sejak tahun 1990. LCA ini berupaya untuk memprediksi beban lingkungan dari suatu sistem Pengelolaan Sampah Terpadu seakurat mungkin, dan memiliki dasar ilmiah atau teknis. Tetapi ada juga kajian yang tidak berdasarkan alasan ilmiah, misalnya, mengapa bahan daur ulang harus selalu lebih disukai untuk pemulihan energi. Analisis ini tidak banyak digunakan ketika kombinasi pilihan digunakan dalam sebuah sistem Pengelolaan Sampah Terpadu, dalam memprediksi, misalnya, apakah kompos bila dikombinasikan dengan residu hasil pembakaran akan lebih baik daripada kompos dari bahan-bahan daur ulang berasal dari residu TPA sebagai hasil *remaining*. Karena yang dibutuhkan adalah sebuah penilaian secara keseluruhan dari seluruh sistem. Oleh karena itu tidak dapat membantu menilai keterjangkauan dasar-dasar ekonomi dalam sistem pengelolaan sampah domestik.

Dalam sistem pengelolaan sampah terpadu memerlukan fleksibilitas untuk merancang, mengadaptasi agar sistem dapat beroperasi dengan baik dengan memenuhi aspek sosial, ekonomi dan kondisi lingkungan yang ada. Hal-hal yang dibutuhkan agar supaya konsistensi dalam kualitas dan kuantitas seperti bahan hasil daur ulang, kompos dan energi dalam sistem pengelolaan sampah agar supaya bernilai ekonomis.

Sistem pengelolaan sampah terpadu harus dalam skala besar dalam satu daerah ataupun antar daerah secara regional.

Setiap menggabungkan skema hasil daur ulang, kompos atau sampah domestik ke teknologi energi harus

berorientasi pada pasar, harus ada pasar untuk produk dan energi yang dihasilkan tersebut.

#### a. Potensi ekonomi sampah didalam penerapan teknologi pengolahan 3R (*Reduce, Reuse, Recycling*) mulai dari sumber sampah.

Potensi sampah dari bahan daur ulang (*materials recycling*) seperti: plastik, kertas, karton, karet, besi, aluminium, tembaga, logam, kayu, tulang dll. Pasar material sangat tergantung dari permintaan akan barang tersebut. Sedangkan keberadaan potensi kualitas dan kuantitas bahan daur ulang sangat dipengaruhi oleh komposisi dan karakteristik dari sampah yang ada. Jumlah, komposisi, dan karakteristik sampah tersebut berhubungan erat dengan jumlah penduduk, perilaku, status sosial, pola hidup, pendidikan, budaya, adat istiadat, serta subsistem pewardahan, subsistem pengumpulan, subsistem pemindahan, dan subsistem pengangkutan dalam sistem pengelolaan sampah terpadu.

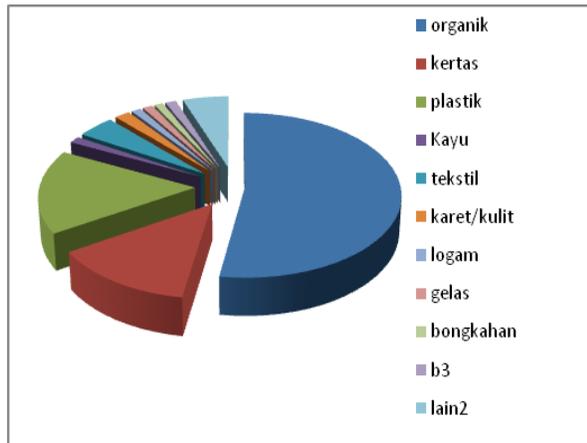
Tabel 4.1. menunjukkan potensi bahan daur ulang dari masing-masing jenis sampah. Sebagai contoh potensi daur ulang sampah plastik tergantung komposisinya, plastik komposisinya 16,47% dikalikan jumlah timbulan sampah dalam suatu wilayah ( $16,47\% \times 2,39 \text{ liter} \times 0,2 \times \text{jumlah penduduk}$ ). Jumlah 2,39 liter merupakan produksi/timbulan sampah per orang per hari, sedangkan 0,2 merupakan berat jenis sampah.

Tabel 4.1. di bawah ini merupakan hasil penelitian Team Sampah & Limbah Padat, P3TL, BPPT tahun 2005 dengan sampel sampah dari sumbernya: rumah tangga, pasar, daerah komersial (seperti pertokoan, perkantoran, rumah sakit, industri non proses), sapuan jalan, sarana umum, di DKI Jakarta.

