



**OPTIMALISASI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH  
PADAT/SAMPAH DI PERKOTAAN  
(Studi Kasus: TPA Leuwigajah Kota Bandung)**

**TESIS**

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

**Djaelani Tarmidi**

NIM. L4A002140

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2004**

Halaman Pengesahan

**OPTIMALISASI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH  
PADAT/SAMPAH DI PERKOTAAN  
(Studi Kasus: TPA Leuwigajah Kota Bandung)**

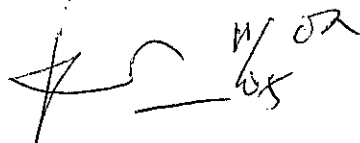
Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Disusun Oleh:

**Djaelani Tarmidi**


NIM. L4A002140

Pembimbing Utama



DR. Ir. Robert J. Kodoatie M. Eng.

Pembimbing Pendamping



Ika Bagus ST., M. Eng.

# OPTIMALISASI TEKNIK PENGOLAHAN LIMBAH PADAT /SAMPAH DI PERKOTAAN (Studi Kasus: TPA Leuwigajah Kota Bandung)

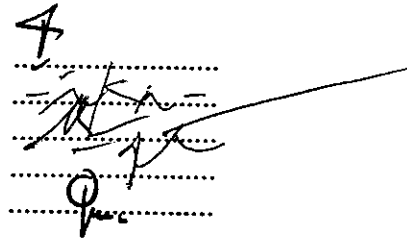
Disusun oleh:  
**Djaelani Tarmidi**  
NIM: L4A 002 140

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal:  
17 - 05 - 2004

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

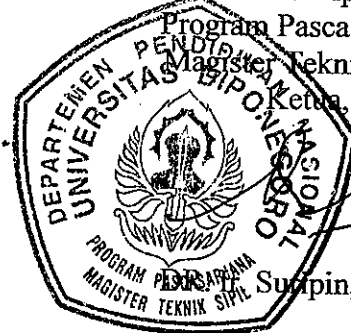
Tim Penguji:

Ketua : DR. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng  
Sekertaris : Ika Bagus, ST., M. Eng  
Anggota 1 : DR. Ir. Suripin, M.Eng  
Anggota 2 : DR. Ir. Suharyanto, M.Sc  
Anggota 3 : Ir. Irawan Wisnu W, MS



Semarang Mei 2004

Universitas Diponegoro  
Program Pasca Sarjana  
Magister Teknik Sipil



Ketua,  
Suripin, M.Eng

## ABSTRAKSI

Jumlah penduduk dengan pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi, menuntut penambahan prasarana dan sarana pembuangan limbah padat/sampah, termasuk Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah. Buruknya sistem pengolahan sampah mengakibatkan cepat penuhnya TPA. Padahal biaya untuk pembuatan TPA yang baru sangat besar, ditambah ketatnya persyaratan yang harus dipenuhi dan terkadang ditolak oleh penduduk setempat. Kondisi ini melatar belakangi perlunya penelitian tentang optimalisasi teknik pengolahan sampah diperkotaan (Studi Kasus : TPA Leuwi Gajah Kota Bandung).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui volume timbunan sampah, teknik pengolahan, dan peningkatan umur layanan TPA setelah dilaksanakan optimalisasi teknik pengolahan sampah, serta untuk mengetahui tingkat optimal dalam kaitannya dengan biaya operasi dan pemeliharaan (O&P). Sedangkan hipotesis penelitiannya adalah: Optimalisasi teknik pengolahan limbah padat/sampah secara signifikan dapat meningkatkan umur layanan TPA dan mengurangi biaya O&P.

Metoda penelitian yang digunakan adalah metode pengumpulan data, observasi lapangan, analisa regresi dan kajian variabel bebas yang dalam penelitian ini adalah optimalisasi teknik pengolahan sampah. Dalam perkiraan timbulan sampah, digunakan variabel bebas yaitu jumlah penduduk dan PDRB.

Analisis data diarahkan pada 2 (dua) hal, yaitu peningkatan umur TPA dan pengurangan biaya O & P ditinjau dari kondisi tanpa optimalisasi dan dengan optimalisasi. Analisis tersebut didasarkan pada tingkat pertumbuhan penduduk, PRDB dan komposisi sampah Kota Bandung. Hasil analisis menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk sebesar 1,966%, pertumbuhan PDRB sebesar 1,893 % dan pertumbuhan komposisi sampah kaitannya dengan analisis ekonomi. Volume timbulan sampah tahun 2003 sebesar 6.466,747 m<sup>3</sup>/hari, naik menjadi 8.703.207 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012.

Umur TPA tanpa optimalisasi terhitung tahun 2003 tinggal 3 tahun lagi. Dengan optimalisasi pemadatan 50% meningkat menjadi 5 tahun lagi. Bahkan dengan optimalisasi pemadatan 70% meningkat menjadi 8 tahun lagi.

Pengurangan biaya O&P dari hasil penjualan komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi tahun 2003 sebesar Rp. 691.140,00 dan pada tahun 2006 (akhir umur TPA) sebesar Rp. 726.630,00. Dengan optimalisasi jauh lebih besar yaitu tahun 2003 sebesar Rp. 75.978.840,00 dan tahun 2006 sebesar Rp. 81.824.329 serta tahun 2011 (akhir umur TPA) sebesar Rp. 95.269 130.

Optimalisasi teknik pengolahan limbah padat/sampah terbukti signifikan dapat meningkatkan umur TPA dan dapat mengurangi biaya O&P pengelolaan pembuangan sampah Kota Bandung.

## ABSTRACT

The high number of population combined with high population growth requires additional infrastructure and facilities for disposal solid waste at TPA. In appropriate management of solid waste result in quick TPA filled up. Although the expense for making of new TPA is very big, tight adding conditions of TPA which must fulfill and sometimes refused by lokal populations. This condition indicate the requirement for research on solid waste management.

The target of research is to know volume of solid waste generation to optimalsed the processing technique, and to know service age of TPA after executed and also to optimal level for operation and maintainance (O&P). The solid waste generation is predicted by using number of population and PDRB.

Research method uses method of field survey, site observation, etc., with data analisys aimed at 2 (two ) matter, the first is make-up the service age of TPA and the second is reduction of expense of O&P evaluated from condition without optimalisation and with optimalisation. The analysis based on level population growth, PDRB and solid waste composition of Bandung City. Result of analysis indicate that population growth equal to 1.966 %, growth of PDRB equal to 1.893 % and growth of its bearing solid waste composition with economic analysis. Volume arise year solid waste generation 2003 equal to 6,661,702 m<sup>3</sup>/ day, go up to become 8,703,207 m<sup>3</sup>/ day in year 2012.

Service Age of TPA without optimalisasi counted year 2003 remaining 3 year again. With 50 % compaction optimalisation mounting to become 5 year again. Even with 70 % compaction optimalisation mounting to became 8 year again.

Reduction of expense of O&P from solid waste component sales without optimalisation in the year 2003 equal to Rp. 664,599.00 and in the year 2005 at the final service age of TPA equal to Rp. 635,396.00. With optimalisation can reach more big that is in year 2003 equal to Rp. 77,558,696.00 and in year 2005 equal to Rp. 85,271,825.00 and also year 2010 in final service age of TPA equal to Rp. 114,675,282.00

Optimalisation technique processing of solid waste proven can improve service age of TPA signifikanly and can lessen the expense of O&P management of disposal solid waste in Bandung City.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya Penulis telah berhasil menyelesaikan Tesis dengan judul “Optimalisasi Teknik Pengolahan Limbah Padat/Sampah di Perkotaan (Studi Kasus TPA Leuwigajah Kota Bandung)”.

Pembuatan Tesis ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menempuh ujian Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari bahwa isi dari tulisan yang berbentuk tesis ini dirasakan masih kurang sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan adanya koreksi, masukan dan saran-saran dari berbagai pihak, yang bermanfaat bagi penyempurnaan tesis tersebut.

Selanjutnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada: Bapak DR. Ir. Suripin, M.Eng., selaku Ketua Pengelola Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, juga sebagai pembahas dan penguji yang banyak memberikan koreksi dan masukan dalam penyelesaian Tesis. Bapak DR. Robert J. Kodoatie, M.Eng., selaku pembimbing utama, yang selalu menyediakan waktu untuk bimbingan dan konsultasi serta banyak memberikan pengarahan dan masukan mulai dari pembuatan Proposal sampai dengan selesainya Tesis. Bapak Ika Bagus, ST., M.Eng., selaku pembimbing pendamping, yang juga selalu menyediakan waktu untuk bimbingan dan konsultasi serta banyak memberikan pengarahan, saran dan masukan kepada penulis. Bapak Dosen Penguji dan Bapak-bapak serta Ibu-ibu Dosen Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuannya selama proses penyelesaian tesis ini.

Semarang, Mei 2004

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAKSI</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan dan Perumusan Masalah.....	2
1.2.1 Pembatasan Masalah.....	2
1.2.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Lokasi Penelitian.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Hipotesis Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Prasarana dan Sarana Perkotaan.....	5
2.1.2 Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT).....	5
2.1.3 Pengelolaan Pembangunan PSP Berdasarkan Amdal.....	7
2.2 Pengertian Limbah Padat /Sampah ( <i>Solid Waste</i> ).....	8
2.3 Klasifikasi Sampah.....	9
2.4 Komposisi Sampah.....	9
2.5 Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan.....	11
2.5.1 Umum.....	11

2.5.1 Aspek Teknik Operasional.....	13
2.5.3 Optimalisasi Teknik Pengolahan Sampah.....	36
2.5.4 Kelembagaan.....	40
2.5.5 Finansial.....	43
2.5.6 Peran Serta Masyarakat.....	45

### **BAB III SISTEM OPERASIONAL KEBERSIHAN KOTA BANDUNG**

3.1 Sistem Pelayanan Kebersihan.....	46
3.2 Volume Timbulan Sampah dan Tingkat Pelayanan.....	46
3.3 Pengelolaan Sistem Pembuangan Sampah di TPA Leuwigajah.....	50
3.3.1 Gambaran Umum.....	50
3.3.2 Tenaga Kerja.....	50
3.3.3 Sarana dan Prasarana TPA.....	53
3.3.4 Pelaksanaan Operasi Pembuangan Sampah di TPA.....	54
3.4 Teknik Pengolahan Sampah di TPA Leuwigajah (Rencana).....	55
3.4.1 Pemadatan Sampah.....	55
3.4.2 Langkah langkah Operasi Pemadatan Lahan Urug Saniter.....	57

### **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

4.1 Metode Penelitian.....	61
4.2 Variabel Penelitian.....	61
4.3 Bagan Alur Penelitian.....	61
4.4 Metode Pengumpulan Data.....	63
4.5 Populasi dan Sampel Penelitian.....	63
4.6 Analisis Data.....	63
4.7 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	68
4.7.1 Studi Pendahuluan.....	68
4.7.2 Identifikasi Permasalahan.....	68
4.7.3 Penyelesaian Permasalahan.....	68

## **BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN**

5.1 Analisis Data.....	69
5.1.1 Estimasi Tingkat Pertumbuhan Sampah.....	70
5.1.2 Analisa Data Komposisi Sampah.....	74
5.1.3 Prediksi Volume Timbulan Sampah.....	75
5.1.4 Volume Sampah Masuk <i>Material Recovery Facilities</i> (MRF).....	80
5.1.5 Prediksi Sampah Terpilih Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	83
5.1.6 Volume Residu Masuk TPA Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	87
5.1.7 Prediksi Sampah Residu Setelah Dipadatkan Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	89
5.1.8 Peningkatan Umur TPA.....	92
5.1.9 Prediksi Komponen Sampah Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	95
5.1.10 Analisis Ekonomi.....	96
5.1.11 Keseimbangan Massa Sampah Hasil Pengolahan Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	104
5.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	110
5.2.1 Tingkat Pertumbuhan Timbulan Sampah.....	110
5.2.2 Volume Timbulan Sampah.....	110
5.2.3 Volume Sampah Masuk MRF.....	110
5.2.4 Sampah Terpilah.....	111
5.2.5 Sampah Residu Masuk TPA.....	111
5.2.6 Volume Sampah Residu Setelah Dipadatkan.....	111
5.2.7 Peningkatan Umur TPA.....	111
5.2.8 Analisa Ekonomi.....	112

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran.....	114

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>116</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>120</b>

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Komponen komponen Infrastruktur Dalam P3KT.....	7
Tabel 2.2 Komposisi Sampah di Beberapa Kota Besar.....	10
Tabel 2.3 Pola dan Karakteristik Perwadahan Sampah.....	15
Tabel 2.4 Tipe Pemindahan Sampah.....	19
Tabel 2.5 Komponen Sampah yang Dapat Didaur Ulang.....	37
Tabel 2.6 Faktor Penemuan Kembali ( <i>Recovery Factor</i> ) Material Sampah.....	38
Tabel 2.7 Densitas/Berat Jenis Komponen Sampah.....	38
Tabel 3.1 Data Rincian Sampah Masuk TPA Leuwigajah Melalui PD Kebersihan.....	47
Tabel 3.2 Data Rincian Sampah Masuk TPA Leuwigajah Non PD. Kebersihan.....	47
Tabel 3.3 Data Rerata Produksi Sampah per Hari Kota Bandung.....	48
Tabel 3.4 Data Komposisi Sampah di Kota Bandung.....	48
Tabel 5.1 Pertumbuhan Penduduk Rerata.....	71
Tabel 5.2 Prediksi Jumlah Penduduk Kota Bandung.....	72
Tabel 5.3 Pertumbuhan PDRB Kota Bandung.....	73
Tabel 5.4 Prediksi PDRB per Kapita.....	74
Tabel 5.5 Pertumbuhan Komponen Sampah Rerata.....	75
Tabel 5.6 Regresi Jumlah Penduduk dan PDRB per Kapita.....	76
Tabel 5.7 Estimasi Tingkat Pertumbuhan Timbulan Sampah Kota Bandung.....	78
Tabel 5.8 Prediksi Timbulan Sampah per Kapita.....	79
Tabel 5.9 Prediksi Volume Timbulan Sampah Kota Bandung.....	80
Tabel 5.10 Pertumbuhan Tingkat Pelayanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung....	80
Tabel 5.11 Prediksi Tingkat Pelayanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung.....	81
Tabel 5.12 Perbandingan Sampah Basah dengan Sampah Kering.....	82
Tabel 5.13 Volume Sampah Masuk MRF.....	83
Tabel 5.14 Volume Komponen Sampah Terpilah Tanpa Optimalisasi.....	84
Tabel 5.15 Prediksi Sampah Terpilah Tanpa Optimalisasi.....	85
Tabel 5.16 Volume Komponen Sampah Terpilah Dengan Optimalisasi.....	86
Tabel 5.17 Prediksi Sampah Terpilah Dengan Optimalisasi.....	87

Tabel 5.18 Volume Sampah Residu Masuk TPA Leuwigajah Tanpa Optimalisasi.....	88
Tabel 5.19 Volume Sampah Residu Masuk TPA Leuwigajah Dengan Optimalisasi.....	88
Tabel 5.20 Pemadatan Sampah.....	89
Tabel 5.21 Volume Sampah Residu Tanpa Optimalisasi Setelah Dipadatkan 40%.....	90
Tabel 5.22 Volume Sampah Residu Dengan Optimalisasi Setelah Dipadatkan 50%.....	91
Tabel 5.23 Volume Sampah Residu Dengan Optimalisasi Setelah Dipadatkan 70%.....	91
Tabel 5.24 Volume Sampah Kumulatif Dengan Pemadatan 50%.....	92
Tabel 5.25 Volume Sampah Kumulatif Dengan Pemadatan 70%.....	94
Tabel 5.26 Prediksi Komponen Sampah Terpilah Tanpa Optimalisasi.....	97
Tabel 5.27 Prediksi Komponen Sampah Terpilah Dengan Optimalisasi.....	98
Tabel 5.28 Harga Jual Tiap Komponen yang Dapat Didaur Ulang.....	99
Tabel 5.29 Penjualan Material Hasil Daur Ulang Tanpa Optimalisasi Tahun 2003.....	100
Tabel 5.30 Penjualan Material Hasil Daur Ulang Tanpa Optimalisasi Tahun 2006.....	100
Tabel 5.31 Penjualan Material Hasil Daur Ulang Dengan Optimalisasi Tahun 2003.....	101
Tabel 5.32 Penjualan Material Hasil Daur Ulang Dengan Optimalisasi Tahun 2006.....	101
Tabel 5.33 Penjualan Material Hasil Daur Ulang Dengan Optimalisasi Tahun 2011.....	102
Tabel 5.34 Nilai Ekonomi Kumulatif Material Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	102
Tabel 5.35 Pendapatan Kumulatif PD. Kebersihan Dari Hasil Penjualan Material Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi.....	103

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian.....	4
Gambar 1.2 Peta Daerah Pelayanan.....	5
Gambar 2.2 Sistem Pengelolaan Limbah Padat (Sampah).....	11
Gambar 2.3 Sistem Pengelolaan Persampahan.....	12
Gambar 2.4 Diagram Sederhana Memperlihatkan Hubungan Antara Fungsi Elemen Dalam Sistem Manajemen Persampahan.....	13
Gambar 2.5 Contoh Penampung Limbah Padat /Sampah.....	14
Gambar 2.6 Skema Pola Kegiatan Pengumpulan Sampah.....	18
Gambar 2.7 Pengangkutan Sampah Sistem Transfer Depo.....	20
Gambar 2.8 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 1.....	21
Gambar 2.9 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 2.....	22
Gambar 2.10 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 3.....	22
Gambar 2.11 Sistem Kontainer Tetap.....	23
Gambar 2.12 Penampakkan Lahan Urug Metode Parit ( <i>Trench Method</i> ).....	28
Gambar 2.13 Penampakkan Lahan Urug Metode Area ( <i>Area Method</i> ).....	29
Gambar 2.14 Penampakkan Lahan Urug Metode Pit ( <i>Pit/Canyon Method</i> ).....	29
Gambar 2.16 Pola Teknik Operasional Penanganan Sampah.....	37
Gambar 3.1 Sistem Operasional Kebersihan Kota Bandung.....	49
Gambar 3.2 Struktur Organisasi Pengelola TPA.....	51
Gambar 4.1 Bagan Alur Penelitian.....	62
Gambar 4.2 Diagram Alir Analisis Timbulan Sampah.....	65
Gambar 4.3 Pembuktian Hipotesis.....	67
Gambar 5.1 Kurva Regresi Jumlah Penduduk Kota Bandung.....	77
Gambar 5.2 Kurva Regresi PDRB Per Kapita Kota Bandung.....	77
Gambar 5.3 Grafik Peningkatan Umur TPA (Pemadatan 50%).....	93
Gambar 5.4 Grafik Peningkatan Umur TPA (Pemadatan 70%).....	95
Gambar 5.5 Grafik Nilai Ekonomi Kumulatif Material Terpilah (TO/DO).....	103
Gambar 5.6 Grafik Pendapatan Kumulatif PD. Kebersihan.....	104
Gambar 5.7 Keseimbangan Massa Sampah Yang Diolah Tanpa Optimalisasi Tahun2003.....	105

Gambar 5.8 Keseimbangan Massa Sampah Yang Diolah Tanpa Optimalisasi Tahun 2006.....	106
Gambar 5.9 Keseimbangan Massa Sampah Yang Diolah Dengan Optimalisasi Tahun 2003.....	107
Gambar 5.10 Keseimbangan Massa Sampah Yang Diolah Dengan Optimalisasi Tahun 2006.....	108
Gambar 5.11 Keseimbangan Massa Sampah Yang Diolah Dengan Optimalisasi Tahun 2011.....	109

## DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

Lambang	Satuan	Definisi
A	[m <sup>2</sup> ]	luas TPA yang diperlukan pertahun
a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub>	[ - ]	konstanta X
b <sub>1</sub> , b <sub>2</sub>	[ - ]	konstanta
Cv	[m <sup>3</sup> ]	volume tanah penutup per orang per tahun
D	[Kg.m <sup>-3</sup> ]	densitas sampah sebelum dipadatkan yang tiba di TPA
d	[m]	tinggi/kedalaman sampah padat dan tanah penutup
Fo	[ - ]	uji hipotesis
i	[%]	pertumbuhan penduduk rerata
k	[ - ]	jumlah variabel
N	[ - ]	jumlah penduduk terlayani
n	[ - ]	jumlah sampel
n	[%]	pertumbuhan penduduk rerata
P	[%]	prosentase pengurangan volume akibat pemadatan
P	[Rp]	besarnya PDRB saat ini
Pn	[ - ]	jumlah penduduk tahun ke-n.
Po	[ - ]	jumlah penduduk saat ini
Pt	[Rp]	besarnya PDRB tahun ke-t
R	[Kg]	laju timbulan sampah per orang per tahun
r	[%]	pertumbuhan PDRB
Ti	[m <sup>3</sup> ]	besarnya timbulan sampah per kapita tahun ke n+1
To	[m <sup>3</sup> ]	besarnya timbulan sampah per kapita tahun ke n
t	[ - ]	tahun ke t
v	[m <sup>3</sup> ]	volume sampah padat dan tanah penutup per orang per tahun
X <sub>1</sub>	[%]	tingkat pertumbuhan sampah per tahun
X <sub>2</sub>	[%]	tingkat pertumbuhan konsumsi masyarakat per tahun
Y	[%]	tingkat pertumbuhan sampah per kapita
Yi	[%]	tingkat pertumbuhan sampah per kapita tahun ke-i
α	[ ° ]	derajat kepercayaan pada hipotesis

### Singkatan

AMDAL	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
BAPPEDA	Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah
BPK	Badan Pengelola Kebersihan
BPS	Biro Pusat Statistik
B <sub>2</sub>	Bahan berbahaya
B <sub>3</sub>	Bahan berbahaya dan beracun
DKP	Dinas Kebersihan dan Pertamanan
DPU	Departemen Pekerjaan Umum
FPS	Fasilitas Pemilahan Sampah
INPRES	Instruksi Presiden

ITB	Institut Teknologi Bandung
ITS	Institut Teknologi Surabaya
KB	Keluarga Berencana
KLH	Kementrian Lingkungan Hidup
KSM	Kelompok Swadaya Masyarakat
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
LKMD	Lembaga Ketahanan Masyarakat Desa
MRF	Material Recovery Facilites
PLP	Penyehatan Lingkungan Pemukiman
P3KT	Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu
PSP	Prasarana dan Sarana Pemukiman
TPA	Tempat Pembuangan Akhir sampah
TPS	Tempat Pembuangan Sementara sampah
UDPK	Usaha Daur Ulang dan Pengkomposan
UKL	Upaya Kelo'a Lingkungan
UPL	Upaya Pemantauan Lingkungan

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jumlah Penduduk Kota Bandung.....	121
Lampiran 2 PDRB Kota Bandung.....	132
Lampiran 3 Komposisi Sampah Kota Bandung.....	133
Lampiran 4 Timbulan Sampah Rerata Kota Bandung.....	138
Lampiran 5 Berat dan Volume Sampah Rerata Terpilah Eksisting.....	139
Lampiran 6 Harga Jual Tiap Komponen Sampah yang Dapat Didaur Ulang.....	140
Lampiran 7 Hasil Pemadatan Sampah di TPA Leuwigajah.....	141
Lampiran 8 Pertumbuhan Komponen Sampah Rerata.....	143
Lampiran 9 Hasil Analisa Statistik Dengan SPSS.....	147
Lampiran 10 Perhitungan Penjualan Sampah Terpilah.....	151

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan bahan-bahan pencemar yang dibuang dan masuk ke lingkungan suatu masyarakat yang potensial mengganggu/mengancam kehidupan manusia sekitarnya (Kodoatie, 2003). Sistem persampahan atau limbah padat merupakan salah satu komponen infrastruktur yang juga sering menimbulkan permasalahan, baik terhadap penduduk maupun terhadap lingkungannya. Apabila sampah tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak negatif terhadap penduduk dan lingkungannya. Bisa mengotori daerah, menimbulkan penyakit, bau yang tidak sedap, mencemari sumber air bersih dan lain sebagainya. Sebaliknya apabila sampah dikelola dengan baik akan menimbulkan dampak positif terhadap penduduk dan lingkungannya. Daerah menjadi bersih, nyaman dan indah, bermanfaat bagi penduduk dan lingkungannya, memberi peluang kerja (bagi pemulung), memberi nilai ekonomis setelah didaur ulang (*recycling*), dan dimanfaatkan kembali (*reuse*) (Bappeda, 1994).

Permasalahan yang timbul dalam pengelolaan sampah di wilayah perkotaan antara lain adalah cepatnya pertumbuhan penduduk, baik yang diakibatkan oleh kurang berhasilnya program Keluarga Berencana (KB) maupun oleh arus urbanisasi dari daerah ke perkotaan. Jelas adanya pertumbuhan penduduk tersebut akan mengakibatkan bertambah banyaknya timbulan sampah, yang pada ujung-ujungnya menuntut penambahan prasarana dan sarana sistem pembuangan sampah. Bertambah banyaknya timbulan sampah akan memerlukan perluasan lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang ada dan penambahan lokasi TPA baru.

Kendala utama yang sering dijumpai oleh Pemerintah Daerah dalam pengelolaan sampah adalah di dalam pengadaan lokasi TPA. Banyak permasalahan yang dijumpai di dalam pengadaan lokasi TPA, antara lain : harga pembebasan lahan yang relatif mahal, sangat sulit memperoleh lahan yang memenuhi syarat, terkadang timbul penolakan dari penduduk setempat. Permasalahan lain yang tidak kalah pentingnya adalah adanya keterbatasan kemampuan keuangan dari Pemerintah Daerah di dalam membebaskan lahan untuk lokasi TPA (Bappeda, 1994).

Pengelolaan limbah padat/sampah di TPA sering kali tidak mengikuti hasil perencanaan yang ada. Menurut perencanaan awal TPA direncanakan sebagai sistem lahan urug saniter (*sanitary landfill*), sedangkan dalam kenyataannya dibuat sistem penimbunan bebas (*open dumping*). Akibatnya timbul berbagai dampak negatif, air lindi (*leachate*) mencemari daerah sekitar, TPA cepat penuh, sehingga umurnya menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan beban berat bagi pemerintah daerah, karena harus segera mencari/membebasan lagi lahan calon lokasi TPA baru (PD. Kebersihan, 2002).

Adanya kesulitan dalam pengadaan lokasi TPA baru, perlu dicarikan usaha lain yang dapat mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut di atas. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan jalan memperpanjang umur TPA melalui teknik pengolahan sampah yang optimal. Teknik pengolahan sampah yang optimal dapat dilakukan mulai dari sumber sampah, TPS/Transfer Depo sampai ke lokasi TPA.

Sehubungan dengan hal tersebut penulis mencoba mengadakan penelitian dengan judul yang terkait dengan persoalan pengelolaan TPA. Judul yang dipilih adalah sebagai berikut : "Optimalisasi Teknik Pengolahan Limbah Padat/Sampah di Perkotaan (Studi Kasus : TPA Leuwigajah Kota Bandung)."

## **1.2 Pembatasan dan Perumusan Masalah**

### **1.2.1 Pembatasan Masalah**

Banyak permasalahan di dalam pengelolaan pembuangan limbah padat/ sampah, mulai dari kegiatan perwadahan, pengumpulan, pengangkutan, sampai pembuangannya di TPA. Hal ini akan mengakibatkan lamanya pelaksanaan penelitian. Sehingga perlu adanya pembatasan permasalahan yang akan diteliti.

Permasalahan yang ada dibatasi pada teknik pengolahan sampah, yaitu sebagai berikut :

- o Pemilahan sampah pada sumbernya; pada TPS/Transfer Depo; dan pada TPA
- o Pematatan
- o Komposting
- o Peningkatan umur TPA

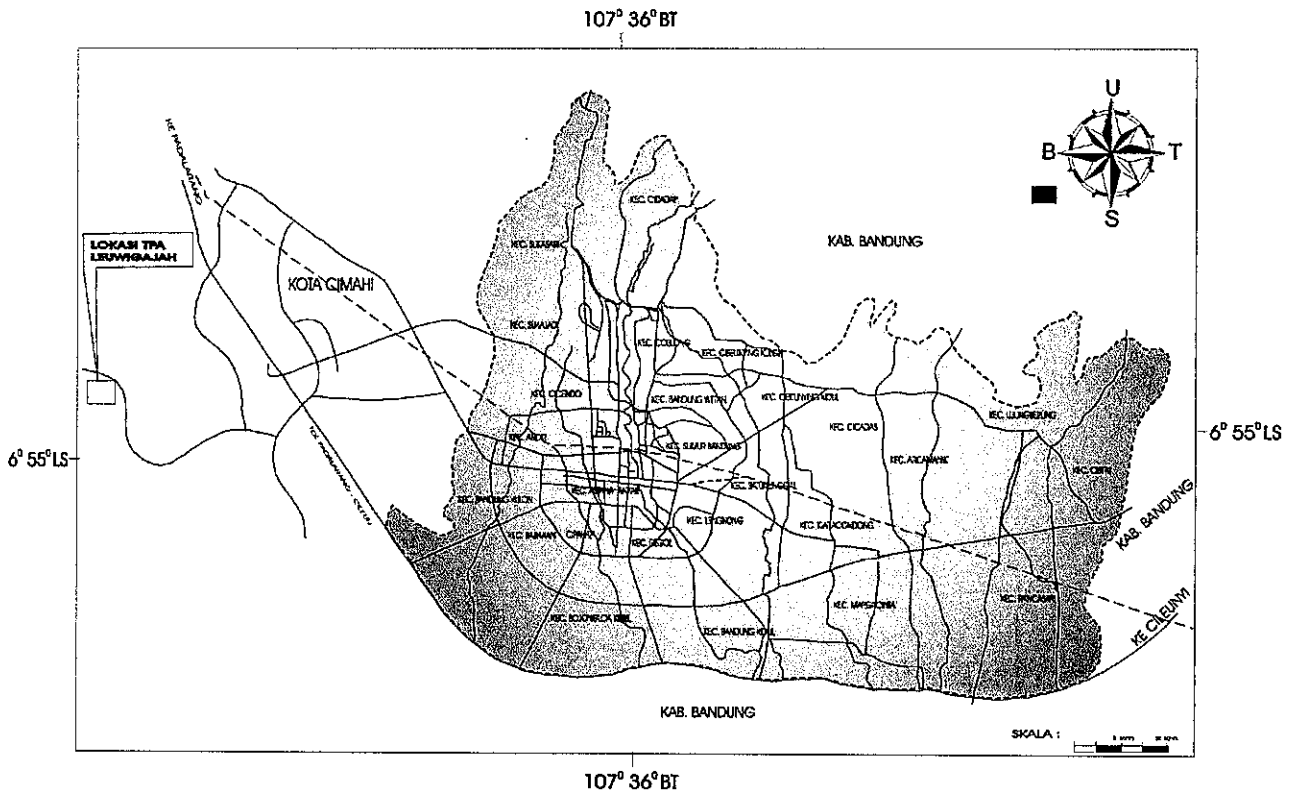
### **1.2.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang akan diteliti difokuskan pada kegiatan pengolahan sampah di sumber, di TPS dan di TPA. Jadi pokok permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut : “Berapa besar peningkatan umur TPA dan peningkatan nilai ekonomi setelah diadakan optimalisasi teknik pengelolaan limbah padat/sampah”.

### **1.3 Lokasi Penelitian**

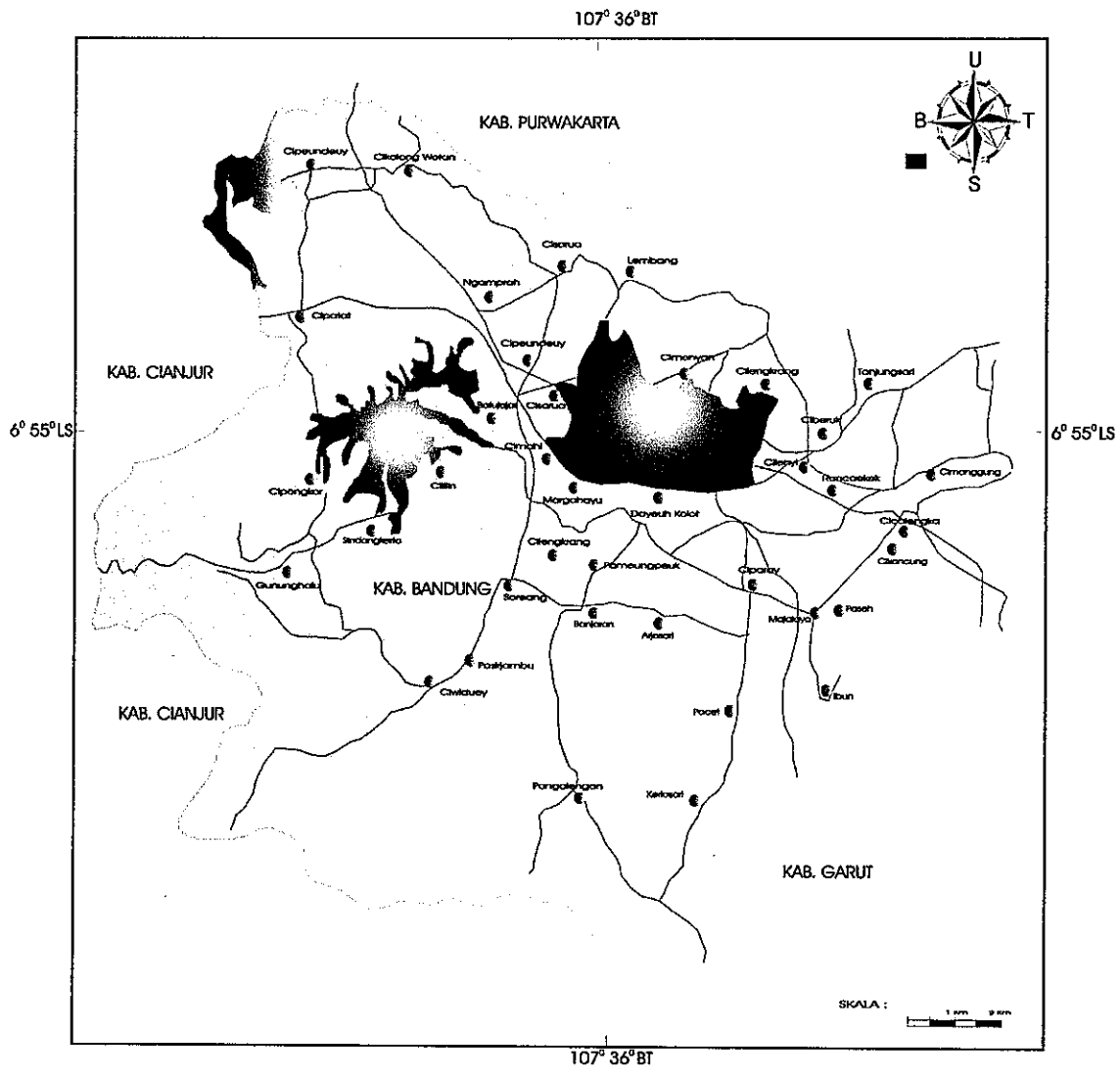
Sesuai dengan judul penelitian, maka lokasi tempat dilaksanakannya penelitian adalah wilayah Kota Bandung termasuk di dalamnya TPA Leuwigajah yang terletak di desa Leuwigajah Kecamatan Cimahi Selatan Kota Cimahi. Lebih jelasnya wilayah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.

Perlu dijelaskan bahwa akses menuju lokasi TPA Leuwigajah dari Kota Bandung dapat ditempuh melalui jalan Leuwigajah ( $\pm$  9 km terdekat dan 25 km terjauh) kemudian masuk ke jalan akses menuju lokasi TPA yang jaraknya tidak begitu jauh dari pinggir jalan Leuwigajah ( $\pm$  500 m).



