



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI TIMBULAN DAN KOMPOSISI SAMPAH SEBAGAI
DASAR USULAN DESAIN UNIT PENGOLAHAN SAMPAH
JALAN RAYA TAJUR, KOTA BOGOR**

SKRIPSI

Sri Rachmawati Hidayah Siregar
0706275776

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI TIMBULAN DAN KOMPOSISI SAMPAH SEBAGAI
DASAR USULAN DESAIN UNIT PENGOLAHAN SAMPAH
JALAN RAYA TAJUR, KOTA BOGOR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Sri Rachmawati Hidayah Siregar
0706275776

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sri Rachmawati Hidayah Siregar

NPM : 0706275776

Tanda tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Sri Rachmawati Hidayah Siregar
NPM : 0706275776
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Sebagai
Dasar Usulan Desain Unit Pengolahan Sampah
Jalan Raya Tajur, Kota Bogor

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono SE. M.Eng ()
Pembimbing : Ir. Irma Gusniani M.Sc ()
Penguji : Ir. Elkhobar M N, M.Eng ()
Penguji : Dr. Nyoman Suwartha, ST, M.Agr ()

Ditetapkan di :

Tanggal :

VALIDATION SHEET

This thesis submitted by :
Name : Sri Rachmawati Hidayah Siregar
Student Number : 0706275776
Study Program : Environmental Engineering
Title : Study of Waste Generation and Composition for
the Basis of Design Material Recovery Facilities at
Highway Tajur, Bogor

It has been successfully defended before the Council of Examiners and was accepted as part of the requirements necessary to obtain a Bachelor of Engineering degree in Environmental Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

BOARD OF EXAMINERS

Adviser : Dr. Ir. Djoko M. Hartono SE. M.Eng ()
Adviser : Ir. Irma Gusniani M.Sc ()
Examiner : Ir. Elkhobar M N, M.Eng ()
Examiner : Dr. Nyoman Suwartha, ST, M.Agr ()

Defined in :

Date :

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik urusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

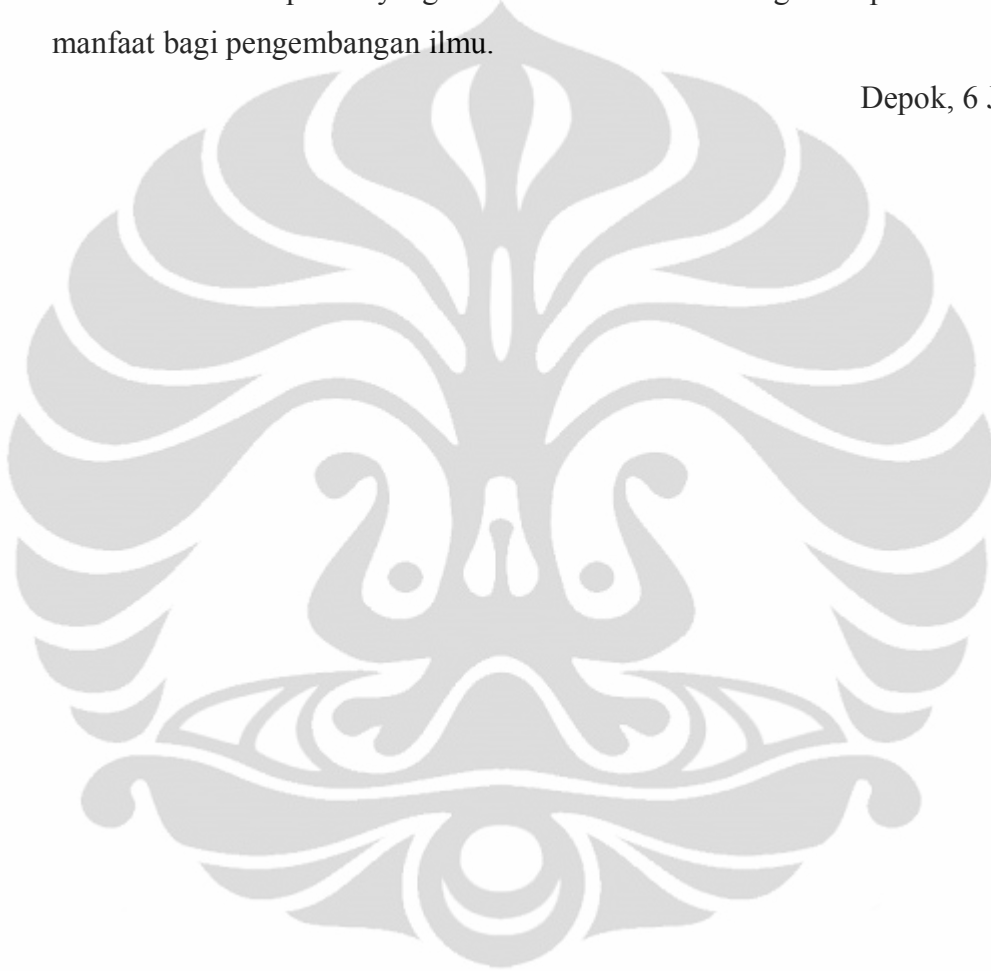
1. Dr. Ir. Djoko M. Hartono SE, M.Eng, selaku dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. Ir. Irma Gusniani M.Sc, selaku dosen pembimbing 2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak Abdul Hakim, selaku Kepala Bidang Kebersihan Dinas Kebersihan dan Pertamanan yang telah memberikan izin melakukan penelitian di Dinas Kebersihan dan Pertamanan;
4. Bapak Heri dan Bapak Hendra yang telah membantu dalam hal koordinasi di Dinas Kebersihan dan Pertamanan;
5. Bapak-bapak dan Ibu-ibu Kecamatan Bogor Timur dan Kecamatan Bogor Selatan, serta kelurahan-kelurahan area sekitar Jalan Raya Tajur;
6. Bapak Asep dan seluruh petugas di Unit Pengolahan Sampah Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan yang telah membantu dalam proses pengambilan data;
7. Bapak-bapak dan Ibu-ibu yang menjadi objek pengambilan data sampah;
8. Orang tua, kakak-kakak dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
9. Eka, Hanip, Gina, Gita, Osha dan teman-teman Teknik Lingkungan 2007 atas inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini;

10. Eti, Dinya, Siti, Puji dan teman-teman kosan yang menemani tahap-tahap penyusunan skripsi ini;
11. Sahabat yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 6 Juni 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Rachmawati Hidayah Siregar

NPM : 0706275776

Program Studi : Teknik Lingkungan

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul

Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Sebagai Dasar Usulan Desain Unit Pengolahan Sampah Jalan Raya Tajur, Kota Bogor

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(Sri Rachmawati Hidayah Siregar)

ABSTRAK

Nama : Sri Rachmawati Hidayah Siregar
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Sebagai Dasar Usulan
Desain Unit Pengolahan Sampah Jalan Raya Tajur, Kota Bogor

Penelitian ini membahas timbulan dan komposisi sampah di area Jalan Raya Tajur meliputi perumahan, toko, dan sekolah. Penelitian ini bersifat kuantitatif dan menjadi dasar usulan desain unit pengolahan sampah. Hasil penelitian menyatakan timbulan sampah saat ini mencapai 0,38 kg/orang/hari meliputi 0,24 kg/orang/hari timbulan perumahan, 0,13 kg/orang/hari timbulan toko dan 0,01 kg/orang/hari timbulan sekolah atau 3,05 liter/orang/hari meliputi 1,60 liter/orang/hari timbulan perumahan, 1,20 liter/orang/hari timbulan toko dan 0,25 liter/orang/hari timbulan sekolah.

Komposisi sampah perumahan area Jalan Raya Tajur terdiri dari 51,7% sisa makanan dan debu, 16,7% pampers dan sterofoam, 15,6% plastik, 6,0% kertas, 4,2% kardus, 2,3% tekstil, 1,4% kaca, 1,1% logam dan kaleng, serta 0,9% karet. Komposisi sampah toko area Jalan Raya Tajur terdiri dari 29,65% plastik, 24,70% kardus, 22,29% kaca, 11,92% kertas, 8,17% sisa makanan dan debu, 1,63% tekstil serta 1,63% kayu. Komposisi sampah sekolah area Jalan Raya Tajur terdiri dari 47,88% plastik, 21,24% kertas, 15,30% sisa makanan dan debu, 6,31% kayu, 4,57% kardus, 1,72% karet, 1,29% tekstil, 0,91% logam dan kaleng, serta 0,79% pampers dan sterofoam.

Unit pengolahan sampah didesain dengan kapasitas proyeksi tahun 2030 yaitu 14 ton/hari atau 91 m³/hari dan mampu mengelola sampah dengan komposisi 48,54% sisa makanan dan debu, 17,04% plastik, 15,43% pampers dan sterofoam, 6,62% kertas, 5,38% kardus, 2,58% kaca, 2,29% tekstil, 1,07% logam dan kaleng, 0,86% karet, serta 0,21% kayu. Total luas desain unit pengolahan sampah mencapai 587,5 m² yang terdiri atas area penurunan muatan, area pemilahan, area pencacahan, area pengomposan, area penyaringan, area penyimpanan, dan area kantor.

Kata Kunci:

Timbulan sampah, komposisi sampah, Area Jalan Raya Tajur, unit pengolahan sampah.

ABSTRACT

Name : Sri Rachmawati Hidayah Siregar
Study Program : Environmental Engineering
Title : Study of Waste Generation and Composition for the Basis of
Design Material Recovery Facilities at Highway Tajur, Bogor

This study discusses the generation and composition of waste in the area of Highway Tajur include housing, shops, and schools. This research is quantitative and the basis for the proposed design of material recovery facilities. The results stated the solid waste currently are 0,38 kg/person/day includes 0,24 kg/person/day residential generation, 0,13 kg/person/day stores generation and 0,01 kg/person/day school generation or 3,05 liters/person/day includes 1,60 liters/person/day residential generation, 1,20 liters/person/day stores generation and 0,25 liters/person/day generation of school.