**Tabel 2. Komposisi rata-rata sampah domestik rata-rata di DKI**

No.	Komponen	Komposisi %
1.	Organik	52,49
2.	Kertas	13,52
3.	Plastik	16,47
4.	Kayu	1,31
5.	Tekstil	4,41
6.	Karet/kulit	1,83
7.	Logam	1,15
8.	Gelas	1,2
9.	Bongkahan	1,03
10.	B3	1,29
11.	Lain-lain (pasir, tanah, dll)	5,3
<b>Jumlah</b>		<b>100</b>

Sumber : Penelitian Team Sampah & Limbah Padat, P3TL, BPP Teknologi, 2005



Gambar 3. Komposisi Sampah Domestik di DKI Jakarta

Data pokok sampah yang utama sebagai dasar untuk menentukan teknologi dan manajemen apa yang akan digunakan selain jumlah dan komposisi sampah adalah karakteristik yang terkandung dalam sampah tersebut. Data karakteristik sampah tersebut antara lain: kandungan air, volatile, kandungan abu, C/N ratio, dan Nilai kalor.

Tabel 3. Karakteristik rata-rata sampah domestik di DKI Jakarta

No.	Parameter	Satuan	1986	1995	2005
1.	Kandungan air	%	54	51	48
2.	Volatile	%	28	30	32
3.	Kandungan abu	%	18	19	20
4.	C/N ratio	%	32	33	35
5.	Nilai kalor rendah	Kcal/kg	1.100	1.300	1.500

Sumber : Penelitian Team Sampah & Limbah Padat, P3TL, BPP Teknologi, 2005

Karakteristik sampah secara biologi dan kimia bermanfaat untuk mengetahui potensi dan karakteristiknya sampah apabila sampah tersebut akan diolah/treatment. Apakah akan dikomposkan, dibakar dengan incinerator, gasifikasi, atau dengan cara lain sesuai dengan teknologi yang paling menguntungkan.

#### b. Potensi ekonomi sampah didalam penerapan teknologi pengolahan secara biologi (Biological Treatment)

Potensi ekonomi yang terkandung didalam sampah apabila menerapkan teknologi *Biological treatment*

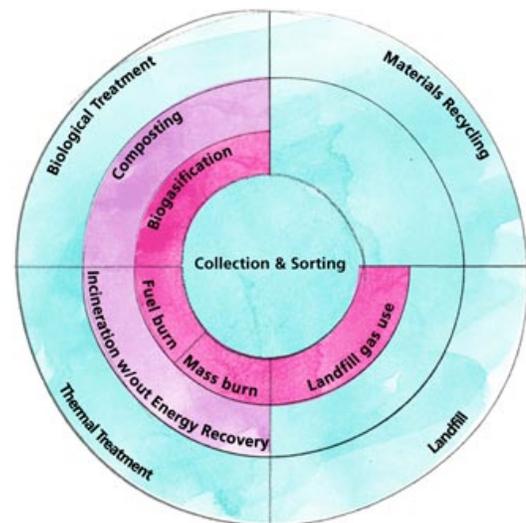
dalam pengolahannya, dapat diperoleh kompos dari proses *composting* dan gas yang bermanfaat diantaranya gas methane dari hasil proses *biogasification*.

Untuk mendapatkan kompos dan gas yang optimal perlu adanya pemilahan sampah di sumbernya, minimal sampah organik dan sampah anorganik. Hal ini mengingat bahwa teknologi *biological treatment* memerlukan sampah organik. Hasil penelitian sampah organik sebesar 52,50% (Tabel 4.1) dari total sampah domestik yang ada di kota-kota metropolitan dan besar di Indonesia, dan rata-rata lebih dari 70% dari total sampah domestik yang ada di kota-kota sedang dan kecil di Indonesia.

#### c. Potensi ekonomi sampah di dalam penerapan teknologi Thermal Treatment

Potensi ekonomi dari sampah dapat diperoleh dengan penerapan teknologi *Thermal treatment* sebagai energi hasil pembakaran untuk menghasilkan listrik. Selain menghasilkan energi dari teknologi pembakaran baik yang dimanfaatkan panasnya maupun yang tidak dimanfaatkan keduanya akan mereduksi jumlah sampah baik berat maupun volumenya sebesar 90%.

The Elements of Integrated Waste Management



Gambar 4. Sub Sistem Pengolahan dan Pemanfaatan outputs pada Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu

#### d. Potensi Ekonomi Sampah pada Penerapan Teknologi Pengolahan dengan Penimbunan Akhir

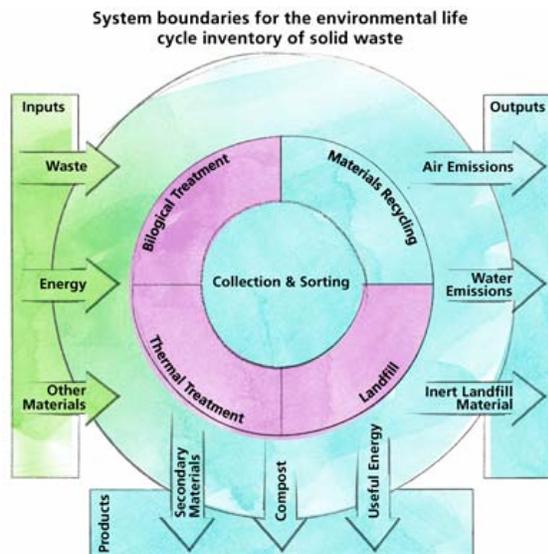
Setelah mengalami proses pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pengolahan pada setiap phase, sisa sampah kemudian dibuang ke tempat penimbunan akhir.