Gambar 1.1 : Peta Lokasi Penelitian  
(DPU Cipta Karya, 1995)

- KETERANGAN :
- BATAS ADMINISTRASI
  - JALAN
  - - - - REL KERETA API
- LOKASI TPA  
LEUWIGAJAH



Gambar 1.2 : Peta Lokasi Daerah Pelayanan  
( DPU Cipta Karya, 1989 )

KETERANGAN :

----- BATAS ADMINISTRASI

■ DAERAH PELAYANAN

— JALAN

■ WADUK

#### **1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian yang akan dilaksanakan adalah mengetahui optimalisasi teknik pengolahan sampah ditinjau dari segi peningkatan umur TPA dan pengurangan biaya O&P. Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui volume timbulan sampah yang akan dioptimalkan teknik pengolahannya
2. Untuk mengetahui umur TPA setelah dilaksanakan optimalisasi teknik pengolahan sampah.
3. Untuk mengetahui tingkat optimal dalam kaitannya dengan biaya O&P.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berbagai manfaat baik langsung maupun tidak langsung dari hasil penelitian ini bagi pihak-pihak terkait dengan pengelolaan pembuangan sampah. Diantaranya adalah: "Dapat memberi masukan kepada instansi terkait dalam pelaksanaan pengelolaan sampah, terutama dalam mengoptimalkan teknik pengolahan sampah di TPA sehingga umurnya meningkat".

#### **1.6 Hipotesis**

Berdasarkan permasalahan yang ada serta maksud dan tujuan penelitian, maka dapat disusun hipotesis penelitian. Adapun hipotesis penelitian adalah sebagai berikut : "Optimalisasi teknik pengolahan limbah padat (sampah) secara signifikan dapat meningkatkan umur TPA dan ditinjau dari segi ekonomi dapat menguntungkan".

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

##### **2.1.1 Prasarana dan Sarana Perkotaan**

Prasarana dan sarana (infrastruktur) merupakan pendukung utama fungsi-fungsi sistem sosial dan sistem ekonomi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat (Kodoatie, 2003).

Definisi infrastruktur adalah sebagai berikut :

“sebagai fasilitas-fasilitas atau struktur-struktur dasar, peralatan-peralatan, instalasi-instalasi yang dibangun dan dibutuhkan untuk berfungsinya sistem sosial dan sistem ekonomi masyarakat. Definisi teknik juga memberikan spesifikasi apa yang dilakukan infrastruktur dan mengatakan bahwa infrastruktur adalah aset fisik yang dirancang dalam sistem sehingga memberikan pelayanan publik yang penting” (Kodoatie, 2003).

Sedangkan definisi infrastruktur pendapat yang lain adalah :

“bangunan dasar yang sangat diperlukan untuk mendukung kehidupan manusia yang hidup bersama-sama dalam suatu ruang yang terbatas, agar manusia dapat bermukim dengan nyaman dan dapat bergerak dengan mudah dalam segala waktu dan cuaca, sehingga dapat hidup dengan sehat dan dapat berinteraksi satu dengan lainnya dalam mempertahankan kehidupannya (Suripin, 2003).

##### **2.1.2 Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT)**

Pada awal Repelita IV yaitu pada tahun 1985, Pemerintah Indonesia mulai memperkenalkan konsep Pendekatan Program Pembangunan Kota Terpadu (P3KT) yang dalam bahasa Inggrisnya IUIDP (*Integrated Urban Infrastructure Development Program*).

Tujuan dari pendekatan P3KT adalah sebagai berikut :

“merupakan suatu pendekatan bagi penyusunan program pembangunan prasarana kota secara terpadu yang bertujuan untuk mengerahkan dana dan mengerahkan berbagai sumber dana (APBD II, APBD I, APBN, Inpres, Pinjaman dalam/luar negeri dan swadaya masyarakat serta swasta), melalui pemanfaatan fungsi lembaga pemerintah dan non pemerintah yang ada (Rukmana, 1993).

Diharapkan dengan diterapkannya pendekatan P3KT, pembangunan sarana dan prasarana dasar kota akan ada keterpaduan. Keterpaduan dengan rencana kota/ wilayah, dengan keperluan pendanaan, dengan kelembagaan dan keterpaduan dalam penyusunan program.

Berdasarkan pendekatan P3KT, peran utama dalam pelaksanaan pembangunan infrastruktur kota terletak pada Pemerintah Kota/Kabupaten. Pemerintah Propinsi dan Pemerintah Pusat hanya memberikan bantuan seperlunya. Pelaksanaan pendekatan P3KT akan dapat merubah pendekatan *top-down* menjadi *bottom-up*.

Upaya mengubah sistem *top-down* menjadi *bottom-up* secara nyata mulai dilakukan. Hal ini nampak dari Enam Prinsip Kebijakan Pembangunan Perkotaan di Indonesia tahun 1987 (Kodoatie, 2003), yang meliputi :

1. Pada prinsipnya pembangunan prasarana perkotaan serta pengoperasian dan pemeliharaannya menjadi wewenang dan tanggung jawab Pemerintah Kabupaten/Kota, dengan bantuan Pemerintah Propinsi dan Pemerintah Pusat.
2. Perencanaan penyusunan program dan identifikasi prioritas investasi untuk kegiatan pembangunan (prasarana) perkotaan akan terus ditingkatkan melalui suatu pendekatan desentralisasi dan *bottom-up*, dimana Pemerintah Kabupaten/ Kota bertanggung jawab dalam perumusan, pelaksanaan, pengoperasian dan pemeliharaan program-program yang mencerminkan kebutuhan dan kendala-kendala setempat.
3. Untuk meningkatkan tanggung jawab Pemerintah Kabupaten/Kota dalam proses P3KT, perlu ditingkatkan pula kemampuan untuk menilai dan memobilisasi sumber daya setempat serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada.
4. Sesuai dengan prinsip desentralisasi tanggung jawab pembangunan prasarana perkotaan, Pemerintah Pusat diharapkan dapat menyempurnakan sistem pembiayaan pembangunan prasarana kota.
5. Kemampuan untuk melaksanakan kegiatan pembangunan perkotaan serta lebih efektif dalam rangka memperkuat peranan dan tanggung jawab Pemerintah Daerah ditingkatkan melalui kegiatan-kegiatan pengembangan kelembagaan melalui pengembangan sumber daya manusia yang terkoordinasi.
6. Koordinasi dan konsultasi antara instansi dari tingkat Pemerintah Pusat, Propinsi, Kabupaten/Kota yang terkait dalam pembangunan prasarana perlu diperkuat. Hal ini diperlukan untuk menciptakan kondisi yang mendukung penyiapan program disamping bantuan teknis dari tingkat pemerintah yang lebih tinggi, penilaian program, kesepakatan besarnya kontribusi pendanaan (misalnya hibah/ pinjaman Pemerintah Pusat) dan implementasi program, serta untuk penelaahan dan perumusan usulan bagi kebijaksanaan sektoral pada masa yang akan datang.

Bagian-bagian atau komponen-komponen infrastruktur yang ada di dalam P3KT yang dibatasi pada komponen-komponen yang menjadi tanggung jawab Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah ada 13 (tiga belas) yang perinciannya dapat dilihat pada table 2.1.

**Tabel 2.1 Komponen-komponen Infrastruktur dalam P3KT (Kodoatie, 2003)**

Nomor	Komponen Infrastruktur
1	Perencanaan Kota
2	Peremajaan Kota
3	Pembangunan Kota Baru
4	Jalan Kota
5	Air Bersih
6	Drainase
7	Air Limbah
8	Persampahan
9	Pengendalian Banjir
10	Perumahan
11	Perbaikan Kampung
12	Perbaikan Prasarana Kawasan Pasar
13	Rumah Sewa

### 2.1.3 Pengelolaan Pembangunan PSP Berdasarkan Amdal

Pengelolaan lingkungan hidup berdasarkan prakiraan dampak rencana kegiatan terhadap lingkungan sekitarnya. Lingkungan hidup di Indonesia sebagai ekosistem terdiri dari beberapa subsistem, yaitu: sosial, budaya, ekonomi dan geografi. Bergandengan dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup akan berlainan.

Menurut UU Republik Indonesia No. 23/1993, tentang pengelolaan lingkungan hidup: Menetapkan bahwa setiap rencana usaha/kegiatan yang memungkinkan dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan wajib memiliki Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Sedangkan kegiatan yang tidak menimbulkan dampak besar dan tidak penting wajib menyusun Upaya Kelola Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL).

Jadi dalam usaha untuk membangun infrastruktur di perkotaan harus didasarkan pada undang-undang nomor 23/1997 tersebut. Pembangunan infrastruktur yang dapat menimbulkan dampak besar dan penting terhadap lingkungan wajib memiliki AMDAL. Demikian juga untuk pembangunan infrastruktur yang tidak menimbulkan dampak besar dan tidak penting terhadap lingkungan wajib menyusun UKL dan UPL.

## 2.2 Pengertian Limbah Padat/Sampah (*Solid Waste*)

Secara harfiah limbah padat/sampah adalah merupakan barang/bahan bekas yang sudah tidak terpakai yang harus dibuang, karena menjijikan dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Pengertian sampah (DPU, 1995b) adalah :

“limbah bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan”.

Pengertian sampah (Kodoatie, 2003) adalah :

“limbah atau buangan yang bersifat padat, setengah padat yang merupakan hasil sampingan dari kegiatan-kegiatan perkotaan atau siklus kehidupan manusia, hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Sumber limbah padat (sampah) perkotaan berasal dari pemukiman, pasar, kawasan pertokoan dan perdagangan, kawasan perkantoran dan sarana umum, kawasan industri, peternakan hewan dan fasilitas umum lainnya”.

Sedangkan pengertian sampah persi yang lainnya (Tchobanoglous et. al., 1993), adalah :

*“ All the wastes arising from human and animal activities that are normally solid and that are discarded as useless or unwasted. The term solid waste as used in this text is all – inclusive, encompassing the heterogenous mass of throwaways from the urban community as well as the more homogeneous accumulation of agricultural, industrial, and mineral wastes ”.*

(“Semua timbulan limbah dari kegiatan manusia dan binatang yang pada umumnya padat, buangan yang tak berguna atau tidak dicari. Peristilahan sampah sebagaimana digunakan dalam uraian ini adalah semua mencakup bahan yang beragam buangan dari masyarakat perkotaan, sampai bermacam-macam penambahan timbulan limbah dari pertanian, industri dan buangan mineral”.)

Jadi pengertian limbah padat/sampah adalah limbah atau buangan yang bersifat padat yang terdiri dari zat atau bahan organik dan anorganik yang dianggap sudah tidak berguna lagi, yang berasal dari buangan rumah tangga, pasar, pabrik dan lain sebagainya, yang harus dikelola secara baik agar tidak membahayakan kehidupan manusia dan lingkungannya, serta melindungi investasi pembangunan.

### 2.3 Klasifikasi Sampah

Berdasarkan sifat kimiawi, maka sampah dapat dikelompokkan ke dalam 2 (dua) kelompok yaitu :

1. Sampah organik, yaitu sampah yang mengandung senyawa organik, tersusun atas unsure karbon, hydrogen, oksigen dan nitrogen. Bersifat mudah membusuk.
2. Sampah anorganik, yaitu sampah yang mengandung senyawa bukan organik, yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

Sedangkan menurut sumbernya, sampah dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut :

1. Sampah Perumahan
2. Sampah Institusi (kantor, sekolah, rumah sakit dan sejenisnya)
3. Sampah komersial (pasar, pertokoan, bioskop, restoran dan sejenisnya)
4. Sampah Industri
5. Sampah jalan, taman, dan lapangan
6. Sampah pertanian/peternakan
7. Sampah lain-lain.

### 2.4 Komposisi Sampah

Komposisi sampah yang dipakai dalam uraian ini menggambarkan komponen-komponen yang membuat aliran sampah yang relative, dalam persen berat. *Information on the composition of solid wastes is important in evaluating equipment needs, systems, and management. program and plans* (Tchobanoglous et. al., 1993). (Informasi komposisi sampah adalah penting dalam mengevaluasi kebutuhan peralatan, sistem dan program serta rencana pengelolaan).

Sampah terdiri dari komponen komponen berikut (Tchobanoglous at. al., 1993):

1. Sampah organik (*organic*)
  - limbah makanan (*food wastes*)
  - kertas (*paper*)
  - karton (*cardboard*)
  - plastik (*plastics*)
  - tekstil/kain (*textiles*)
  - karet (*rubber*)
  - kulit (*leather*)

- limbah yard (*yard wastes*)
  - kayu (*wood*)
  - lain-lain (*misc. organic*)
2. Sampah anorganik (*inorganic*)
- kaca/gelas (*glass*)
  - kaleng (*tin cans*)
  - aluminium (*aluminium*)
  - logam lainnya (*other metal*)
  - kotoran, abu dan lain-lain (*dirt, ash, etc.*)

Tabel 2.2 Komposisi Sampah di Beberapa Kota Besar (Widiyatmoko, dkk, 2002)

No	Komponen	Komposisi (%)						
		London	Singapura	Hongkong	Jerman	USA	Jakarta	Bandung
1	Organik	28	4,6	9,4	31,6	23	74	73,4
2	Kertas	37	43,1	32,5	24	45	8	9,7
3	Logam	9	3	2,2	5,6	9	2	0,5
4	Kaca	9	1,3	9,7	8	9	2	0,4
5	Tekstil	3	9,3	9,6	-	-	-	1,3
6	Plastik/karet	3	6,1	6,2	8,8	1	6	8,6
7	Lain-lain	11	32,6	29,4	21,9	-	8	6,1

## 2.5 Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan

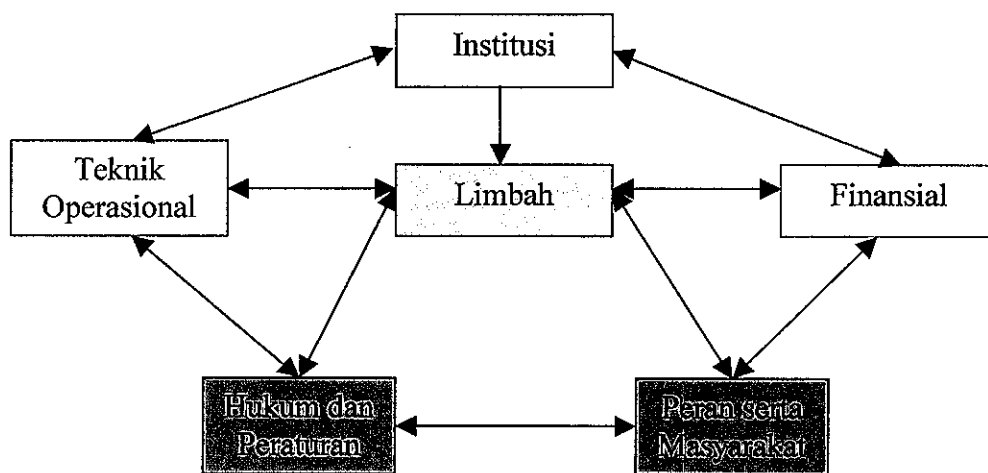
### 2.5.1 Umum

Banyak permasalahan yang timbul di dalam kegiatan pengelolaan sampah di perkotaan, mulai dari perwadhahan, pengumpulan, pengangkutan sampai pada pembuangan akhir ke TPA. Tidak hanya permasalahan teknis, tetapi juga permasalahan kelembagaan, aspek hukum, pembiayaan, dan peran serta masyarakat. Ada beberapa faktor penting yang harus diperhatikan (Kodoatie, 2003), yaitu :

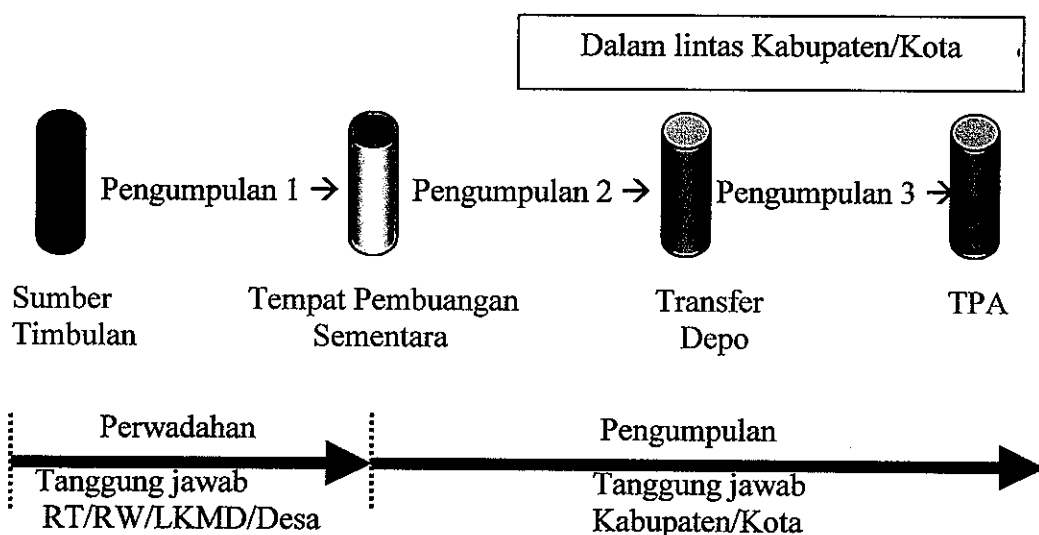
- Sumber sampah
- Waktu pengumpulan
- Pemilihan peralatan
- Petunjuk rute pengangkutan

- Perkiraan jumlah sampah
- Waktu pengangkutan
- Kebutuhan tenaga kerja
- Tempat pembuangan akhir

Biasanya hasil perencanaan pola pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan limbah padat/sampah, sebelum diterapkan perlu disesuaikan lagi dengan keadaan lapangan, karena kemungkinan ada faktor lain yang belum diperhitungkan yang dapat mempengaruhinya. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan tata kerja yang baik dan dinamis. Gambar 2.1 dan 2.2 menunjukkan proses pengelolaan limbah padat/sampah.



Gambar 2.1 Sistem Pengelolaan Limbah Padat/Sampah (Kodoatie, 2003)



Gambar 2.2 Sistem Pengelolaan Persampahan (Kodoatie, 2003)

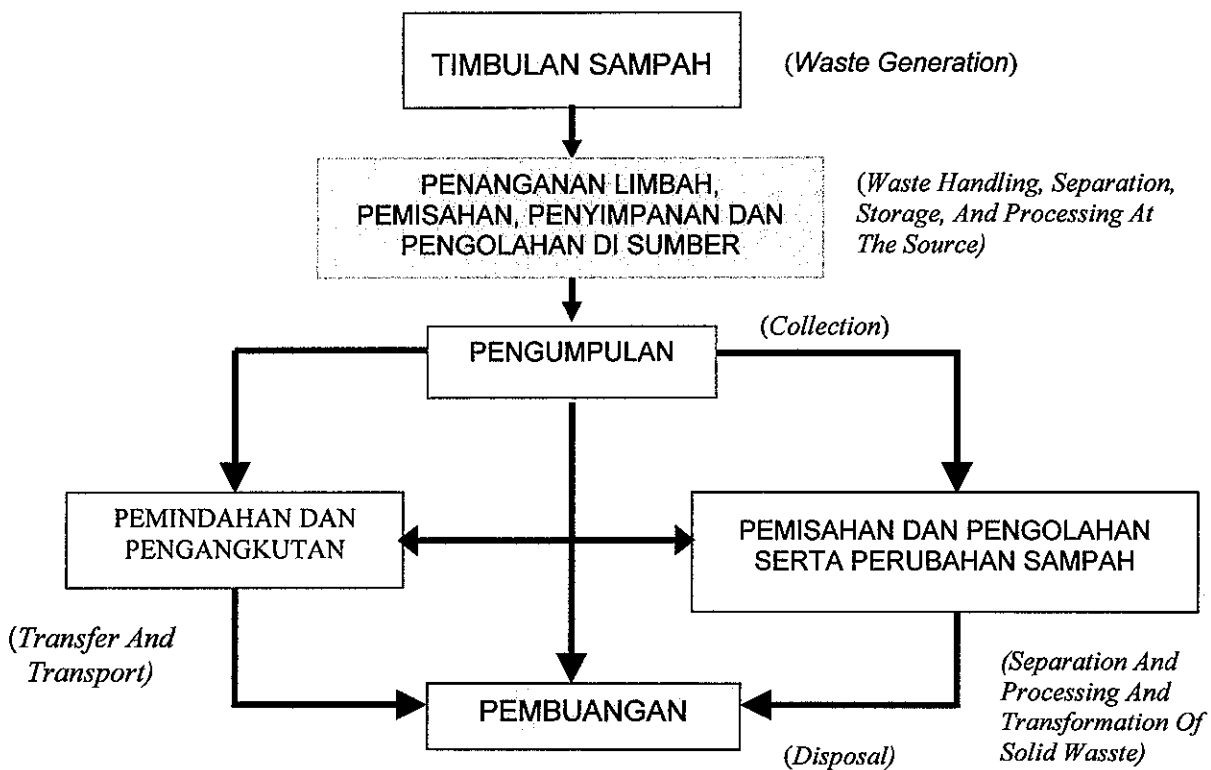
Secara umum persoalan yang muncul dalam pengelolaan limbah padat/ sampah di perkotaan sehubungan dengan konsep manajemen tersebut di atas adalah sebagai berikut (Kodoatie, 2003) :

- Aspek Kelembagaan : bentuk kelembagaan yang tidak sesuai dengan besarnya kewenangan yang harus dikerjakan, sumber daya manusia sebagai salah satu unsur pengelola kurang memadai dari jumlah maupun kualifikasinya.
- Aspek Teknis Operasional : keterbatasan sarana dan prasarana pengumpulan, kontainer, pengangkutan (*arm roll truck*), pengolahan di tempat pembuangan akhir (*bulldozer, track dozer*) serta keterbatasan lahan untuk tempat pembuangan akhir, serta penanganan akhir.
- Aspek Pembiayaan : tidak seimbang besarnya biaya operasional-pemeliharaan (OP) dengan besarnya penerimaan retribusi sebagai konsekuensi logis pelayanan akibat mekanisme penarikan retribusi yang kurang memadai.
- Aspek Pengaturan : tidak dimilikinya kebijakan pengaturan pengelolaan di daerah yang mampu memberikan motivasi kesadaran peran serta masyarakat untuk ikut secara utuh dalam pengelolaan baik menyangkut pembiayaan dan teknis operasional.
- Aspek Peran Serta Masyarakat : kesadaran masyarakat untuk ikut serta secara utuh dalam pengelolaan kurang memadai di sisi lain sampah adalah merupakan akibat kegiatan dari masyarakat itu sendiri.

### **2.5.2 Aspek Teknis Operasional**

Teknik operasional sistem pengelolaan persampahan secara berurutan dimulai dari timbulan sampah, perwadahan dan pemilahan, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan akhir sampah.

Hubungan antara kegiatan operasional pengelolaan sampah di perkotaan secara lebih jelasnya digambarkan dalam bentuk diagram pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram Sederhana Memerlihat Hububngan Antar Fungsi Elemen dalam Sistem Manajemen Persampahan(Tchobanoglous at., al., 1993)

Terlihat pada gambar diagram di atas bahwa usaha pemilahan/ pemisahan dan pengolahan sampah dapat dimulai semenjak dari sumber sampah, di TPS/Tranfer Depo sampai di TPA.

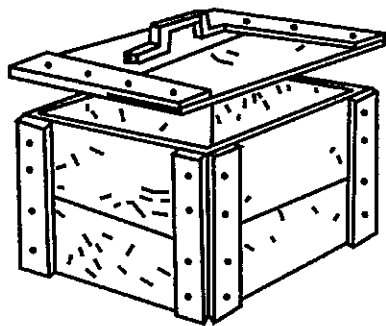
### 1. Pewadahan Sampah

Sampah dari rumah tangga dimasukan ke dalam wadah yang berupa potongan drum bekas, kotak kayu bekas, karung plastik bekas dan ember bekas. Contoh perwadahan limbah padat/sampah dapat dilihat pada Gambar 2.4.

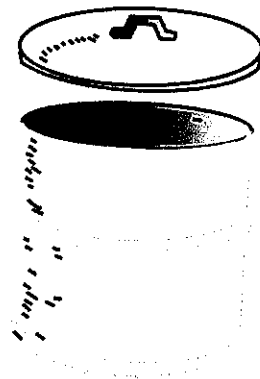
Pewadahan sampah tidak selalu harus bak khusus yang terbuat dari pasangan batu bata yang diplester. Tempat pewadahan sampah dibuat sesuai dengan kemampuan keuangan masyarakat.

Dalam pembuatan tempat pewadahan sampah harus memenuhi syarat bahan sebagai berikut :

- 1) Tidak mudah rusak dan kedap air
- 2) Mudah untuk diperbaiki
- 3) Ekonomis dan mudah diperoleh/dibuat oleh masyarakat
- 4) Mudah dibersihkan dan cepat dikosongkan



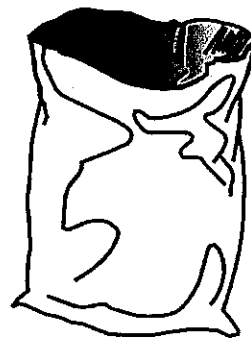
KOTAK BEKAS



POTONGAN DRUM BEKAS



EMBER BEKAS



KARUNG PLASTIK BEKAS

Gambar 2.4 : Contoh Pewadahan Limbah Padat/Sampah  
(Apriaji, 1989)

Ukuran volume tempat perwadhahan sampah didasarkan pada :

1. Jumlah penghuni tiap rumah
2. Tingkat hidup masyarakat
3. Frekuensi pengambilan/pengumpulan sampah
4. Cara pengambilan sampah (manual atau mekanik)
5. Sistem pelayanan (individual atau komunal)

Pola pewadhahan dan karakteristik pewadhahan sampah baik untuk sistem pelayanan individual maupun komunal perlu memperhatikan acuan seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pola dan Karakteristik Perwadhahan Sampah (DPU, 1991a).

NO	POLA PERWADAHAN KARAKTERISTIK	INDIVIDUAL	KOMUNAL
1.	Bentuk/jenis	Kotak, silinder, kontainer, bin (tong), semua bertutup dan kantong	Kotak, silinder, kontainer, bin (tong), semua bertutup
2.	Sifat	Ringan, mudah dipindahkan dan dikosongkan	Ringan, mudah dipindahkan dan dikosongkan
3.	Bahan	Logam, plastik, fiberglass (GRP), kayu, bambu, rotan, kertas	Logam, plastik, fiberglass (GRP), kayu, bambu, rotan
4.	Volume	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pemukiman dan toko kecil = 10-40 ltr</li> <li>▪ Kantor, toko besar, hotel, rumah makan = 100-500 ltr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pinggir jalan dan taman = 30-40 ltr</li> <li>▪ Untuk pemukiman dan pasar = 100-1000 ltr</li> </ul>
5.	Pengadaan	Pribadi, instansi, pengelola	Instansi, pengelola

Penempatan tempat pewadhahan sampah untuk pelayanan individual yaitu di halaman depan (di luar pagar) untuk rumah tinggal, dan di halaman belakang untuk hotel dan restoran. Sedangkan penempatan tempat pewadhahan sampah bagi pelayanan komunal harus memenuhi syarat :

- Tidak mengambil lahan trotoir
- Tidak dipinggir jalan protokol
- Sedekat mungkin dengan sumber sampah

- Tidak mengganggu pemakai jalan atau sarana umum lainnya
- Ditepi jalan besar, pada lokasi yang mudah untuk pengoperasiannya.

## 2. Pengumpulan Sampah

Pada dasarnya pengumpulan sampah menyangkut pola pengumpulan, perencanaan operasional pengumpulan dan pelaksanaan pengumpulan sampah.

### a. Pola Pengumpulan

Ada lima bentuk pola pengumpulan, yaitu pola individual langsung, pola individual tidak langsung, pola komunal langsung, pola komunal tidak langsung dan pola penyapuan jalan. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi untuk masing-masing pola pengumpulan :

#### 1) Pola individual langsung

Pola individual langsung adalah cara pengumpulan sampah dari rumah-rumah/sumber sampah dan diangkat langsung ke tempat pembuangan akhir tanpa melalui proses pemindahan.

Persyaratan pola individual langsung :

- Kondisi geografi bergelombang (rata-rata > 5%), sehingga alat pengumpul non mesin sulit beroperasi.
- Kondisi jalan cukup lebar dan operasi tidak mengganggu pemakai jalan lainnya.
- Kondisi alat dan jumlah alat memadai.
- Jumlah sampah > 0,3 m<sup>3</sup>/ hari

#### 2) Pola individual tidak langsung

Pola individual tidak langsung adalah cara pengumpulan sampah dari masing-masing sumber sampah dibawa ke lokasi pemindahan (pakai gerobak) untuk kemudian diangkut ke tempat pembuangan akhir.

Persyaratan pola individual tidak langsung :

- Dapat dipakai untuk daerah yang partisipasi masyarakatnya rendah.
- Lahan untuk lokasi pemindahan tersedia.
- Alat pengumpul masih dapat menjangkau secara langsung.
- Untuk kondisi geografi relatif datar (rata-rata < 5%) dapat menggunakan alat pengumpul non mesin (gerobak dorong, becak).
- Jalan/gang dapat dilalui alat pengumpul tanpa mengganggu pemakai jalan lain.
- Organisasi pengelola harus siap dengan sistem pengendalian.

### 3) Pola komunal langsung

Pola komunal langsung adalah cara pengumpulan sampah dari masing-masing titik wadah komunal dan diangkut langsung ke tempat pembuangan akhir.

Persyaratan pola komunal langsung :

- Bila alat angkut bebas.
- Kemampuan pengendalian personil dan peralatan relatif rendah.
- Alat pengumpul sulit menjangkau sumber-sumber sampah (kondisi daerah berbukit, gang/jalan sempit).
- Peran serta masyarakat tinggi.
- Wadah komunal ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan di lokasi yang mudah terjangkau oleh alat pengangkut (truk).
- Untuk pemukiman tidak teratur.

### 4) Pola komunal tidak langsung

Pola komunal tidak langsung adalah cara pengumpulan sampah dari masing-masing titik perwadhahan komunal dibawa ke lokasi pemindahan (pakai gerobak), kemudian diangkut ke tempat pembuangan akhir.

Persyaratan pola komunal tidak langsung :

- Peran masyarakat tinggi.
- Wadah komunal ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang mudah dijangkau alat pengumpul.
- Lahan untuk lokasi pemindahan tersedia.
- Untuk kondisi topografi relatif datar (rata-rata < 5%) dapat menggunakan alat pengumpul non mesin (gerobak dorong, becak), untuk kondisi topografi > 5% dapat menggunakan cara pikulan, kontainer kecil beroda dan karung plastik.
- Lebar jalan/gang dapat dilalui alat pengumpul tanpa mengganggu pemakai jalan lain.
- Organisasi pengelola harus ada.

### 5) Pola penyapuan jalan

- Juru sapu harus mengetahui cara penyapuan untuk setiap daerah pelayanan (diperkeras, tanah, lapangan rumput dan lain-lain).
- Penanganan penyapuan jalan untuk setiap daerah berbeda tergantung pada fungsi dan nilai daerah yang dilayani.

- Pengumpulan sampah hasil penyapuan jalan diangkut ke lokasi pemindahan.
- Pengendalian personil dan peralatan harus baik.

#### **b. Perencanaan Operasional Pengumpulan**

Di dalam perencanaan operasional pengumpulan sampah harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Ritasi antara 1 – 4 rit per hari.
- 2) Periodisasi bisa 1 hari, 2 hari dan maksimal 3 hari sekali, tergantung dari kondisi lokasi sampah (semakin besar prosentasi sampah organik, maka periodisasi pelayanan maksimal 1 hari).
- 3) Mempunyai daerah pelayanan tertentu dan tetap.
- 4) Mempunyai petugas pelaksana yang tetap dan dipindahkan secara periodik.
- 5) Pembebanan pekerjaan diusahakan merata dengan kriteria jumlah sampah terangkut, jarak tempuh dan kondisi daerah.

#### **c. Pelaksana Pengumpulan Sampah**

Kegiatan pengumpulan sampah dapat dilaksanakan oleh petugas kebersihan Kota atau swadaya masyarakat (pribadi, institusi, badan swasta atau dikelola oleh RT/RW).

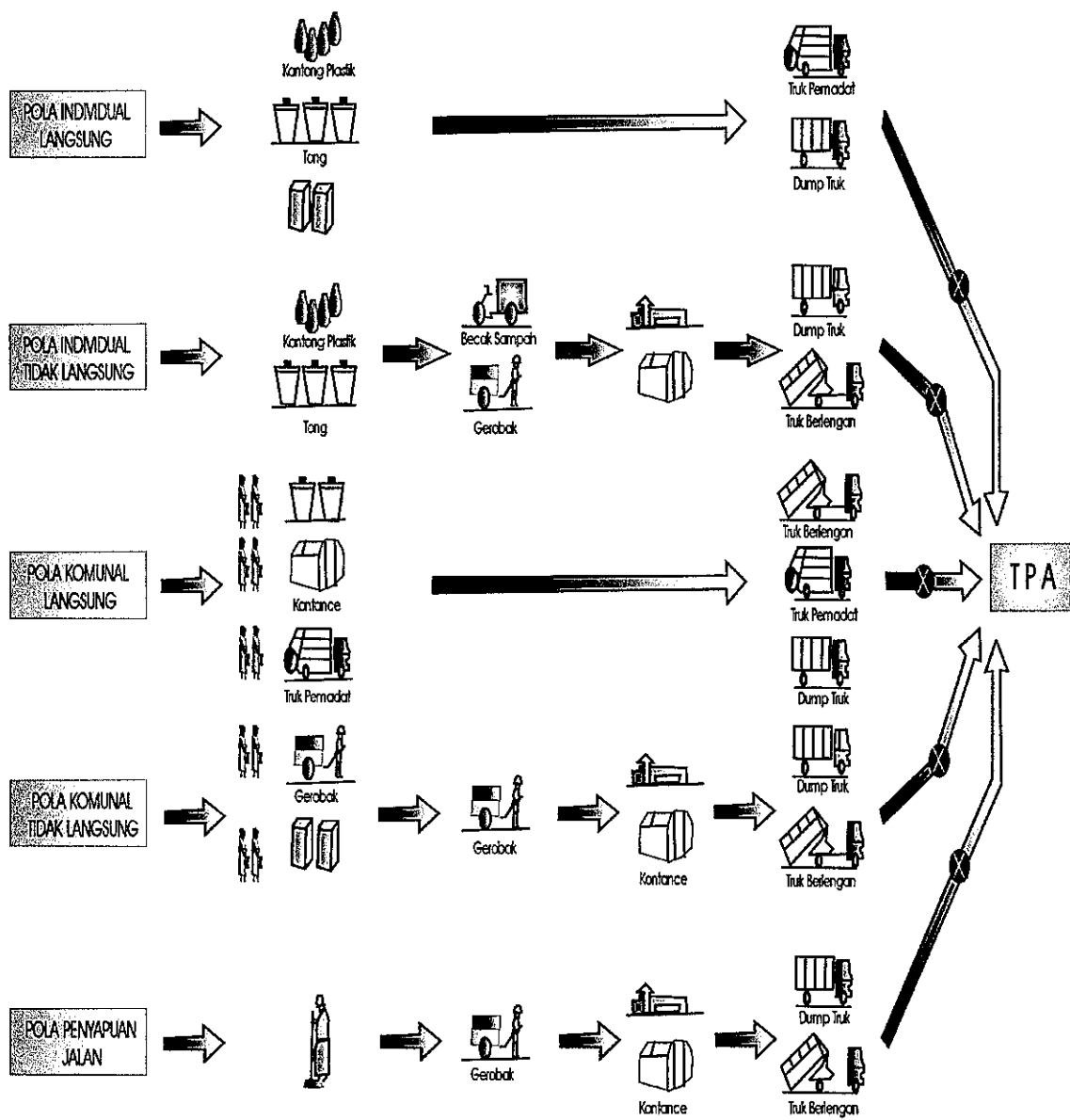
Lebih jelasnya masing-masing pola kegiatan pengumpulan sampah tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5.