The composition of residential waste Tajur Road area consists of 51,7% food scraps and dust, 16,7% pampers and sterofom, 15,6% plastic, 6,0% paper, 4,2% cardboard, 2,3% textiles, 1,4% glass, 1,1% metal and tin, and 0,9% rubber. The composition of garbage store area Tajur Highway consists of 29,65%, plastic, 24,70% cardboard, 22,29% glass, 11,92% paper, 8,17% food scraps and dust, 1,63% textiles and 1,63% wood. The composition of school waste Tajur Road area consists of 47,88% plastic, 21,24% paper, 15,30% food scraps and dust, 6,31% wood, 4,57% cardboard, 1,72% rubber, 1,29% textiles, 0,91% metal and tin, and 0,79% pampers and sterofom.

Waste processing unit is designed with a capacity of 2030 projection is 14 tons/day or 91 m³/day, and manage the waste with a composition of 48,54% food scraps and dust, 17,04% plastic, 15,43% pampers and sterofom, 6,62% paper, 5,38% cardboard, 2,8% glass, 2,29% textiles, 1,07% tin and metal, 0,86% rubber, and 0,21% wood. Total area of waste processing unit design reaches 587,5 m² consisting of a tipping floor area, sorting area, enumeration area, composting area, screening area, storage area and office area.

Keywords:

Waste generation, waste composition, Area Highway Tajur, material recovery facilities.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1. Sampah.....	3
2.1.1. Terminologi Sampah.....	3
2.1.2. Sumber Timbulan Sampah	3
2.1.3. Karakteristik Sampah	5
2.1.4. Komposisi Sampah.....	7
2.1.5. Laju Timbulan Sampah	8
2.1.6. Perhitungan Kuantitas Sampah.....	9
2.2. Elemen Fungsional Pengelolaan Sampah	12
2.2.1. Timbulan Sampah	12
2.2.2. Penanganan Sampah, Pemisahan, Penyimpanan dan Pengolahan di Sumber.....	13
2.2.3. Pengumpulan	14
2.2.4. Pemindahan dan Pengangkutan	14
2.2.5. Pemisahan dan Pengolahan serta Perubahan Sampah.....	15
2.2.6. Pembuangan.....	15

2.3. <i>Material Recovery Facility</i> (MRF) Dan Unit Pengolahan Sampah (UPS).....	16
2.4. Metode Pengomposan.....	20
BAB 3 GAMBARAN UMUM KOTA BOGOR	25
3.1. Geografis	25
3.2. Demografis	26
3.3. Topografis	27
3.4. Klimatografis.....	28
3.5. Tata Guna Lahan	28
3.6. Sistem Pengelolaan Sampah Kota Bogor.....	29
3.6.1. Aspek Kelembagaan.....	29
3.6.2. Aspek Peraturan dan Pembiayaan.....	30
3.6.3. Aspek Teknis Operasional.....	31
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	36
4.1. Populasi Penelitian.....	36
4.2. Sampel Penelitian	38
4.3. Metode Pelaksanaan Penelitian	40
4.4. Kerangka Berfikir	42
4.5. Data Penelitian.....	43
4.6. Jadwal Penelitian	44
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	45
5.1. Hasil Timbulan Sampah.....	46
5.2. Hasil Komposisi Sampah	60
5.3. Proyeksi Timbulan Sampah	67
5.4. Proyeksi Komposisi Sampah.....	74
5.5. Analisa Proses di Unit Pengolahan Sampah	75
5.6. Analisa Kebutuhan Lahan Unit Pengolahan Sampah	78
5.7. Desain Unit Pengolahan Sampah	82
BAB 6 PENUTUP.....	84
6.1. Kesimpulan.....	84
6.2. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkiraan Kebutuhan Lahan MRF.....	17
Tabel 2.2. Perkiraan Kebutuhan Pekerja MRF.....	18
Tabel 3.1. Jumlah Pekerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor	30
Tabel 3.2. Fasilitas Pengangkutan Sampah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor.....	32
Tabel 3.3. Tempat Pengumpulan Sementara Sampah Kota Bogor	32
Tabel 4.1. Tabel Data Penelitian	43
Tabel 4.2. Jadwal Penelitian.....	44
Tabel 5.1. Data Sampel Perumahan.....	46
Tabel 5.2. Data Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter	47
Tabel 5.3. Data Terolah Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter	48
Tabel 5.4. Data Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 500 Liter	50
Tabel 5.5. Data Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter	52
Tabel 5.6. Data Terolah Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter	53
Tabel 5.7. Data Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 500 Liter ...	54
Tabel 5.8. Berat Jenis Timbulan Sampah Perumahan	56
Tabel 5.9. Timbulan Sampah Toko	57
Tabel 5.10. Timbulan Sampah Sekolah	58
Tabel 5.11. Timbulan Sampah Area Penelitian.....	59
Tabel 5.12. Komposisi Sampah Perumahan.....	61
Tabel 5.13. Persentase Komposisi Sampah Perumahan	62
Tabel 5.14. Komposisi Sampah Toko.....	64
Tabel 5.15. Komposisi Sampah Sekolah	65
Tabel 5.16. Persentase Komposisi Sampah Area Penelitian.....	66
Tabel 5.17. Proyeksi Penduduk Area Penelitian	68
Tabel 5.18. Proyeksi Timbulan Sampah Perumahan.....	69
Tabel 5.19. Proyeksi Tenaga Kerja Area Penelitian.....	70
Tabel 5.20. Proyeksi Timbulan Sampah Toko	71
Tabel 5.21. Proyeksi Murid Area Penelitian	72

Tabel 5.22. Proyeksi Timbulan Sampah Sekolah.....	73
Tabel 5.23. Total Timbulan Sampah Area Penelitian.....	73
Tabel 5.24. Berat Komponen Komposisi Sampah Area Penelitian Tahun 2030 ..	74
Tabel 5.25. Volume Komponen Komposisi Sampah Area Penelitian Tahun 2030	75
Tabel 5.26. Sampah Area Penelitian Tahun 2030	75
Tabel 5.27. Total Kebutuhan Lahan Unit Pengolahan Sampah	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sketsa Keseimbangan Material untuk Menentukan Timbulan Sampah.....	11
Gambar 2.2. Hubungan Tiap Fungsi Elemen dalam Sistem Manajemen Limbah	12
Gambar 3.1. Peta Kota Bogor.....	25
Gambar 3.2. Grafik Tren Kependudukan Kota Bogor.....	26
Gambar 3.3. Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Bogor	27
Gambar 3.4. Denah Unit Pengolahan Sampah Kantor DKP Kota Bogor.....	33
Gambar 4.1. Populasi dan Sampel.....	36
Gambar 4.2. Populasi Target Penelitian.....	37
Gambar 4.3. Populasi Terjangkau	38
Gambar 4.4. Kerangka Pemikiran Penelitian	42
Gambar 5.1. Lokasi Pengambilan Sampel	45
Gambar 5.2. Grafik Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak 40 Liter.....	49
Gambar 5.3. Persentase Kesesuaian Berat Timbulan Sampah Perumahan terhadap Rata-rata	49
Gambar 5.4. Grafik Berat Timbulan Sampah Perumahan Per Minggu	51
Gambar 5.5. Grafik Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak 40 Liter.....	53
Gambar 5.6. Grafik Volume Timbulan Sampah Perumahan Per Minggu	55
Gambar 5.7. Grafik Berat Jenis Timbulan Sampah Perumahan.....	56
Gambar 5.8. Grafik Berat Timbulan Sampah Non Perumahan.....	58
Gambar 5.9. Grafik Volume Timbulan Sampah Non Perumahan.....	59
Gambar 5.10. Diagram Komposisi Sampah Perumahan.....	63
Gambar 5.11. Diagram Komposisi Sampah Toko.....	64
Gambar 5.12. Diagram Komposisi Sampah Sekolah	65
Gambar 5.13. Diagram Komposisi Sampah Area Penelitian.....	66
Gambar 5.14. Skema Pengolahan Sampah di Unit Pengolahan Sampah	77
Gambar 5.15. Tampak Atas Area Pemilahan Sampah.....	79
Gambar 5.16. Tampak Samping <i>Windrow</i>	80
Gambar 5.17. Dimensi <i>Windrow</i>	81
Gambar 5.18. Desain Unit Pengolahan Sampah.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Sampah Perumahan

Lampiran 2. Komposisi Sampah Toko

Lampiran 3. Komposisi Sampah Sekolah

Lampiran 4. Fasilitas Unit Pengolahan Sampah Dinas Kebersihan dan Pertamanan
Kota Bogor

Lampiran 5. Pengukuran Timbulan dan Komposisi Sampah

Lampiran 6. Detail Desain Unit Pengolahan Sampah



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu permasalahan yang hampir terjadi di setiap kota di Indonesia. Permasalahan sampah dapat menyebabkan pencemaran hingga gangguan kesehatan pada lingkungan sekitar. Permasalahan sampah ini juga telah menjadi permasalahan yang kompleks akibat tidak adanya penanganan yang baik dan berkelanjutan. Kota Bogor pun memiliki permasalahan yang cukup serius mengenai permasalahan sampah. Pada beberapa tahun terakhir permasalahan sampah di Kota Bogor menjadi topik hangat yang tidak kunjung selesai.

Pada saat ini pengelolaan sampah Kota Bogor masih menggunakan sistem konvensional yaitu dikumpulkan di beberapa titik pengumpulan lalu dibawa ke tempat pembuangan akhir. Jumlah produksi sampah yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan di Kota Bogor diperkirakan mencapai 2.332 m³ per hari dimana sampah yang dihasilkan adalah 73% bersifat organik dan 27% bersifat anorganik. Dari jumlah sampah yang dihasilkan ini baru dapat terangkut menuju TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sebesar 69,8% karena adanya keterbatasan armada truk pengangkutan sampah. Karena tidak semuanya dapat terangkut maka sebagai akibatnya sampah yang tidak terangkut dibuang oleh masyarakat ke sungai atau ke lahan kosong yang ada (Deni, 2010).

Timbulan dan komposisi sampah sangat dibutuhkan sebagai dasar desain suatu fasilitas pengelolaan sampah atau unit pengolahan sampah (UPS). Unit pengolahan sampah dapat mengurangi volume sampah yang tidak terangkut serta dapat mengurangi volume sampah yang harus diangkut menuju TPA.