Besar kecilnya residu yang dibuang ke TPA tersebut sangat tergantung dari teknologi yang dipakai dalam pengolahannya. Di tempat ini sampah masih mempunyai nilai ekonomi yang berupa kompos hasil *remaining*, reklamasi lahan dan gas. Gas yang dihasilkannya berupa gas *methane* (CH<sub>4</sub>). Potensi kompos hasil *remaining*, dan gas ini dipengaruhi oleh jumlah, komposisi dan karakteristik sampahnya, dan desain TPA.

## 5. Kesimpulan dan Saran

Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu yang terlihat pada siklus hidup limbah padat domestik perkotaan, sejak saat itu menjadi limbah/sampah (kehilangan nilai) sampai berhenti menjadi limbah dengan menjadi produk yang berguna, residu bahan TPA atau emisi ke tanah, udara atau air. (Gbr. 5.2. Sistem Input & Output dalam Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu).

Input untuk sistem pengelolaan sampah terpadu adalah sampah, energi dan bahan mentah lain. Hasil atau produk dari sistem ini adalah produk yang berguna dalam bentuk bahan reklamasi, bahan daur ulang sebagai bahan baku sekunder, kompos, dan gas sebagai energi. Sedangkan *outputs* lain berupa emisi udara dan air serta residu bahan TPA, serta perubahan kondisi sosial ekonomi di sekitar TPA.



**Gambar 5. Aliran Siklus Sampah, dan Pemanfaatannya dengan Proses Input Output pada Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu**

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan beberapa hal:

- 1) Dalam pengelolaan sampah kota perlu diterapkan sistem pengelolaan secara terpadu, dengan prinsip

bagaimana sampah tersebut dapat dikurangi sebanyak mungkin dan stabil mungkin dengan mempertimbangkan nilai-nilai sosial ekonomi dan sumberdaya daerah setempat.

- 2) Dalam sistem pengelolaan sampah terpadu hasil akhir selain produk yang bernilai ekonomis, ada beberapa keluaran yang harus dikelola dan memerlukan biaya, seperti emisi udara dan emisi air, serta bahan-bahan residu dari TPA apabila TPA tersebut *direremaining* atau ditutup.
- 3) Dalam meminimisasi biaya pengelolaan sampah terpadu ada potensi produk samping yang dihasilkan seperti bahan daur ulang sebagai *secondary materials*, kompos, energy panas, gas dan reklamasi lahan TPA, sebagai hasil teknologi pengolahan dengan *biological treatment, thermal treatment, materials recycling, dan landfill*, yang kesemuanya mempunyai nilai ekonomi dan pasar.
- 4) Dengan teknologi pengolahan sampah mulai dari sumber sampah ke TPA, akan mengurangi jumlah sampah yang akan ditimbun di TPA yang sekaligus akan mengurangi biaya pengelolanya seperti biaya transportasi, memperpanjang umur TPA.
- 5) Dalam penerapan sistem pengelolaan sampah terpadu pemilahan sampah di sumbernya merupakan kunci utama keberhasilan dalam pengolahan antara (*intermediate treatment*) dan subsistem lainnya.

## SARAN

Keberhasilan dalam sistem pengelolaan sampah terpadu tidak hanya aspek teknik operasional, aspek hukum peraturan, organisasi manajemen, peranserta masyarakat yang diperhatikan, namun juga aspek pendanaan yang saat ini masih sangat kurang memadai. Sehingga perlu adanya peningkatan prioritas pemerintah terhadap sistem pengelolaan sampah. Dan Setelah diketahui besaran potensi sampah yang ada, dimana sampah pada tiap tahapan pengelolaannya mempunyai nilai ekonomis. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh setiap pengelola dapat bekerjasama dengan pembisnis.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Japan International Cooperation Agency, Tokyo, Training and Course Integrated Solid Waste Management and Night Soil Treatment, JICA Press, Tokyo, 1987.
- [2] KLH, Jakarta, Rangkuman Isian Kuesioner Adipura tahun 2008/2009, LH, Jakarta, 2009.
- [3] BPPT, P3TL, Penelitian Produksi, Komposisi, dan Karakteristik Sampah di DKI Jakarta, 2005, unpublished.
- [4] McDougall, F., Thomas, B. and Dryer, A. (2002) Life Cycle Assessment for sustainable solid waste management -an introduction. Wastes Management, New York, May 2002, pp. 43-45.