### **3. Pemindahan Sampah**

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan pemindahan sampah, yaitu : mengenai tipe pemindahan, lokasi pemindahan dan cara pemindahan.

#### **a. Tipe Pemindahan**

Tipe pemindahan sampah menyangkut luas lahan, fungsi dan daerah pemakai. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.4.



Gambar 2.5 Pola Kegiatan Pengumpulan Sampah (DPU, 1991)

Keterangan :

⊗ = Digunakan Stasiun Transfer Apabila Jarak TPA Lebih Besar Dari 25 Km.

Tabel 2.4 Tipe Pemindahan Sampah (DPU, 1991a)

NO	URAIAN	TRANSFER TIPE I	TRANSFER TIPE II	TRANSFER TIPE III
1.	Luas lahan	> 200 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup> – 200 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup> – 20 m <sup>2</sup>
2.	Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempat pertemuan peralatan pengumpul dan pengangkut sebelum pemindahan</li> <li>▪ Tempat penyimpanan alat kebersihan</li> <li>▪ Bengkel sederhana</li> <li>▪ Kantor wilayah pengendali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempat pertemuan peralatan pengumpul dan pengangkut sebelum pemindahan</li> <li>▪ Tempat parkir gerobak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempat pertemuan gerobak dan kontainer (6 m<sup>3</sup> – 10 m<sup>3</sup>)</li> <li>▪ Lokasi penempatan kontainer komunal (1 m<sup>3</sup> – 10 m<sup>3</sup>)</li> </ul>
3.	Daerah pemakai	Baik sekali untuk daerah yang mudah mendapat lahan		Daerah yang sulit mendapat lahan yang kosong dan daerah protokol

**b. Lokasi Pemindahan**

Lokasi pemindahan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Letak harus memudahkan bagi sarana pengumpul dan pengangkut untuk masuk dan keluar dari lokasi pemindahan.
- Letak tidak jauh dari sumber sampah.

Sifat pemindahan dapat berupa terpusat (transfer depo) dan dapat tersebar (transfer tipe II dan tipe III).

**c. Cara Pemindahan**

Ada tiga macam cara pemindahan sampah, yaitu :

- Cara manual
- Cara mekanis
- Cara campuran (pengisian kontainer dilakukan secara manual oleh petugas pengumpul, sedangkan pengangkatan kontainer ke atas truk dilakukan secara mekanis (*load haul*)).

#### 4. Pengangkutan Sampah

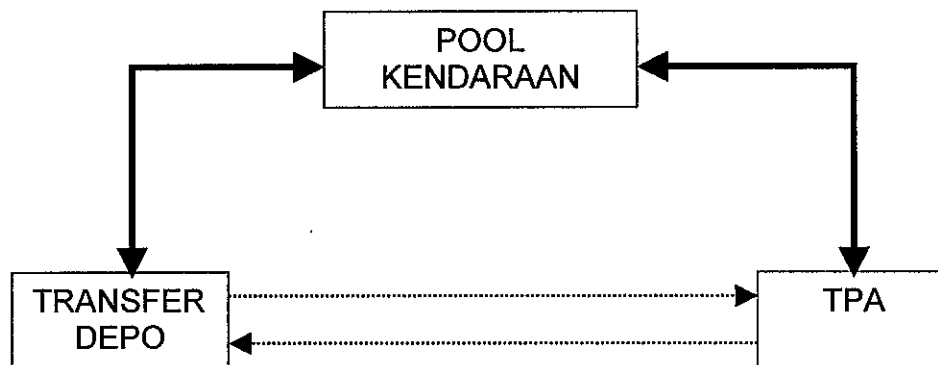
Kegiatan pengangkutan sampah mencakup dua hal, yaitu pola pengangkutan dan peralatan.

##### a. Pola Pengangkutan

Pengangkutan sampah dapat dilakukan dengan sistem transfer depo dan dengan sistem kontainer.

##### 1) Sistem transfer depo

Pengangkutan sampah dengan memakai sistem transfer depo dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pengangkutan Sampah Sistem Tranfer Depo  
(DPU, 1991a)

##### **Keterangan :**

- > Pengangkutan sampah
- ←----- Kembali lagi ke transfer depo untuk rit berikutnya

##### Cara Kerja :

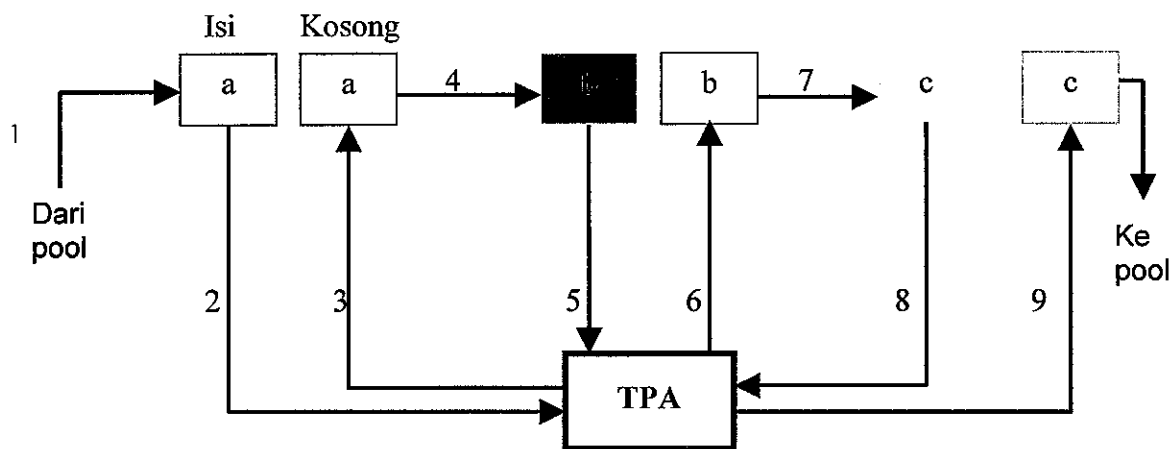
- Kendaraan angkutan sampah keluar dari pool kendaraan langsung menuju lokasi pemindahan/ transfer depo untuk mengangkut sampah langsung di bawa ke TPA.
- Dari TPA, kendaraan tersebut kembali ke transfer depo untuk pengangkutan pada rit berikutnya.
- Selesai tugas pengangkutan sampah, kendaraan kembali ke pool.

## 2) Sistem kontainer

Pengangkutan sampah dengan sistem kontainer melalui proses pengosongan kontainer. Ada tiga cara pengosongan tetap dan ada cara kontainer tetap.

### Sistem pengosongan kontainer cara 1

Sistem pengosongan kontainer cara 1 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



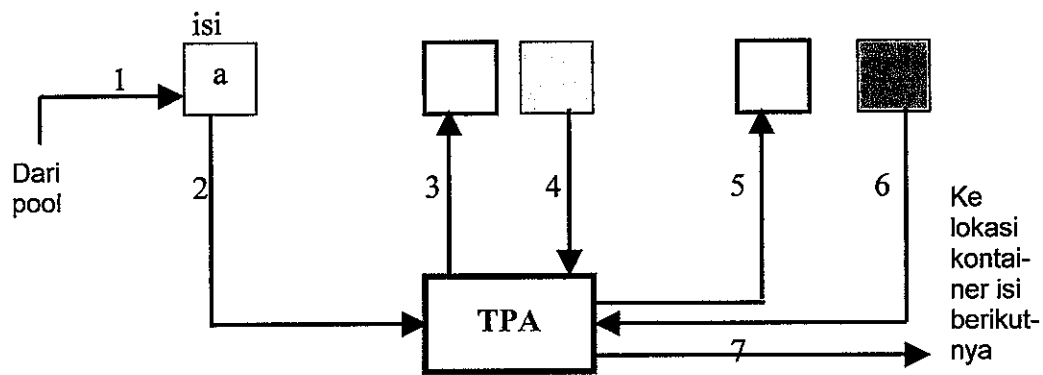
Gambar 2.7 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 1  
(DPU, 1991a).

Keterangan :

1. Kontainer dari pool menuju kontainer isi
2. Kontainer isi di bawa ke TPA
3. Kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula (a)
4. Kendaraan menuju kontainer isi (b)
5. Kontainer isi (b) di bawa ke TPA
6. Kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula (b)
7. dan seterusnya.

### Sistem pengosongan kontainer cara 2

Sistem pengosongan kontainer cara 2 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 2

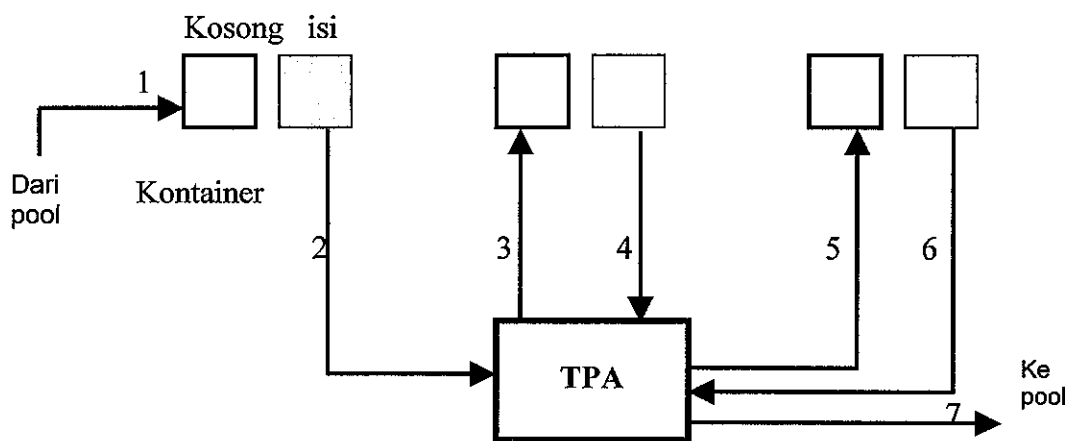
(DPU,1991a)

Keterangan :

1. Kontainer dari pool menuju kontainer isi pertama
2. Kontainer isi dari lokasi pertama dibawa ke TPA
3. Kontainer kosong dari TPA dibawa ke lokasi kedua
4. Kontainer isi dari lokasi kedua dibawa ke TPA, dan seterusnya.
5. Pada rit terakhir kontainer kosong dari lokasi TPA di bawa menuju lokasi pertama, selanjutnya kendaraan kembali ke pool.

Sistem pengosongan kontainer cara 3

Sistem pengosongan kontainer cara 3 dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Sistem Pengosongan Kontainer Cara 3

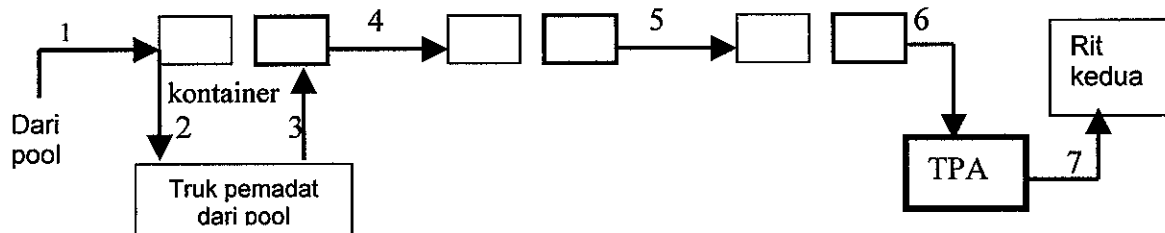
(DPU, 1991a)

Keterangan :

1. Kendaraan dari pool membawa kontainer kosong menuju lokasi pertama
2. Membawa kontainer isi menuju ke TPA
3. Kontainer kosong dari TPA dibawa ke lokasi kedua
4. Kontainer isi dari lokasi kedua dibawa ke TPA dan seterusnya
5. Pada rit terakhir kontainer kosong dibawa ke pool

Sistem kontainer tetap

Sistem kontainer tetap biasanya untuk kontainer kecil dan alat angkut berupa truk *compactor* (pemadat). Sistem container tetap dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Sistem Kontainer Tetap (DPU, 1991a).

Keterangan :

1. Kendaraan dari pool menuju kontainer isi pertama
2. Sampah dimasukkan ke dalam truk pemadat
3. Kontainer yang telah kosong diletakkan kembali di tempatnya
4. Truk pemadat menuju kontainer isi kedua, sampah dimasukkan ke truk pemadat dan kontainer kosong diletakkan kembali di tempatnya
5. Truk pemadat menuju kontainer isi ketiga dan seterusnya
6. Truk pemadat menuju TPA dan membuang sampah ke TPA
7. Rit berikutnya truk pemadat menuju ke kontainer isi berikut dan seterusnya sampai dengan rit terakhir.

**b. Peralatan**

Peralatan yang digunakan untuk pelayanan pembuangan sampah harus memenuhi syarat sebagai berikut (DPU, 1991a) :

- Selama pengangkutan sampah harus tertutup, minimal ditutup dengan jaring

- Tinggi bak kendaraan minimum 1,60 m
- Sebaiknya ada alat pengangkat (*arm roll*)
- Disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan dilalui
- Disesuaikan dengan kemampuan dana pengadaan dan teknik pemeliharaan kendaraan

Adapun jenis peralatan yang digunakan adalah :

- Truk ukuran besar dan kecil
- *Dump truck/tipper truck*
- *Arm roll truck*
- *Compactor truck*
- Traktor dan trailer
- *Multy loader*
- Truk dengan *crane*
- Mobil penyapu jalan
- Truk gandengan
- Perahu.

## 5. Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah adalah suatu upaya untuk mengurangi volume sampah atau merubah bentuk menjadi yang bermanfaat, antara lain dengan cara pembakaran, pengomposan, pemadatan, penghancuran, pengeringan dan pendaur ulangan (DPU, 1995a). Pengolahan sampah dapat dilakukan semenjak dari sumbernya, di tempat pembuangan sementara (TPS)/ di transfer depo dan di tempat pembuangan akhir (TPA).

### a. Tujuan pengolahan

Tujuan dilaksanakannya pengolahan sampah adalah :

- Untuk memanfaatkan kembali benda-benda yang memiliki nilai-nilai ekonomi yang dibuang/terbuang bersama sampah.
- Untuk mendapatkan sistem transportasi dan operasi final disposal/ pembuangan akhir yang lebih efisien, dengan pengurangan volume dan berat sampah.
- Untuk memanfaatkan energi yang terdapat dalam sampah.

b. Metode pengolahan

Secara umum teknik pengolahan sampah dibedakan menjadi beberapa metode, yaitu : Daur ulang (*Recycling*) dan pemanfaatan kembali (*Reuse*), pengurangan volume dan berat volume dan komposting.

1) Daur ulang dan pemanfaatan kembali

Daur ulang merupakan salah satu teknik pengolahan sampah dimana dilakukan pemisahan atas benda-benda bernilai ekonomis seperti : kertas, plastik, karet, kaca/gelas dan lain-lain dari sampah yang kemudian diolah sehingga dapat digunakan kembali, baik dalam bentuk yang sama atau berbeda dengan bentuk semula (DPU, 1995a).

Proses pemisahan di tempat pengolahan umumnya berupa proses kering yang menggunakan tenaga angin, tenaga getaran, tenaga magnetik dan tenaga manusia. Tenaga angin untuk memisahkan benda-benda ringan (kertas, plastik, dan lain-lain). Tenaga magnetik untuk memisahkan benda-benda yang terbuat dari logam. Tenaga getaran untuk menisahkan benda-benda padat dengan ukuran tertentu. Sedangkan tenaga manusia untuk memisahkan benda-benda yang sulit dipisahkan dengan alat.

Manfaat daur ulang :

- Dapat mengurangi volume dan berat sampah sebelum pengolahan lebih lanjut untuk dibuang ke TPA.
- Pemanfaatan kembali benda-benda bernilai ekonomi.

2) Pengurangan volume dan berat volume

- Pembakaran (*Incenerator*)

Incinerasi merupakan metode pengolahan sampah secara kimiawi dengan proses oksidasi (pembakaran) dengan maksud stabilisasi dan reduksi volume dan berat sampah. Setelah proses pembakaran akan dihasilkan abu yang volume dan beratnya jauh lebih kecil/rendah dibandingkan dengan sampah sebelumnya (DPU, 1995a).

- Baling (*Balefilling*)

Baling merupakan sistem pengolahan sampah yang dilakukan dengan pemadatan terhadap sampah dengan alat kompaktor yang dapat dilakukan di transfer depo/station atau di lokasi TPA (DPU, 1995a).

Keuntungan pembuangan sampah dengan perlakuan baling adalah :

- Pengurangan volume sampah.
- Pengurangan biaya transportasi.

Keuntungan pembuangan sampah dengan perlakuan baling adalah sebagai berikut:

- Pengurangan volume sampah.
- Pengurangan biaya transportasi.
- TPA dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin (memperpanjang umur TPA/ masa penggunaan).
- Mengurangi bahan penutup/tanah yang diperlukan.

### 3) Komposting (*Composting*)

Komposting adalah suatu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk mengubah sampah menjadi kompos (proses fermentasi). Proses bio-dekomposisi sampah organik dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik tergantung pada ketersediaannya oksigen untuk proses tersebut (DPU, 1995a).

Hampir semua operasi komposting untuk sampah perkotaan menggunakan proses aerobik, karena proses anaerobik berlangsung sangat lambat dan menimbulkan bau dan sulit untuk dikontrol. Sampah yang dijadikan kompos meliputi semua sampah organik (sisa makanan, daun, kertas, dan lain-lain).

Tahapan dalam proses komposting aerobik :

- Penyimpanan sampah yang mencakup penerimaan, pemisahan serta penghancuran untuk memperkecil ukuran sampah.
- Dekomposisi sampah yang mencakup pengadukan, pemberian oksigen/ udara, pengatur temperatur dan kelembaban serta penambahan nutrisi.
- Penyiapan produk dan pemasaran yang mencakup penggerusan kompos, pengepakan, penyimpanan, transportasi dan pemasaran.

Sisa sampah yang tidak dapat dijadikan kompos dibuang ke TPA.

## 6. Pembuangan Akhir Sampah

### a. Maksud, fungsi dan tujuan TPA

Maksud dan tujuan pembuangan akhir sampah adalah sarana fisik untuk berlangsungnya kegiatan pembuangan akhir sampah. Berfungsi untuk menyingkirkan/mengkarantinakan sampah kota sehingga aman (DPU, 1991a).

b. Umur TPA

Mengingat banyaknya permasalahan dan besarnya biaya untuk pembuatan TPA, maka diusahakan agar dapat dipakai untuk jangka waktu panjang. Umur TPA direncanakan minimal 10 tahun (DPU, 1991a).

c. Metode pembuangan akhir

Ada beberapa metode pembuangan akhir (DPU, 1991a) yaitu :

Di darat :

- 1) Penimbunan bebas (*Open dumping*)
- 2) Timbunan lahan terkontrol (*Control landfill*)
- 3) Lahan urug saniter (*Sanitary landfill*) dan lain sejenisnya

Di laut : Pembuangan ke laut dekat pantai, untuk reklamasi.

1) Penimbunan bebas

Sistem penimbunan bebas merupakan sistem pembuangan sampah yang tertua yang dikenal manusia, dimana sampah hanya ditimbun disuatu tempat tanpa dilakukan penutupan dengan tanah, sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, tempat berkembangnya vektor penyakit (lalat, tikus), menimbulkan bau, pencemaran terhadap air permukaan maupun air tanah dan bahaya kebakaran.

2) Timbunan lahan terkontrol

Sistem timbunan lahan terkontrol merupakan pengembangan dan perbaikan dari sistem open dumping. Sistem ini melakukan penutupan timbunan sampah di TPA dengan lapisan tanah, yaitu setelah penuh atau pada tiap periode tertentu. Dilakukan penyemprotan dengan insektisida, dilengkapi jalan masuk ke lokasi, pagar keliling dan drainase keliling TPA untuk mencegah air permukaan dari luar masuk ke TPA.

3) Lahan urug saniter

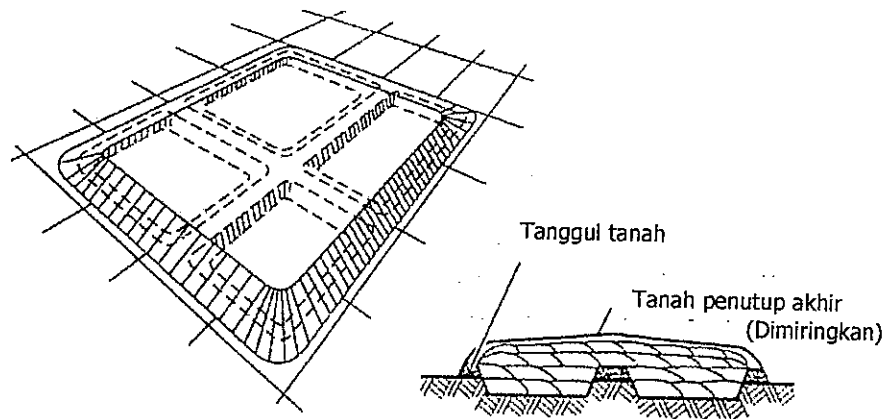
Sistem lahan urug saniter merupakan suatu cara pembuangan/pemusnahan sampah yang dilakukan dengan meratakan dan memadatkan sampah yang dibuang serta menutupnya dengan lapisan tanah setiap akhir hari operasi. Sehingga setelah operasi berakhir tidak terlihat adanya timbunan sampah dan akan meniadakan kekurangan yang ada pada sistem Timbunan lahan terkontrol.

d. Macam-macam metode lahan urug saniter

1) Metode parit (*trench method*)

- Site yang ada digali, sampah ditebarkan dalam galian, dipadatkan dan ditutup harian.
- Digunakan bila air tanah cukup rendah sehingga zone non-aerasi di bawah landfill cukup tinggi ( $\geq 1,5$  m).
- Dapat digunakan untuk daerah datar atau sedikit bergelombang.
- Operasi selanjutnya seperti metode area.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.11.

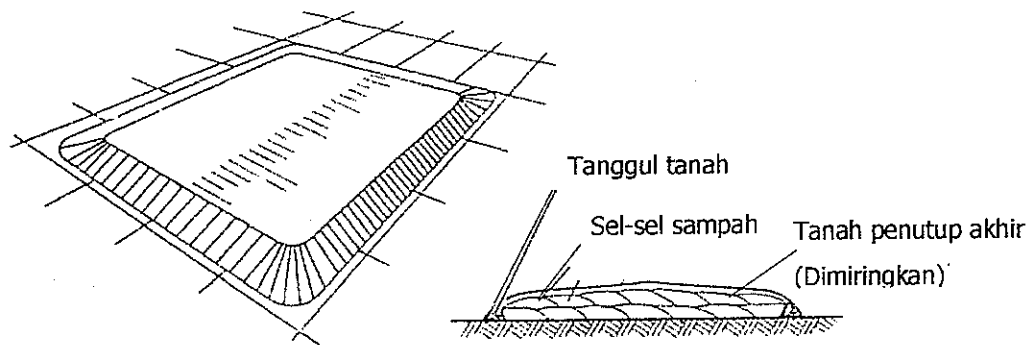


Gambar 2.11 Penampakan lahan urug Metoda Parit (*Trench Method*)  
(Tchobanoglous et.al., 1993)

2) Metode area (*area method*)

- Dapat diterapkan pada site yang relatif datar.
- Sampah membentuk sel-sel sampah yang dibatasi oleh tanah penutup.
- Setelah pengurangan akan membentuk slope.
- Penyebaran dan pemadatan sampah berlawanan dengan kemiringan.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.12.



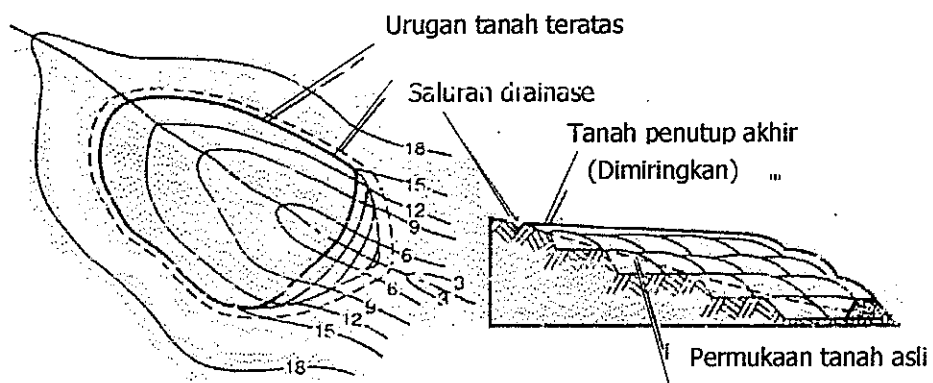
Gambar 2.12 Penampakkan lahan urug metode area (*Area Method*)  
(Tchobanoglous et.al., 1993)

3) Metode pit (*pit/canyon/quarry method*)

4) Metode slope/ram

- Sebagian tanah digali.
- Sampah kemudian diurug pada tanah.
- Tanah penutup diambil dari tanah galian.
- Memanfaatkan cekungan tanah yang ada (misalnya bekas tambang).
- Pengurugan sampah mulai dari dasar.
- Penyebaran dan pemadatan seperti metode area.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Penampakkan lahan urug Metoda Pit (*Pit/Canyon Method*)  
(Tchobanoglous et.al., 1993)

## 7. Penanganan Lindi (*Leachate*) dan Gas (DPU, 1995a)

### a. Komposisi lindi

- Komposisi lindi merupakan fungsi dari jenis dan umur sampah yang dibuang/ditimbun. Unsur kimia yang terdapat dalam sampah, mikroba yang berperan, keseimbangan air di TPA.
- Proses dekomposisi sampah akibat aktivitas mikroba

#### Tahap I

Degradasi sampah dilakukan oleh organisme aerobik menjadi bentuk organik yang lebih sederhana, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O).

#### Tahap II

Bila oksigen pada udara yang terperangkap habis dikonsumsi oleh organisme aerobik dan diganti CO<sub>2</sub>, proses degradasi diambil alih organisme yang perkembangannya dengan atau tanpa adanya oksigen. Organisme ini akan memecah molekul organik menjadi molekul yang sederhana seperti : Hidrogen, Ammonia, Air, Carbon dioksida, Asam organik.

#### Tahap III

Pada tahap-III organisme anaerobik berkembang biak dengan menguraikan asam organik menjadi bentuk Gas Methana serta lainnya.

Komponen utama yang terdapat dalam lindi dari landfill antara lain adalah :

- Kalium
- Magnesium
- Ammonia
- Chlorida
- Natrium
- Trace metal seperti Mangan, Timah Hitam, Kadmium, dll.
- Komponen mikrobiologi

### b. Pengaruh lindi terhadap polusi air

- Air permukaan yang terpolusi oleh lindi dengan kandungan organik yang tinggi, pada proses penguraian secara biologi akan menghabiskan kandungan oksigen dalam air dan pada akhirnya seluruh kehidupan yang tergantung pada oksigen akan mati.

- Air tanah yang dicemari lindi yang konsentrasinya tinggi, polutan tersebut akan tetap berada pada air tanah dalam waktu yang lama karena terbatasnya oksigen yang terlarut. Sumber air bersih yang berasal dari air tanah terpolusi tersebut dalam waktu yang lama tidak sesuai lagi untuk sumber air bersih.

#### c. Gas di Landfill

Faktor yang mempengaruhi pembentukan gas. Selama dekomposisi sampah dari bahan organik oleh aktivitas biologi akan terbentuk berbagai gas dan uap air, yang berbahaya khususnya yang dapat menimbulkan kebakaran atau yang mudah meledak.

Faktor-faktor lain yang berpengaruh dalam pembentukan gas.

Kandungan air dalam sampah :

Oksigen dalam udara yang terperangkap, pH (mikroorganisme pembentuk gas methane hanya dapat berkembang biak pada pH 6,4 - 7,4).

Temperatur, proses dekomposisi secara anaerobik terjadi pada suhu optimum 29° C – 37°C.

Produksi gas hydrogen terjadi pada beberapa bulan pertama dengan volume kira-kira 20% dari total volume gas.

Gas methane akan mulai diproduksi setelah 6 – 12 bulan setelah pembuangan sampah di landfill dan konsentrasinya akan meningkat sampai kira-kira 65% gas yang ada di landfill. Produksi gas methane maksimum pada landfill yang luas dan dalam akan terjadi lebih dari 10 tahun.

Permasalahan yang timbul dengan terbentuknya gas di landfill.

Bila gas terkonsentrasi pada suatu tempat seperti dibawah lantai bangunan, gorong-gorong, saluran atau manhole yang ada pada landfill atau didekatnya dapat terjadi kebakaran atau peledakan. Keracunan karena masuk kedalam gorong-gorong atau manhole. Bila gas tersebut keluar kepermukaan dapat terjadi kebakaran sampah. Pengaruh yang merugikan terhadap tanaman/tumbuh-tumbuhan pada landfill atau di dekatnya. Kemungkinan membahayakan kesehatan manusia, gangguan lainnya seperti bau.

Metode untuk mencegah perpindahan gas keluar melalui sisi TPA disekitarnya :

- Membuat penghalang di sekeliling landfill dengan bahan yang kedap seperti tanah liat, lembaran plastik/karet dll.
- Memasang ventilasi agar keluaranya gas terkontrol. Pemompaan gas kombinasi metode di atas.

Pemasangan ventilasi dengan pipa, sebaiknya dipasang pipa kolektor yang berlubang-lubang dan dipasang horizontal kemudian dihubungkan dengan pipa ventilasi tegak dengan interval 20 – 30 meter.

Karena gas dari landfill berbahaya, perlu dimonitor bersama lindi yang kemungkinan keluar landfill dengan membuat lubang berpengamatan di luar TPA.

Pemanfaatan gas dari landfill.

Pemanfaatan gas perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut : Rencana penggunaan gas tersebut harus jelas. Landfill cukup dalam (disarankan 10 m). Sampah yang dibuang sudah cukup banyak. Sampah belum terlalu lama (5 – 10 tahun).

#### Sistem Liner :

Liner (lapisan kedap air) berfungsi untuk mengurangi sekecil mungkin infiltrasi lindi mengalir kedalam tanah sub permukaan (sub surface) di dalam lahan urug, sehingga dapat mengeliminir kontaminasi sumber air tanah.

Pasir dan kerikil berfungsi untuk mengumpulkan dan menyalurkan lindi yang kemungkinan bercampur dalam lahan urug. Lapisan geotekstil atau geomembrane digunakan untuk meminimalkan pencampuran tanah dan lapisan pasir-kerikil. Lapisan akhir tanah digunakan untuk melindungi lapisan penghalang dan drainase. Media yang digunakan berupa media alam, misalnya tanah liat (clay) dipadatkan, atau campuran antara tanah liat dengan tanah asli setempat. Liner ketiga berfungsi untuk menghambat perkolasi lindi yang membawa cemaran yang lolos dari sistem di atasnya agar tidak terbawa kedalam air tanah.

### **8. Kapasitas dan Umur TPA**

Kapasitas lokasi TPA bergantung kepada (DPU, 1995a) :

- Luas lokasi.
- Kedalaman/ketebalan lapisan yang direncanakan.

- Laju generasi timbunan sampah, density sampah sebelum dipadatkan dan prosentase pengurangan volume setelah dipadatkan.

Perhitungan kebutuhan lahan untuk SLF dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{R}{D} \left(1 - \frac{P}{100}\right) - C_v \dots\dots\dots (2.1)$$

$$A = \frac{VN}{d} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

V = Volume sampah padat dan tanah penutup per orang per tahun (m<sup>3</sup>/org/thn)

R = Laju timbunan sampah per orang per tahun (kg/org/thn)

D = Density (kepadatan) sampah sebelum dipadatkan yang tiba di TPA (kg/m<sup>3</sup>)

P = Prosentase pengurangan volume karena pemadatan dengan alat berat 3 sampai 5 kali lintasan (50% - 75%)

C<sub>v</sub> = volume tanah penutup (m<sup>3</sup>/org/thn)

A = Luas TPA yang diperlukan per tahun (m<sup>2</sup>/tahun)

N = jumlah penduduk yang dilayani (orang)

d = Tinggi atau kedalaman sampah padat dan tanah penutup (m)

Ratio Pemadatan

Ratio pemadatan merupakan pengurangan volume sampah setelah mengalami proses pemadatan/kompaksi ditempat pembuangan karena sengaja dipadatkan, maupun pemadatan karena berat sendiri.

**Contoh perhitungan :**

Diasumsikan ratio tanah penutup (padat) berbanding dengan sampah 1 : 4.

Rumus di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$V = 1,25 \frac{R}{D} \left(1 - \frac{P}{100}\right) \dots\dots\dots (2.3)$$

- Penduduk yang dilayani = 100.000 orang
- Laju timbunan sampah = 0,60 kg/org/hari (2,4 lt/org/hari)
- Periode operasi = 5 tahun
- Asumsi kepadatan sampah mula-mula 250 kg/m<sup>3</sup>
- Persentase pengurangan volume setelah pemadatan di TPA = 60%
- Kedalaman sampah padat dan penutup direncanakan 3 meter.

Ditanyakan berapa keperluan luas TPA untuk 5 tahun ?

R = laju timbulan sampah per orang per tahun

$$= 0,60 \times 365 \text{ kg/org/thn}$$

$$= 219 \text{ kg/org/thn}$$

P = Pengurangan volume setelah pemadatan 60%

D = Density sampah sebelum dipadatkan yang tiba di TPA  $250 \text{ kg/m}^3$ , volume sampah padat dan tanah penutup per orang/tahun.

$$V = 1,25 \frac{R}{D} \left(1 - \frac{P}{100}\right) = 1,25 \frac{219}{250} \left(1 - \frac{60}{100}\right)$$

$$V = 0,44 \text{ m}^3/\text{org/thn}$$

Kebutuhan lahan TPA (belum termasuk jalan dan keperluan sarana lain) per tahun

$$A = \frac{VN}{d} = \frac{0,44 \times 100.000}{3}$$

$$A = 14.560 \text{ m}^2/\text{tahun}$$

$$= 1,46 \text{ ha/tahun}$$

Keperluan lokasi TPA untuk 5 tahun.

$$= 5 \times 1,46 \text{ ha} = 7,3 \text{ ha}$$

Bila yang diketahui luas lahan TPA, dengan rumus yang sama dapat dihitung berapa lama lokasi tersebut dapat dipakai.

### 2.5.3 Optimalisasi Teknik Pengolahan Sampah

#### 1. Pengertian

Optimalisasi asal katanya optimal, berasal dari bahasa Inggris (kata sandang) artinya paling bagus atau paling tinggi (Echols et. al., 2000). Berbeda dengan optimasi yang asal katanya optimum, juga berasal dari bahasa Inggris (kata benda) artinya jumlah maksimum.

Kaitannya dengan judul penelitian yaitu Optimalisasi Teknik Pengolahan Limbah Padat/Sampah di Perkotaan (Studi Kasus TPA Kota Bandung), maka pengertian optimalisasi disini adalah usaha untuk merubah teknik pengolahan sampah eksisting menjadi teknik pengolahan sampah yang optimal atau yang paling baik.