Jalan Raya Tajur merupakan salah satu jalan di Kota Bogor. Jalan ini berada di bagian tenggara Kota Bogor, antara Kecamatan Bogor Timur dengan Kecamatan Bogor Selatan. Area di sepanjang jalan ini meliputi perumahan, pertokoan, perkantoran dan sekolah. Pada penelitian ini akan dilakukan studi mengenai timbulan dan komposisi sampah di area Jalan Raya Tajur yang akan dapat dijadikan dasar usulan desain UPS yang akan dibangun di Kota Bogor.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapakah berat dan volume timbulan sampah di area penelitian?
2. Bagaimana komposisi sampah di area penelitian?
3. Bagaimana desain UPS yang dapat diterapkan di area penelitian?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berat dan volume timbulan sampah serta komposisi sampah yang akan menjadi dasar dalam desain UPS untuk mengolah sampah-sampah yang ada di Kota Bogor khususnya di area Jalan Raya Tajur.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini ialah dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk pembangunan UPS di Kota Bogor khususnya di area Jalan Raya Tajur.

1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini akan dibatasi oleh beberapa aspek yaitu:

1. Penelitian hanya mengambil satu area, yaitu area Jalan Raya Tajur
2. Penelitian dibatasi pada timbulan sampah perumahan, toko, dan sekolah

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah

2.1.1. Terminologi Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus (Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah).

Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Sampah adalah barang-barang atau benda-benda bekas yang tidak dapat dipakai lagi atau berkurang fungsinya sesuai dengan sifatnya yang harus dibuang, diolah, dan dimusnahkan (Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 5 Tahun 2008 Tentang Retribusi Pelayanan Persampahan).

2.1.2. Sumber Timbulan Sampah

Sumber timbulan sampah dapat dibagi sebagai berikut (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993):

1. Sampah yang berasal dari pemukiman (*residential*)

Sampah ini terdiri dari limbah-limbah hasil kegiatan rumah tangga, baik keluarga kecil atau besar, dari kelas bawah sampai kelas atas. Sampah ini terdiri dari sampah makanan, kertas, tekstil, sampah pekarangan, kayu, kaca, kaleng, aluminium, debu atau abu, sampah di jalanan, sampah elektronik seperti baterai oli dan ban.

2. Sampah daerah pusat perdagangan

Sampah seperti ini terdiri dari sampah-sampah hasil aktivitas di pusat kota dengan tipe fasilitas seperti toko, restoran, pasar, bangunan kantor, hotel,

motel, bengkel, dan sebagainya yang menghasilkan sampah seperti kertas, plastik, kayu, sisa makanan, unsur logam, dan limbah seperti limbah pemukiman.

3. Sampah institusional

Sampah seperti ini terdiri dari limbah-limbah hasil aktivitas institusi seperti sekolah, rumah sakit, penjara, pusat pemerintahan dan sebagainya yang umumnya menghasilkan sampah seperti pada sampah pemukiman. Khusus untuk sampah rumah sakit ditangani dan diproses secara terpisah dengan sampah lain.

4. Sampah konstruksi

Sampah seperti ini terdiri dari limbah-limbah hasil aktivitas konstruksi seperti sampah dari lokasi pembangunan konstruksi, perbaikan jalan, perbaikan bangunan dan sebagainya yang menghasilkan sampah kayu, beton dan puing-puing.

5. Sampah pelayanan umum

Sampah ini terdiri dari limbah-limbah hasil aktivitas pelayanan umum seperti daerah rekreasi, tempat olahraga, tempat ibadah, pembersihan jalan, parkir, pantai dan sebagainya yang umumnya menghasilkan sampah organik.

6. Sampah instalasi pengolahan

Sampah ini terdiri dari limbah-limbah hasil aktivitas instalasi pengolahan seperti instalasi pengolahan air bersih, air kotor dan limbah industri yang biasanya berupa lumpur sisa ataupun limbah buangan yang telah diolah.

7. Sampah industri

Sampah ini terdiri dari limbah-limbah hasil aktivitas pabrik, konstruksi, industri berat dan ringan, instalasi kimia, pusat pembangkit tenaga, dan sebagainya.

8. Sampah yang berasal dari daerah pertanian dan perkebunan

Biasanya berupa jerami, sisa sayuran, batang pohon, yang bisa di daur ulang menjadi pupuk.

Sumber timbulan sampah dapat juga diklasifikasikan menjadi (R.C. Gaur, 2008):

1. Sampah domestik (*domestic/residential waste*)
2. Sampah kota (*municipal waste*)
3. Sampah komersial (*commercial waste*)

4. Sampah institusi (*institutional waste*)
5. *Garbage*
6. *Rubbish*
7. Debu (*ashes*)
8. *Bulky waste*
9. Limbah penyapuan jalan (*street sweeping*)
10. Hewan mati (*dead animal*)
11. Limbah konstruksi
12. Limbah industri
13. Limbah berbahaya
14. Limbah lumpur (*sewage waste*)

Di Indonesia, klasifikasi sumber timbulan sampah yang digunakan terbagi menjadi (SNI 19-3964-1994 Tentang Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil dan Sedang di Indonesia):

1. Perumahan

Sumber perumahan terdiri atas rumah permanen, rumah semi permanen dan rumah non permanen.

2. Non Perumahan

Sumber non perumahan terdiri atas kantor, toko atau ruko, pasar, sekolah, tempat ibadah, jalan, hotel, restoran, industri, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya.

2.1.3. Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah di suatu wilayah sangat penting untuk diketahui. Hal ini berguna untuk mendapatkan volume serta potensi sampah yang bisa didaur ulang dan untuk mengidentifikasi permasalahan pada pengelolaan sampah. Karakteristik sampah ditinjau dari beberapa aspek yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia dan karakteristik biologi.

Karakteristik fisik penting dalam hal pemilihan dan pengoperasian peralatan dan fasilitas pengolahan (N. Azkha, 2006). Parameter karakteristik fisik antara lain (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993):

1. Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai berat bahan per satuan volume. Berat jenis akan sangat bergantung pada lokasi geografi, musim tahunan dan lama waktu penyimpanan, seharusnya digunakan nilai berdasarkan tipe-tipe khusus. Berat jenis sangat penting diketahui dalam desain sistem pengelolaan sampah yang akan digunakan pada desain penyimpanan, pengangkutan serta pembuangan (R.C. Gaur, 2008).

2. Kelembaban

Kelembaban biasanya dinyatakan dalam dua cara, dengan metode berat basah dinyatakan dalam persentase berat basah bahan, dan dengan metode berat kering dinyatakan sebagai persentase berat kering bahan. Pada umumnya nilai kelembaban berkisar antara 20-45% berat sampah, bergantung pada kondisi iklim di wilayah tersebut (R.C. Gaur, 2008).

3. Distribusi Ukuran dan Ukuran Partikel

Distribusi ukuran dan ukuran partikel dari bahan dalam sampah sangat penting dalam kelanjutan *recovery* bahan.

4. Kapasitas Lahan (*Field Capacity*)

Kapasitas lahan merupakan total jumlah kelembaban yang dapat menahan berat sesuatu di atasnya yang memiliki kecenderungan menurun akibat grafitasi. Kapasitas lahan dari limbah merupakan hal kritis yang dapat menentukan pembentukan lindi pada *landfill*.

5. Faktor Pemasatan

Konduktivitas hidrolis limbah yang dipadatkan merupakan sifat fisik yang penting dalam skala besar dapat memindahkan cairan dan gas dalam *landfill*.

Penentuan karakteristik kimia sampah diperlukan dalam mengevaluasi alternatif suatu proses dan sistem *recovery* yang dapat dilakukan pada suatu sampah (N. Azkha, 2006). Parameter karakteristik kimia antara lain (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993):

1. Analisis Proksimat (*Proximate Analysis*)

Analisis proksimat untuk bahan mudah terbakar sampah perkotaan meliputi beberapa pengujian antara lain kelembaban, bahan mudah menguap, karbon tetap, dan debu.

2. Titik Asap (*Fusing Point of Ash*)

Titik asap didefinisikan sebagai suhu dimana asap hasil pembakaran limbah menjadi padat akibat penggumpalan.

3. Analisis Ultimat (*Ultimate Analysis of Solid Waste Components*)

Analisis ultimat dari komponen limbah meliputi penentuan persen karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), belerang (S) dan debu. Hasil analisis ultimat ini digunakan untuk menentukan karakteristik kimia bahan organik dalam sampah perkotaan atau dapat juga digunakan untuk menentukan rasio perbandingan C/N untuk proses konversi biologis.

4. Kemampuan Energi (*Energy Content of Solid Waste Components*)

Penentuan energi komponen organik dalam sampah perkotaan dapat ditentukan dengan beberapa cara yaitu dengan menggunakan bioler skala besar seperti kalorimeter, dengan menggunakan kalorimeter laboratorium, atau dengan perhitungan jika komposisi elemen diketahui.

5. Nutrisi dan elemen lainnya

Informasi mengenai nutrisi dan elemen lain dalam bahan limbah sangat penting untuk diketahui karena akan dapat dimanfaatkan sebagai pemilihan konversi limbah, menjadi kompos, mengambil metan atau hingga menyuling ke tingkat etanol.

Penentuan karakteristik biologi dapat digunakan untuk mengurangi volume dan berat bahan untuk memproduksi kompos, humus dan untuk memproduksi metan.

2.1.4. Komposisi Sampah

Komponen pembentuk sampah biasanya dinyatakan dalam persentase berat. Informasi komposisi sampah diperlukan dalam mengevaluasi kebutuhan peralatan, sistem, serta manajemen program dan peralatan. Komposisi sampah suatu daerah biasanya dibagi menurut kebijakan daerah. Hal tersebut karena komposisi sampah suatu daerah berbeda-beda sesuai perkembangan daerah tersebut. Komposisi sampah dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Sumber sampah

Komposisi sampah suatu sumber sampah akan berbeda dari sumber sampah yang lainnya.

2. Aktivitas penduduk

Profesi dari masing-masing penduduk akan membedakan jenis sampah yang dihasilkan dari aktivitas sehari-harinya.

3. Sistem pengumpulan dan pembuangan yang dipakai

Sistem pengumpulan dan pembuangan yang berbeda masing-masing tempat akan membedakan komposisi sampah yang perlu diketahui.

4. Geografi

Daerah yang satu dengan daerah yang lain berdasarkan letaknya akan membedakan komposisi sampah yang dihasilkan, daerah pertanian dan perindustrian akan mempunyai komposisi sampah yang berbeda.

5. Sosial ekonomi

Faktor ini sangat mempengaruhi jumlah timbulan sampah suatu daerah termasuk disini adat istiadat, taraf hidup, perilaku serta mental dan masyarakatnya.

6. Musim atau iklim

Faktor ini mempengaruhi jumlah tumbulan sampah, contohnya di Indonesia misalnya musim hujan kelihatannya sampah meningkat karena adanya sampah terbawa oleh air.

7. Teknologi

Dengan kemajuan teknologi maka jumlah timbulan sampah juga meningkat. Sebagai contoh, dulu tidak dikenal dengan adanya sampah jenis plastik tetapi sekarang plastik menjadi masalah dalam pembuangan sampah.

8. Waktu

Jumlah timbulan sampah dan komposisinya sangat dipengaruhi oleh faktor waktu (harian, mingguan, bulanan, tahunan). Jumlah timbulan sampah dalam satu hari bervariasi menurut waktu. Ini erat hubungannya dengan kegiatan manusia sehari-hari.

2.1.5. Laju Timbulan Sampah

Laju timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang dihasilkan per orang per hari dalam satuan volume maupun berat. Besarnya timbulan sampah secara nyata diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan terhadap sampah dari berbagai sumber melalui pengambilan sampel yang representatif.

Ketentuan pengambilan sampel sampah adalah sebagai berikut (Martin Darmasetiawan, 2004):

- Jumlah sampel sedikitnya 10% dari total jumlah sampah atau untuk sampah pemukiman sama dengan $C\sqrt{P}$ dimana C adalah koefisien kota didasarkan dari jumlah penduduk di wilayah tersebut (maksimal 1) dan P adalah jumlah penduduk. Dan jumlah sampel tersebut kemudian dibagi rata secara proporsional terhadap jumlah rumah golongan tinggi, menengah dan rendah.
- Hal yang sama juga dilakukan terhadap sampah pasar, perkantoran, hotel dan lain-lain, jumlah sampel yang diukur adalah 10%.
- Sampling tersebut dilakukan selama 8 hari berturut-turut dan diulang setiap 6 bulan (setahun 2 kali), yaitu pada musim hujan dan kemarau. Kalau hal tersebut sulit dilakukan karena kegiatan tersebut membutuhkan dana yang tidak sedikit, maka minimal dapat dilakukan setahun 1 kali atau 2 tahun sekali. Hal ini penting untuk melihat perubahan timbulan dan komposisi sampah, selain itu juga dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan strategi penanganan sampah untuk kota tersebut khususnya yang berkaitan dengan program minimalisasi sampah atau 3R (*reduce, reuse dan recycle*).

Besarnya timbulan sampah ini diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan terhadap sampah yang dihasilkan dari berbagai jenis sumber sampah.

2.1.6. Perhitungan Kuantitas Sampah

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan kuantitas sampah adalah (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993):

1. *Load-Count Analysis* (analisa perhitungan muatan)

Metode ini menggunakan cara dengan menentukan muatan sampah individu dan karakteristik yang dicatat dalam periode waktu tertentu. Kesulitan dalam menggunakan data antara lain mengetahui apakah data tersebut benar-benar mewakili apa-apa yang perlu dihitung. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memperkirakan timbulan sampah adalah sebagai berikut:

- Jumlah bangunan yang menghasilkan timbulan
- Periode observasi

Universitas Indonesia

- Jumlah *truck compactor* (satuan unit)
- Ukuran rata-rata dari *truck compactor* (satuan volume)
- Jumlah truk (satuan unit)
- Volume rata-rata dari truk (satuan volume)
- Jumlah muatan dari alat angkut sampah di lokasi (satuan unit)
- Kapasitas dari alat angkut sampah di lokasi (satuan volume)

Kemudian dengan data yang ada tersebut dicari berat totalnya terlebih dahulu. Setelah diketahui berat total maka timbulan dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$\text{Unit rate} = \frac{\text{Berat total selama waktu observasi}}{\text{Jumlah bangunan} \times \text{Jumlah populasi/bangunan} \times \text{Waktu observasi}} \quad (2.1)$$

Berdasarkan rumus diatas akan didapat timbulan dalam satuan berat/kapita.hari

2. *Weight-Volume Analysis* (analisa berat volume)

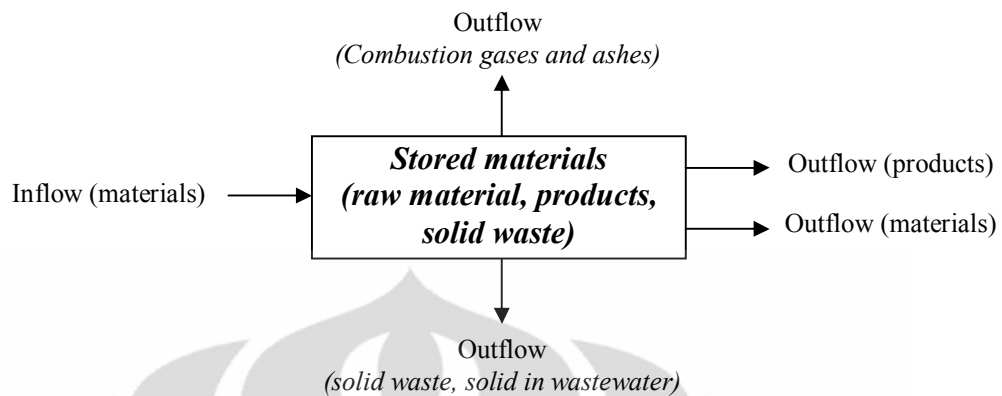
Metode ini menggunakan cara dengan menentukan volume dan berat dari masing-masing muatan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan angka yang pasti dari berbagai sampah yang ada.

3. *Materials-Balance Analysis* (analisa keseimbangan bahan)

Metode yang digunakan adalah dengan cara melihat detail keseimbangan material di setiap sumber timbulan seperti di rumah tangga, kegiatan komersil atau industri.

Urutan kegiatan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Gambar sebuah sistem batas (ruang lingkup) unit yang akan diselidiki.
- Identifikasi semua aktivitas yang menyilang atau terjadi dalam batas tersebut dan yang mempengaruhi timbulan sampah.
- Identifikasi angka timbulan yang berhubungan dengan setiap aktivitas.
- Gunakan hubungan matematik yang sesuai, tentukan kualitas timbulan, pengumpulan dan penyimpanan sampah.



Gambar 2.1. Sketsa Keseimbangan Material untuk Menentukan Timbulan Sampah

(Tchobanoglous, 1993)

Analisis keseimbangan massa material dapat diformulasikan dalam:

- Pernyataan umum:

Jumlah akumulasi material dalam batasan sistem = jumlah material masuk batasan sistem – jumlah material keluar batasan sistem + jumlah timbulan material dalam batasan sistem.

- Pernyataan sederhana:

Akumulasi = *inflow* - *outflow* + timbunan

- Perwakilan simbolis: (berdasarkan gambar batasan sistem)

$$\frac{dM}{dt} = \sum M_{in} - \sum M_{out} + r_w \quad (2.2)$$

Dimana:

dM/dt : angka perubahan dari berat material yang tersimpan (akumulasi) pada unit yang dipelajari, berat/hari

$\sum M_{in}$: jumlah semua material yang masuk pada unit studi, berat/hari

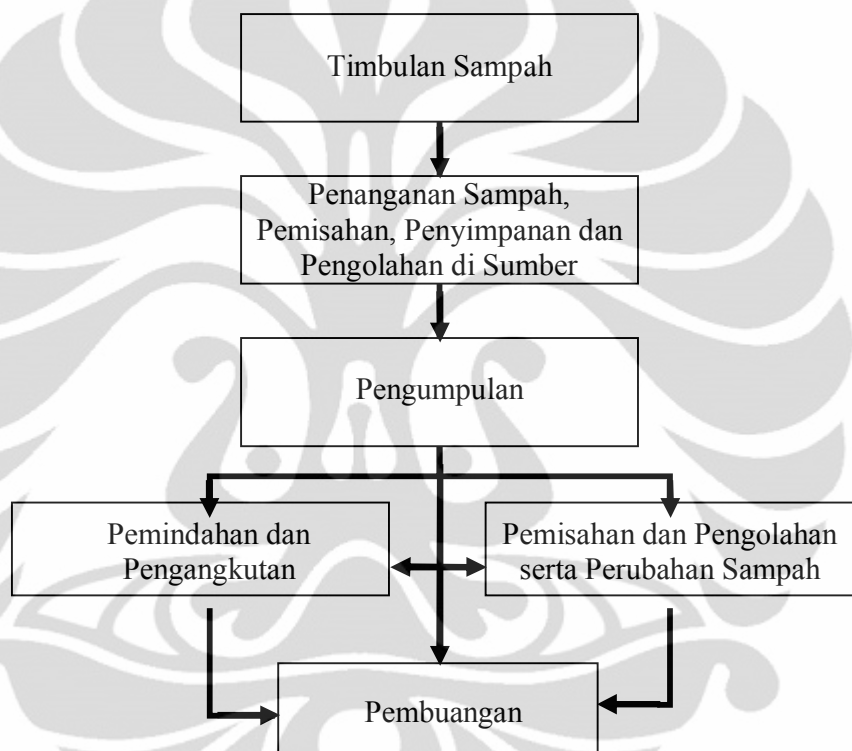
$\sum M_{out}$: jumlah semua material yang keluar pada unit studi, berat/hari

r_w : angka timbulan sampah, berat/hari

t : waktu, hari

2.2. Elemen Fungsional Pengelolaan Sampah

Terdapat enam fungsi elemen dalam sistem manajemen limbah yaitu timbulan limbah, pembagian dan penanganan, penyimpanan dan pemrosesan di sumber, pengumpulan, pembagian dan pemrosesan serta transformasi sampah, pemindahan dan pengangkutan serta pembuangan. Hubungan antar elemen fungsional pengelolaan sampah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.2. Hubungan Tiap Fungsi Elemen dalam Sistem Manajemen Limbah

(Tchobanoglous, 1993 “telah diolah kembali”)

2.2.1. Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita, per hari, atau perluas bangunan, atau perpanjang jalan (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan). Timbulan sampah merupakan

elemen fungsional pengelolaan limbah padat yang pertama. Elemen ini berfungsi untuk menentukan jumlah sampah yang harus dikelola.