#### 2. Komponen pengelolaan sampah yang dapat dioptimalisasikan

Menurut teori manajemen (DPU, 1995a) ada 5 komponen atau lebih dikenal dengan sebutan 5M, yaitu sebagai berikut:

a. Man

Komponen man disini adalah personil yang terlibat di dalam kegiatan pengolahan sampah, yaitu pada kegiatan pemilahan komponen sampah kering yang dapat didaur ulang dan dimanfaatkan kembali, pemilahan sampah basah untuk dijadikan kompos dan makanan ternak, dan kegiatan pemadatan sampah di TPA.

b. Mechine

Komponen mechine adalah semua peralatan yang menggunakan mesin termasuk alat berat seperti Buldozer, excavator dan sebagainya, yang digunakan dalam proses pengolahan sampah.

c. Material

Komponen material adalah semua komponen sampah yang dapat didaur, dimanfaatkan kembali dan dibuat kompos, mulai dari sumbernya, di lokasi TPS/Transfer Depo dan di lokasi TPA.

d. Management

Management adalah pengelolaan yang diterapkan dalam kegiatan pengolahan sampah, baik untuk pemilahan sampah maupun untuk pemadatan sampah.

e. Method

Method adalah metode yang cocok untuk diterapkan pada kegiatan pengolahan sampah.

### 3. Prinsip pengelolaan sampah

Pengelolaan sampah sebaiknya dilaksanakan secara terpadu atau *Integrated Material Recovery (IMR)*, yang didefinisikan sebagai usaha pemilihan teknologi dan pengelolaan, guna memperoleh penampilan sistem yang paling bagus yang dapat diterapkan.

Ada 4 (empat) hirarki dalam pengelolaan sampah terpadu (ITS, 2003), yaitu:

a. Pengurangan pada sumbernya (*source reduction*)

Pengurangan pada sumbernya, adalah proses mereduksi sampah pada sumbernya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas sampah.

b. Pendaur ulangan (*recycling*)

Pendaur ulangan, adalah proses daur ulang yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan sumber daya dan mereduksi kuantitas sampah yang dibuang ke TPA.

c. Perubahan limbah (*waste transformation*)

Perubahan limbah, adalah proses perubahan fisik, kimia dan biologis sampah.

d. Penimbunan tanah (*landfilling*)

Penimbunan tanah, adalah proses penimbunan/ pengkarantinaaan sampah yang tidak dapat dimanfaatkan kembali.

Komponen a,b dan c akan menentukan usaha usaha berikut:

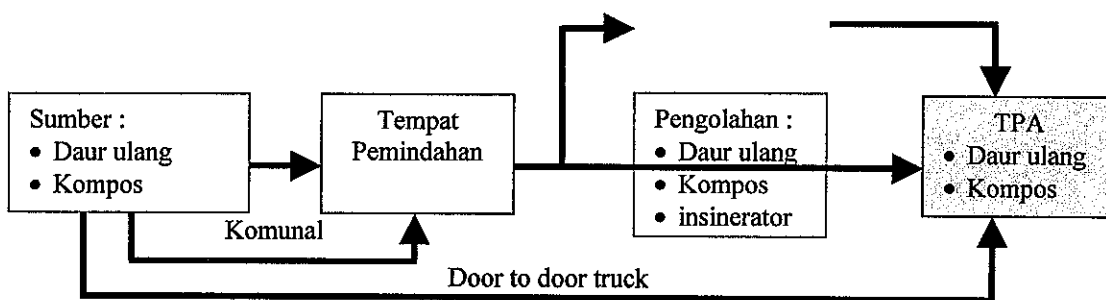
- Perubahan tingkat efisiensi yang diperlukan dalam sistem pengelolaan.
- Proses recovery, reuse dan recycle sampah.
- Proses yang menghasilkan barang lain yang bermanfaat.

Diharapkan dengan diterapkannya sistem IMR ini akan dapat meningkatkan perolehan bahan yang bernilai ekonomis dan dismping itu akan dapat meningkatkan umur TPA.

**3. Kegiatan pemilahan/pengolahan sampah**

Pemilahan/pengolahan sampah dapat dilakukan mulai dari sumbernya, di tempat pemindahan atau di transfer depo dan di TPA. Penanganan pada sumbernya dapat dilakukan oleh masyarakat. Penanganan pada transfer depo dapat dilakukan oleh pemerintah bersama sama masyarakat atau pihak swasta. Sedangkan penanganan pada tempat pembuangan akhir dilakukan oleh pemerintah bekerjasama dengan pihak BUMN atau pihak Swasta.

Secara umum pola operasi penanganan/pengolahan sampah dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.14 Pola Teknik Operasional Penanganan Sampah  
(Paranoan, 1995)

#### 4. Usaha optimalisasi Teknik pengolahan sampah

##### a. Daur Ulang

Sampai saat ini di Indonesia belum ada pemilahan sampah yang dapat didaur ulang yang dilakukan secara mekanis. Pemilahan yang ada dilakukan secara manual atau oleh tenaga manusia (pemulung).

Perlu diketahui komponen komponen sampah apa saja yang dapat didaur ulang dan dapat dijadikan kompos. Tabel 2.5 memperlihatkan bahan sampah yang dapat ditemukan kembali (*recovered material*) untuk selanjutnya dapat didaur ulang.

Tabel 2.5 Komponen Sampah yang Dapat Didaur Ulang

(Tchobanoglous et,al., 1993)

No.	Komponen Sampah	Keterangan
1	Kertas ( <i>paper</i> )	daur ulang
2	Karton ( <i>cardboar</i> )	daur ulang
3	Plastik ( <i>plastics</i> )	daur ulang
4	Kain/tekstil ( <i>textiles</i> )	daur ulang
5	Karet ( <i>rubber</i> )	daur ulang
6	Kulit ( <i>leather</i> )	daur ulang
7	Kaca ( <i>glass</i> )	daur ulang
8	Kaleng ( <i>tin cans</i> )	daur ulang
9	Logam lainnya ( <i>other metal</i> )	daur ulang
10	Abu/debu ( <i>dirt etc</i> )	daur ulang
11	Sampah basah ( <i>organics</i> )	komposting

Sedangkan Tabel 2.6 memperlihatkan besarnya faktor bahan sampah yang dapat ditemukan kembali untuk didaur ulang dan untuk kompos.

Tabel 2.6 Faktor Penemuan Kembali (*Recovery factor*) Material Sampah

(Tchobanoglous et, al., 1993)

No.	Komponen Sampah	Percent Recovery	
		Range	Typical
1	Kertas tercampur ( <i>mixed paper</i> )	40 – 60	50
2	Karton ( <i>cardboard</i> )	25 – 40	30
3	Plastik tercampur ( <i>mixed plastics</i> )	30 – 70	50
4	Kaca ( <i>glass</i> )	50 – 80	65
5	Kaleng ( <i>tin cans</i> )	70 – 85	80
6	Kaleng aluminium ( <i>alum. cans</i> )	85 – 95	90
7	Logam ( <i>metals</i> )	15 – 25	20
8	Kompos ( <i>compost</i> )	5 – 10	10

Selanjutnya Tabel 2.7 memperlihatkan densitas/berat jenis dari masing masing komponen sampah

Tabel 2.7 Densitas/Berat Janis Komponen Sampah

(Tchobanoglous et,al., 1993)

No.	Komponen Sampah	Densitas (lb/yd <sup>3</sup> )		Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
		Range	Typical	
1	Kertas ( <i>paper</i> )	70 – 220	150	89,71
2	Karton ( <i>cardboard</i> )	70 – 135	85	49,66
3	Plastik ( <i>palstics</i> )	70 – 220	110	65,68
4	Kain/Tekastil ( <i>textiles</i> )	70 – 170	110	65,68
5	Karet ( <i>rubber</i> )	170 – 340	220	129,75
6	Kulit ( <i>leather</i> )	170 – 440	270	160,19
7	Kaca ( <i>glass</i> )	220 – 540	400	195,43
8	Kaleng ( <i>tincans</i> )	85 – 270	150	89,71
9	Almunium (alumin.)	110 – 405	270	160,19
10	Logam lain ( <i>other metal</i> )	220– 1940	540	320,38
11	Abu/debu dll. ( <i>dirt etc.</i> )	540 – 1685	810	480,57
12	Sampah basah ( <i>organics</i> )	220 – 810	410	288,34

#### b. Komposting

Usaha untuk merubah sampah organik menjadi kompos sampai saat ini di Indonesia belum dilakukan secara mekanis. Pembuatan kompos baru dapat dilakukan secara manual mulai dari pemilahan sampah, penghancuran, oksidasi, proses fermentasi sampai pengepakan hasil komposting dilakukan dengan tenaga manusia.

Sampah untuk bahan kompos berasal dari sampah pasar, karena komposisi sampah pasar hampir seluruhnya berupa sampah organik. Jadi proses pemilahannya cukup sederhana.

##### - Tenaga kerja/personil

Jumlah tenaga kerja atau personil yang dibutuhkan dalam proses pembuatan kompos dapat dibedakan sebagai berikut (KLH,2003):

Usaha sekala kecil: 10 – 15 orang

Usaha menengah : 16 – 24 orang

Usaha besar : > 24 orang.

##### - Hasil produksi

Produksi kompos tidak bisa begitu saja dapat diperbesar, karena akan tergantung pada ketersediaan sampah organik yang tersedia dan kemampuan pasar untuk menyerap hasil produksi. Besar kecilnya produksi kompos dapat dibedakan sebagai berikut (KLH, 2003):

Produksi kecil : 1.000 kg/hari – 1.990 kg/hari

Produksi menengah : 2.000 kg/hari – 5.500 kg/hari

Produksi besar : > 5.500 kg/hari.

Dari 1 m<sup>3</sup> sampah organik bisa menghasilkan 75 kg kompos bersih (PD.Kebersihan, 2004)

#### **- Harga jual hasil produksi**

Agar dapat bersaing di pasaran, maka harga jual hasil produksi harus ditekan, jauh lebih rendah dari harga jual pupuk kimia. Harga jual kompos saat ini (PD.Kebersihan, 2004) sebesar Rp. 350,- /kg. Sedangkan harga jual pupuk kimia Rp. 2.500,- /kg.

### **c. Pematatan**

Sebelum sampah dibuang/dikarantina di TPA, terlebih dahulu diadakan pematatan dengan alat berat Buldozer, yaitu dengan cara sambil mendorong sampah sekaligus dilakukan pematatannya.

Dalam kegiatan pematatan sampah tersebut ada batas maksimum pengurangan volume sampah. Menurut hasil penelitian dari Direktorat PLP Ditjen Cipta Karya (2002), yaitu dengan alat berat buldozer D13A Komatsu bisa menurunkan sampai 50% - 70% dengan frekuensi pematatan 7 kali

Untuk keperluan kegiatan optimalisasi teknik pengolahan sampah perlu diketahui komposisi sampah berikut pertumbuhannya. Hasil optimalisasi teknik pengolahan sampah diharapkan dapat membantu meminimalisasi besarnya volume sampah yang dibuang ke TPA, sehingga dapat memperpanjang umur TPA. Dengan diketahuinya komposisi sampah, maka dapat dipilih komponen-komponen sampah mana saja yang dapat diolah dan mana yang tidak dapat diolah.

#### **2.5.4 Kelembagaan**

Status unit pengelolaan di kebanyakan kota mempunyai keterbatasan wewenang, tidak seimbang dengan tanggung jawab yang diperlukan, yang menyangkut suatu sistem kegiatan yang tidak dapat terpisahkan dengan sistem kegiatan dalam masyarakat luas. Kewenangan ini menyangkut masalah manajemen pada umumnya (DPU, 1989b).

Berdasarkan undang-undang nomor 22 tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah, perlu dibentuk kelembagaan untuk pengelolaan secara terpadu. Pada aspek kelembagaan pengelolaan bersama lintas Kabupaten/Kota perlu dibentuk tiga badan, yakni Badan Pengatur, Badan Pengelola, dan Badan Pengawas yang masing-masing mempunyai fungsi

dan tugas pokok, kewenangan serta tanggung jawab yang berbeda. Badan pengatur adalah merupakan lembaga teknis antar daerah yang merupakan perangkat masing-masing daerah. Badan pengelola merupakan lembaga Teknis Operasional Pengelolaan Kebersihan Antar Daerah namun bukan merupakan perangkat murni daerah. Sedangkan Badan Pengawas adalah lembaga yang dibentuk masyarakat yang bersifat mandiri dan independent yang bertugas mengawasi pelaksanaan pengelolaan (Kodoatie, 2003).

Klasifikasi juga diperoleh untuk mendapatkan kesepakatan khususnya fungsi dan tugas pokok pelayanan (Kodoatie, 2003), yaitu :

- Pembentukan Badan Pengelola Kebersihan (BPK) yang ada dalam pelaksanaan fungsinya dibuat bertahap dalam melaksanakan kewenangannya dalam penanganan kerjasama Pemerintah-Swasta. Hal ini dirancang demikian mengingat dalam operasi pelayanan kebersihan eksistensi Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) atau Dinas Kebersihan atau Sub Dinas Kebersihan atau Dinas Pekerjaan Umum yang masih tetap dipertahankan. Dengan demikian nantinya diharapkan untuk kawasan lintas Kabupaten/Kota, ada proses pengalihan secara bertahap dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan, Dinas Kebersihan, Perusahaan Daerah Kebersihan atau Sub Dinas Kebersihan kepada Badan Pengelola Kebersihan.
- Dalam kerangka di atas, Pemerintah Kabupaten/Kota tetap sepakat tentang pentingnya eksistensi keberadaan Dinas Kebersihan dan Pertamanan, Dinas Kebersihan, Perusahaan Daerah Kebersihan atau Sub Dinas Kebersihan untuk memberikan pelayanan umum melalui Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM).
- Pembentukan badan-badan dalam pengelolaan kebersihan tetap bersifat lintas Kabupaten/Kota atau antar daerah dan melaksanakan sebagian urusan Otonomi Daerah masing-masing dengan kedudukan dan kewenangan yang independent.
- Dengan pembentukan Badan Pengelola maka kerjasama Pemerintah dan Swasta dalam pengelolaan kebersihan diharapkan dapat diwujudkan.

Diharapkan dengan dibentuknya ketiga badan tersebut akan dapat mengatasi persoalan-persoalan yang menyangkut pengelolaan persampahan antar daerah-daerah yang saling terkait. Sebagai contoh suatu kota yang tidak mempunyai lahan yang memadai untuk lokasi TPA, dapat memanfaatkan badan tersebut untuk menjembatani dengan pemerintah Kabupaten dalam hal perijinan penggunaan lahan yang ada di wilayahnya yang memenuhi syarat untuk lokasi TPA.

Alternatif bentuk kelembagaan untuk pelayanan publik akan pengelolaan kebersihan pada umumnya dan persampahan khususnya adalah sebagai berikut (Kodoatie, 2003) :

- Pemerintah sebagai pemberi pekerjaan utama
- Pemerintah memberi pekerjaan pada swasta dengan sistem kontrak
- Pemerintah melakukan kerjasama saling menguntungkan dengan swasta
- Sektor swasta sebagai pengelola sepenuhnya

Dari keempat bentuk tadi, bentuk yang paling moderat adalah sektor swasta diberikan kepercayaan penuh untuk mengelola kebersihan termasuk mulai dari pembangunan prasarana dan operasi serta pemeliharaan dengan diberikan konsensi pengolahan untuk jangka waktu panjang.

Sesuai konsep Agenda 21 Nasional (1997) dan Undang-undang Lingkungan Hidup No. 23 Tahun 1997, dalam pelaksanaannya Badan Pengelola Kebersihan menggunakan pendekatan paradigma yang tidak bertentangan dengan konsep kemandirian suatu daerah (Kodoatie, 2003), seperti :

- Perubahan paradigma dalam pengelolaan persampahan dari barang yang tidak memiliki potensi ekonomi menjadi material yang memiliki nilai ekonomi dan berguna;
- Penciptaan peluang usaha dari pengolahan sampah yang berwawasan lingkungan di TPA dengan menerapkan konsep usaha daur ulang, pemanfaatan kembali dan pengomposan;
- Peningkatan peran serta masyarakat di lokasi TPA baik sebagai tenaga kerja, pemulung, lapak dalam menerapkan konsep *sanitary landfill* secara utuh;
- Pembentukan alternatif-alternatif bentuk dan rencana investasi untuk mitra kerja dalam pola kerja sama untuk pengelolaan persampahan;
- Penetapan pentahapan pencapaian tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan dan penyusunan studi pra kelayakan sebagai acuan kerja sama dengan swasta;
- Penyusunan struktur organisasi berikut sumber daya manusianya sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan Badan Pengelola Kebersihan;
- Menerapkan besaran dan ruang lingkup pelaksanaan pola Peran Serta Masyarakat;
- Menghasilkan sistem manajemen pengelolaan persampahan, standard operasional baku sistem administrasi akuntansi keuangan;
- Meningkatkan daya saing Badan Pengelola Kebersihan dalam rangka efisiensi ekonomi;

- Meningkatkan efektivitas di dalam pemberian jasa pelayanan dan meningkatkan efisiensi keuangan sehingga diperoleh pelayanan yang terjangkau lapisan masyarakat;
- Menuangkan rencana program kerja dan anggaran serta target waktu pencapaiannya.

### 2.5.5 Finansial

Aspek keuangan bagi sektor persampahan merupakan permasalahan yang cukup rumit dan kompleks yang kesemuanya tergantung pada peran serta masyarakat dalam membayar retribusi persampahan, dimana kesadaran dan kemampuan pembayaran retribusi masih sangat rendah. Di lain pihak biaya yang diperlukan untuk pembangunan prasarana, pembelian peralatan dan biaya operasi dan pemeliharaan besar sekali, tidak sesuai dengan penerimaan dari retribusi.

Di luar kebutuhan biaya pembangunan prasarana dan sarana serta pembelian dan penggantian peralatan, diperlukan juga biaya lain (DPU, 1989a) yaitu :

- Gaji dan upah
- Transportasi
- Perawatan dan perbaikan
- Pendidikan dan latihan
- Administrasi kantor dan lapangan
- Lain-lain

Diperlukan pengkajian di dalam penentuan besarnya retribusi dari masyarakat. Dicarikan usaha-usaha untuk mengurangi besarnya beban masyarakat dalam membayar retribusi tersebut. Solusi yang tepat adalah dengan jalan mengadakan studi pra kelayakan peran serta masyarakat dan studi pra kelayakan pemulihan biaya.

Studi pra kelayakan peran serta masyarakat (Kodoatie, 2003) yaitu mengadakan identifikasi dan pengkajian secara mendalam peran serta masyarakat di kawasan layanan (lintas Kabupaten/Kota) terkait dengan pengelolaan persampahan perlu diketahui terlebih dahulu dengan penekanan pada kemampuan membayar masyarakat (*willinges to pay*) sebagai obyek pelayanan nantinya disamping peran serta masyarakat di aspek teknis operasional seperti kemauan untuk menyediakan sarana perwadhahan. Studi pra kelayakan peran serta masyarakat secara utuh pada pengelolaan persampahan harus dilaksanakan secara benar agar menarik bagi investor swasta untuk pengajuan proposal yang fleksibel dalam mengelola persampahan lintas Kabupaten/Kota.

Studi yang lainnya adalah pra kelayakan pemulihan biaya (Kodoatie, 2003), yaitu pengkajian secara mendalam besarnya biaya operasional dan pengelolaan kebersihan pada umumnya dan pengelolaan sampah pada khususnya. Pengkajian pembiayaan yang disusun secara terbuka, jelas, cocok dengan aspek teknis operasionalnya.

Pembiayaan pengelolaan persampahan dihitung atas dasar biaya investasi sarana dan prasarana, tenaga operasional dan administrasi Badan Pengelola Kebersihan Lintas Kabupaten. Sehingga dapat diperoleh baik atas dasar perwadahan, penyapuan, pengumpulan di TPS, pengangkutan menuju TPA serta pengolahan di TPA. Selanjutnya nantinya dapat ditentukan biaya dasar pengelolaan persampahan bisa dalam satuan kg/orang/hari, m<sup>3</sup>/orang/hari, kg/KK/hari, m<sup>3</sup>/orang/bulan, kg/KK/bulan. Dengan menggunakan konsep subsidi silang maka dapat ditentukan besarnya retribusi pengelolaan persampahan yang telah disepakati secara bersama oleh pemerintah daerah layanan (lintas Kabupaten/ Kota) yang didahului dengan sosialisasi pada masyarakat.

Dalam melaksanakan peningkatan Peran Serta Masyarakat perlu diidentifikasi dan dirumuskan hal sebagai berikut (Kodoatie, 2003) :

- Peningkatan efisiensi dalam operasionalisasi prasarana persampahan dengan melalui konsesi pada pihak swasta/ Badan Usaha Antar Daerah yang diseleksi menjadi Badan Pengelola melalui tender terbuka. Hal ini penting karena banyak masalah dalam pendapatan diluar retribusi yang tidak secara terbuka kadang kala tidak dilaporkan;
- Pengkajian ulang mengenai tarif retribusi untuk kebersihan harus menjamin tidak terlalu mahal dan sesuai dengan kemampuan masyarakat.
- Operasional Secara Tidak Komersial.

Peraturan dan pekerjaan dibidang kebersihan dan lingkungan bukan merupakan pelayanan komersial atau menggunakan pola subsidi silang karena pada saat ini penggunaan kontribusi dari hasil retribusi tidak langsung untuk membiaya pengelolaan persampahan pada umumnya maupun lingkungan pada khususnya. Kondisi ini perlu disosialisasikan dan diperkenalkan kepada para calon yang menerapkan Pola Peran serta Masyarakat atau dengan perkataan lain masih terdapatnya nilai sosial yang diemban.

Sehingga arah dari peningkatan peran serta swasta adalah bertujuan untuk pembangunan prasarana kebersihan dengan menerapkan konsep Usaha Daur Ulang dan Pengkomposan (UDPK, yang dapat memberikan nilai ekonomis dan mengurangi sampah yang dikelola di TPA).

### **2.5.6 Peran Serta Masyarakat**

Salah satu aspek pengelolaan sampah yaitu adalah peran serta masyarakat terutama untuk pengelolaan mulai dari perwadahan hingga pengumpulan di TPS (Kodoatie, 2003).

Pada kenyataannya hampir diseluruh Kabupaten/Kota di Indonesia kegiatan pengelolaan sampah tidak lepas dari peran serta masyarakat. Andil masyarakat dalam pengelolaan sampah cukup besar dan penting, mulai dari kegiatan perwadahan sampai pembuangan akhir di TPA. Tidak kalah pentingnya peran para pemulung yang kegiatan sehari-harinya bekerja memungut sampah mulai dari kegiatan perwadahan di sumbernya, pengumpulan di TPS/Tranfer Depo sampai di lokasi TPA.

Kegiatan pada sumbernya dilakukan oleh masyarakat, sampah dipilah-pilah kemudian dimasukkan ke dalam tempat perwadahan. Pengangkutan sampah dari sumber ke lokasi TPS/Tranfer Depo dikelola oleh RT/RW/LKMD, yaitu dengan mengkoordinir para petugas yang diberi imbalan dari iuran warga.

## **BAB III**

### **SISTEM OPERASIONAL KEBERSIHAN KOTA BANDUNG**

#### **3.1 Sistem Pelayanan Kebersihan**

Operasional kebersihan Kota Bandung ditangani oleh PD Kebersihan yang dibentuk berdasarkan Peraturan Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung Nomor 02/PD/1985, jo Peraturan Daerah No. 15 tahun 1993. PD Kebersihan tersebut berdiri sejak tahun 1986, mempunyai tugas pokok melestarikan lingkungan hidup, khususnya memelihara serta meningkatkan kebersihan Kota guna menjamin terwujudnya kota yang bersih dan sehat.

Sistem pelayanan kebersihan yang dilakukan PD Kebersihan ada 2 (dua), yaitu pelayanan langsung dan pelayanan tidak langsung.

##### **1. Sistem pelayanan langsung**

Pelayanan langsung terdiri dari penyapuan jalan dan sarana umum, pelayanan kebersihan pasar dan tempat usaha. Sampah yang terkumpul di TPS dibuang ke TPA.

##### **2. Sistem pelayanan tidak langsung**

Pelayanan tidak langsung yaitu pelayanan kebersihan pada daerah pemukiman. Kegiatan pengumpulan dan pengangkutan sampah dari sumber sampai ke TPS merupakan tanggung jawab masyarakat yang dikoordinir oleh RT/RW, LKMD atau LSM secara swadaya dan swakelola.

Kegiatan pemindahan, pengangkutan dan pengelolaan sampah di TPA, termasuk pengadaan dan pemeliharaan peralatannya menjadi tanggung jawab PD Kebersihan.

#### **3.2 Volume Timbulan Sampah dan Tingkat Pelayanan**

Data penduduk berdasarkan hasil sensus tahun 2001 tercatat 2.141.837 jiwa (BPS, 2000). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, timbulan sampah per orang per hari di Kota Bandung adalah sebesar 3,021 liter/orang/hari. Volume timbulan sampah Kota Bandung sebesar  $\pm 6.770,49 \text{ m}^3/\text{hari}$ , yang terangkut  $4.068,21 \text{ m}^3/\text{hari}$  (PD Kebersihan, 2002). Tingkat pelayanan pembuangan sampah baru mencapai  $\pm 62,73\%$  dari seluruh penduduk Kota Bandung. Komposisi sampah Kota Bandung didominasi oleh komponen organik sebanyak 63,56%, kertas 10,42%, logam 9,76%,lainnya relatif kecil.

Selanjutnya rincian sampah yang masuk TPA, produksi sampah harian dan komposisi sampah Kota Bandung dapat dilihat pada Tabel 3.1; 3.2; 3.3 dan 3.4

Tabel 3.1 Data rincian sampah masuk TPA Leuwigajah melalui PD Kebersihan tahun 2002 (PD Kebersihan, 2002)

No.	Bulan	Jumlah Truk	Jumlah Ritasi	Jumlah Volume (m <sup>3</sup> )
1	Januari	2.192	6.611	67.610
2	Pebruari	1.934	6.001	63.132
3	Maret	2.010	6.616	67.441
4	April	2.053	6.799	69.100
5	Mei	2.013	6.834	70.037
6	Juni	1.618	5.827	59.997
7	Juli	1.684	6.322	64.959
8	Agustus	1.739	9.241	68.185
9	September	1.744	6.319	65.282
10	Oktober	1.670	6.341	66.446
11	Nopember	1.735	6.347	65.997
12	Desember	1.714	6.643	68.305
Jumlah		22.106	79.901	796.491

Tabel 3.2 Data rincian sampah masuk TPA Leuwigajah Non PD Kebersihan tahun 2002 (PD Kebersihan, 2002)

No.	Nama Perusahaan/Lembaga	Jumlah Volume (m <sup>3</sup> )
1	Bandung Indah Plaza	1.022
2	Parahyangan Plaza	533
3	Baso Panghegar	750
4	Aruna/S. Sakti	115
5	Pensilindo	416
6	RW 06 dan RW 07 Margacinta	492
7	YPK Bina Bakti	312
8	PDAM Kota Bandung	91
9	Bank Indonesia (Racikan)	1.300
10	Kimia Farma D8339 (Ampas Kina)	447
11	Kimia Farma D8509 (Ampas Kina)	275
12	CV Timbul Jaya	40
13	Hotel Gania	4
14	Gani Artha	4
Jumlah		5.801

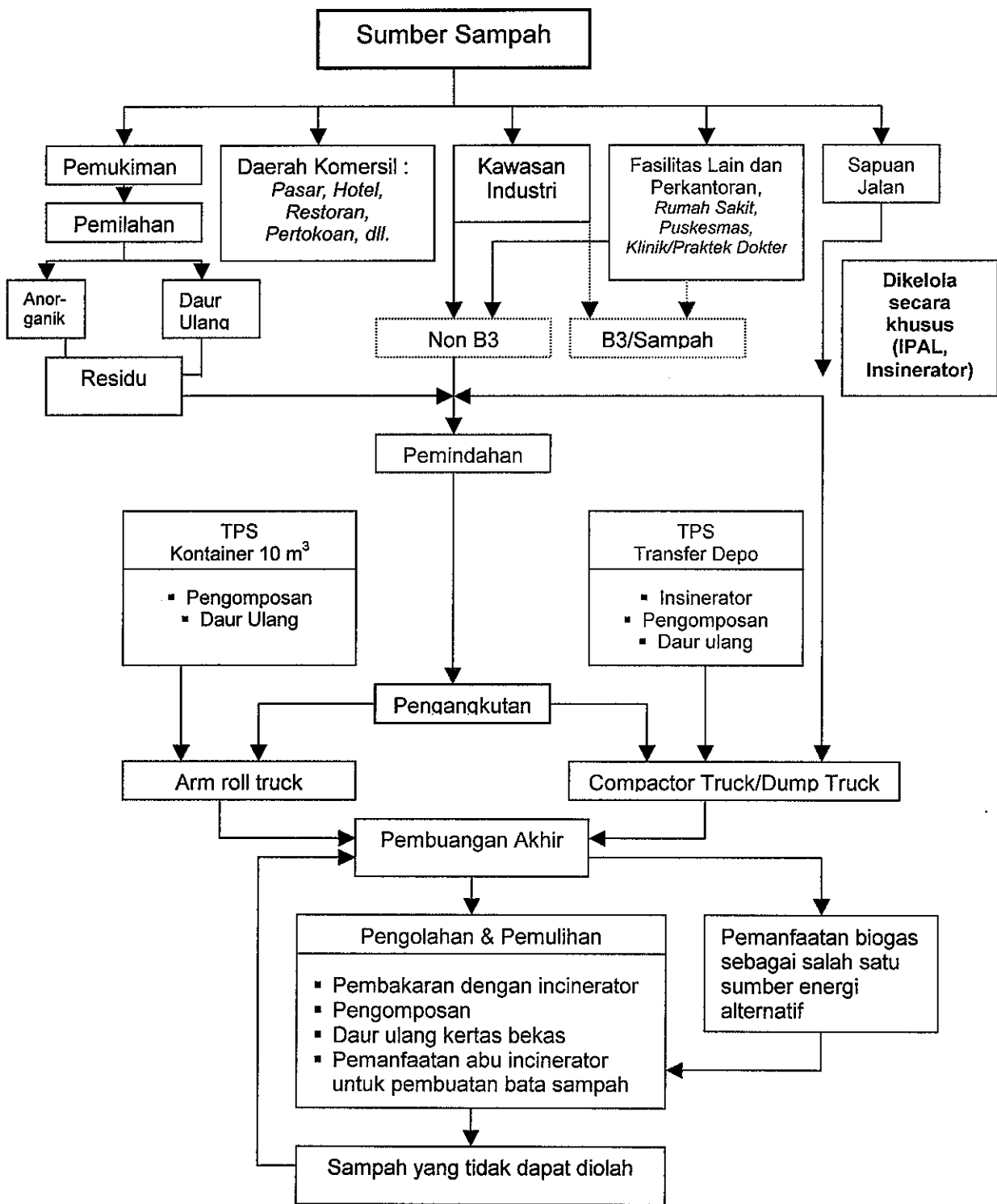
Tabel 3.3 Data rata-rata produksi sampah per hari Kota Bandung tahun 2003  
(PD Kebersihan 2003)

No.	Sumber	Volume (m <sup>3</sup> /hari)	Sampah Terangkut (m <sup>3</sup> /hari)	Persentase Pelayanan (%)
1	Pemukiman	3.816,9	2.352,3	65
2	Pasar	615,5	553,9	90
3	Pertokoan dan Restoran	303,2	272,8	90
4	Penyapu jalan	447,1	402,3	90
5	Kawasan Industri	799,5	719,5	90
6	Fasilitas Umum	367,3	327,6	89
7	Lain-lain	129,5	211,6	90
		6.479,0	4.840,0	74,7

Tabel 3.4 Data komposisi sampah di Kota Bandung tahun 2002  
(PD Kebersihan 2002)

No.	Komposisi Sampah	Volume Sampah (m <sup>3</sup> /hari)	Persentase (%)
1	Organik	4.099,00	63,36
2	Kertas	674,00	10,42
3	Kaca	94,00	1,45
4	Plastik	368,08	5,69
5	Karet	262,92	4,06
6	Logam	61,00	0,94
7	Kain	110,00	1,70
8	Lain-lain	800,00	12,37
	Jumlah	6.479,0	100,00

Sistem operasional kebersihan Kota Bandung lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.1  
(PD Kebersihan, 2000).



Gambar 3.1 Sistem Operasional Kebersihan Kota Bandung  
(PD Kebersihan 2000)

### **3.3 Pengelolaan Sistem Pembuangan Sampah di TPA Leuwigajah**

#### **3.3.1 Gambaran Umum**

TPA Leuwigajah kepunyaan Kota Bandung yang berlokasi di Kecamatan Cimahi Selatan Kota Cimahi, merupakan satu-satunya TPA yang masih beroperasi. TPA lainnya yaitu TPA Cicabe dan Pasir Impun sudah tidak beroperasi. Sedangkan TPA Jelesong hampir di tutup.

Luas TPA Leuwigajah seluruhnya adalah  $\pm 17$  Ha, dengan daya tampung timbunan sampah  $3.187.409,163 \text{ m}^3$  dengan umur TPA diperkirakan  $\pm 6$  tahun. Luas yang sudah tertimbun sampah baru sekitar  $\pm 9$  Ha dan yang masih kosong  $\pm 8$  Ha lagi (PD Kebersihan, 2000).

Sistem pembuangan akhir sampah semula direncanakan sistem tanah urug saniter, tetapi pelaksanaannya sampai saat ini menggunakan sistem open dumping. Meskipun sistem open dumping ini mudah, murah dan sederhana, tetapi akan memberikan dampak negatif pada penduduk dan lingkungannya. Dampak tersebut akan terasa dalam waktu yang cukup lama, sebagai contoh karena adanya air lindi yang masuk ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah, akan mencemari sumber air tanah yang merupakan salah satu sumber utama kehidupan manusia.

Pelaksanaan teknis operasi TPA meliputi aspek tenaga kerja, peralatan dan perlengkapan kerja serta pelaksanaan operasi.

#### **3.3.2 Tenaga Kerja**

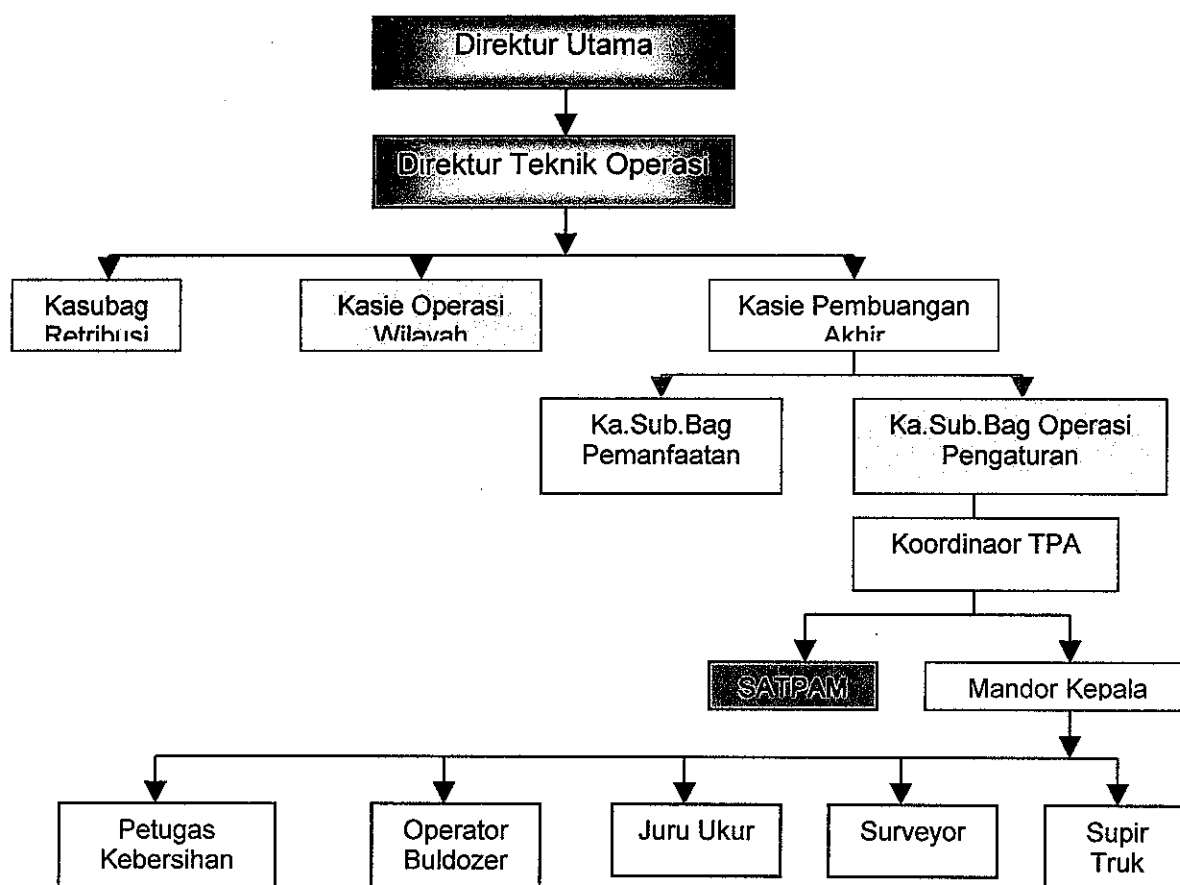
Aspek tenaga kerja yang perlu ditata yaitu mengenai tugas dan kewajiban sesuai dengan jabatan dan jenis pekerjaan. Tugas dan tanggung jawab harus jelas dan dilaksanakan dengan tertib agar operasi dapat berjalan dengan lancar. Struktur organisasi pengelolaan TPA dapat dilihat pada Gambar 3.2 (Bapeda, 1994).