2.2.2. Penanganan Sampah, Pemisahan, Penyimpanan dan Pengolahan di Sumber

Pemilahan sampah adalah proses pemisahan sampah berdasarkan jenis sampah yang dilakukan sejak dari sumber sampah sampai dengan pembuangan akhir. Pewadahan sampah adalah aktivitas menampung sampah sementara dalam suatu wadah individual atau komunal di tempat sumber sampah. Pengolahan sampah adalah suatu proses untuk mengurangi volume sampah dan atau mengubah bentuk sampah menjadi yang bermanfaat, antara lain dengan cara pembakaran, pengomposan, pemadatan, penghancuran, pengeringan, dan pendaur ulangan (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Penyimpanan sampah erat kaitannya dengan pewadahan. Penentuan segi baik buruknya sarana atau prasarana pewadahan dinilai dari kaitannya sebagai pendukung proses pengumpulan sampah. Cara pewadahan harus dapat memberikan kemudahan dalam pekerjaan pengumpulan. Pekerjaan umumnya dilakukan oleh petugas kota atau swadaya masyarakat (Martin Darmasetiawan, 2004).

Ada dua sifat pewadahan yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis pewadahan, yaitu pewadahan yang bersatu dengan tanah dan yang dapat diangkat.

1. Bersatu dengan tanah (*fixed*)

Proses pengangkutan sampah dari wadah jenis ini diperlukan alat bantu yang umumnya berupa keranjang untuk membawa sampah ke kendaraan pengumpul (gerobak/truk). Sisi negatif dari pewadahan ini adalah akumulasi sisa sampah yang membusuk akan menimbulkan kesan kotor dan bau.

2. Dapat diangkat

Petugas dapat langsung membawa tempat sampah dan membakar isinya ke dalam kendaraan pengumpul dan kemudian mengembalikan tempat sampah yang telah kosong ke lokasi semula. Cara ini lebih menghemat waktu dan menjamin tidak tersisanya sampah di tempat sampah.

2.2.3. Pengumpulan

Pengumpulan sampah adalah aktivitas penanganan yang tidak hanya mengumpulkan sampah dari wadah individual dan atau dari wadah komunal (bersama) melainkan juga mengangkutnya ke tempat terminal tertentu, baik dengan pengangkutan langsung maupun tidak langsung (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Pengumpulan sampah adalah proses penanganan sampah dengan cara pengumpulan dari masing-masing sumber sampah untuk diangkut ke tempat pembuangan sampah sementara, atau ke pengolahan sampah skala kawasan, atau langsung ke tempat pembuangan akhir tanpa melalui proses pemindahan (Damanhuri, 2004).

Sistem pengumpulan sampah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa sudut pandang, seperti mode operasi, peralatan yang digunakan, dan tipe pengumpul limbah (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil, 1993). Contoh sistem pengumpulan limbah yang sering digunakan antara lain sistem *Hauled Container* dan sistem *Stationary Container*.

Sistem *Hauled Container* secara ideal digunakan untuk menghilangkan limbah dari sumber dimana tingkat timbulan sampah tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada umumnya sistem ini menggunakan container yang besar untuk menanganinya. Pada sistem ini dapat dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu *hoist truck*, *tilt-frame container* dan *trash-trailer*.

Sistem *Stationary Container* dapat digunakan untuk mengumpulkan seluruh tipe limbah. Sistem ini sangat bergantung pada tipe dan jumlah limbah untuk ditangani. Terdapat dua tipe pada sistem ini yaitu, sistem dengan perangkat mekanik dan sistem dengan perangkat manual.

Bentuk pola pengumpulan dapat dibagi menjadi lima bentuk, yaitu pola individual langsung, pola individual tidak langsung, pola komunal langsung, pola komunal tidak langsung dan pola penyapuan jalan (D. Tarmidi, 2004).

2.2.4. Pemindahan dan Pengangkutan

Pemindahan sampah adalah kegiatan memindahkan sampah hasil pengumpulan ke dalam alat pengangkut untuk dibawa ke tempat pembuangan

akhir. Pengangkutan sampah adalah kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan atau langsung dari sumber sampah menuju ke tempat pembuangan akhir (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan). Cara pemindahan dapat dilakukan dengan cara manual, mekanis dan gabungan manual dan mekanis. Cara pemindahan gabungan manual dan mekanis adalah pengisian kontainer dilakukan secara manual oleh petugas pengumpul, sedangkan pengangkutan kontainer ke atas truk dilakukan secara mekanis (*load haul*).

Kegiatan pengangkutan sampah mencakup dua hal, yaitu pola pengangkutan dan peralatan. Pola pengangkutan dapat dilakukan dengan sistem transfer depo dan dengan sistem kontainer (D. Tarmidi, 2004).

2.2.5. Pemisahan dan Pengolahan serta Perubahan Sampah

Pengolahan sampah dapat dilakukan di sumber, di tempat pembuangan sementara (TPS) atau di transfer depo, dan di tempat pembuangan akhir (TPA). Teknik-teknik pengolahan sampah dapat berupa pengomposan dimana pengomposan ini didasarkan pada kapasitas (individual, komunal, skala lingkungan) dan didasarkan pada proses (alami, biologis dengan cacing, biologis dengan mikro organisme tambahan) (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Secara umum teknik pengolahan sampah dibedakan menjadi beberapa metode, yaitu daur ulang (*recycling*), pemanfaatan kembali (*reuse*), pengurangan volume dan berat volume, serta pengomposan. Pengurangan volume dan berat volume dapat dilakukan dengan cara pembakaran (insenerasi) maupun dengan cara baling (*balefilling*) atau pemadatan (D. Tarmidi, 2004).

2.2.6. Pembuangan

Pembuangan akhir sampah adalah tempat dimana dilakukan kegiatan untuk mengisolasi sampah sehingga aman bagi lingkungan (SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan).

Metode pembuangan akhir sampah kota dapat dilakukan dengan cara penimbunan terkendali termasuk pengolahan lindi dan gas. Metode penimbunan sampah untuk daerah pasang surut dilakukan dengan sistem kolam (anaerob,

fakultatif, maturasi). Rincian masing-masing metode pembuangan akhir sampah kota disesuaikan dengan ketentuan yang berlaku.

2.3. *Material Recovery Facility* (MRF) Dan Unit Pengolahan Sampah (UPS)

Material recovery facility merupakan sebuah bangunan yang digunakan untuk menerima, memilah, memroses dan menyimpan bahan daur ulang untuk dibentuk dan dijual kembali. Pada dasarnya terdapat dua tipe MRF, yaitu MRF kotor dan MRF bersih. MRF kotor menerima limbah yang tercampur, sehingga dibutuhkan kegiatan pemilahan bahan daur ulang dari limbah yang tercampur. MRF bersih menerima limbah dari sumber tertentu yang sudah terpilah. Berdasarkan kapasitasnya, MRF dibagi menjadi tiga jenis (*Material Recovery Facility Handbook*, 2003):

1. MRF kecil

MRF kecil mengolah limbah kurang dari 10 ton per hari. Pada umumnya MRF ini memiliki luas bangunan mencapai 15.000 ft². Pemrosesan di MRF ini lebih bersifat manual, dengan tipe peralatan yang digunakan seperti *forklift*, *glass crusher*, *can blower* dan sebagainya.

2. MRF medium

MRF medium mengolah limbah kurang dari 100 ton per hari. Pada umumnya MRF ini memiliki luas bangunan mencapai 20.000 ft².

3. MRF besar

MRF besar mengolah limbah kurang dari 500 ton per hari. Proses pengolahan limbah pada skala ini jarang sekali dilakukan oleh pihak swasta.

Di Indonesia, terdapat unit pengolahan sampah (UPS) yang memiliki fungsi sama dengan MRF. Berdasarkan skala pengolahan, UPS dibagi menjadi dua jenis, yaitu unit pengolahan sampah komunal dan unit pengolahan sampah kawasan. Unit pengolahan sampah komunal adalah unit pengolahan sampah rumah tangga (organik saja atau organik dengan non organik) yang dikelola oleh masyarakat dengan atau tanpa bantuan pemerintah meliputi 1-3 rukun warga (RW) yang berada di suatu lingkungan permukiman atau kompleks perumahan. Sedangkan unit pengolahan sampah kawasan adalah satu sistem pengolahan sampah kota, baik organik maupun non organik, yang dikelola oleh pemerintah atau kerjasama

pemerintah dengan masyarakat atau dunia usaha yang ditempatkan di beberapa kawasan perkotaan seperti permukiman yang dilayani lebih dari satu TPS, kompleks perumahan, kawasan sekitar pasar tradisional, kawasan perdagangan, kawasan industri, kawasan pendidikan atau sosial atau di lokasi TPA sebagai pilihan terakhir.