Tugas dan tanggung jawab personil pengelola TPA adalah sebagai berikut (Bapeda, 1994) :

##### **1. Koordinator/Supervisor TPA**

- Memberikan perintah harian untuk menempatkan rambu-rambu dan memasang patok batas sel lapisan.
- Mengawasi kegiatan harian agar operasi berjalan lancar.
- Mencatat kejadian-kejadian setiap hari yang berpengaruh pada operasi pembuangan sampah di TPA.

- Menyelenggarakan tugas administrasi operasi TPA.
- Melakukan evaluasi mingguan dan bulanan untuk dilaporkan pada PD Kebersihan.
- Mengumpulkan kartu/formulir isian yang memuat isi sampah yang diangkut masing-masing truk.
- Mencatat hasil operasi Buldozer dan data kegiatan lainnya.
- Monitoring operasional



Gambar 3.2 Struktur Organisasi Pengelola TPA  
(Bappeda, 1994)

## 2. Mandor Kepala

- Menerima dan melaksanakan perintah dari koordinator TPA.
- Mengawasi tugas pelaksanaan operasi.
- Mengkoordinir semua tugas operasi.
- Membantu koordinator dalam pengumpulan data lapangan.

- Mempersiapkan tugas harian, antara lain pemeliharaan fasilitas TPA, mengatur rencana lalu lintas kendaraan di TPA
3. Operator dan Pembantu Operator Buldozer
- Mempersiapkan Buldozer agar dapat beroperasi dengan baik.
  - Melaksanakan penimbunan sampah, meratakan dan memadatkannya.
  - Bertanggung jawab pada peralatan yang ditanganinya.
  - Merinci dan melaporkan perlengkapan Buldozer kepada koordinator TPA atau sub seksi TPA.
  - Mengisi monitoring pemakaian bahan baker Buldozer.
4. Juru Ukur
- Mengukur elevasi penyiapan lahan harian.
  - Memasang patok pada lahan yang akan ditimbun.
  - Mengukur luas lahan yang telah ditimbun.
  - Melaporkan hasil pengukuran kepada koordinator.
5. Surveyor
- Melaksanakan pengukuran sampah yang masuk ke TPA.
  - Melaksanakan survai dan pencatatan jenis sampah yang masuk TPA.
  - Melaksanakan pemantauan dan pengukuran aliran lindi.
6. Supir Truk
- Melaksanakan pengangkutan sampah.
  - Membuat laporan rutin pada buku rute yang disediakan dan menyerahkannya setiap masuk TPA.
  - Mamatuhi peraturan lalu lintas.
  - Mematuhi petunjuk pelaksanaan pembongkaran sampah pada tempat yang telah ditentukan.
  - Bertanggung jawab atas kendaraan yang dipakainya.
  - Merinci dan melaporkan kebutuhan perlengkapan kendaraan kepada sub seksi pengangkutan.

## 7. SATPAM

- Mengawasi dan bertanggung jawab atas keamanan dan ketertiban di TPA.
- Mengawasi ketertiban pelaksanaan operasional.
- Membantu mengatur kelancaran keluar masuknya kendaraan di TPA.
- Membantu mengumpulkan formulir angkutan di Pos Jaga dan menyerahkannya pada koordinator.

### 3.3.3 Sarana dan Prasarana TPA

#### 1. Sarana Operasi

Sarana operasi pembuangan sampah di TPA terdiri dari :

- Jembatan timbang, yang berfungsi untuk mengukur berat sampah yang diangkut truk.
- Bangunan pencatat dan *shelter* alat berat.
- Sumur bor, lengkap dengan pipa air, bak penampung dan pencatat curah hujan.
- Area tempat parkir dan pencucian kendaraan.
- Buldozer *Caterpillar* DGD.
- *Exavator* PC.200.
- Truk/*Arm roll truck* (72 unit).

#### 2. Areal Pengelolaan Kompos (*Composting Area*)

Pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk/ kompos dilakukan pada bangunan komposting.

#### 3. Jalan Operasi Manuver Kendaraan

Jalur operasi yang ada di lokasi TPA Leuwigajah terdiri dari jalan akses dan jalan operasi. Jalan akses yaitu jalan yang menghubungkan lokasi TPA dengan jalan raya Leuwigajah. Sedangkan jalan operasi berada di dalam lokasi TPA, yang dilengkapi tempat untuk manuver kendaraan. Fungsi jalan operasi adalah untuk memudahkan kendaraan truk pengangkut sampah mencapai lokasi pemuatan (*unloading*) sampah.

#### 4. Saluran Drainase Permukaan

Saluran drainase dibuat untuk menampung dan mengalirkan air hujan keluar dari lokasi TPA, sehingga air hujan tidak menggenangi areal penimbunan sampah. Saluran drainase permukaan berada disepanjang jalan operasi, sehingga berfungsi juga sebagai drainase pengaman jalan.

## 5. Saluran Drainase Lindi (*Leachate*)

Pada lokasi TPA Leuwigajah tidak dibangun jaringan pipa *leachate*. Genangan air *leachate* ditampung dan dialirkan melalui saluran alam yang ada dan saluran yang ada digali, khusus untuk mengalirkan *leachate* ke dalam saluran drainase permukaan, selanjutnya dibuang masuk ke sungai Cilimus.

### 3.3.4 Pelaksanaan Operasi Pembuangan Sampah di TPA

Urut-urutan kegiatan operasi pembuangan sampah di TPA Leuwigajah adalah sebagai berikut :

- Kendaraan penuh sampah (*dump truck/ armroll truck/compactor*) masuk ke TPA melalui jembatan timbang.
- Kendaraan penuh sampah ditimbang di jembatan timbang, untuk mengetahui berat sampah yang diangkut. Dicatat pada formulir 3 (Formulir Keluar Masuk Kendaraan Angkutan Sampah).
- Kendaraan penuh sampah menuju lokasi penumpahan yang sudah ditentukan.
- Sebagian sampah organik (*garbage*) dimasukkan ke areal komposting untuk di daur ulang menjadi pupuk kompos.
- Sampah annorganik (*rubbish*) dan sampah lainnya ditumpahkan di lokasi penumpahan.
- Diberi kesempatan kepada para pemulung untuk mengambil sampah annorganik yang bisa dimanfaatkan/dijual, seperti bahan logam, kertas, plastik, kaca/gelas, kayu dan lain-lain.
- Tumpukan sampah didorong dengan Buldozer ke tempat penimbunan (*sel*) yang telah ditentukan. Kemudian diratakan dan dipadatkan dengan Buldozer. Pemadatan dengan Buldozer dilakukan dengan jalan bolak-balik sampai 7 (tujuh) balikan.
- Frekuensi kendaraan sampah tiba di TPA dicatat pada formulir 1 (Formulir Pencatatan Kendaraan Tiba di TPA).
- Berat volume dan BD sampah masuk TPA dicatat pada formulir 2 (Formulir Pencatatan Berat Volum dan BD Sampah Masuk TPA).
- Alat berat Buldozer dimonitor pemakaiannya. Data pengoperasian alat berat dicatat dalam formulir 4 (Formulir Pemantauan Alat Berat).

### 3.4 Teknik Pengolahan Sampah di TPA Leuwigajah (Rencana)

#### 3.4.1 Pemasatan Sampah

Dalam operasi urug saniter, tidak terdapat ketentuan khusus bagi pengoperasiannya, pengoperasian disesuaikan dengan kondisi lahan setempat. Pada dasarnya rencana dimensi sel akan mempengaruhi umur layanan lahan. Dan perencanaan tersebut menyangkut bagaimana pihak pengelola harus menangani sampah yang masuk TPA tersebut. Penanganan sampah yang baik di area penimbunan akan meningkatkan masa layanan lahan.

Dengan sering terjadinya longsoran sampah di area penimbunan, terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan dimensi sel, yaitu :

- Pembagian lahan menjadi beberapa area kerja akan memudahkan dalam pengelolaan lahan secara keseluruhan, disamping dapat mendata jumlah dan jenis sampah yang masuk ke dalam lahan kerja tersebut.
- Pengurugan, penyebaran dan pamasatan sampah secara lapis per lapis guna menambah kepadatan sampah. Diharapkan dengan pamasatan yang baik akan menambah kesetabilan sampah untuk mengurangi bahaya longsoran. Aplikasi timbunan sampah lapis per lapis akan memungkinkan berlangsungnya fase aerobik yang lebih lama, sehingga akan mempercepat stabilitas sampah.
- Untuk mempertahankan proses dekomposisi dalam kondisi aerobik, maka timbunan sampah per lapis dianjurkan setebal 2,0 meter, dengan tebal tanah penutup 20 cm. Sementara dimensi sel, sangat dianjurkan dibuat sesuai dengan panjang dan lebar lahan yang ada. Dengan demikian, akan terjadi variasi dimensi sel harian, sesuai dengan lebar lahan penimbunan yang ada.
- Berdasarkan pada hasil penelitian mengenai Pengkajian dan Pemilihan Lokasi TPA dan Pengelolaan TPA tepat guna, yang dilakukan oleh Lit.Bang. Pemukiman PU, *settlement* akibat alat berat jenis Buldozer D-13A-Komatsu ternyata dapat menurunkan permukaan timbunan rata-rata 50% dari tinggi semula.
- Hasil akhir lahan urug sebaiknya membentuk terasering. Pembentukan terasering ini selain untuk mengurangi erosi juga untuk mempercepat pengaliran air di permukaan tanah penutup sehingga akan memperkecil infiltrasi. Kemiringan permukaan lahan kerja disyaratkan sebesar 2:1 atau 27° kemiringan. (Tchobanoglous, et., al., 1993).

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, maka kriteria perencanaan LUS di TPA Leuwigajah, adalah sebagai berikut :

- Reduksi pemadatan sampah harus mencapai 50%
- Ketebalan timbunan sampah masing-masing tahap/sel = 2 m
- Tebal tanah penutup = 20 cm
- Kemiringan permukaan landfill bagian depan = 2 : 1
- Sel harian disusun ke arah melintang lahan penimbunan, bertahap dari bawah menuju atas, lapis demi lapis
- Dalam pelaksanaannya, dengan adanya penanggulan di bagian tengah lahan kerja, maka operasi pengurugan dipisahkan menjadi 2 zone.

### 3.4.2 Langkah-langkah Operasi Pemadatan Lahan Urug Saniter

Pelaksanaan operasional sistem lahan urug saniter diawali dengan penyiapan lahan sedemikian rupa sehingga pelaksanaannya dapat berjalan secara teratur dan dapat memanfaatkan lahan tersebut seefisien mungkin. Adapun pelaksanaan sistem tersebut adalah 3 (tiga) tahapan, yaitu perencanaan lahan, penyiapan lahan dan pengoperasian pemadatan lahan (Bapeda, 1994).

#### 1. Perencanaan Lahan

Penataan lahan urug saniter didasarkan pada efisiensi, kemudian operasi dan biaya. Penataan lahan TPA Leuwigajah dilakukan dengan mengikuti bentuk lahan yang ada, dengan disesuaikan pada volume sampah yang menjadi beban lahan setiap harinya. Persiapan lahan urugan dilakukan setelah pekerjaan fisik pemasangan saluran *leachate* dan pelapisan (*liner*) selesai dilaksanakan.

Urutan pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

- Menentukan urutan pengisian lahan
- Menentukan rute alat berat sejalan dengan sel harian yang akan diisi
- Pemasangan rambu-rambu lalu lintas dan patok ukuran dan level penimbunan sampah untuk memudahkan operasi.

Khusus untuk mengukur ketinggian sampah untuk setiap lapisan sel harian perlu dipasang patok ketinggian. Patok tersebut telah diberi tanda sedemikian, setiap 2 m dan 20 cm. Patok diletakkan pada suatu ketinggian referensi. Posisinya dapat di letakkan pada suatu titik di tanah asli.

Pengisian sel dilapangan dibagi menjadi 2 zone, yang dibatasi dengan tanggul penahan. Pada setiap zone terdapat lapisan-lapisan urugan sampah, dengan ketebalan

masing-masing 2 meter dan 20 cm tebal tanah penutup. Setiap sel disusun secara menerus setiap hari.

## **2. Penyiapan Lahan**

Lahan yang sudah ditentukan sebagai sel harian yang akan diisi kemudian disiapkan untuk pengoperasian sebagai lahan urug saniter. Penyiapan lahan tersebut berupa patok-patok batas untuk menentukan ketinggian akhir sampah yang akan dicapai. Selain patok-patok, lahan tersebut juga disiapkan dengan sumuran-sumuran gas dengan pipa pada titik-titik yang sudah ditentukan dalam perencanaan.

Setelah dilapisi tanah pelapis dasar (liner), maka pengoperasian lahan urug saniter dapat dilakukan. Urutan pelaksanaan penyiapan lahan adalah sebagai berikut :

- Penggalian dan atau pemadatan sampah lama, hingga mencapai elevasi yang telah ditentukan.
- Pelapisan dasar lahan dengan liner yang telah disediakan.
- Pemasangan patok referensi ketinggian lapisan sampah untuk setiap sel harian.
- Pemasangan patok batas panjang dan lebar sel harian.
- Penentuan titik-titik sumuran penyalur gas.
- Pemasangan sumuran dengan langkah sebagai berikut :
  - Pemasangan *Casing GIP*, diameter 500 mm dengan tinggi 250 cm
  - Pemasangan pipa PVC berlubang (*orifice*) diameter 250/200 mm pada poros *Casing*
  - Memasukkan kerikil ke dalam ruang diantara *Casing* dan Pipa PVC.
  - Menyiapkan tanah penutup setiap harinya, yang diambil dari luar lokasi TPA.

## **3. Pengoperasian Pemadatan Lahan Urug Saniter**

Pengoperasian lahan urug saniter dapat dilaksanakan setelah lahan direncanakan dan disiapkan. Pengoperasian lahan urug adalah sebagai berikut :

- Truk pengangkut sampah yang tiba di TPA masuk melewati pos pemeriksa dan memberikan formulir asal lokasi pengangkutan sampah, kepada petugas jaga untuk diteruskan kepada Supervisor.
- Truk memasuki jembatan timbang, berat sampah terangkut dicatat dalam formulir Pencatatan Berat dan Jumlah Sampah yang masuk ke TPA.
- Truk menuju ke lokasi pembuangan (*unloading*) sampah. Supir truk memarkirkan truknya serapi mungkin sehingga arah manuver tersebut dapat memuat truk sebanyak 5 buah.

- Pengangkut sampah membongkar muatannya dan setelah selesai truk langsung keluar dari lokasi pembuangan tersebut.
- Buldozer sudah berada di dalam lokasi penimbunan.
- Buldozer bergerak menuju lokasi pembuangan dan mengambil sampah lalu berjalan menuju sel harian yang akan diisi.
- Buldozer tiba di sel harian.
- Buldozer bergerak maju, mengangkat *blade* yang terisi oleh sampah setinggi kurang lebih 20 cm dari dasar lahan dan membuka *blade*-nya sambil menyebarkan sampah.
- Sampah disebar merata setinggi 40 cm, di seluruh permukaan sel harian.
- Setelah sampah disebar kemudian dilakukan pemadatan. Pemadatan dilakukan dengan cara menggerakkan bulldozer maju mundur sebanyak 7 kali, pada satu jalur.
- Semua sampah yang masuk ke TPA tersebut setiap harinya dilakukan seperti langkah-langkah di atas.
- Setelah semua sampah dalam satu hari diratakan dan dipadatkan, dilakukan penutupan dengan tanah penutup harian.
- Penyebaran tanah penutup tersebut dilakukan seperti pada penyebaran sampah.
- Pemadatan tanah penutup adalah dengan jalan bulldozer bergerak maju menyebarkan tanah (sambil memadatkan) kemudian bergerak mundur.

#### 4. Daur Ulang (*Recycling*) Menjadi Kompos

Kompos yang dibuat para petani adalah merupakan pupuk alami yang terbuat dari bahan tumbuhan hijau dan bahan organik lain yang dicampurkan agar proses pembusukan dapat dipercepat, misalnya bahan dari kotoran ternak. Kompos yang sudah jadi dipakai untuk memupuk sawah dan ladangnya.

Sedangkan pengertian kompos menurut ahli penyehatan lingkungan bidang persampahan (Bappeda, 1994):

“Komposting adalah suatu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk mengubah sampah menjadi kompos (proses fermentasi). Proses bio-dekomposisi sampah organik dapat berlangsung secara aerobik dan anaerobik tergantung pada ketersediaan oksigen untuk proses tersebut.”

Hampir semua operasi proses komposting dari sampah perkotaan menggunakan proses aerobik. Karena kalau memilih proses anaerobik berlangsung secara lambat dan menimbulkan bau serta sulit untuk dikontrol. Adapun sampah yang dapat dijadikan bahan

kompos adalah berupa sampah organik, seperti sisa makanan, daun-daunan, sayur-sayuran, kertas dan lain-lain.

Tahapan komposting dengan proses aerobik adalah sebagai berikut :

- Penyimpanan sampah, yang mencakup penerimaan, pemisahan serta pemotongan dan penghancuran untuk memperkecil ukuran sampah.
- Dekomposisi sampah, yang mencakup pengadukan, pemberian oksigen/udara, pengaturan temperatur dan kelembaban, dan pemberian nutrisi.
- Penyiapan produk dan pemasaran, yang mencakup penggerusan kompos, pengepakan, penyimpanan, transportasi dan pemasaran.

Volume sampah organik harian yang diambil untuk dibuat kompos dapat mengurangi volume sampah yang ditimbun di TPA.

#### **5. Diambil Kembali (*Reuse*) Melalui Pemulung**

Andil para pemulung di dalam usaha mengurangi volume sampah yang dibuang pada TPA cukup besar. Sampah anorganik yang dapat didaur ulang dipungut dari tumpukan sampah yang diturunkan dari truk-truk pengangkut sampah. Barang yang dipungut dipilah-pilah sesuai jenisnya masing-masing.

Sampah yang dapat di daur ulang di luar lokasi TPA, dalam setiap harinya yang diambil oleh para pemulung pada umumnya berupa :

- Kertas dan karton
- Kain/tekstil
- Karet (ban bekas, sol sepatu dan lain-lain)
- Kulit (seperti kulit, tas kulit dan lain-lain)
- Plastik (lembaran dan batangan/barang bekas)
- Logam (besi, tembaga, aluminium, kuningan, seng dan lain-lain)
- Gelas/kaca (berwarna dan tidak berwarna)

Barang-barang tersebut masing-masing ditimbang beratnya, kemudian dijual kepada pembeli. Selanjutnya diangkut keluar dari TPA, disimpan di gudang. Untuk mengetahui besarnya volume sampah yang dapat di daur ulang di luar TPA dilakukan dengan jalan menimbang berat masing-masing barang. Berat dibagi berat jenis diperoleh volume. Volume semua barang dijumlahkan, selanjutnya dapat diketahui besarnya volume harian yang keluar dari lokasi TPA.

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Studi ini berusaha untuk mengungkapkan semua aspek yang berhubungan dengan teknik pengolahan sampah mulai dari sumber sampah; di TPS/Transfer Depo dan di TPA yaitu berupa pemilahan sampah pada sumbernya, pada TPS/Transfer Depo dan pada TPA; komposting serta pemadatan sampah di TPA. Berdasarkan hal tersebut, maka metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian **deskriptif-kuantitatif dan korelasional**.

Metode kuantitatif dilaksanakan dengan cara survai, yang menyajikan data secara deskriptif-eksplanasi. Sehubungan dengan hal ini peneliti melakukan analisis berdasarkan data yang aktual dan kemudian disusun untuk menggambarkan apa adanya data tersebut. Studi dokumentasi digunakan untuk memperoleh data statistik deskriptif mengenai teknik pengolahan sampah dan peningkatan umur TPA.

#### **4.2 Variabel Penelitian**

Variabel-variabel penelitian sesuai dengan yang terdapat pada permasalahan adalah sebagai berikut:

**1. Variabel bebas (*independent variable*)**

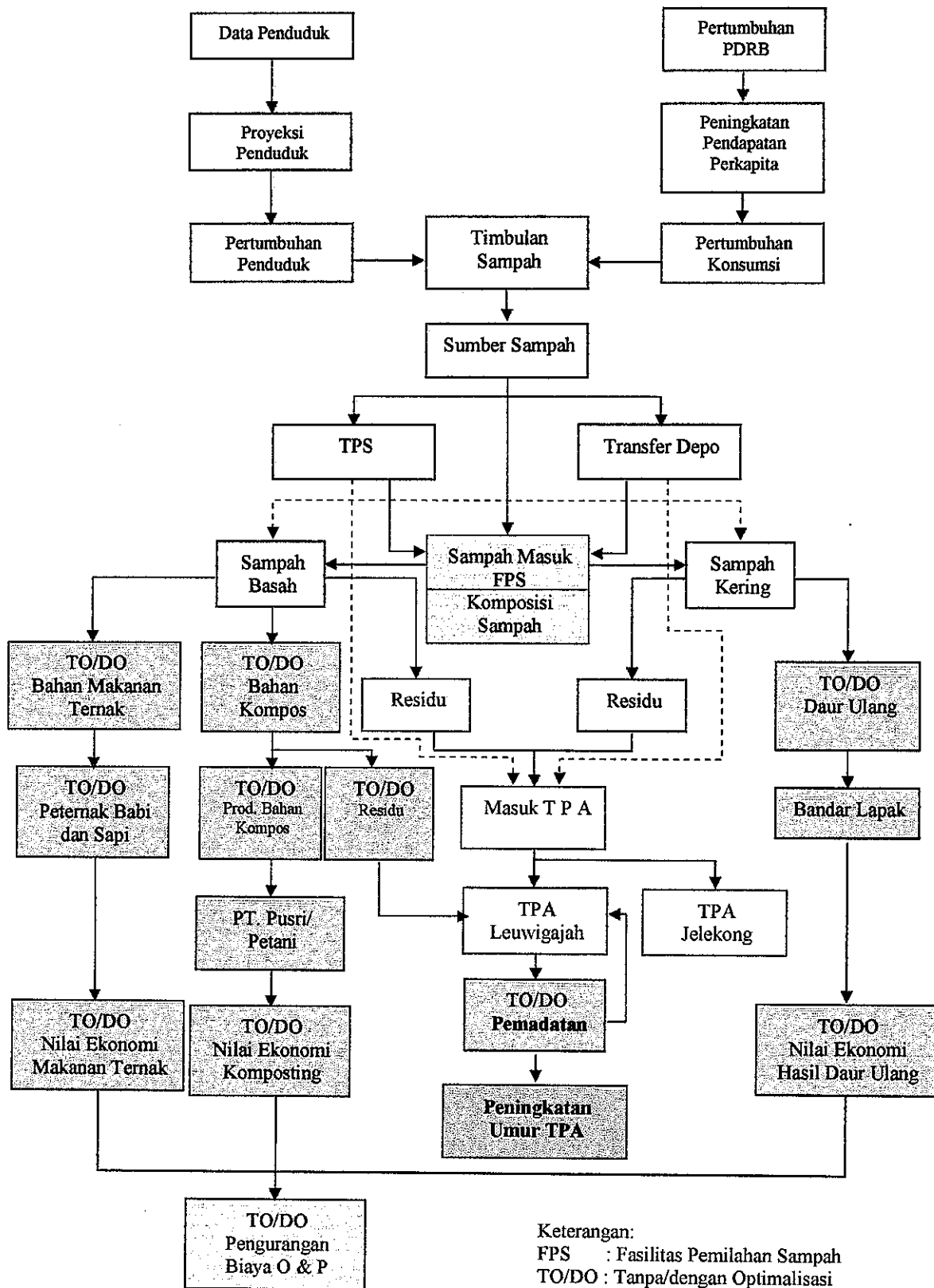
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah optimalisasi teknik pengolahan sampah.

**2. Variabel terikat (*dependent variable*)**

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah peningkatan umur TPA dan pengurangan biaya operasional, pengelolaan limbah padat/sampah.

#### **4.3 Bagan Alur Penelitian**

Secara skematis alur penelitian dimulai dari data penduduk dan pertumbuhan PDRB sampai dengan peningkatan umur TPA dan pengurangan biaya OP tanpa optimalisasi dan dengan optimalisasi.



Gambar 4.1 Skema Alur Penelitian

#### **4.4 Metode Pengumpulan Data**

##### **4.4.1 Teknik pengumpulan data**

Upaya mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara studi dokumentasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam rangka pengumpulan data tersebut adalah :

- a. Menyusun daftar data yang diperlukan
- b. Menentukan sumber data dari macam data yang diperlukan.
- c. Menyusun pedoman pengambilan data berupa pedoman pengambilan dokumen.
- d. Pengambilan data.
- e. Pengelompokan dan penyusunan data.

##### **4.4.2 Instrumen pengumpul data**

Instrumen yang diperlukan untuk pengumpulan data ada 2 (dua) yaitu :

- a. Pedoman pengambilan dokumen
- b. Pedoman wawancara

Pedoman pengambilan dokumen dibuat sebagai satu cara pengambilan dokumen yang ada kaitannya dengan data yang diperlukan untuk penyelesaian penelitian. Sedangkan pedoman wawancara dibuat sebagai arahan di dalam melakukan wawancara dengan pejabat dari instansi terkait.

#### **4.5 Populasi dan Sampel Penelitian**

Pada penelitian ini yang menjadi populasi dan sampel dikemukakan dalam hubungannya dengan sumber data, yakni yang dijadikan obyek penelitian. Populasi penelitian adalah keseluruhan kegiatan pengolahan sampah di Kota Bandung. Sedangkan sampelnya diambil secara *purposive sampling*, yaitu melakukan pengumpulan dokumen yang ada kaitannya dengan optimalisasi teknik pengolahan sampah yang dibatasi pada kegiatan pemilahan sampah, komposting dan pemadatan sampah.

#### **4.6 Analisis Data**

Analisis data merupakan salah satu langkah penting dalam rangka pembuktian hipotesis penelitian atau untuk memperoleh temuan-temuan hasil penelitian. Hal ini disebabkan data akan menuntun ke arah temuan ilmiah apabila dianalisis dengan teknik yang tepat. Langkah-langkah yang akan ditempuh dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Penyusunan data

Kegiatan penyusunan data ditujukan untuk memilah-milah data yang diambil dari dokumen-dokumen yang diperoleh, kemudian disusun dalam bentuk tabel.

2. Klasifikasi data

Klasifikasi data dimaksudkan untuk membedakan antara data pokok dengan data penunjang. Hal ini penting untuk mempermudah dalam proses pengolahan data.

3. Pengolahan data

a. Proyeksi penduduk dan PDRB

Proyeksi penduduk dan PDRB diperlukan untuk mengetahui besarnya timbulan sampah Kota Bandung.

Rumus yang digunakan adalah (Kodoatie, 1995):

$$P_n = P_0 (1 + i)^n \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk tahun ke-n (jiwa)

$P_0$  = jumlah penduduk saat ini (jiwa)

$i$  = pertumbuhan penduduk rata-rata (%)

$n$  = tahun

$$P_t = P (1 + r)^t \dots\dots\dots (4.2)$$

dimana :

$P_t$  = besarnya PDRB tahun ke t (Rp)

$P$  = besarnya PDRB saat ini (Rp)

$r$  = pertumbuhan PDRB rata-rata (%)

$t$  = tahun

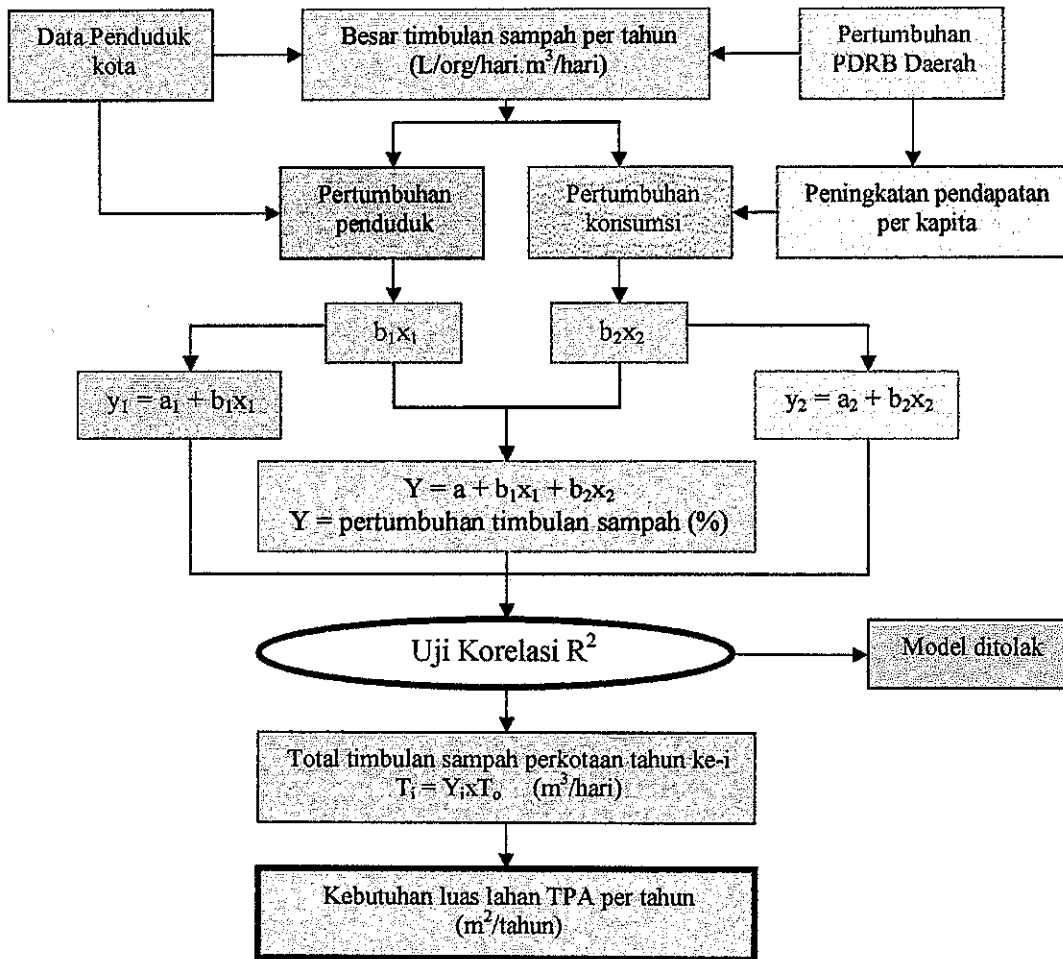
Besarnya pertumbuhan timbulan sampah dipengaruhi oleh banyak variabel, diantaranya: pertumbuhan penduduk, pertumbuhan PDRB, peningkatan pendapatan, pertumbuhan konsumsi, iklim/musim. Pertumbuhan timbulan sampah dapat dicari dengan rumus regresi berganda (*Multiple Regretion*), sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n \dots\dots\dots (4.3)$$

Dalam penelitian ini variabel yang mempengaruhi besarnya pertumbuhan timbulan sampah diasumsikan hanya ada dua variabel, yaitu pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan PDRB. Rumus regresinya menjadi:

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots\dots\dots (4.4)$$

Selanjutnya analisis timbulan sampah dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Diagram alir analisis timbulan sampah (Syafrudin, 1997)

Keterangan :

- Y = Tingkat pertumbuhan timbulan sampah perkapita.
- Yi = Tingkat pertumbuhan timbulan sampah perkapita tahun ke (i)
- X1 = Tingkat pertumbuhan penduduk per tahun (%)
- X2 = Tingkat pertumbuhan konsumsi masyarakat pertahun (%)
- a1,a2 = koefisien x

$b_1, b_2$  = konstanta

$T_0$  = Besar timbunan sampah perkapita tahun ke (n)

$T_i$  = Besar timbunan sampah perkapita tahun ke (n + 1)

#### b. Pembuktian hipotesa

Perhitungan pengaruh optimalisasi teknik pengolahan sampah terhadap peningkatan umur TPA dilakukan dengan menggunakan analisis multivariat, yaitu berupa penghitungan koefisien korelasi dan penentuan persamaan regresi multipel.

Jika asumsi-asumsi statistik seperti normalitas dan homogenitas data dipenuhi maka untuk menjawab hipotesis tersebut akan menggunakan persamaan regresi sebagai dengan menggunakan Persamaan 4.4. Dari persamaan regresi tersebut kita bisa menentukan derajat hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Setelah koefisien korelasi diketahui, maka kita bisa menentukan besarnya koefisien determinasi yang menunjukkan kuatnya pengaruh dari variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y).

Penafsiran koefisien korelasi menggunakan kriteria sebagai berikut : angka korelasi berkisar pada 0 (tidak ada korelasi sama sekali) dan 1 (korelasi sangat kuat).

Rumus uji hipotesis:

$$F_o = \frac{SS_R / k}{SS_E / (n - k - 1)} = \frac{MS_R}{MS_E} \dots\dots\dots (4.5)$$

dimana :

$$SS_R = (b'x'y - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)^2) / k \dots\dots\dots (4.6)$$

$$SS_E = y'y - b'x'y \dots\dots\dots (4.7)$$

Penafsiran :

$H_0$  ditolak jika  $F_o > F_{\alpha, k, (n-k-1)}$  sebaliknya  $H_0$  diterima jika  $F_o < F_{\alpha, k, (n-k-1)}$

### 4.7 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan pelaksanaan penyelesaian penelitian dimulai dari studi pendahuluan; identifikasi permasalahan dan penyelesaian masalah.

#### 4.7.1 Studi Pendahuluan

Pembahasan dalam studi pendahuluan meliputi sistem pengelolaan sampah pada daerah perkotaan .

- Pembahasan tentang daerah pelayanan, timbulan sampah, karakteristik, volume timbulan sampah total dan volume terlayani.
- Pembahasan tentang jumlah sampah yang terangkut, proses pengolahan, jumlah volume sampah yang ditimbun, jumlah volume sampah yang di *recycling* dan volume sampah yang di *reuse*.
- Kajian pemberian teknologi (*land filling*) untuk system *sanitary landfill*.