Pada desain suatu MRF ataupun UPS harus disesuaikan dengan jumlah limbah yang akan diproses. Bagian dari MRF terdiri dari area *tipping floor*, yaitu area untuk menyimpan limbah yang akan diproses, area pemrosesan, dan area penyimpanan. Berikut ini merupakan perkiraan kebutuhan area MRF:

Tabel 2.1. Perkiraan Kebutuhan Lahan MRF

Penggunaan Lahan	Kapasitas (TPD)		
	10	100	500
<i>Tipping Floor</i>			
Kapasitas 2 hari	3.000	7.500	30.000
Kapasitas 3 hari	3.000	11.250	45.000
Pemrosesan	6.000	20.000	50.000
Penyimpanan			
Kapasitas 7 hari		8.750	35.000
Kapasitas 14 hari	1.750	17.500	
Kapasitas 28 hari	3.500		
Total-Rendah	10.750	36.250	115.000
Total-Tinggi	12.500	48.750	130.000
Total-Rata-rata	11.625	42.500	122.500

(*Material Recovery Facility Handbook*, 2003 “telah diolah kembali”)

Jumlah pekerja di MRF bergantung pada jumlah limbah yang diproses. Berikut merupakan perkiraan kebutuhan pekerja dalam suatu MRF:

Tabel 2.2. Perkiraan Kebutuhan Pekerja MRF

Katagori Pekerja	Kapasitas (TPD)		
	10	100	500
Manajer	1	1	1
Operator (<i>Foreman</i>)	1	1-2	3-4
Pemilah (<i>Sorters</i>)	1-2	13-25	60-80
Perawatan	0-1	1-2	4
Lainnya	0	4-5	10-12
Administrasi	0	1-2	2-3
Jumlah Pekerja	3-6	21-37	80-104

(*Material Recovery Facility Handbook*, 2003 “telah diolah kembali”)

Pembagian tugas dari tiap pekerja adalah:

- Manajer merupakan seseorang yang bertanggung jawab terhadap seluruh kegiatan di fasilitas setiap harinya, mengawasi pekerja, mengelola anggaran dana dan menerapkan isu keselamatan dan kesehatan pekerja.
- *Foreman* atau operator merupakan orang yang bertanggung jawab untuk menjaga peralatan, melakukan perawatan terhadap peralatan, memberikan pelatihan untuk pekerja (staf), dan menjaga kualitas kegiatan di MRF.
- *Sorters* atau pemilah merupakan orang yang bertanggung jawab menghilangkan kontaminan dari berbagai bahan yang diproses, dan memindahkan material dari *conveyor* ke gerobak.
- *Maintenance* merupakan orang yang bertanggung jawab untuk mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak diperlukan, dan menjaga agar operasi sesuai dengan kapasitas desain fasilitas.
- Administratif dan staf lain merupakan orang yang bertanggung jawab terhadap kegiatan administratif seperti pencatatan kegiatan harian dan monitoring.

Klasifikasi fasilitas yang dibutuhkan dalam suatu MRF terdiri dari:

- *Pre-processed Material Handling Equipment* meliputi *conveyors* dan *containers*
- *Separating Equipment* meliputi *Magnetic Separators and Screens*, *Size Reduction Equipment*, *Can Densifier*, *Can Flattener*, *Glass Crusher*, *Plastics Granulator*, *Plastics Perforator*, dan *Baler*

- *Processed Material Handling Equipment* meliputi *Forklift, Skid Steer Loader, Environmental Equipment, Dust Collection System, Noise Suppression Devices, Odor Control System*, dan *Heating, Ventilating, & Air Conditioning (HVAC)*.
- Peralatan lainnya meliputi *Fixed Storage Bin, Floor Scale for Pallet or Bin Loads, Truck Scale*, dan *Belt Scale*.

Di Indonesia, kebutuhan unit pengolah sampah skala kawasan terdiri atas 3 bagian yaitu:

- Kebutuhan lahan optimal untuk bangunan pengolahan sampah
- Kebutuhan bangunan pengolahan sampah meliputi ruang pemilahan dan pencacahan sampah organik, *composting hall*, dan ruang pengolahan sampah non organik.
- Kebutuhan mesin meliputi pencacah sampah organik/crusher (kapasitas 5-10 m³/jam), mixer kompos, pengayak mekanis, pencacah dan pencuci kantong plastik (kresek), mesin press, dan genset.

Selain terdapat UPS, sering pula dikenal tempat pemindahan sampah atau disingkat TPS dengan klasifikasi sebagai berikut:

1. TPS tipe I

Tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan:

- a. Ruang pemilahan
- b. Gudang
- c. Tempat pemindahan sampah yang dilengkapi dengan landasan container
- d. Luas lahan $\pm 10-50 \text{ m}^2$

2. TPS tipe II

Tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan:

- a. Ruang pemilahan (10 m²)
- b. Pengomposan sampah organik (200 m²)
- c. Gudang (50 m²)

- d. Tempat pemindah sampah yang dilengkapi dengan landasan container (60 m²)
- e. Luas lahan \pm 60–200 m²

3. TPS tipe III

Tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan:

- a. Ruang pemilahan (30 m²)
- b. Pengomposan sampah organik (800 m²)
- c. Gudang (100 m²)
- d. Tempat pemindah sampah yang dilengkapi dengan landasan container (60 m²)
- e. luas lahan > 200 m²

2.4. Metode Pengomposan

Komposting adalah suatu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktifitas bakteri untuk mengubah sampah menjadi kompos (proses fermentasi) (D. Tarmidi, 2004).

Pengkomposan merupakan suatu teknik pengolahan sampah yang mengandung bahan organik *biodegradable* (dapat diuraikan mikroorganisme). Selain menjadi pupuk organik maka kompos juga dapat memperbaiki struktur tanah, memperbesar kemampuan tanah dalam menyerap air dan menahan air serta zat-zat hara lain. Pengkomposan alami akan memakan waktu yang relatif lama, yaitu sekitar 2-3 bulan bahkan 6-12 bulan. Pengkomposan dapat berlangsung dengan fermentasi yang lebih cepat dengan bantuan *effective inoculant* atau *activator* (M. A. Budihardjo, 2006).

Pengomposan didefinisikan sebagai proses dekomposisi materi organik secara biologis menjadi seperti humus dalam kondisi aerobik yang terkendali. Kompos merupakan zat akhir suatu proses fermentasi tumpukan sampah atau seresah tanaman dan ada kalanya pula termasuk bangkai binatang (M. A. Budihardjo dan C. Harsanto, 2008).

Pengomposan adalah suatu proses biologis yang terjadi akibat adanya pembusukan sampah karena adanya kegiatan jasad renik yang mengubah sampah

menjadi kompos. Proses pembusukan ini dapat bersifat aerob ataupun anaerob tergantung pada ketersediaan oksigen untuk proses tersebut (A. Basyarat, 2006).

Kompos sampah kota merupakan pupuk yang berasal dari pelapukan sampah pasar, rumah tangga dan tambahan lainnya. (S. Nuryani H.U. dan R. Sutanto, 2002).

Prinsip pengomposan adalah menurunkan C/N rasio bahan organik dengan demikian semakin tinggi C/N bahan maka proses pengomposan akan semakin lama (R. Rizaldi, 2008).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengomposan seperti (M. A. Budihardjo dan C. Harsanto, 2008):

1. Kelembaban atau kadar air
2. Temperatur
3. Perbandingan C/N
4. Derajat keasaman
5. Konsentrasi oksigen

Dalam sumber yang berbeda, disebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pengomposan adalah (R. Rizaldi, 2008):

1. Rasio C/N

C (karbon) merupakan sumber energi bagi mikroorganisme, sedangkan N (nitrogen) digunakan untuk membangun sel-sel tubuh bagi mikroorganisme. Jika rasio C/N terlalu tinggi dekomposisi berjalan lambat. Jika rasio C/N rendah meskipun pada awalnya terjadi dekomposisi yang sangat cepat, tetapi berikutnya kecepatannya akan menurun karena kekurangan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen akan hilang melalui penguapan ammonia. Besarnya perbandingan C/N optimum untuk pengomposan adalah 22-35. Sedangkan rasio C/N yang disarankan pada awal pengomposan adalah 20-40.

2. Ukuran bahan

Ukuran bahan yang baik adalah 2,5-5 cm. Sedangkan untuk bahan yang keras sebaiknya dicacah dengan ukuran 2,5-7,5 cm. Ukuran bahan sangat menentukan ukuran dan volume pori-pori dalam bahan jika ukuran partikel bertambah kecil, maka pori-pori semakin kecil. Pori-pori yang kecil dapat menghambat pergerakan udara yang biasanya merupakan masalah dalam proses

pengomposan. Ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan bahan semakin luas sehingga makin luas pula permukaan yang terbuka terhadap aktivitas mikroorganisme.

3. Tinggi tumpukan

Dalam tumpukan mikroorganisme melakukan aktivitas yang menimbulkan energi dalam bentuk panas. Sebagian panas akan tersimpan dalam tumpukan dan sebagian lainnya digunakan untuk proses penguapan atau terlepas ke lingkungan sekitar. Semakin besar tumpukan, semakin tinggi daya isolasinya sehingga panas yang dihasilkan dalam tumpukan semakin sulit terlepas dan suhu tumpukan menjadi lebih panas, tumpukan bahan yang terlalu rendah akan membuat bahan lebih cepat kehilangan panas sehingga temperatur yang lebih tinggi tidak bisa dicapai. Selain itu, mikroorganisme patogen tidak akan mati dan proses dekomposisi oleh mikroorganisme termofilik tidak akan tercapai. Ketinggian tumpukan yang baik dari berbagai jenis bahan adalah 1-1,2 m dan tinggi maksimum 1,5-1,8 m.

4. Komposisi bahan

Seringkali untuk mempercepat dekomposisi ditambahkan kompos yang sudah jadi atau kotoran hewan sebagai aktivitas, ada juga yang menambahkan bahan makanan dan zat pertumbuhan yang dibutuhkan mikroorganisme sehingga selain dari bahan organik mikroorganisme juga mendapatkan bahan tersebut dari luar.

5. Jasad-jasad pembusuk

Proses pengomposan tergantung pada berbagai jasad renik. Mikroorganisme mesofilik berfungsi untuk memperkecil ukuran partikel bahan organik sehingga luas permukaan bahan bertambah dan mempercepat proses pengomposan. Sementara itu, bakteri termofilik yang tumbuh dalam waktu terbatas berfungsi untuk mengkonsumsi karbohidrat dan protein sehingga bahan kompos dapat terdegradasi dengan cepat.

6. Kelembaban dan Oksigen

Kelembaban yang ideal antara 40-60% dengan tingkat yang terbaik adalah 50%, kisaran ini harus dipertahankan untuk memperoleh jumlah populasi jasad renik yang terbesar. Karena semakin besar jumlah populasi jasad pembusuk,

berarti semakin cepat proses pembusukan. Jika tumpukan terlalu lembab maka proses pengomposan akan terhambat. Kelebihan air akan menutupi rongga udara di dalam tumpukan, sehingga akan membatasi kadar oksigen dalam tumpukan tersebut. Kekurangan udara akan menyebabkan jasad renik mati dan sebaliknya merangsang berkembang-biaknya jasad pembusukan yang anaerobik. Sebaliknya jika bahan organik tersebut terlalu kering maka proses pengomposan akan terganggu.