#### **4.7.2 Identifikasi Permasalahan**

- Permasalahan sampah yang dimanfaatkan kembali (*reuse*)
- Permasalahan sampah yang didaur ulang (*recycling*)
- Permasalahan pemadatan sampah (*land filling*)

#### **4.7.3 Penyelesaian Permasalahan**

1. Optimalisasi teknik pengelolaan sampah
  - Variabel bebas (X)
  - Variabel terikat (Y)
  - Baku
2. Prosedur penelitian
  - Penyusunan data, yang terdiri dari data primer (pengamatan) dan data skunder (dokumentasi)
  - Analisis data
3. Hasil analisis
4. Uji analisis
5. Rekomendasi :
  - Kesimpulan
  - Saran-saran
6. Selesai

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN**

#### **5.1 Analisis Data**

Data yang dibutuhkan sesuai dengan permasalahan serta maksud dan tujuan dari penelitian adalah berupa data primer, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan, dan data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait.

Data primer yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan berupa data besarnya komponen sampah yang dapat didaur ulang, data harga jual masing masing komponen sampah, data besarnya produksi kompos dan makanan ternak, harga jual produksi kompos dan makanan ternak, dan data hasil pemadatan sampah.

Sedangkan data sekunder dari hasil pengumpulan dokumentasi dari instansi terkait, seperti dari Dinas Statistik dan Kependudukan Kota Bandung, PD. Kebersihan Kota Bandung, Bappeda Propinsi Jawa Barat, Dinas Tata Kota dan Prasarana Wilayah Jawa Barat. Data sekunder yang diperoleh berupa data penduduk, data PDRB, data Komposisi Sampah, data Komponen Sampah yang dapat didaur ulang, data hasil penelitian timbulan sampah per kapita Kota Bandung, data hasil penelitian pemadatan sampah, Final Report Perencanaan TPA Leuwigajah, Laporan Bulanan PD. Kebersihan dan data lain sebagainya.

Analisis data diarahkan untuk mendapatkan gambaran besarnya sampah yang dapat dipilih untuk didaur ulang dan dijadikan kompos serta makanan ternak, baik sebelum maupun setelah dioptimalisasi. Juga untuk mendapatkan gambaran besarnya sampah residu yang dibuang ke TPA, dengan terlebih dahulu diadakan optimalisasi pemadatan. Hasil dari optimalisasi teknik pengolahan sampah akan memberikan gambaran tentang besarnya peningkatan umur TPA dan hasil penjualan sampah yang didaur ulang dan dijadikan kompos serta makanan ternak, sehingga dapat mengurangi biaya operasi dan pemeliharaan (O&P) yang harus dikeluarkan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa analisis data diarahkan pada 2 (dua) hal, yaitu peningkatan umur TPA dan pengurangan biaya O & P. Secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Peningkatan umur TPA:
  - a. Tanpa optimalisasi
  - b. Dengan optimalisasi

2. Pengurangan biaya O&P:
  - a. Tanpa optimalisasi
  - b. Dengan optimalisasi

Untuk itu semua perlu dilakukan analisa sebagai berikut:

1. Estimasi tingkat pertumbuhan sampah.
2. Prediksi timbulan sampah per kapita.
3. Volume timbulan sampah.
4. Prediksi volume sampah masuk FPS (Fasilitas Pemilahan Sampah) atau MRF (Material Recovery Facilities).
5. Prediksi sampah terpilah tanpa dan dengan optimalisasi
6. Prediksi volume sampah residu yang masuk TPA tanpa dan dengan optimalisasi.
7. Prediksi sampah residu setelah dipadatkan tanpa dan dengan optimalisasi.
8. Peningkatan umur TPA.
9. Prediksi komponen sampah terpilah tanpa dan dengan optimalisasi.
10. Analisis ekonomi dan pengurangan biaya O&P.
11. Keseimbangan massa sampah hasil pengolahan tanpa dan dengan optimalisasi.

#### **5.1.1 Estimasi Tingkat Pertumbuhan Sampah**

Tingkat pertumbuhan sampah domestik dipengaruhi oleh beberapa variabel sebagai berikut (Syafudin,1997): Tingkat pertumbuhan penduduk, pertumbuhan PDRB, iklim / musim, tingkat pendapatan penduduk, pola konsumsi masyarakat, dan pola penyediaan kebutuhan hidup masyarakat.

Variabel iklim tidak begitu menentukan, karena musim disemua wilayah Indonesia tidak banyak mengalami perubahan, yaitu hanya musim hujan dan musim kemarau saja. Untuk Kota Bandung, pengadaan data dari variabel-variabel tersebut mengalami kesulitan. Data yang tersedia hanya berupa data jumlah penduduk dan pertumbuhannya, serta data PDRB .

Tingkat pendapatan, pola konsumsi masyarakat dan pola penyediaan kebutuhan hidup dapat diasumsikan ekuivalen dengan tingkat pertumbuhan PDRB perkapita (Syafudin,1997).

Jadi dalam penelitian ini pertumbuhan timbulan sampah diasumsikan hanya dipengaruhi oleh variabel pertumbuhan penduduk dan variabel pertumbuhan PDRB saja.

### 1. Jumlah penduduk dan pertumbuhannya

Data penduduk yang tersedia mulai tahun 1993 sampai dengan 2002 (lihat Lampiran 1). Dari data tersebut terlihat adanya penurunan jumlah penduduk dari tahun 1996 ke tahun 1997, hal ini diakibatkan oleh adanya krisis pemerintahan dan ekonomi pada tahun 1997, sehingga banyak kaum urbanis yang bekerja di Kota Bandung pada pulang kedaerahnya masing-masing. Pada tahun 2000 terjadi lonjakan jumlah penduduk, hal ini diakibatkan oleh adanya pemulihan kembali dunia usaha termasuk kegiatan industri, sehingga kaum urbanis berbondong-bondong masuk lagi ke Kota Bandung, untuk memulai kembali bekerja.

Jumlah penduduk Kota Bandung pada tahun 1993 tercatat 1.802.993 jiwa, meningkat menjadi 2.140.598 jiwa pada tahun 2002. Pertumbuhan penduduknya fluktuatif, dimana besarnya pertumbuhan penduduk rerata sebesar 1,966 %. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Pertumbuhan Penduduk Rerata**

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Pertumbuhan Penduduk Rerata i (%)
1	1993	1.802.993	
			0,743
2	1994	1.816.385	
			-0,083
3	1995	1.814.885	
			0,168
4	1996	1.817.939	
			-1,951
5	1997	1.782.466	
			1,343
6	1998	1.806.409	
			3,460
7	1999	1.868.913	
			8,954
8	2000	2.036.260	
			2,530
9	2001	2.087.777	
			2,530
10	2002	2.140.598	
		Jumlah	17,695
		Rerata	1,966

Dengan pertumbuhan penduduk 1,966 %, dapat dicari prediksi penduduk 10 (sepuluh) tahun kedepan, yaitu mulai tahun 2003 sampai dengan tahun 2012, dimana diperkirakan umur TPA akan berakhir pada rentang waktu 10 (sepuluh) tahun ke depan.

Hasil perhitungan prediksi penduduk Kota Bandung dapat dilihat pada Tabel 5.2

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Penduduk Tahun 2002} &= 2.140.598 \text{ jiwa} \\ \text{Tingkat Pertumbuhan Rerata } i &= 1,966 \% = 0,01966 \\ \text{Pertumbuhan Eksponensial :} & P_n = P_o * [1 + i]^n \\ & P_n = P_o * (1,01966)^n \end{aligned}$$

**Tabel 5.2 Prediksi Jumlah Penduduk Kota Bandung**

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2003	2.182.684
2	2004	2.225.598
3	2005	2.269.355
4	2006	2.313.972
5	2007	2.359.467
6	2008	2.405.856
7	2009	2.453.158
8	2010	2.501.389
9	2011	2.550.569
10	2012	2.600.715

Besarnya jumlah penduduk 2.182.684 jiwa pada tahun 2003 meningkat menjadi 2.600.715 jiwa pada tahun 2012.

## 2. Prediksi Pertumbuhan PDRB Kota Bandung

Data PDRFB diambil dari Lampiran 2. Jumlah PDRB (Produk Domestik Regional Brutto) konstan Kota Bandung tercatat Rp. 4.719.952,85 juta, pada tahun 1993, meningkat menjadi Rp. 6.694.331,06 juta pada tahun 2002. Sedangkan besarnya PDRB perkapita Rp. 2,618 juta pada tahun 1993, meningkat menjadi Rp. 3,127 juta pada tahun 2002.

Berdasarkan PDRB perkapita tahun 1993 sampai dengan tahun 2002, dapat dicari besarnya tingkat pertumbuhan PDRB perkapita rerata. Tabel 5.3 memperlihatkan hasil

perhitungan tingkat pertumbuhan PDRB perkapita, dimana tingkat pertumbuhan PDRB rerata adalah sebesar 1,893%.

**Tabel 5.3 Pertumbuhan PDRB Kota Bandung**

No.	Tahun	Jumlah PDRB (Jutaan rupiah)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	PDRB Perkapita (Jutaan rupiah)	Tingkat Pertumbuhan PDRB r (%)
1	1993	4.719.952,85	1.802.993	2,618	
					9,285
2	1994	5.196.500,50	1.816.385	2,861	
					4,837
3	1995	5.443.350,84	1.814.885	2,999	
					5,236
4	1996	5.738.002,63	1.817.939	3,156	
					2,605
5	1997	5.772.580,00	1.782.466	3,239	
					-1,310
6	1998	5.773.490,00	1.806.409	3,196	
					4,911
7	1999	6.266.628,44	1.868.913	3,353	
					-7,566
8	2000	6.311.150,00	2.036.260	3,099	
					2,193
9	2001	6.612.700,00	2.087.777	3,167	
					-1,264
10	2002	6.694.331,06	2.140.598	3,127	
				Jumlah	18,926
				Rerata	1,893

Dengan tingkat pertumbuhan PDRB perkapita 1,893% dapat dicari prediksi PDRB perkapita mulai tahun 2003 sampai dengan 2012. Tabel 5.4 memperlihatkan hasil perhitungan prediksi PDRB perkapita, dimana pada tahun 2003 besarnya Rp. 3,187 juta meningkat menjadi Rp.3,772 juta pada tahun 2012.

Jumlah PDRB Perkapita Tahun 2002 = 3,127  
 Tingkat Pertumbuhan Rerata r = 1,893 % = 0,01893  
 Pertumbuhan Eksponensial :  $P_t = P * (1 + r)^t$   
 $P_t = P * (1,01893)^t$

**Tabel 5.4 Prediksi PDRB Per Kapita (dalam Jutaan Rupiah)**

No.	Tahun	Proyeksi PDRB Perkapita (Jutaan Rupiah)
1	2003	3,187
2	2004	3,247
3	2005	3,308
4	2006	3,371
5	2007	3,435
6	2008	3,500
7	2009	3,566
8	2010	3,633
9	2011	3,702
10	2012	3,772

### 5.1.2 Analisa Data Komposisi Sampah

Data komponen sampah diambil dari Lampiran 5. Data komposisi sampah diperlukan untuk mengetahui besarnya komponen sampah yang dapat didaur ulang dan yang dapat dijadikan kompos serta makanan ternak. Adapun data yang tersedia rentang 10 (sepuluh) tahun kebelakang, adalah mulai tahun 1993 sampai dengan tahun 2002.

Perhitungan pertumbuhan komposisi sampah dilakukan untuk masing masing komponen sampah. Hal ini diperlukan untuk mengetahui besarnya prediksi komponen sampah 10 tahun ke depan. Tabel 5.5 memperlihatkan hasil perhitung pertumbuhan kompenen sampah rerata.

Data hasil perhitungan pertumbuhan komponen sampah rerata diambil dari Lampiran 8.

**Tabel 5.5 Pertumbuhan Komponen Sampah Rerata**

No.	Jenis Sampah	Pertumbuhan Rerata (%)
1	Organik ( <i>Organic</i> )	1,683
2	Kertas ( <i>Paper</i> )	-3,736
3	Kaca ( <i>Glass</i> )	-2,944
4	Plastik ( <i>Plastic</i> )	-3,226
5	Karet ( <i>Rubber</i> )	6,687
6	Logam ( <i>Metal</i> )	7,585
7	Kain ( <i>Cloth</i> )	6,516
8	Lain-lain ( <i>Others</i> )	3,805

### 5.1.3 Prediksi volume timbulan sampah

Untuk mengetahui besarnya volume timbulan sampah terlebih dahulu dicari estimasi tingkat pertumbuhan timbulan sampah per tahun dan prediksi pertumbuhan timbulan sampah perkapita.

#### 1. Estimasi tingkat pertumbuhan timbulan sampah

Tingkat pertumbuhan timbulan sampah dapat dicari dengan persamaan regresi berganda:  $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$

dimana:

Y = tingkat pertumbuhan timbulan sampah perkapita

a = konstanta

$b_1$  dan  $b_2$  = koefisien X

$X_1$  = tingkat pertumbuhan penduduk per tahun (%)

$X_2$  = tingkat pertumbuhan konsumsi masyarakat per tahun (%)

Tingkat pertumbuhan penduduk per tahun dapat dicari dengan persamaan regresi berikut:  $Y_1 = b_1X_1 + a_1$  Sedangkan tingkat pertumbuhan konsumsi masyarakat/PDRB per tahun dapat dicari dengan persamaan regresi berikut:  $Y_2 = b_2X_2 + a_2$ .

Tabel 5.6 memperlihatkan hasil perhitungan regresi tingkat pertumbuhan penduduk per tahun dan tingkat pertumbuhan PDRB perkapita.

**Tabel 5.6 Regresi Jumlah Penduduk dan PDRB Per Kapita**

No	Tahun	Jml. Penduduk (jiwa)	Jml. Penduduk (dalam ribuan)	PDRB Perkapita (dalam juta)	Volume Sampah (m <sup>3</sup> / hari)
1	1993	1.802.993	1.803	2.618	6.469,00
2	1994	1.816.385	1.816	2.861	6.760,98
3	1995	1.814.885	1.815	2.999	7.022,44
4	1996	1.817.939	1.818	3.156	6.890,00
5	1997	1.782.466	1.782	3.239	7.034,68
6	1998	1.806.409	1.806	3.196	7.689,99
7	1999	1.868.913	1.869	3.353	7.775,28
8	2000	2.036.260	2.036	3.099	7.930,02
9	2001	2.087.777	2.088	3.167	8.011,33
10	2002	2.140.598	2.141	3.127	8.606,56
		Persamaan	Y=37,709X - 73426	Y=0,0471X - 91,088	
		Nilai Regresi	R <sup>2</sup> = 0,7085	R <sup>2</sup> = 0,4615	

Hasil perhitungan analisis regresi dapat dilihat pada lampiran 9.

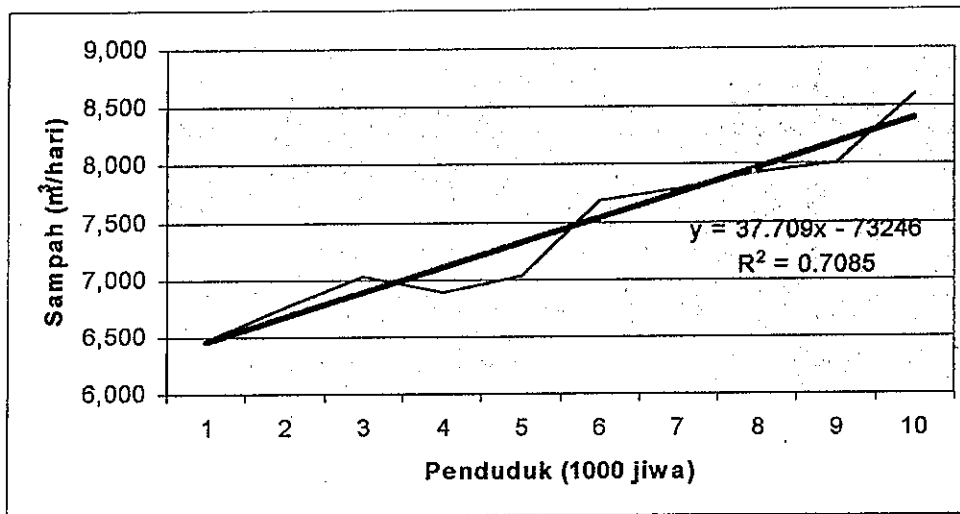
Diperoleh persamaan regresi tingkat pertumbuhan penduduk per tahun :

$Y_1 = 37,709X_1 + 73426$  dengan nilai regresi  $R = 0,841$  dan  $R^2 = 0,7085$ , berarti korelasi penduduk dengan pertumbuhan timbulan sampah sangat kuat.

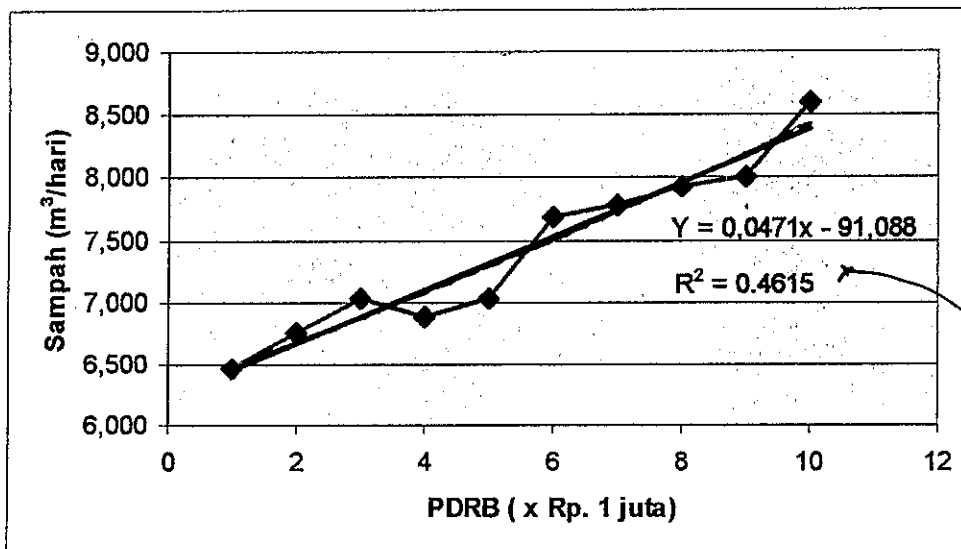
Dan persamaan regresi tingkat pertumbuhan PDRB per kapita :

$Y_2 = 0,0471X_2 + 91,088$  dengan nilai regresi  $R = 0,679$  dan  $R^2 = 0,4615$ , berarti korelasi PDRB dengan pertumbuhan timbulan sampah cukup kuat.

Gambar 5.1 memperlihatkan kurva regresi jumlah penduduk dan volume sampah serta Gambar 5.2 memperlihatkan kurva regresi PDRB perkapita dengan volume sampah Kota Bandung.



**Gambar 5.1. Kurva Regresi Penduduk dan Sampah**



**Gambar 5.2. Kurva Regresi PDRB dan Sampah**

Setelah diperoleh persamaan regresi tingkat pertumbuhan penduduk dan tingkat pertumbuhan PDRB, hasil perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 9. Diperoleh tingkat pertumbuhan timbulan sampah dengan persamaan regresi berganda :

$$Y = 3,754X_1 + 0,0138X_2 - 3,966, \text{ dengan nilai regresi } R = 0,942 \text{ dan } R^2 = 0,88.$$

dimana :

$$X_1 = 1,966\% \text{ (tingkat pertumbuhan penduduk per tahun)}$$

$$X_2 = 1,893\% \text{ (tingkat pertumbuhan PDRB)}$$

Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pertumbuhan penduduk dan PDRB terhadap pertumbuhan sampah sangat kuat.

$$Y = ax_1 + bx_2 + c$$

Dari persamaan regresi  $Y = 3,754X_1 + 0,0138X_2 - 3,966$  dapat dihitung besarnya tingkat pertumbuhan timbulan sampah. Tabel 5.7 memperlihatkan hasil perhitungan tingkat pertumbuhan timbulan sampah per tahun, yang besarnya 1,03%.

$$Y = 3,754X_1 + 0,0138X_2 - 3,966 \text{ (dengan nilai } R = 0,942)$$

$X_1$  = Pertumbuhan Penduduk (1,966%)

$X_2$  = Perumbuhan PDRB (1,893%)

**Tabel 5.7 Estimasi Tingkat Pertumbuhan Timbulan Sampah Kota Bandung**

No.	Tahun	Tingkat Pertumbuhan (%)		
		Jumlah Penduduk	PDRB	Timbulan
1	2003	1,966	1,893	1,03
2	2004	1,966	1,893	1,03
3	2005	1,966	1,893	1,03
4	2006	1,966	1,893	1,03
5	2007	1,966	1,893	1,03
6	2008	1,966	1,893	1,03
7	2009	1,966	1,893	1,03
8	2010	1,966	1,893	1,03
9	2011	1,966	1,893	1,03
10	2012	1,966	1,893	1,03

## 2. Prediksi timbulan sampah perkapita

Besarnya timbulan sampah perkapita yang ada diperoleh dari hasil penelitian PD. Kebersihan bekerjasama dengan LIPI dan ITB tahun 2002, yaitu 3,021 l/or/hr. Tabel 5.8 memperlihatkan hasil prediksi timbulan sampah perkapita. Dimana pada tahun 2003 besarnya timbulan sampah perkapita 3,052 l/or/hr, naik menjadi 3,346 l/or/hr pada tahun 2012.

Data timbulan sampah per kapita Kota Bandung diambil dari Lampiran 4.

$$F_t = P_o (1 + i)^n \rightarrow i = 0,0103 \quad P_o = 3,021 \quad \text{lt/or/hr}$$

$$F_t = P_o (1 + 0,0102842529933799)^n = 3,021 (1,0103)^n$$

**Tabel 5.8 Prediksi Timbulan Sampah Per Kapita**

No.	Tahun	Timbulan Sampah Per Kapita (lt/or/hr)
1	2003	3,052
2	2004	3,083
3	2005	3,115
4	2006	3,147
5	2007	3,180
6	2008	3,212
7	2009	3,245
8	2010	3,279
9	2011	3,312
10	2012	3,346

Selanjutnya prediksi volume timbulan sampah dapat dicari. Tabel 5.9 memperlihatkan hasil perhitungan prediksi volume timbulan sampah Kota Bandung. Dimana tahun 2003 besarnya volume timbulan sampah 6.466,747 m<sup>3</sup>/hari, naik menjadi 8.703,207 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012.

**Tabel 5.9 Prediksi Volume Timbulan Sampah Kota Bandung**

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (org)	Timbulan Sampah Per Kapita (lt/org/hr)	Jumlah Timbulan Sampah	
				(lt/hr)	(m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)	(6)=(5)/1000
1	2002	2.140.598	3,021	6.466.747	6.466,747
2	2003	2.182.684	3,052	6.661.702	6.661,702
3	2004	2.225.598	3,083	6.862.535	6.862,535
4	2005	2.269.355	3,115	7.069.422	7.069,422
5	2006	2.313.972	3,147	7.282.546	7.282,546
6	2007	2.359.467	3,180	7.502.096	7.502,096
7	2008	2.405.856	3,212	7.728.264	7.728,264
8	2009	2.453.158	3,245	7.961.251	7.961,251
9	2010	2.501.389	3,279	8.201.261	8.201,261
10	2011	2.550.569	3,312	8.448.507	8.448,507
11	2012	2.600.715	3,346	8.703.207	8.703,207

#### 5.1.4 Volume sampah masuk Fasilitas Pemilahan Sampah (FPS)

Besarnya volume sampah masuk FPS dapat dicari yaitu dengan terlebih dahulu mengetahui besarnya tingkat pelayanan pengelolaan sampah. Besarnya tingkat pelayanan saat sekarang untuk Kota Bandung dapat dilihat pada Tabel 5.10 antara 62% - 74,7% (PD.Kebersihan, 2002).

**Tabel 5.10 Pertumbuhan Tingkat Pelayanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung.**

No.	Tahun	Presentase Pelayanan (%)	Pertumbuhan Rerata (%)
1	2003	74.70	
			2.71
2	2002	72.73	
			1.01
3	2001	72.00	
			0.08
4	2000	71.94	
		Jumlah	3.81
		Rerata	1.27

Prediksi tingkat pelayanan pengelolaan sampah kota Bandung dapat dilihat pada Tabel 5.11 di bawah.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Pelayanan tahun 2003} &= 74.700 \\ \text{Pertumbuhan Rerata (r)} &= 1.269 \% = 0.01269 \\ \text{Pertumbuhan Eksponensial :} & P_t = P_o * (1 + r)^t \\ & P_t = P_o * (1,01269)^t \end{aligned}$$

**Tabel 5.11 Prediksi Tingkat Pelayanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung**

No.	Tahun	Prediksi Tingkat
		Pelayanan (%)
1	2003	74.700
2	2004	76.607
3	2005	77.579
4	2006	78.563
5	2007	79.560
6	2008	80.569
7	2009	81.592
8	2010	82.627
9	2011	83.675
10	2012	84.737

Perbandingan antara volume sampah basah dengan volume sampah kering dapat diperoleh dari data komposisi sampah tahun 1993 – 2002 (data terlampir). Hasil perhitungan diperoleh perbandingan antara sampah basah berbanding sampah kering adalah 62% : 38%. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.12.

**Tabel 5.12 Perbandingan Sampah Basah dengan Sampah Kering**

No.	Tahun	Jumlah	Sampah	Sampah	Perbandingan Sampah	
		Sampah (m <sup>3</sup> /hr)	Basah	Kering	Basah	Kering
1	1993	6.469,00	4.099,00	2.370,00	63	37
2	1994	6.760,98	4.183,52	2.577,46	62	38
3	1995	7.022,44	4.469,58	2.552,86	64	36
4	1996	6.890,00	4.379,28	2.510,71	64	36
5	1997	7.034,68	5.108,39	1.926,30	73	27
6	1998	7.689,99	4.492,45	3.197,54	58	42
7	1999	7.775,28	4.941,92	2.833,36	64	36
8	2000	7.930,02	4.620,03	3.309,99	58	42
9	2001	8.011,68	4.771,55	3.240,13	60	40
10	2002	8.606,56	4.915,22	3.691,34	57	43
	Jumlah	74.190,63	45.980,94	28.209,69		
	Rerata	7.419,06	4.598,09	2.820,97	62	38

Sampah masuk FPS terdiri dari sampah basah dan sampah kering. Dari hasil perhitungan, rasio sampah basah berbanding sampah kering diperoleh 62% : 38%. Tabel 5.13 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah masuk FPS. Dimana pada tahun 2003 besarnya sampah masuk FPS adalah 4.976,292 m<sup>3</sup>/hari, naik menjadi 7.374,796 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Sampah kering pada tahun 2003 diperoleh 1.881,18 m<sup>3</sup>/hari dan sampah basah 3.095,11 m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan sampah kering pada tahun 2012 diperoleh 2.787,88 m<sup>3</sup>/hari dan sampah basag 4.586,92 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 5.13 Volume Sampah Masuk FPS**

No.	Tahun	Jumlah Sampah (m <sup>3</sup> /hr)	Tingkat Pelayanan (%)	Sampah Masuk FPS (m <sup>3</sup> /hr)	Sampah Basah (m <sup>3</sup> /hr)	Sampah Kering (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)	(6)=0,62*(5)	(7)=0,38*(5)
1	2003	6.661,702	74,70	4.976,292	3.095,11	1.881,18
2	2004	6.862,535	76,61	5.257,208	3.269,84	1.987,37
3	2005	7.069,422	77,58	5.484,405	3.411,15	2.073,26
4	2006	7.282,546	78,56	5.721,421	3.558,56	2.162,86
5	2007	7.502,096	79,56	5.968,679	3.712,35	2.256,33
6	2008	7.728,264	80,57	6.226,623	3.872,78	2.353,84
7	2009	7.961,251	81,59	6.495,715	4.040,15	2.455,56
8	2010	8.201,261	82,63	6.776,435	4.214,75	2.561,68
9	2011	8.448,507	83,67	7.069,287	4.396,90	2.672,39
10	2012	8.703,207	84,74	7.374,796	4.586,92	2.787,88

### 5.1.5 Prediksi sampah terpilah tanpa dan dengan optimalisasi

Sampah terpilah adalah sebagian sampah yang dipilah yang selanjutnya diolah menjadi sampah yang dapat didaur ulang, dibuat kompos dan dibuat makanan ternak. Teknik pengolahan sampah terpilah dibedakan menjadi dua, yaitu teknik pengolahan tanpa optimalisasi dan teknik pengolahan dengan optimalisasi, selanjutnya diprediksikan 10 tahun kedepan.

#### 1. Prediksi sampah terpilah tanpa optimalisasi

Hasil pengamatan di lapangan diperoleh macam dan besarnya komponen sampah. Komponen sampah dibedakan antara sampah kering dan sampah basah. Sampah kering terpilah berupa kertas, karton, plastik, kain/tekstil, karet, kulit, kaca, dan logam (aluminium, kuningan, tembaga, kaleng dan besi). Sedangkan sampah basah terpilah berupa bahan kompos dan makanan ternak. Jumlah Sampah terpilah adalah 673,77 m<sup>3</sup>/hari. Tabel 5.14 memperlihatkan macam dan besarnya masing masing komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi.

Data komponen sampah terpilah diambil dari Lampiran 5.

**Tabel 5.14 Volume Komponen Sampah Terpilah Tanpa optimalisasi Tahun 2002**

No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Volume Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hari)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	30000	89.71	334.41
2	Karton	15000	49.66	302.05
3	Plastik			
	a. Tebal	225	65.68	3.43
	b. Tipis	300	65.68	4.57
4	Kain/Tekstil	180	65.68	2.74
5	Karet	60	129.75	0.46
6	Kulit	75	160.19	0.47
7	Kaca	180	195.43	0.92
8	Aluminium	120	160.19	0.75
9	Kuningan	45	320.38	0.14
10	Tembaga	30	320.38	0.09
11	Logam lainnya			
	a. Kaleng	300	89.71	3.34
	b. Besi	200	320.38	0.62
			Jumlah I	654.00
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	2700	288.34	9.36
2	Makanan Ternak	3000	288.34	10.40
	(Ampas tahu)		Jumlah II	19.77
Jumlah I + II				673.77

Dari data komponen sampah terpilah yang terdapat pada Lampiran 5, dapat diprediksikan untuk waktu 10 tahun kedepan. Tabel 5.15 memperlihatkan hasil prediksi sampah terpilah tanpa optimalisasi.

$$P_t = P_o (1 + i)^n \quad \text{-----} \rightarrow i = 0,01893$$

$$P_o = 673,77 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$P_o_{\text{(kering)}} = 654,00 \quad 0,971$$

$$P_o_{\text{(basah)}} = 19,77 \quad 0,029$$

$$P_t = 673,77 (1 + 0,01893)^n$$

$$P_t = 673,77 (1,01893)^n$$

**Tabel 5.15 Prediksi Sampah Terpilah Tanpa Optimalisasi**

No.	Tahun	Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)	Sampah Kering	Sampah Basah
			Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)	Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)
1	2003	686,522	666,380	19,551
2	2004	699,516	678,992	19,922
3	2005	712,755	691,843	20,299
4	2006	726,245	704,937	20,683
5	2007	739,990	718,279	21,074
6	2008	753,996	731,874	21,473
7	2009	768,266	745,726	21,879
8	2010	782,807	759,839	22,294
9	2011	797,623	774,221	22,716
10	2012	812,719	788,874	23,145

## 2. Prediksi sampah terpilah dengan optimalisasi

Pemilahan masing masing lomponen sampah dapat dioptimalkan. Besar kecilnya optimalisasi sampah terpilah tergantung pada besar kecilnya komponen sampah yang ditemukan kembali (material recovered) di lapangan. Sebagai ancer ancer, besarnya optimalisasi sampah terpilah dapat diambil dari reference, disini diambil dari buku Integrated Solid Waste Management (Tchobanoglous et.al., 1993).

Besarnya factor komponen sampah yang ditemukan kembali dapat dilihat pada Tabel 2.6 sub pasal 2.5.3 Bab II. Faktor komponen sampah yang ditemukan kembali diambil sebagai faktor optimalisasi. Tabel 5.16 memperlihatkan besarnya sampah terpilah dengan optimalisasi, yaitu 1.430,70 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 5.16 Volume Komponen Sampah Terpilah dengan Optimalisasi**

No.	Komponen Sampah	Banyaknya Sampah (m <sup>3</sup> /hr)	Faktor Optimalisasi *) (%)	Optimalisasi Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	674	50	337,00
2	Kaca	94	65	61,10
3	Plastik	368	50	184,04
4	Karet	263	50	131,46
5	Logam	61	20	12,20
6	Kain/Tekstil	110	50	55,00
7	Lain-lain	800	30	240,00
	Jumlah	2.370		1.020,80
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	1.942	10	194,20
2	Makanan Ternak	2.157	10	215,70
	(Ampas tahu)			
	Jumlah	4.099		409,90
	<b>Total I + II</b>	6.469		<b>1.430,70</b>

Catatan :

\*) Tchobanuglous, 1993.

Besarnya sampah terpilah dengan optimalisasi ini diprediksikan untuk 10 tahun kedepan. Tabel 5.17 memperlihatkan hasil prediksi sampah terpilah dengan optimalisasi.

$$P_t = P_o (1 + i)^n \quad \text{-----} \rightarrow i = 0,01893$$

$$P_o = 1.431 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$P_t = 1.430,70 (1 + 0,01893)^n$$

$$P_t = 1.430,70 (1,01893)^n$$

**Tabel 5.17 Prediksi Sampah Terpilah dengan Optimalisasi**

No.	Tahun	Sampah Terpilah dengan Optimalisasi (m <sup>3</sup> /hr)
1	2003	1.457,78
2	2004	1.485,37
3	2005	1.513,48
4	2006	1.542,13
5	2007	1.571,31
6	2008	1.601,05
7	2009	1.631,36
8	2010	1.662,23
9	2011	1.693,69
10	2012	1.725,75

#### 5.1.6 Volume Residu Masuk TPA Tanpa optimalisasi dan dengan optimalisasi

Sampah residu adalah sampah masuk FPS dikurangi sampah terpilah, yang selanjutnya dibuang ke TPA. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa TPA yang masih beroperasi tinggal 2 lokasi, yaitu TPA Leuwigajah dan TPA Jeleskong. TPA Leuwigajah menampung 90 % timbulan sampah Kota Bandung, sisanya 10 % ditampung oleh TPA Jeleskong.

Tabel 5.18 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah residu masuk ke TPA leuwigajah tanpa optimalisasi dan Tabel 5.19 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah residu masuk TPA Leuwigajah dengan optimalisasi.

**Tabel 5.18 Volume Sampah Residu Masuk TPA Leuwigajah Tanpa optimalisasi**

No.	Tahun	Sampah Masuk MRF (m <sup>3</sup> /hr)	Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)	Residu (m <sup>3</sup> /hr)	Residu Masuk TPA Leuwigajah (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)-(4)	(6)=90% (5)
1	2003	4.976,292	686,522	4.289,769	3.860,792
2	2004	5.257,208	699,516	4.557,692	4.101,923
3	2005	5.484,405	712,755	4.771,650	4.294,485
4	2006	5.721,421	726,245	4.995,176	4.495,658
5	2007	5.968,679	739,990	5.228,689	4.705,820
6	2008	6.226,623	753,996	5.472,627	4.925,365
7	2009	6.495,715	768,266	5.727,448	5.154,703
8	2010	6.776,435	782,807	5.993,628	5.394,265
9	2011	7.069,287	797,623	6.271,665	5.644,498
10	2012	7.374,796	812,719	6.562,077	5.905,869

**Keterangan :**

Sampah residu yang masuk TPA Leuwigajah sebesar 90%  
Sisanya yang 10% masuk TPA Jelekong.