7. Derajat keasaman (pH)

Kondisi pH optimum pertumbuhan bakteri pada umumnya adalah antara 6,0-7,5 dan 5,5-8,0 untuk fungi. Jika pH terlalu tinggi atau terlalu basa, konsumsi oksigen akan naik dan akan memberikan hasil yang buruk bagi lingkungan. pH yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan unsur nitrogen dalam bahan kompos akan berubah menjadi amonia, sebaliknya dalam keadaan pH rendah akan menyebabkan sebagian mikroorganisme mati. pH yang terlalu tinggi dapat diturunkan dengan penambahan kotoran hewan, urea atau pupuk nitrogen, jika pH rendah bisa ditingkatkan dengan menambahkan kapur atau abu dapur kedalam bahan kompos.

8. Suhu

Untuk tumpukan kisaran ideal adalah 55°-65°, tetapi harus kurang dari suhu 80° dengan suhu minimum 45° selama proses pengomposan.

Sampah yang dapat dikomposkan adalah sampah yang berasal antara lain dari daun-daunan, rumput, sampah dapur (sisa makanan, sisa ikan, sayur-sayuran), cacahan kertas, jerami dan lain-lain. Dalam proses pengomposan ada 3 proses atau tahapan, yaitu (A. Basyarat, 2006):

1. Penyiapan sampah yang mencakup penerimaan, pemilahan serta penghancuran untuk memperkecil ukuran sampah.
2. Dekomposisi sampah yang mencakup pengadukan, pemberian oksigen/udara, pengaturan temperatur dan kelembaban, serta penanaman nutrien.
3. Penyiapan produk dan pemasaran yang mencakup penggerusan kompos, pengepakan, penyimpanan, transportasi dan pemasaran.

Kompos sebagai hasil dari pengomposan dan merupakan salah satu pupuk organik yang memiliki fungsi penting terutama dalam bidang pertanian antara lain (B. Zaman dan E. Sutrisno, 2007):

1. Memperbaiki struktur tanah
2. Meningkatkan daya serap tanah terhadap air
4. Meningkatkan kondisi kehidupan dalam tanah
5. Mengandung nutrisi bagi tanaman

Kompos berfungsi meningkatkan daya cengkram air tanah (*Water Holding Capacity*) selain kesuburan biologi, kimia dan fisik tanah. Semakin banyak kompos digunakan di Daerah Aliran Sungai maka air yang ditahan tanah akan semakin banyak. Tanah yang semakin subur menghasilkan tanaman yang semakin sehat, berarti dapat menahan air lebih banyak lagi (Hakim, Wijaya, dan Sudirja, 2006).

Metode *open windrow composting* telah diteliti oleh Leam Chabang, Thailand pada tahun 1997. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa sistem ini akan mengurangi volume sampah organik menjadi sepertiga volume semula dan berat sampah berkurang sampai 50% dari berat semula. Suhu *windrow* mencapai optimal dalam satu hari setelah penumpukan dan mikroorganisme berhasil menyeragamkan bahan organik dalam selang waktu dua hari (S. M. Suratama, 2008).

Sistem *windrow composting* merupakan penumpukan yang dilaksanakan secara memanjang. Menurut Tchobanoglous et al (1993), *windrow composting* dengan proses *high rate* mempunyai tinggi tumpukan 6-7 ft dan lebar tumpukan 14-16 ft (S. M. Suratama, 2008).

BAB 3

GAMBARAN UMUM KOTA BOGOR

3.1. Geografis

Kota Bogor adalah salah satu kota yang berada di wilayah Provinsi Jawa Barat. Kota Bogor memiliki posisi di $106^{\circ}43'$ - $106^{\circ}51'$ bujur timur dan $6^{\circ}31'$ - $6^{\circ}40'$ lintang selatan dengan luas 11.850 Ha. Kota ini berjarak lebih kurang 50 km dari pusat pemerintahan Indonesia, Kota Jakarta. Peta Kota Bogor dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.1. Peta Kota Bogor

(www.kotabogor.go.id, 2010)

Kota yang berpenduduk 949.100 jiwa pada tahun 2010 (BPS Kota Bogor, 2010) dan 6 kecamatan serta 68 kelurahan ini memiliki batas wilayah:

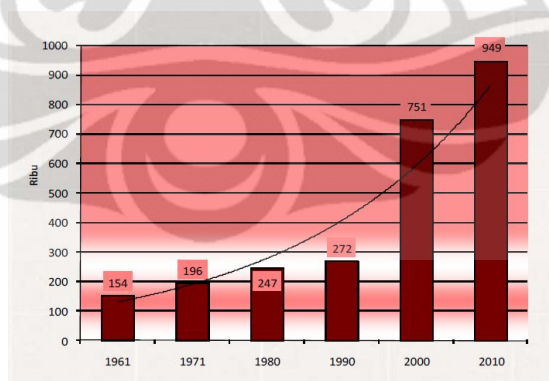
- Sebelah Utara : Wilayah Kecamatan Kemang, Kecamatan Bojong Gede dan Kecamatan Sukaraja Kabupaten Bogor

- Sebelah Barat : Wilayah Kecamatan Dramaga dan Kecamatan Ciomas Kabupaten Bogor
- Sebelah Timur : Wilayah Kecamatan Sukaraja dan Kecamatan Ciawi Kabupaten Bogor.
- Sebelah Selatan : Wilayah Kecamatan Cijeruk dan Kecamatan Caringin Kabupaten Bogor.

Kota Bogor berada pada kawasan pegunungan, mulai dari Gunung Pancar, Megamendung, Gunung Gede, Gunung Pangrango, Gunung Salak dan Gunung Halimun.

3.2. Demografis

Penduduk Kota Bogor terus bertambah dari waktu ke waktu. Pada tahun 1961, ketika sensus penduduk pertama setelah Indonesia merdeka, jumlah penduduk Kota Bogor sebanyak 154,1 ribu jiwa. Pada tahun 1971 penduduk Kota Bogor sebanyak 195,9 ribu jiwa, tahun 1980 sebanyak 246,9 ribu jiwa, tahun 1990 sebanyak 271,7 ribu jiwa, tahun 2000 sebanyak 750,8 ribu jiwa, dan pada tahun 2010 sebanyak 949,1 ribu jiwa.

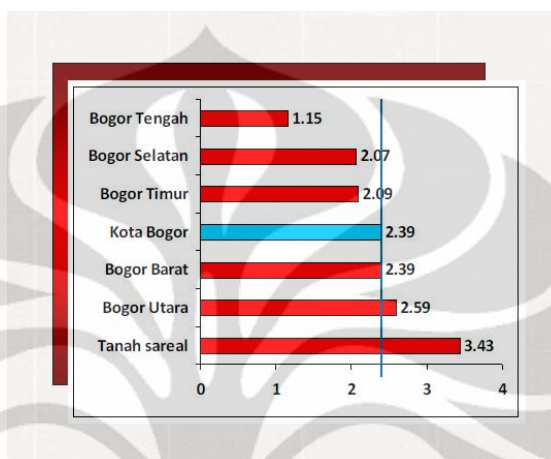


Gambar 3.2. Grafik Tren Kependudukan Kota Bogor

(Badan Pusat Statistik Kota Bogor, 2010)

Laju pertumbuhan penduduk Kota Bogor per tahun selama sepuluh tahun terakhir yakni dari tahun 2000-2010 sebesar 2,39%. Laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Tanah sereal adalah yang tertinggi dibandingkan kecamatan-

kecamatan lain di Kota Bogor yakni sebesar 3,43%, sedangkan yang terendah adalah Kecamatan Bogor Tengah yakni sebesar 1,15%. Kecamatan Bogor Barat walaupun menempati urutan pertama dari jumlah penduduk namun laju pertumbuhan penduduknya menempati urutan ketiga yakni sebesar 2,39%.



Gambar 3.3. Laju Pertumbuhan Penduduk Kota Bogor

(Badan Pusat Statistik Kota Bogor, 2010)

3.3. Topografis

Secara Topografis Kota Bogor terdiri dari daerah yang berbukit bergelombang dengan perbedaan ketinggian yang cukup besar, bervariasi antara 190 s/d 350 m di atas permukaan laut. Kemiringan lereng lahan Kota Bogor adalah berkisar 0–2% (datar) seluas 1.763,94 Ha, 2–15% (landai) seluas 8.91,27 Ha, 15–25% (agak curam) seluas 1.109,89 Ha, 25–40% (curam) seluas 764,96 Ha, dan > 40% (sangat curam) seluas 119,94 Ha.

Kondisi topografis ini secara umum tentunya akan membatasi dalam pengembangan Kota Bogor, karena daerah dengan kondisi kemiringan lereng di atas 40% adalah merupakan kawasan limitasi (kawasan lindung) sehingga benar-benar tidak boleh dijadikan kawasan budidaya apapun. Secara hidrogeologi, adanya sungai-sungai besar yang melintasi Kota Bogor akan turut memberikan batasan dalam pengembangannya karena wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) juga merupakan termasuk dalam kawasan lindung.

3.4. Klimatografis

Curah hujan rata-rata di wilayah Kota Bogor berkisar antara 3.000 sampai 4.000 mm/tahun. Curah hujan bulanan berkisar antara 250–335 mm dengan waktu curah hujan minimum terjadi pada bulan September sekitar 128 mm, sedangkan curah hujan maksimum terjadi di bulan Oktober sekitar 346 mm. Temperatur rata-rata wilayah Kota Bogor berada pada suhu 26°C, temperatur tertinggi sekitar 34,4°C dengan kelembaban udara rata-rata lebih dari 70%. Kecepatan angin rata-rata per tahun adalah 2 km/jam dengan arah Timur Laut.

3.5. Tata Guna Lahan

Kegiatan penduduk akan mencerminkan pola penggunaan lahan yang terjadi, berdasarkan kondisi eksisting pada tahun 2004 Kota Bogor mempunyai luas wilayah sebesar 11.850 Ha, secara garis besar dapat dibedakan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

- a. Kawasan Terbangun, dengan luas total penggunaan sebesar 5.945 Ha atau sekitar 50,2% dari total luas Kota Bogor, berupa lahan perumahan dan permukiman, serta komersial dan lainnya.
- b. Kawasan Belum Terbangun, dengan luas total sebesar 5.905 Ha atau 49,8 %. Berupa lahan pertanian dan daerah terbuka hijau.