**Tabel 5.19 Volume Sampah Residu Masuk TPA Leuwigajah dengan Optimalisasi**

No.	Tahun	Sampah Masuk MRF (m <sup>3</sup> /hr)	Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)	Residu (m <sup>3</sup> /hr)	Residu Masuk TPA Leuwigajah (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)-(4)	(6)=90%(5)
1	2003	4.976,292	1.457,778	3.518,513	3.166,662
2	2004	5.257,208	1.485,369	3.771,839	3.394,656
3	2005	5.484,405	1.513,482	3.970,924	3.573,831
4	2006	5.721,421	1.542,126	4.179,294	3.761,365
5	2007	5.968,679	1.571,313	4.397,366	3.957,629
6	2008	6.226,623	1.601,053	4.625,570	4.163,013
7	2009	6.495,715	1.631,355	4.864,359	4.377,923
8	2010	6.776,435	1.662,231	5.114,204	4.602,784
9	2011	7.069,287	1.693,691	5.375,596	4.838,037
10	2012	7.374,796	1.725,747	5.649,049	5.084,144

### 5.1.7 Prediksi sampah Residu setelah dipadatkan Tanpa dan dengan optimalisasi

#### 1. Volume sampah residu tanpa optimalisasi setelah dipadatkan

Hasil pengamatan di lapangan, pelaksanaan pemadatan tidak dikerjakan secara khusus dengan alat bulldozer tersendiri. Kenyataannya pemadatan sampah hanya dilakukan oleh bulldozer sambil mendorong timbunan sampah. Berdasarkan pengamatan di lapangan, data terdapat di Lampiran 7, dapat dihitung besarnya pemadatan rerata. Hasil perhitungan pada Tabel 5.20 didapatkan pemadatan rerata  $\pm 40\%$ , jadi faktor pemadatannya 0,60.

Tabel 5.20 Hasil Pemadatan Sampah

Tgl.	Shift I			Shift II		
	Tebal sebelum dipadatkan (m)	Tebal sesudah dipadatkan (m)	Persentase Pemadatan (%)	Tebal sebelum dipadatkan (m)	Tebal sesudah dipadatkan (m)	Persentase Pemadatan (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	2,9	1,8	38	0,7	0,4	43
2	2,8	1,7	39	1,1	0,7	36
3	2,8	1,7	39	1,3	0,8	38
4	2,9	1,8	38	0,6	0,3	50
5	2,8	1,7	39	0,7	0,4	43
6	2,9	1,7	41	0,8	0,5	38
7	2,3	1,4	39	0,9	0,5	44
8	3,0	1,8	40	0,9	0,5	44
9	3,0	1,8	40	0,9	0,5	44
10	3,5	2,1	40	0,9	0,5	44
11	2,9	1,7	41	0,8	0,5	38
12	3,1	1,8	42	0,7	0,4	43
13	2,8	1,7	39	1,4	0,9	36
14	2,4	1,4	42	0,9	0,5	44
15	2,9	1,7	41	1,6	0,9	44
16	2,9	1,7	41	1,5	0,9	40
17	3,0	1,8	40	1,3	0,8	38
18	2,8	1,7	39	1,7	1,0	41
19	2,9	1,8	38	1,4	0,8	43
20	2,8	1,7	39	1,4	0,8	43
21	2,5	1,5	40	1,1	0,6	45
22	2,9	1,7	41	1,2	0,7	42
23	2,9	1,7	41	1,6	0,9	44
24	2,9	1,7	41	1,6	1,0	38
25	3,4	2,0	41	1,6	0,9	44
26	2,8	1,7	39	1,7	1,0	41
27	2,9	1,7	41	1,6	1,0	38
28	2,4	1,4	42	0,9	0,5	44
29	3,0	1,8	40	1,5	0,9	40
30	2,9	1,7	41	1,5	0,9	40
Jumlah	86,0	51,4		35,8	21	
Rerata	2,9	1,7	40	1,2	0,7	42

Tabel 5.21 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah residu tanpa optimalisasi setelah dipadatkan 40%.

**Tabel 5.21 Volume Sampah Residu Tanpa Optimalisasi Setelah Dipadatkan  
(Pemadatan 40%)**

No.	Tahun	Volume Residu (m <sup>3</sup> /hr)	Faktor Pemadatan	Volume Residu Setelah Dipadatkan (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) x (4)
1	2003	3.860,792	0,60	2.316,475
2	2004	4.101,923	0,60	2.461,154
3	2005	4.294,485	0,60	2.576,691
4	2006	4.495,658	0,60	2.697,395
5	2007	4.705,820	0,60	2.823,492
6	2008	4.925,365	0,60	2.955,219
7	2009	5.154,703	0,60	3.092,822
8	2010	5.394,265	0,60	3.236,559
9	2011	5.644,498	0,60	3.386,699
10	2012	5.905,869	0,60	3.543,521

## 2. Volume sampah residu dengan optimalisasi setelah dipadatkan

Hasil penelitian sebagaimana diuraikan pada sub pasal 2.5.3 Bab II, pemadatan sampah bisa dioptimalkan antara 50% sampai dengan 70%. Faktor pemadatan 0,50 – 0,70. Tabel 5.22 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah residu dengan optimalisasi setelah dipadatkan 50 %. Sedangkan Tabel 5.23 memperlihatkan hasil perhitungan volume sampah residu dengan optimalisasi setelah dipadatkan 70 %.

**Tabel 5.22 Volume Sampah Residu dengan Optimalisasi setelah Dipadatkan  
(Pemadatan 50%)**

No.	Tahun	Volume Residu (m <sup>3</sup> /hr)	Faktor Pemadatan	Volume Residu setelah Dipadatkan (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)
1	2003	3.166,662	0,50	1.583,331
2	2004	3.394,656	0,50	1.697,328
3	2005	3.573,831	0,50	1.786,916
4	2006	3.761,365	0,50	1.880,682
5	2007	3.957,629	0,50	1.978,815
6	2008	4.163,013	0,50	2.081,507
7	2009	4.377,923	0,50	2.188,962
8	2010	4.602,784	0,50	2.301,392
9	2011	4.838,037	0,50	2.419,018
10	2012	5.084,144	0,50	2.542,072

**Tabel 5.23 Volume Sampah Residu dengan Optimalisasi setelah Dipadatkan  
(Pemadatan 70%)**

No.	Tahun	Volume Residu (m <sup>3</sup> /hr)	Faktor Pemadatan	Volume Residu setelah Dipadatkan (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3)x(4)
1	2003	3.166,662	0,30	949,999
2	2004	3.394,656	0,30	1.018,397
3	2005	3.573,831	0,30	1.072,149
4	2006	3.761,365	0,30	1.128,409
5	2007	3.957,629	0,30	1.187,289
6	2008	4.163,013	0,30	1.248,904
7	2009	4.377,923	0,30	1.313,377
8	2010	4.602,784	0,30	1.380,835
9	2011	4.838,037	0,30	1.451,411
10	2012	5.084,144	0,30	1.525,243

### 5.1.8 Peningkatan umur TPA

Umur TPA dapat dihitung dengan jalan membandingkan jumlah kumulatif volume sampah tanpa optimalisasi dan dengan optimalisasi dengan kapasitas TPA. Dari gambar timbunan sampah dapat dihitung besarnya daya tampung atau kapasitas TPA. Hasil perhitungan diperoleh kapasitas TPA sebesar 3.874.000 m<sup>3</sup>.

#### 1. Peningkatan umur TPA dengan pemadatan sampah 50%

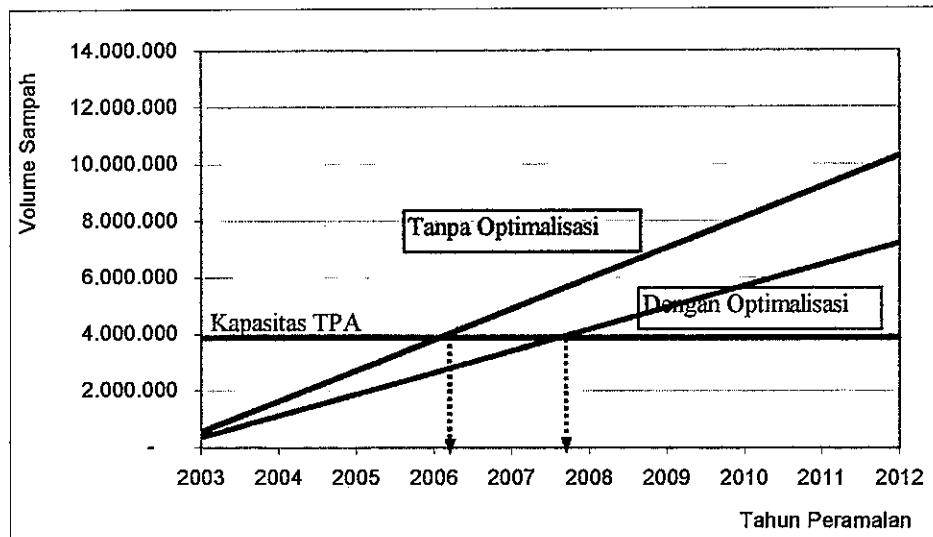
Dari hasil perhitungan volume sampah tanpa optimalisasi atau tanpa optimalisasi dicari nilai kumulatifnya. Juga untuk volume sampah dengan optimalisasi dicari nilai kumulatifnya. Tabel 5.24 memperlihatkan hasil perhitungan volume kumulatif sampah tanpa optimalisasi dan volume kumulatif sampah dengan optimalisasi dengan pemadatan 50%.

Tabel 5.24 Volume Sampah Kumulatif dengan Pemadatan 50%

No.	Tahun	Volume Sampah				Kapasitas TPA (m <sup>3</sup> /hr)
		Tanpa Optimalisasi (m <sup>3</sup> /th)	Kumulatif	Dengan Optimalisasi (m <sup>3</sup> /th)	Kumulatif	
1	2003	845.514	845.514	577.915,83	577.916	3.874.000
2	2004	898.321	1.743.835	619.524,63	1.197.440	3.874.000
3	2005	940.492	2.684.327	652.224,20	1.849.665	3.874.000
4	2006	984.549	3.668.876	686.449,08	2.536.114	3.874.000
5	2007	1.030.575	4.699.451	722.267,31	3.258.381	3.874.000
6	2008	1.078.655	5.778.105	759.749,92	4.018.131	3.874.000
7	2009	1.128.880	6.906.985	798.971,03	4.817.102	3.874.000
8	2010	1.181.344	8.088.330	840.008,03	5.657.110	3.874.000
9	2011	1.236.145	9.324.475	882.941,68	6.540.052	3.874.000
10	2012	1.293.385	10.617.860	927.856,27	7.467.908	3.874.000

Hasil perhitungan tersebut di plot pada grafik. Selanjutnya diplot juga kapasitas TPA pada grafik tersebut. Perpotongan antara garis volume kumulatif tanpa optimalisasi dengan garis kapasitas TPA menunjukkan berakhirnya umur TPA tanpa optimalisasi. Sedangkan perpotongan antara garis volume kumulatif dengan optimalisasi dengan kapasitas TPA menunjukkan berakhirnya umur TPA dengan optimalisasi.

Pada Gambar 5.3 terlihat tahun berakhirnya umur TPA tanpa optimalisasi yaitu pada awal tahun 2006 dan tahun berakhirnya umur TPA dengan optimalisasi pada pertengahan tahun 2007.



**Gambar 5.3 Grafik Peningkatan Umur TPA (Pemadatan 50%)**

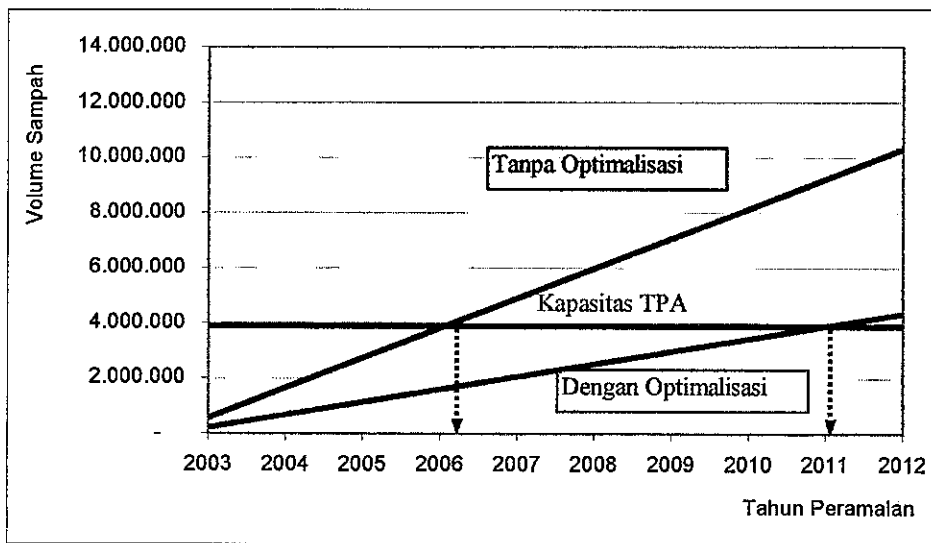
## 2. Umur TPA dengan pemadatan 70%

Dengan cara yang sama seperti diuraikan di atas, dicari nilai kumulatif volume sampah tanpa optimalisasi dan volume sampah dengan optimalisasi. Tabel 5.25 memperlihatkan hasil perhitungan volume kumulatif sampah tanpa optimalisasi dan volume kumulatif sampah dengan optimalisasi dengan pemadatan 70%. Kemudian hasil perhitungan tersebut di plot pada grafik. Perpotongan antara garis volume kumulatif sampah tanpa optimalisasi dengan garis kapasitas TPA menunjukkan berakhirnya umur TPA tanpa optimalisasi. Sedangkan perpotongan antara garis volume kumulatif sampah dengan optimalisasi dengan garis kapasitas TPA menunjukkan berakhirnya umur TPA dengan optimalisasi.

**Tabel 5.25 Volume Sampah Kumulatif dengan Pemadatan 70%**

No.	Tahun	Volume Sampah				Kapasitas TPA (m <sup>3</sup> /hr)
		Tanpa Optimalisasi (m <sup>3</sup> /th)	Kumulatif	Dengan Optimalisasi (m <sup>3</sup> /th)	Kumulatif	
1	2003	845.514	845.514	346.749,50	346.749	3.874.000
2	2004	898.321	1.743.835	371.714,78	718.464	3.874.000
3	2005	940.492	2.684.327	391.334,52	1.109.799	3.874.000
4	2006	984.549	3.668.876	411.869,45	1.521.668	3.874.000
5	2007	1.030.575	4.699.451	433.360,39	1.955.029	3.874.000
6	2008	1.078.655	5.778.105	455.849,95	2.410.879	3.874.000
7	2009	1.128.880	6.906.985	479.382,62	2.890.261	3.874.000
8	2010	1.181.344	8.088.330	504.004,82	3.394.266	3.874.000
9	2011	1.236.145	9.324.475	529.765,01	3.924.031	3.874.000
10	2012	1.293.385	10.617.860	556.713,76	4.480.745	3.874.000

Pada Gambar 5.4 terlihat tahun berakhirnya umur TPA tanpa optimalisasi yaitu pada awal tahun 2006 dan tahun berakhirnya umur TPA dengan optimalisasi yaitu pada awal tahun 2011.



**Gambar 5.4 Grafik Peningkatan Umur TPA (Pemadatan 70%)**

### **5.1.9 Prediksi Komponen sampah terpilah tanpa dan dengan optimalisasi**

Sudah dihitung besarnya volume komponen sampah terpilah, baik tanpa optimalisasi maupun dengan optimalisasi, dengan demikian dapat dihitung prediksi volume komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi dan prediksi volume komponen sampah terpilah dengan optimalisasi.

#### **1. Prediksi volume komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi.**

Volume komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi diambil dari Tabel 5.13 dan besarnya pertumbuhan komponen sampah rerata diambil dari Tabel 5.5. Dengan dua besaran tersebut dapat dihitung prediksi volume komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi. Tabel 5.26 memperlihatkan hasil perhitungan prediksi volume komponen sampah terpilah tanpa optimalisasi.

#### **2. Prediksi volume komponen sampah terpilah dengan optimalisasi**

Volume komponen sampah terpilah dengan optimalisasi diambil dari Tabel 5.15, sedangkan besarnya pertumbuhan komponen sampah rerata diambil dari Tabel 5.5. Dengan dua besaran tersebut dapat dihitung prediksi volume komponen sampah terpilah dengan optimalisasi. Tabel 5.27 memperlihatkan hasil perhitungan prediksi volume komponen sampah terpilah dengan optimalisasi.

### **5.1.10 Analisis ekonomi dan pengurangan biaya O & P**

Konsep yang diajukan untuk penanganan pemilahan sampah ada 2 (dua), yaitu konsep penanganan pemilahan sampah tanpa optimalisasi dan konsep pemilahan sampah dengan optimalisasi. Konsep penanganan pemilahan sampah tanpa optimalisasi melibatkan PD Kebersihan untuk komposting, para pemulung untuk daur ulang sampah kering dan produsen tahu untuk makanan ternak. Sedangkan konsep pemilahan sampah dengan optimalisasi, langsung ditangani seluruhnya oleh PD Kebersihan, dimana para pemulung dilibatkan sebagai buruh lepas yang diberi upah untuk pekerjaan pemilahan sampah kering. Pembuangan sampah/ampas tahu ditangani oleh PD Kebersihan, dengan memberikan imbalan kepada produsen tahu sesuai harga pasar.

Data harga jual untuk masing masing komponen sampah diperoleh dari hasil survei lapangan. Untuk harga jual komponen sampah kering diperoleh dari "Bandar Lapak" (Penadah), dan untuk harga jual kompos diperoleh dari PD. Kebersihan Kota Bandung. Sedangkan harga jual kompenen sampah untuk makanan ternak (ampas tahu) diperoleh dari produsen tahu. Tabel 5.28 memperlihatkan harga jual per kg. komponen sampah.

**Tabel 5.16 Volume Komponen Sampah Terpilah dengan Optimalisasi**

No.	Komponen Sampah	Banyaknya Sampah (m <sup>3</sup> /hr)	Faktor Optimalisasi *) (%)	Optimalisasi Sampah Terpilah (m <sup>3</sup> /hr)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3) x (4)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	674	50	337,00
2	Kaca	94	65	61,10
3	Plastik	368	50	184,04
4	Karet	263	50	131,46
5	Logam	61	20	12,20
6	Kain/Tekstil	110	50	55,00
7	Lain-lain	800	30	240,00
	Jumlah	2.370		1.020,80
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	1.942	10	194,20
2	Makanan Ternak (Ampas Tahu)	2.157	10	215,70
	Jumlah	4.099		409,90
	<b>Total I + II</b>	6.469		<b>1.430,70</b>

Catatan:

\*) Tchobanuglous, 1993.

Faktor optimalisasi tersebut dapat dicapai dengan melakukan usaha-usaha sebagai berikut:

- Menambah tenaga (man) sesuai dengan keahlian yang diperlukan
- Menambah peralatan machine antara lain seperti alat berat (bulldozer, excavator, vibrator), mesin pemilah sampah, mesin pemotong/perancah bahan kompos.
- Meningkatkan pemilahan macam dan volume komponen sampah (material) yang dapat didaur ulang, dimanfaatkan kembali, dibuat kompos dan makanan ternak.
- Menata kembali pengelolaan (manajemen) pembuangan sampah mulai dari sumbernya sampai dengan tempat pembuangan akhir.
- Memperbaiki metode untuk peningkatan teknik pengolahan sampah.

Besarnya sampah terpilah dengan optimalisasi ini diprediksikan untuk 10 (sepuluh) tahun ke depan. Tabel 5.17 memperlihatkan hasil prediksi sampah terpilah dengan optimalisasi .

Data harga jual tiap komponen sampah yang dapat didaur ulang diambil dari Lampiran 6.

**Tabel 5.28 Harga Jual Tiap Komponen Sampah yang Dapat Didaur Ulang**

No.	Komponen Sampah	Harga Jual (Rp./kg)	Keterangan
I	Sampah Kering		
1	Kertas	150	Harga bandar lapak
2	Karton	200	Harga bandar lapak
3	Plastik		Harga bandar lapak
	a. Tebal	600	Harga bandar lapak
	b. Tipis	1500	Harga bandar lapak
4	Kain/Tekstil	200	Harga bandar lapak
5	Karet	150	Harga bandar lapak
6	Kulit	200	Harga bandar lapak
7	Kaca	140	Harga bandar lapak
8	Aluminium	7000	Harga bandar lapak
9	Kuningan	7000	Harga bandar lapak
10	Tembaga	7000	Harga bandar lapak
11	Logam lainnya		Harga bandar lapak
	a. Kaleng	200	Harga bandar lapak
	b. Besi	300	Harga bandar lapak
II	Sampah Basah		
12	Kompos	350	Harga pasar
13	Makanan Ternak	135	Harga pasar

Sumber: Hasil survey lapangan, 2003.

Besarnya harga jual per kg. material/komponen sampah hasil daur ulang dianggap tetap sampai berakhirnya umur TPA. Hal ini dikarenakan adanya kesulitan di dalam memprediksi dan perubahan harga jual tersebut, banyak sekali factor yang mempengaruhi perubahan nilai harga jual tersebut.

### 1. Nilai ekonomi material hasil daur ulang tanpa optimalisasi

Hasil perhitungan penjualan sampah terpilah tanpa optimalisasi diambil dari Lampiran 10. Volume material hasil daur ulang tanpa optimalisasi m<sup>3</sup>/hari dirubah menjadi kg/hari. Tabel 5.29 memperlihatkan hasil perhitungan nilai jual material hasil daur ulang tanpa optimalisasi tahun 2003. Sedangkan Tabel 5.30 memperlihatkan hasil

perhitungan nilai jual material hasil daur ulang tanpa optimalisasi akhir tahun 2005 (tahun berakhirnya umur TPA).

**Tabel 5.29 Penjualan Material Hasil Daurlang Tanpa Optimalisasi per Hari Tahun 2003**

No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Harga Jual (Rp/kg)	Jumlah Harga (Rp)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	28.879,17	150	4.331.875
2	Kaca	174,70	140	24.458
3	Plastik	508,07	1050	533.469
4	Karet	64,01	150	9.602
5	Logam	747,72	4300	3.215.180
6	Kain	191,73	200	38.346
7	Lain-lain	15.648,67	200	3.129.734
	Jumlah I	46.214,06		11.282.664
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	1.974,68	350	691.139
2	Makanan Ternak (Ampas tahu)	2.193,30	135	296.096
			Jumlah II	987.235
<b>Jumlah I + II</b>				<b>12.269.899</b>

**Tabel 5.30 Penjualan Material Hasil Daurlang Tanpa Optimalisasi per Hari Tahun 2006**

No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Harga Jual (Rp/kg)	Jumlah Harga (Rp)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	25.761,72	150	3.864.258
2	Kaca	159,72	140	22.361
3	Plastik	460,47	1050	483.495
4	Karet	77,73	150	11.660
5	Logam	931,09	4300	4.003.699
6	Kain	231,70	200	46.341
7	Lain-lain	17.504,01	200	3.500.802
	Jumlah I	45.126,45		11.932.615
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	2.076,07	350	726.625
2	Makanan Ternak (Ampas tahu)	2.305,92	135	311.299
			Jumlah II	1.037.924
<b>Jumlah I + II</b>				<b>12.970.539</b>

## 2. Nilai ekonomi material hasil daur ulang dengan optimalisasi

Hasil perhitungan penjualan sampah terpilah dengan optimalisasi diambil dari Lampiran 10. Volume material hasil daur ulang dengan optimalisasi  $m^3$ /hari dirubah menjadi kg/hari. Tabel 5.31 memperlihatkan hasil perhitungan nilai jual material hasil daur ulang dengan optimalisasi tahun 2003. Sedangkan Tabel 5.32 memperlihatkan hasil perhitungan nilai jual material hasil daur ulang dengan optimalisasi awal tahun 2010 (tahun berakhirnya umur TPA).

**Tabel 5.31 Penjualan Material Hasil Daur Ulang dengan Optimalisasi per Hari Tahun 2003**

No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Harga Jual (Rp/kg)	Jumlah Harga (Rp)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	29.102,50	150	4.365.375
2	Kaca	9.499,86	140	1.329.980
3	Plastik	11.698,10	1050	12.283.005
4	Karet	18.197,55	150	2.729.632
5	Logam	4.199,05	4300	18.055.896
6	Kain	3.847,36	200	769.471
7	Lain-lain	39.909,03	200	7.981.807
	Jumlah I	116.453,44		47.515.166
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	56.927,23	350	19.924.529
2	Makanan Ternak (Ampas tahu)	63.252,92	135	8.539.145
			Jumlah II	28.463.674
<b>Jumlah I + II</b>				<b>75.978.840</b>

**Tabel 5.32 Penjualan Material Hasil Daur Ulang dengan Optimalisasi per Hari Tahun 2006**

No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Harga Jual (Rp/kg)	Jumlah Harga (Rp)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	25.960,94	150	3.894.142
2	Kaca	8.685,34	140	1.215.948
3	Plastik	10.602,25	1050	11.132.362
4	Karet	22.097,51	150	3.314.626
5	Logam	5.228,86	4300	22.484.080
6	Kain	4.649,50	200	929.899
7	Lain-lain	44.640,74	200	8.928.148
	Jumlah I	121.865,14		51.899.205
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	59.850,12	350	20.947.542
2	Makanan Ternak (Ampas tahu)	66.500,61	135	8.977.582
			Jumlah II	29.925.124
<b>Jumlah I + II</b>				<b>81.824.329</b>

**Tabel 5.33 Penjualan Material Hasil Daur Ulang dengan Optimalisasi per Hari Tahun 2011**

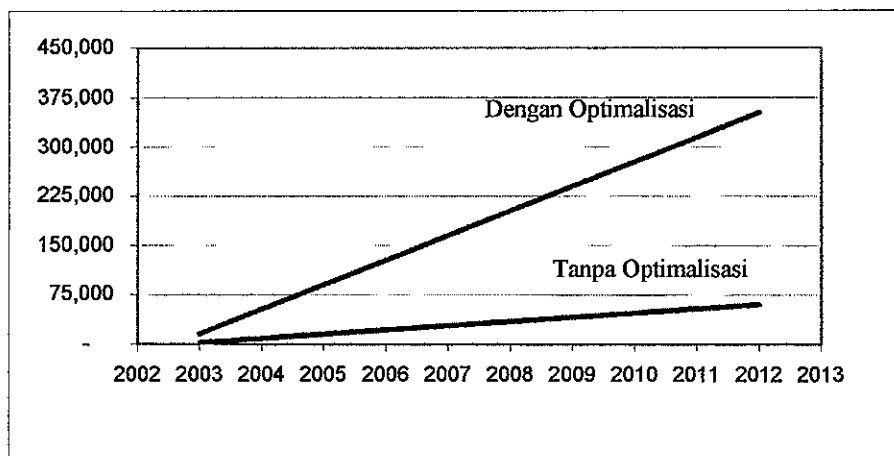
No.	Komponen Sampah	Berat Sampah Terpilah (kg/hari)	Harga Jual (Rp/kg)	Jumlah Harga (Rp)
I	Sampah Kering			
1	Kertas	21.460,38	150	3.219.058
2	Kaca	7.480,03	140	1.047.204
3	Plastik	8.999,17	1050	9.449.129
4	Karet	30.541,76	150	4.581.265
5	Logam	7.536,45	4300	32.406.735
6	Kain	6.374,98	200	1.274.996
7	Lain-lain	53.806,11	200	10.761.223
	Jumlah I	136.198,89		62.739.609
II	Sampah Basah			
1	Bahan Kompos	65.058,90	350	22.770.614
2	Makanan Ternak (Ampas tahu)	72.288,18	135	9.758.904
			Jumlah II	32.529.518
<b>Jumlah I + II</b>				<b>95.269.127</b>

### 3. Nilai Ekonomi Kumulatif Hasil Penjualan Material Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi

Dari hasil perhitungan harga jual material terpilah untuk masing-masing komponen sampah tanpa dan dengan optimalisasi dapat dilihat pada lampiran 9. Adapun ringkasan dari lampiran 9, dapat dilihat pada Tabel 5.34.

**Tabel 5.34 Nilai Ekonomi Kumulatif Material Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi**

No.	Tahun	Hasil Penjualan Material Terpilah (x Rp. 1 Juta)			
		Tanpa Optimalisasi		Dengan Optimalisasi	
		Tahunan	Kumulatif	Tahunan	Kumulatif
1	2003	4.479	4.479	27.732	27.732
2	2004	4.553	9.031	28.384	56.117
3	2005	4.638	13.669	29.095	85.211
4	2006	4.734	18.403	29.866	115.077
5	2007	4.843	23.246	30.702	145.779
6	2008	4.964	28.210	31.607	177.386
7	2009	5.099	33.308	32.584	209.969
8	2010	5.247	38.555	33.638	243.607
9	2011	5.410	43.966	34.773	278.380
10	2012	5.589	49.554	35.995	314.376



**Gambar 5.5 Grafik Nilai Ekonomi Kumulatif Material Terpilah (TO/DO)**

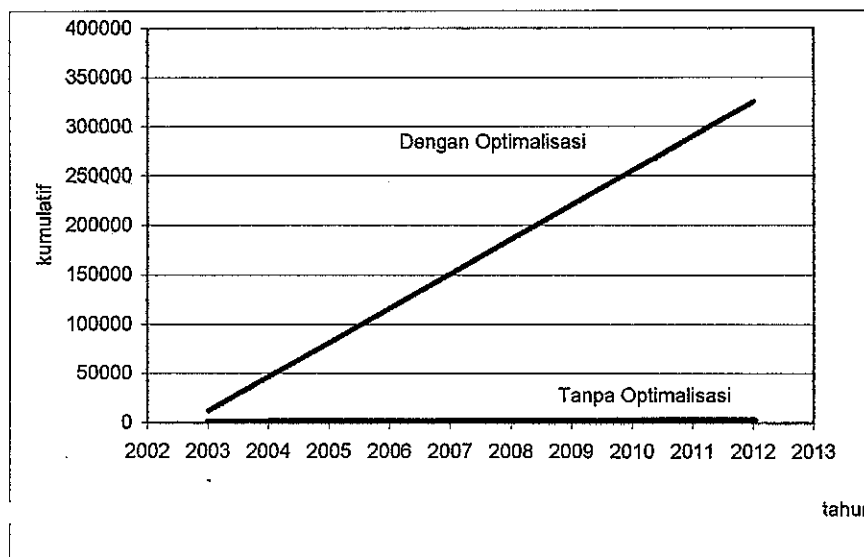
Berdasarkan grafik tersebut di atas terlihat besarnya nilai ekonomi kumulatif material terpilah dengan optimalisasi jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai ekonomi kumulatif tanpa optimalisasi.

#### 4. Pendapatan Kumulatif PD Kebersihan dari Hasil Penjualan Material Terpilah Tanpa dan Dengan Optimalisasi

Ringkasan lampiran 5, menghasilkan besaran pendapatan kumulatif PD Kebersihan dari hasil penjualan material terpilah tanpa dan dengan optimalisasi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.35.

**Tabel 5.35 Pendapatan Kumulatif PD Kebersihan dari Hasil Penjualan Material Terpilah Tanpa dan dengan Optimalisasi**

No.	Tahun	Hasil Penjualan Kumulatif (x Rp.1 Juta)			
		Tanpa Optimalisasi		Dengan Optimalisasi	
		Tahunan	Kumulatif	Tahunan	Kumulatif
1	2003	243	243	25.321	25.321
2	2004	237	480	26.713	52.034
3	2005	232	712	28.271	80.305
4	2006	227	939	30.013	110.318
5	2007	222	1.161	31.963	142.281
6	2008	217	1.378	34.143	176.424
7	2009	212	1.590	36.584	213.008
8	2010	207	1.797	39.315	252.323
9	2011	203	2.000	42.374	294.697
10	2012	198	2.198	45.801	340.498



**Gambar 5.6 Grafik Pendapatan Kumulatif PD Kebersihan**

Berdasarkan grafik tersebut di atas terlihat besarnya pendapatan kumulatif PD Kebersihan dari hasil penjualan material terpilah dengan optimalisasi jauh lebih besar dibandingkan dengan pendapatan kumulatif tanpa optimalisasi.

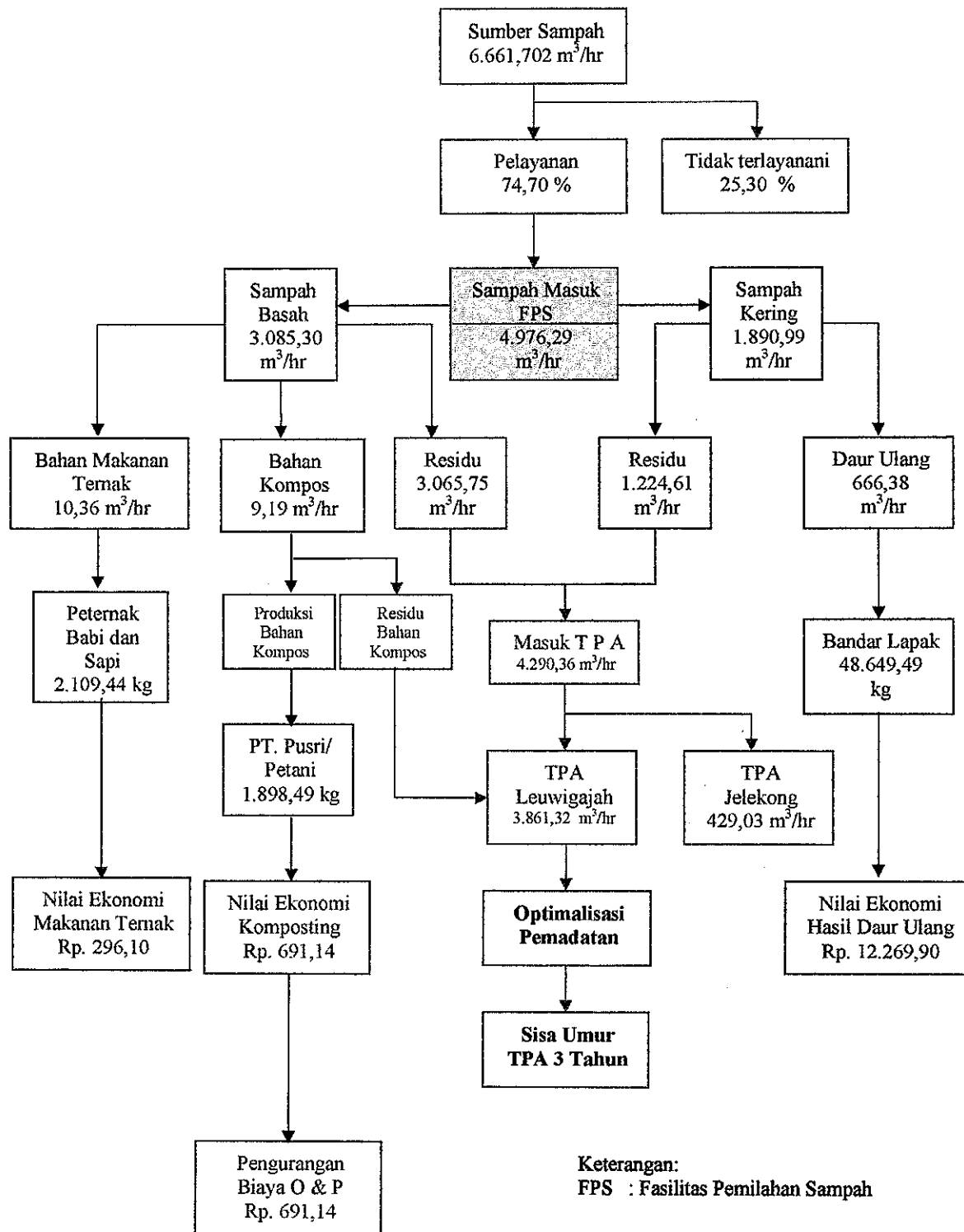
#### **5.1.11 Keseimbangan massa sampah hasil pengolahan tanpa dan dengan optimalisasi**

Gambaran keseluruhan hasil analisis data dan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 5.36 Resume Hasil Analisis Data Sampah Tanpa dan Dengan Optimalisasi dan Tabel 5.37 Resume Hasil Analisis Nilai Ekonomi Pengelolaan Sampah. Selanjutnya dapat digunakan untuk menggambarkan keseimbangan masa sampah hasil pengolahan tanpa dan dengan optimalisasi.

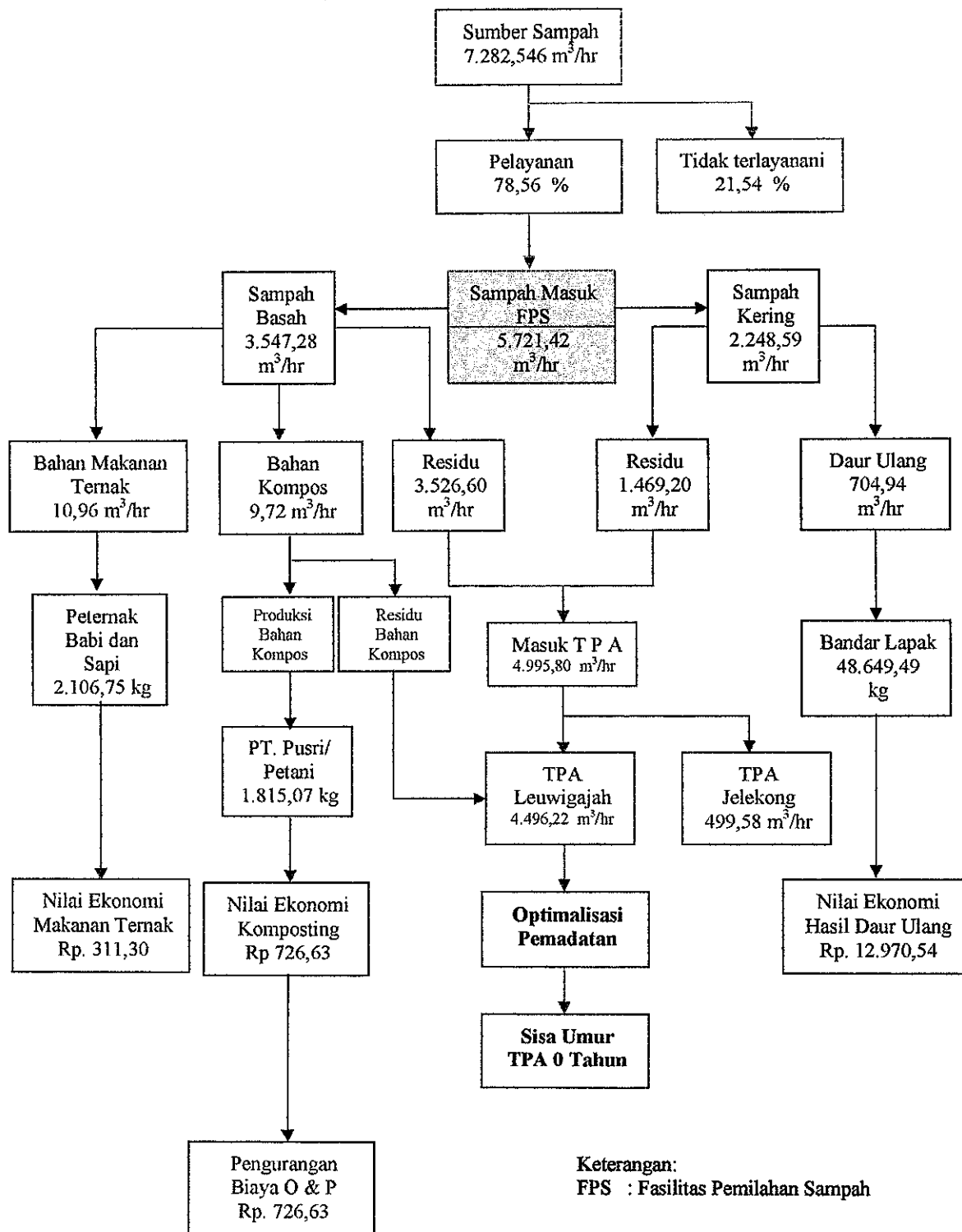
Keseimbangan massa sampah mulai masuk FPS sampai dengan masuk TPA dan yang didaur ulang digambarkan dalam bentuk diagram. Dalam diagram tersebut digambarkan juga besarnya nilai ekonomi dari hasil penjualan material yang didaur ulang.

Gambar 5.7 memperlihatkan keseimbangan massa sampah yang diolah tanpa optimalisasi tahun 2003, dan Gambar 5.8 memperlihatkan keseimbangan massa sampah yang diolah tanpa optimalisasi tahun 2006 (tahun berakhirnya umur TPA).

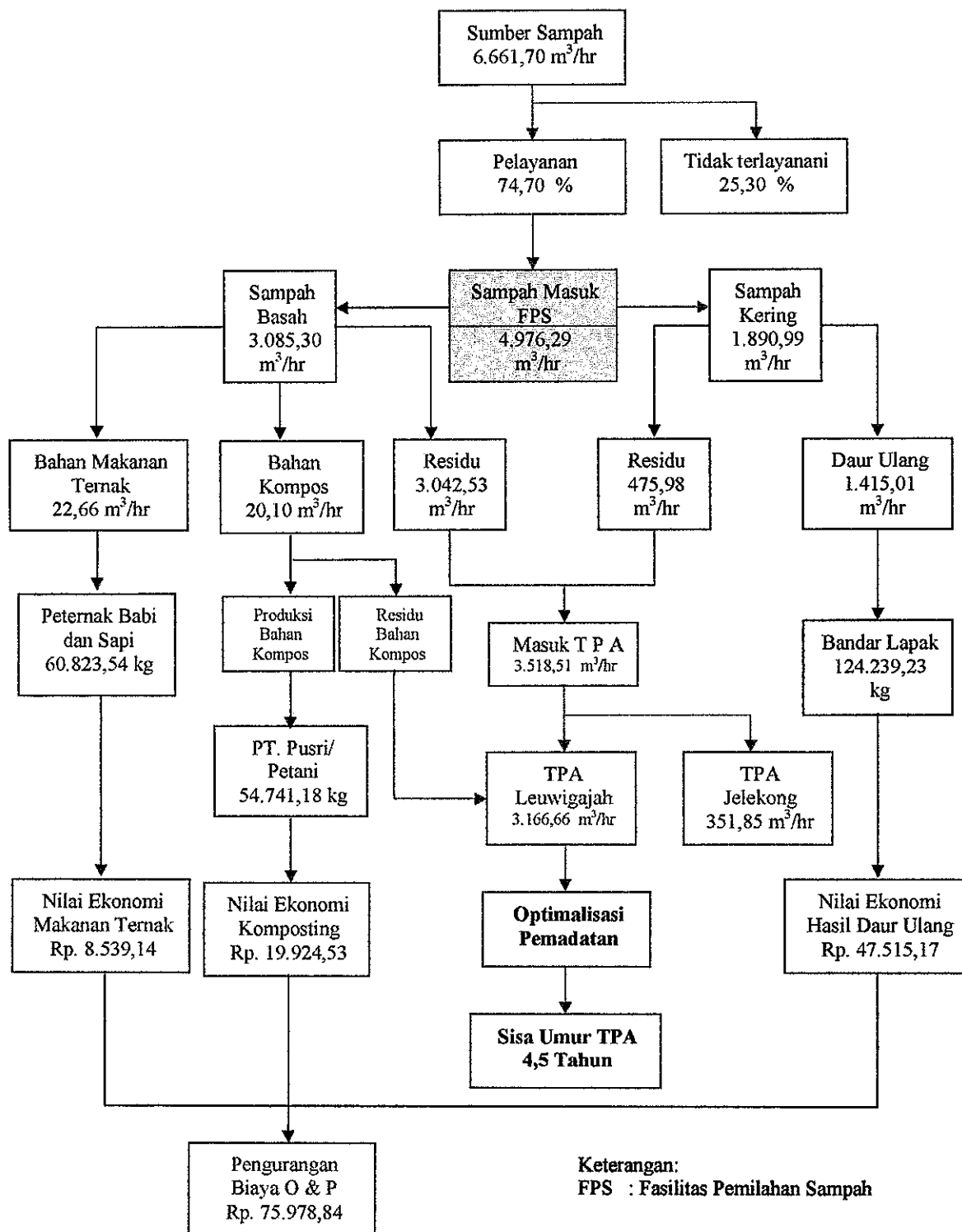
Sedangkan Gambar 5.9 memperlihatkan keseimbangan massa sampah yang diolah dengan optimalisasi tahun 2003. Gambar 5.10 memperlihatkan keseimbangan massa sampah yang diolah dengan optimalisasi tahun 2006 (pemadatan sampah 50%). Sedangkan Gambar 5.11 memperlihatkan keseimbangan massa sampah yang diolah dengan optimalisasi tahun 2011 (pemadatan sampah 70%).



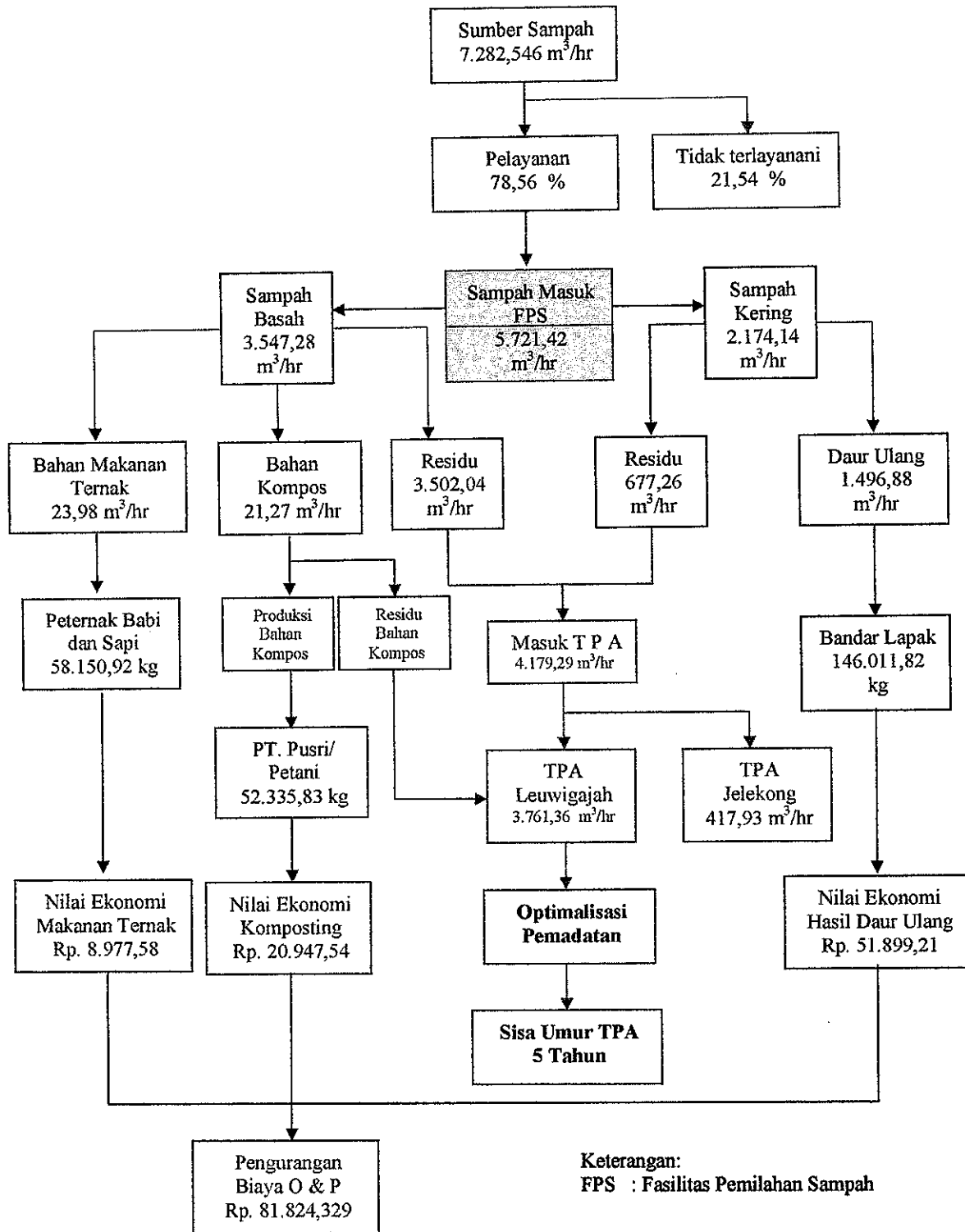
**Gambar 5.7 Keseimbangan Massa Sampah yang Diolah Tanpa Optimalisasi tahun 2003**



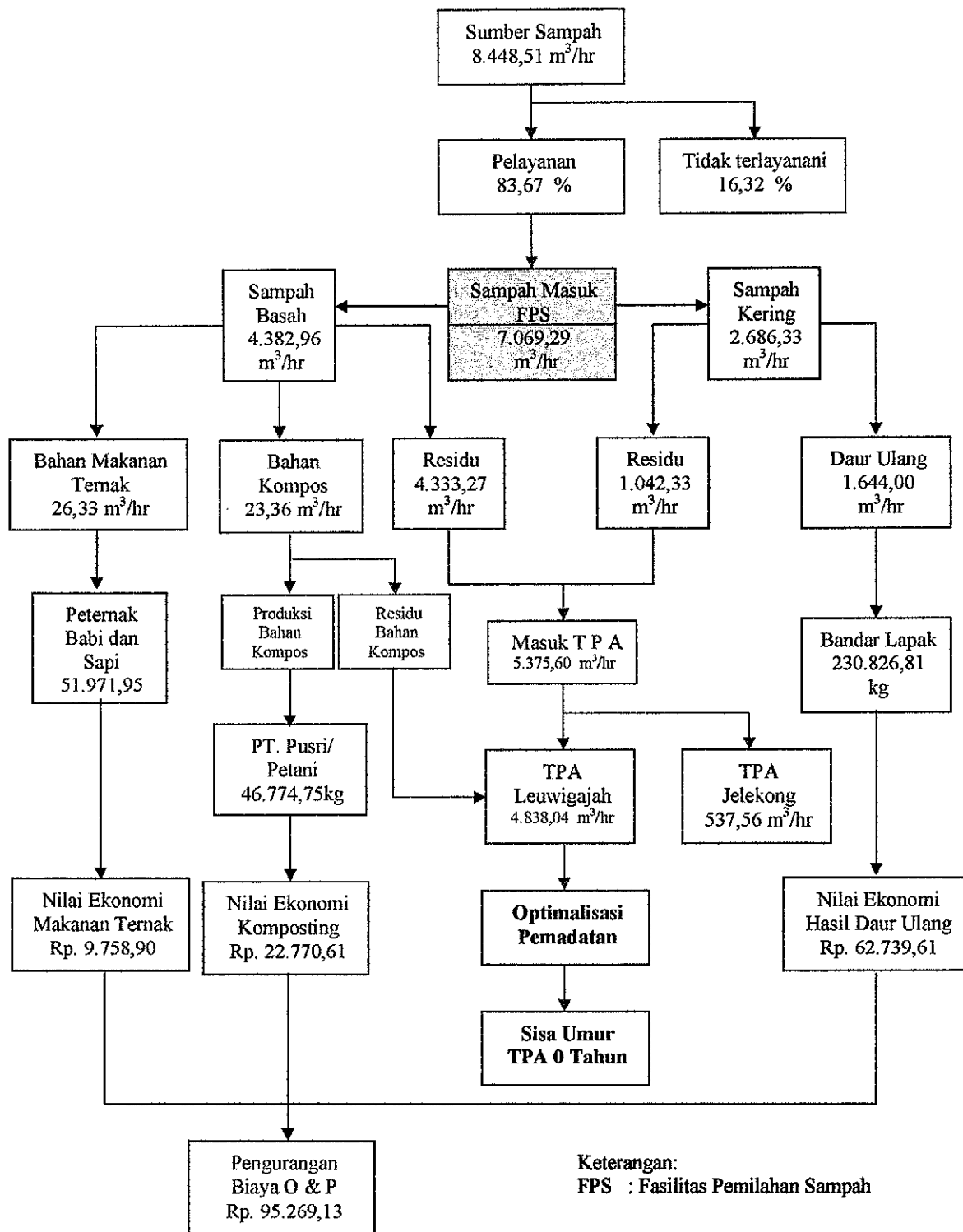
**Gambar 5.8 Keseimbangan Massa Sampah yang Diolah Tanpa Optimalisasi tahun 2006**



**Gambar 5.9 Keseimbangan Massa Sampah yang Diolah Dengan Optimalisasi tahun 2003**



**Gambar 5.10 Keseimbangan Massa Sampah yang Diolah Dengan Optimalisasi tahun 2006**



**Gambar 5.11 Keseimbangan Massa Sampah yang Diolah Dengan Optimalisasi tahun 2011**

## **5.2 Pembahasan Hasil Penelitian**

Hasil analisis data dapat memberikan gambaran tentang tingkat pertumbuhan sampah, besarnya volume timbulan sampah, besarnya volume sampah yang dapat didaur ulang, dijadikan kompos dan makanan ternak, residu sampah yang masuk ke TPA, peningkatan umur TPA dan besarnya nilai ekonomi hasil sampah yang didaur ulang, dibuat kompos dan makanan ternak.

### **5.2.1 Tingkat pertumbuhan timbulan sampah**

Hasil analisis pertumbuhan penduduk Kota Bandung cukup tinggi, yaitu sebesar 1,966%, ini akan menyebabkan bertambah besarnya jumlah penduduk, yaitu 2.182.684 jiwa pada tahun 2003 dan naik menjadi 2.600.715 jiwa pada tahun 2012. Sedangkan pertumbuhan PDRB sebesar 1,102% akan menghasilkan PDRB perkapita sebesar Rp. 2.981 juta. Dengan menggunakan besaran kedua pertumbuhan tersebut, maka diperoleh besarnya tingkat pertumbuhan timbulan sampah 1,102%.

Dari tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 2,759% dan pertumbuhan PDRB sebesar 1,893% maka dapat diprediksikan timbulan sampah dengan persamaan regresi  $Y = 3,754X_1 + 0,0138X_2 - 3,966$  dengan nilai  $R^2 = 0,888$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa dengan bertambahnya penduduk dan PDRB, maka akan meningkatkan besarnya pertumbuhan timbulan sampah.

### **5.2.2 Volume timbulan sampah**

Dari hasil perhitungan prediksi timbulan sampah per kapita diperoleh nilai yang cukup besar, yaitu 3,052 l/or/hr pada tahun 2003 naik menjadi 3,346 l/or/hr pada tahun 2012. Dengan timbulan sampah per kapita yang cukup besar ditambah jumlah penduduk yang semakin besar, akan menghasilkan timbulan sampah yang semakin besar pula.

Volume timbulan sampah Kota Bandung pada tahun 2003 sebesar 6.466,747 m<sup>3</sup>/hari naik menjadi 8.703,207 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Kenaikan volume timbulan sampah yang signifikan ini akan memerlukan penambahan prasarana dan sarana pengelolaan sampah. Khususnya bagi prasarana tempat pembuangan akhir sampah, akan lebih cepat penuhnya.

### **5.2.3 Volume sampah masuk FPS**

Dengan tingkat pelayanan sampah 74,70%, dihasilkan besarnya volume sampah masuk FPS pada tahun 2003 sebesar 4.976,292 m<sup>3</sup>/hari naik menjadi 7.374,796 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Sampah masuk FPS tersebut dinilai masih cukup besar, sehingga memerlukan usaha untuk mereduksi atau mengurangi sampah sebelum masuk ke TPA. Usaha yang bisa dilakukan antara lain berupa optimalisasi pengolahan/pemilahan sampah yang bisa didaur ulang, dijadikan bahan kompos dan makanan ternak, serta sampah residu/sisa yang sudah tidak bisa lagi dimanfaatkan.

### **5.2.4 Sampah terpilah**

Optimalisasi sampah terpilah yang bisa didaur ulang, dijadikan kompos dan makanan ternak adalah sebesar 1.457,778 m<sup>3</sup>/hari, jauh lebih besar jika dibandingkan dengan sampah terpilah tanpa optimalisasi yaitu hanya 686,522 m<sup>3</sup>/hari. Jadi usaha optimalisasi pemilahan sampah cukup signifikan dapat mengurangi volume timbulan sampah.

### **5.2.5 Sampah residu masuk TPA**

Sampah residu masuk TPA Leuwigajah tanpa optimalisasi adalah 3.860,792 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003, naik menjadi 6.562,077 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Sampah residu yang masuk TPA tersebut masih cukup besar, hal ini dikarenakan volume sampah yang terpilah tanpa optimalisasi relatif masih kecil.

Sampah residu masuk TPA Leuwigajah dengan optimalisasi adalah 3.166,662 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003 naik menjadi 5.084,144 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Lebih kecil jika dibandingkan dengan sampah residu tanpa optimalisasi.

### **5.2.6 Volume sampah residu setelah dipadatkan**

Volume sampah residu tanpa optimalisasi setelah dipadatkan adalah 2.316,475 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003, naik menjadi 3.543,521 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Volume sampah residu setelah dipadatkan 50% dengan optimalisasi adalah 1.720,454 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003, naik menjadi 2.542,072 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012.

Sedangkan volume sampah residu setelah dipadatkan 70% dengan optimalisasi adalah 949,999 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003, naik menjadi 1,525,243 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012.

Ternyata volume sampah residu setelah dipadatkan dengan optimalisasi lebih kecil jika dibandingkan dengan volume sampah residu setelah dipadatkan tanpa optimalisasi.

### **5.2.7 Peningkatan Umur TPA**

Umur TPA tanpa optimalisasi akan berakhir pada tahun 2006. Setelah diadakan optimalisasi dengan pemadatan sampah 50%, umur TPA akan berakhir pada akhir tahun 2007. Jadi optimalisasi pengolahan sampah dengan pemadatan 50% signifikan dapat meningkatkan umur TPA  $\pm 2$  tahun. Akan tetapi setelah diadakan optimalisasi dengan pemadatan sampah 70%, umur TPA akan berakhir pada awal tahun 2011. Jadi optimalisasi pengolahan sampah dengan pemadatan 70%, cukup besar dan signifikan dapat meningkatkan umur TPA  $\pm 5$  tahun.

### **5.2.8 Analisa ekonomi**

Jumlah nilai penjualan komponen sampah tanpa optimalisasi adalah Rp. 12.269.899 pada tahun 2003, naik menjadi Rp. 12.970.539 pada tahun 2006. Jumlah nilai penjualan komponen sampah dengan optimalisasi adalah Rp. 75.978.840 pada tahun 2003, naik menjadi Rp. 81.824.329 pada tahun 2006. Sedangkan pada tahun 2011 (tahun berakhirnya umur TPA) naik lagi menjadi Rp. 95.269.127.

Pengurangan biaya O&P dari hasil penjualan sampah terpilah tanpa optimalisasi pada tahun 2003 sebesar Rp. 691.140 naik menjadi Rp. 726.630 pada tahun 2006. Sedangkan pengurangan biaya O&P hasil penjualan sampah terpilah dengan optimalisasi pada tahun 2003 sebesar Rp. 75.978.840 dan pada tahun 2006 Rp. 81.824.329 bertambah lagi pada tahun 2011 menjadi Rp. 95.269.130.

Jadi dengan usaha optimalisasi pengolahan sampah cukup besar dan signifikan dapat meningkatkan nilai ekonomi sampah yang dapat didaur ulang dan dibuat kompos serta dibuat makanan ternak. Selain mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, hasil penjualan sampah yang dapat didaur ulang dan dibuat kompos serta dibuat makan ternak tersebut akan bisa mengurangi besarnya biaya operasi dan pemeliharaan pengelolaan sampah Kota Bandung.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah selesainya pelaksanaan penelitian, maka dapat diambil kesimpulan dan saran saran.

#### 6.1 Kesimpulan

1. Persamaan tingkat pertumbuhan timbulan sampah  $Y = 3,754X_1 + 0,0138X_2 - 3,966$ . Dengan persamaan tersebut diperoleh besarnya tingkat pertumbuhan timbulan sampah per tahun 1,03 %. Selanjutnya diperoleh prediksi pertumbuhan timbulan sampah per kapita, yaitu sebesar 3,052 l/or/hr pada tahun 2003 naik menjadi 3,346 l/or/hr pada tahun 2012.

Berdasarkan hasil prediksi penduduk dan PDRB serta pertumbuhan sampah per kapita diperoleh besarnya timbulan sampah Kota Bandung, yaitu 6.661,747 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003 naik menjadi 8.703,207 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2012. Timbulan sampah tersebut dinilai cukup besar.

2. Residu sampah setelah dipadatkan tanpa optimalisasi yang masuk ke dalam TPA masih terlalu besar, yaitu 2.316,475 m<sup>3</sup>/hari, sehingga umur TPA hanya tinggal 3 tahun saja. Apabila dilakukan optimalisasi pengolahan sampah (daur ulang, komposting dan pembuatan makanan ternak), maka residu sampah setelah dipadatkan (50%) yang masuk ke dalam TPA menjadi berkurang, yaitu sebesar 1.583,331 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003 dan 1.880,682 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2006 (tahun berakhirnya umur TPA). Umur TPA meningkat menjadi 5 (lima) tahun.

Sedangkan apabila dilakukan optimalisasi pengolahan sampah dan pematatannya 70%, maka residu sampah yang masuk ke dalam TPA menjadi berkurang, yaitu 949,999 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2003 dan 1.525,243 m<sup>3</sup>/hari pada tahun 2011 (tahun berakhirnya umur TPA). Umur TPA meningkat menjadi 8 (delapan) tahun.

Jadi usaha optimalisasi pengolahan sampah positif dan signifikan dapat meningkatkan umur TPA.

3. Nilai ekonomi hasil penjualan komponen sampah tanpa optimalisasi pada tahun 2003 adalah sebesar Rp. 12.269.899 meningkat menjadi Rp. 12.970.539 pada tahun 2006 (tahun berakhirnya umur TPA)

Nilai ekonomi hasil penjualan komponen sampah dengan optimalisasi pada tahun 2003 adalah sebesar Rp. 75.978.840 meningkat menjadi Rp. 81.824.329 dan meningkat lagi

menjadi Rp. 95.269.127 pada tahun 2011 (tahun berakhirnya umur TPA). Peningkatan pendapatan hasil penjualan komponen sampah ini akan dapat mengurangi biaya operasional pengelolaan TPA.

Jadi usaha optimalisasi pengolahan sampah positif dan signifikan dapat mengurangi biaya O & P.

## 6.2 Saran

1. Melihat timbulan sampah kota Bandung yang relatif besar, yaitu 6.661,747 m<sup>3</sup>/hari – 9.765,250 m<sup>3</sup>/hari, tentu akan mengakibatkan cepat penuhnya TPA yang ada. Padahal TPA yang masih beroperasi saat ini tinggal 2 lokasi lagi, yaitu TPA Leuwigajah dan TPA Jelesong, itupun kapasitasnya sudah mulai berkurang.  
Disarankan agar Pemerintah Daerah/PD Kebersihan Kota Bandung segera mencari lokasi TPA pengganti/tambahan. Pencarian tersebut harus segera dilakukan, mengingat sulitnya mencari lokasi TPA yang harus memenuhi persyaratan, ditambah mahal biaya pembebasan lahan, dan kadang-kadang terjadi penolakan oleh penduduk di sekitarnya.
2. Agar diperoleh hasil optimalisasi pengolahan sampah yang sesuai dengan yang diharapkan, disarankan untuk:
  - Melengkapi prasarana dan sarana untuk daur ulang, seperti lahan dan bangunan untuk pemilahan sampah serta peralatannya.
  - Membuat bangunan untuk pemrosesan dan gudang kompos berikut melengkapi peralatan yang diperlukan.
  - Menambah alat berat (*vehicle*) untuk optimalisasi pemadatan, seperti buldozer, excavator/back hoe, dan lain sejenisnya
3. Peningkatan perolehan nilai ekonomi dari hasil penjualan komponen sampah yang didaur ulang, dibuat kompos dan makanan ternak perlu dipertahankan. Karena akan membantu mengurangi biaya operasional pengolahan sampah. Disarankan untuk memperbaiki kinerja pengolahan sampah dan mengadakan pembinaan dalam pemasaran hasil produksi pengolahan sampah.
4. Diakui bahwa penelitian ini belum sempurna dan masih banyak kajian yang belum dibahas. Disarankan kepada yang berminat, baik mahasiswa maupun pihak-pihak terkait untuk mengadakan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriadji, Wied Harry , 1989, *Memproses Sampah*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Arikunto, Suharsimi, 1997, *Prosedur Penelitian*, Rineka Cipta, Jakarta.
- BPP Teknologi, 1997, *Manajemen Limbah Cair Industri*, Kumpulan Materi Lokakarya, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2002, *Kota Bandung Dalam Angka (Bandung City in Figures)*.
- Bappeda Kotamadya Daerah Tingkat II Bandung, 1994, *Laporan Akhir Design TPA Leuwigajah*.
- Chow, Ven Te, 1959, *Open Chanel Hydraulics*, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- \_\_\_\_\_, 1974, *Handbook of Applied Hydrology*, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Damanhuri, Enri, 1999, *Teknik Pembuangan Akhir Sampah*, Jurusan Teknik Lingkungan ITB.
- DPU, 1991a, *Standar Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA*, Yayasan LPMB, Bandung.
- \_\_\_\_\_, 1991b, *Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan*, Yayasan LPMB, Bandung.
- \_\_\_\_\_, 1991c, *Spesifikasi Timbunan Sampah Untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia*, Yayasan LPMB, Bandung.
- DPU, Direktorat Kesehatan Lingkungan Pemukiman, 1995a, *Materi Training PLP, Menunjang Program IUIDP/P3KT*.
- DPU, Direktorat Bina Tata Perkotaan dan Pedesaan, 1995b, *Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Sistem Perkotaan*.
- Dimitriou HT, 1989, *An Integrated Approach to Urban Infrastucture Development*, Ohio.
- Echols, John M., Shadily, Hasan, 2000, *Kamus Inggris-Indonesia*, PT Gramedia, Jakarta.
- Fair, Gordon Moskeew, Geyer, John Charles, Okun, Danil Alexander, 1971, *Elements of Water Supply and Wastewater Disposal*, John Wiley and Sons, New York.
- Furqon, 2002, *Statistik Terapan Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Grigg, Neil, 1986, *Urban Water Infrastucture (Planning, Management and Operations)*, John Willey & Sons, Inc., Canada.

- Grigg, Neil S., 1988, *Infrastructure Engineering and Management*, John Willey & Sons, Inc., USA.
- Hasbah, A., 1988, *Pengaruh Timbulan dan Karakteristik Sampah Terhadap Sistem Pewadahan dan Pengangkutan (Studi Kasus Kota Bandung)*, FTSP ITB.
- Hendersen, FM., 1966, *Opec Chanel Flow*, Mac Millan Publishing Co., Inc., New York.
- Hudson W. Roland, Hass Ralph, & Udin Waheed, 1997, *Infrastucture Management*, Mc. Graw Hill Co., New York.
- Husain, SK., 1981, *Text Book of Water Supply and Sanitary Engineering*, Mc.Graw Hill Co., New York.
- Kapoor Baljeet S., 1989, *Environmental Engineering on Overview*, Khana Publisher, Delhi.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2003, *Pedoman Umum Pemberian Insentif dalam Pendayagunaan Sampah Melalui Pengomposan*.
- Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasaran Wilayah No. 534/KPS/M/2001, *Pedoman Penentuan Standar Pelayanan Minimal Bidang Penataan Ruang, Perumahan, Pemukiman dan Pekerjaan Umum*.
- Kodoatie, Robert J., 1995, *Analisis Ekonomi Teknik*, Andi , Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2002, *Hidrolika Terapan*, Andi , Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2002, *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2003, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Krenkel, Peter, A., 2003, *Waste Treatment Methodology*, Nash Wille, Tennessee.
- Krynine, Dimitri, P., and Judd William, R., 1957, *Principles of Engineering Geology and Geotechnics*, McGraw Hill Book Company, USA.
- Lambe, T., William and Whitman, Robert, V., 1969, *Soil Mecanics.*, Wiley Eastern Private Limited, New Delhi.
- Linsley, Ray K., Prauzini, Joseph B., 1979, *Water Resources Enginering*, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Mustafid, 1999, *Statistik Terapan*, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Nemec, 1972, *Engineering Hydrology*, Mc.Graw Hill Publishing Company Limited, England.

- Paranoan, Deha, 1995, *Sistem Pengelolaan Sampah Perkotaan di Indonesia*, PPLP Jawa Tengah, Direktorat PLP, Ditjen Cipta Karya, DPU.
- Peavy Howard S., Rowe Donald R., Tchobanoglous Geore, 1985, *Environmental Engineering*, Mc Graw Hill, International Edition.
- Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Barat, Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya, *Evaluasi Pembangunan Prasarana Dasar Kota Bandung*.
- Perusahaan Daerah Kebersihan Kota Bandung, 2000, *Laporan Bulanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung*.
- \_\_\_\_\_, 2003, *Proposal Dalam Upaya Perbaikan Pelaksanaan TPA*.
- Purnama, I,Gede,Hari, dkk, 2003, *Studi Potensi Reduksi Sampah Di TPS Perumnas Monang Maning Kawasan Perumnas Monang Maning , Kota Denpasar*.
- Purwanto, Sri, 2001, *Optimalisasi Pemanfaatan Air Hujan Untuk Irigasi, Tesis Program MTS, Universitas Diponegoro*.
- Rukmana, Nana DW, Steinberg, Florian & Van der Hoff, 1993, *Manajemen Pembangunan Prasarana Perkotaan*, PT Pustaka LP3ES, Jakarta.
- Soemardi, Tresna, Muslim, Erlinda, Mutia, Sri, 2002, *Penentuan Lokasi Terbaik Penanganan Sampah di DKI Jakarta dengan Metode Analisis Hierachy Process*, Jurusan Teknik Industri FT UI.
- Sudjana, 1996, *Metode Statistik*, Tarsito, Bandung.
- Sugiyono, 2002, *Statistik Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.
- Suripin, 2003, *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Syafrudin, 1997, *Model Linear Peramalan Kebutuhan Lahan TPA Kota Brebes*, Jurusan Teknik Sipil – FT – UNDIP, Semarang.
- \_\_\_\_\_, 2003, *Pengelolaan Limbah, UKL Sampah*, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Tchobanoglous George, Theisen Hilary, Vigil Samuel, 1993, *Integrated Solid Waste Management*, Mc. Graw Hill Book Co., Singapore.
- Tim Koordinasi Pembangunan Perkotaan, 1989, *Petunjuk Penyusunan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu*.
- Universitas Dipenogoro, Program Pasca Sarjana, 2003, *Pedoman Penulisan Tesis Magister Teknik Sipil*, Undip, Semarang.

Varshney, R.S., 1974, *Engineering Hydrology*, New Chand & Bross, Roozkec.

Whitten Jeffrey L., Bentley Lonnie D., Dittman KC., 2001, *System Analysis and Design Method*, Mc Graw-Hill Higer Education, New York.

Widyatmoko, H., Sintorini, 2002, *Menghindari, Mengolah, dan Menyingkirkan Sampah*, Andi Tandur, Jakarta.

Wilson, David Gordon, 1972, *The Treatment and Management of Urban Solid Wastes*, Technomic Publishing Co., Westport.

Yayasan Bitari (Bina Bumi Lestari), 2004, *Proposal Kegiatan Kemitraan Pengolahan Sampah Organik untuk Produksi Kompos*.