Dari data penggunaan lahan tersebut yang merupakan penggunaan lahan dominan adalah untuk kegiatan perumahan dan permukiman yaitu sebesar 4.577 Ha (38,63% dari luas lahan kota). Hal ini dikarenakan karena Kota Bogor secara riil berperan sebagai sub-urban dari Jakarta sehingga banyak menarik pendatang untuk dipilih menjadi tempat tinggal didalamnya (*dormitory town*). Pengembangan perumahan di Kota Bogor pada saat ini masih dengan menggunakan konsep *landed house* atau berkembang secara horizontal, untuk mengantisipasi keterbatasan lahan di Kota Bogor, terutama di kawasan pusat kota maka sudah sebaiknya untuk dimulai pembangunan rumah dengan konsep vertikal untuk semua golongan, baik itu rumah susun maupun apartemen.

3.6. Sistem Pengelolaan Sampah Kota Bogor

3.6.1. Aspek Kelembagaan

Pengelolaan sampah Kota Bogor berada pada lingkup kerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Bogor. DKP memiliki tugas pokok melaksanakan sebagian urusan di bidang kebersihan dan pertamanan. Turunan dari tugas pokok dijabarkan dalam bentuk fungsi, fungsi DKP meliputi:

1. Perumusan kebijakan teknis dibidang kebersihan dan pertamanan
2. Penyelenggaraan urusan pemerintahan dan pelayanan umum di bidang kebersihan dan pertamanan
3. Pembinaan dan pelaksanaan tugas di bidang kebersihan dan pertamanan
4. Pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Walikota sesuai tugas dan fungsinya

Struktur kelembagaan DKP terdiri atas

1. Kepala Dinas
2. Sekretariat, membawahi:
 - a. Sub Bagian Umum dan Kepegawaian
 - b. Sub Bagian Keuangan
 - c. Sub Bagian Perencanaan dan Pelaporan
3. Bidang Kebersihan, membawahi:
 - a. Seksi Penyapuan
 - b. Seksi Pengangkutan
4. Bidang Penerangan Jalan Umum dan Dekorasi Kota, membawahkan:
 - a. Seksi Pembangunan PJU dan Dekorasi Kota
 - b. Seksi Pemeliharaan PJU dan Dekorasi Kota
5. Bidang Pertamanan, membawahi:
 - a. Seksi Pembangunan dan Penataan Taman
 - b. Seksi Pemeliharaan Taman
6. Bidang Pembinaan Pengelolaan Sampah
 - a. Seksi Pengembangan Teknologi Penanggulangan Sampah
 - b. Seksi Pengembangan Kemitraan

7. UPTD Pemakaman
8. UPTD Pengolahan Air Limbah
9. UPTD Pengolahan Sampah

Jumlah pekerja DKP Kota Bogor dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1. Jumlah Pekerja Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor

No	Fungsi	SD-SMP	SMU/SMK	D3/S1/S2	Jumlah
1	Kepala Bidang			1	1
1	Pengumpul Sampah :				
a	Kepala Seksi			1	1
b	Pengawas Penyapu		1	1	2
c	Pengendali Penyapu	1	25		26
d	Penyapu	160	69		229
2	Pengangkut Sampah :				
a	Kepala Seksi		1		1
b	Pengawas			1	1
c	Koordinator Wilayah		9		9
d	Pengemudi	50	34		84
e	Kru Pengangkut Sampah	137	46		183
3	Petugas TPA :				
a	Kepala UPTD			1	1
b	Operator Alat Berat	2	4		6
c	Staf	1	2	1	4
d	Pelaksana	5	1		6
4	Perencana			1	1
5	Workshop (Bengkel)		7		7
6	a. Administrasi		7	1	8
	b. Pelaksana		7		7
7	Keuangan		3		3
8	Lain-lain				
	Total				580

(Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor, 2010)

3.6.2. Aspek Peraturan dan Pembiayaan

Beberapa peraturan yang mengatur tentang pengelolaan sampah di Kota Bogor antara lain Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 4 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 5 Tahun 2008 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan. Pada peraturan daerah (perda) nomor 5 tahun 2008 disebutkan bahwa retribusi pelayanan persampahan

Universitas Indonesia

adalah pungutan daerah sebagai pembayaran atas pelayanan persampahan. Besarnya tarif retribusi pelayanan persampahan digolongkan atas tiga hal, yaitu pelayanan persampahan rumah tangga, pelayanan persampahan industri, dan pelayanan persampahan perdagangan dan jasa. Besarnya tarif sangat bervariasi berdasarkan peruntukkan lokasi. Tarif terbesar untuk pelayanan persampahan rumah tangga adalah rumah besar dengan tipe 70 keatas sebesar Rp. 30.000,00/bulan dan tarif terendah adalah rumah kecil/ sederhana dibawah tipe 45 yang berada di gang ataupun jalan kecil sebesar Rp. 1.500,00/bulan. Tarif terbesar untuk pelayanan persampahan industri adalah pabrik/industri besar sebesar Rp. 100.000,00/bulan dan tarif terendah adalah bengkel kecil/motor sebesar Rp. 12.500,00/bulan. Tarif terbesar untuk pelayanan persampahan perdagangan dan jasa adalah hotel bintang 5 sebesar Rp. 550.000,00/bulan dan tarif terendah adalah pedagang kecil yang bersifat sementara atau tidak menetap dengan menggunakan sarana berdagang yang mudah dipindahkan dan dibongkar pasang yang tidak punya tempat tetap atau tidak pakai peneduh sebesar Rp. 500,00/bulan.

3.6.3. Aspek Teknis Operasional

Pengelolaan sampah Kota Bogor menggunakan sistem manajemen dengan pola 3P, yaitu pengumpulan, pengangkutan dan penimbunan. Setiap hari, petugas kebersihan mengangkut sekitar 1.552 m³ sampah ke TPA Galuga dengan menggunakan armada truk sebanyak 97 buah (Harian Pikiran Rakyat, 04 Agustus 2009). Berdasarkan sudut pandang teknis operasional sistem manajemen pengelolaan sampah dengan pola tersebut tidak berkelanjutan, karena akhir dari sistem adalah penimbunan dan pada proses tidak terdapat upaya mengurangi sampah.

Pengelolaan sampah Kota Bogor didukung oleh fasilitas persampahan yang cukup baik, meskipun terdapat beberapa alat berat yang telah habis masa pakainya. Fasilitas pengangkutan sampah yang dimiliki oleh DKP Kota Bogor antara lain:

Tabel 3.2. Fasilitas Pengangkutan Sampah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor

No	Alat Pengangkut Sampah	Jumlah Unit	Kapasitas m ³ /hari	Ritasi Unit/Hari	Kondisi		Keterangan
					Baik	Rusak	
1	Gerobak Sampah	249	1	1	80		
2	Motor Sampah	10	2	2	80		
3	<i>Pick Up</i>	6	3	1	80		Usia ekonomis >5 dan ≤10 tahun sebanyak 3 unit
4	<i>Dump Truck</i>	64	6	2	64		Usia ekonomis > 5 dan ≤10 tahun sebanyak 22 unit
5	<i>Arm Roll Truck</i>	30	8	3	28	2	Usia ekonomis > 5 dan ≤10 tahun sebanyak 21 unit
6	<i>Compactor</i>	0	0				

(Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor, 2010)

Selain fasilitas pengangkutan sampah, terdapat pula tempat pengumpulan sementara sampah yang menyebar di seluruh Kota Bogor. Jumlah dan tipe tempat pengumpulan sementara (TPS) sampah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3. Tempat Pengumpulan Sementara Sampah Kota Bogor

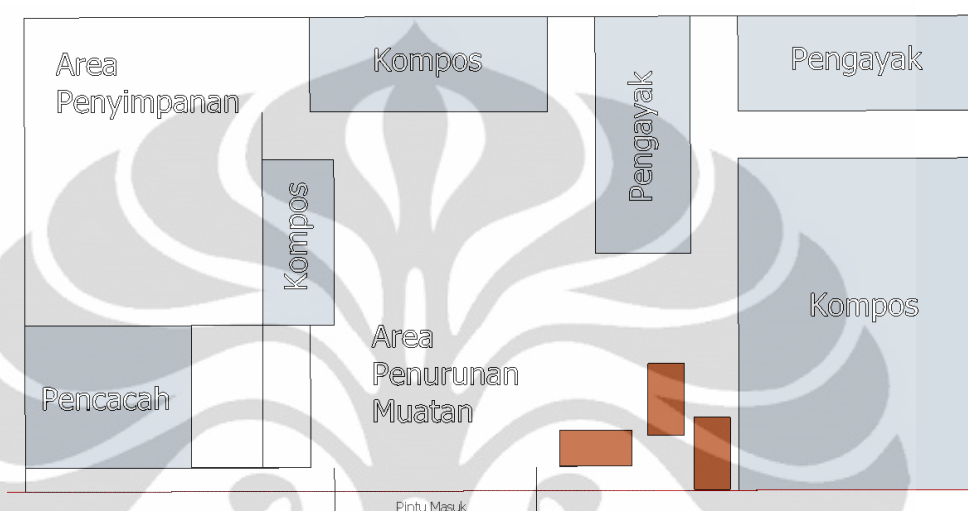
No	TPS Sampah	Jumlah	Kondisi	
			Baik	Rusak
1	<i>Container</i>	100	100	
2	Transfer Depo	9	9	
3	TPS Pasangan Bata Terbuka	957	957	
	TPS Pasangan Bata Tertutup			
4	Lain-lain			

(Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Bogor, 2010)

Pada awal tahun 2010 DKP Kota Bogor melakukan uji coba penggunaan mesin penghancur sampah yang ditempatkan di Kantor DKP Kota Bogor. Mesin ini digunakan untuk menghancurkan sampah yang berasal dari jalan dimana mayoritas sampah berupa daun. Sampah yang telah dihancurkan kemudian diproses untuk dijadikan kompos. Pengomposan ini hanya menggunakan karung dimana sampah yang telah hancur dimasukkan ke dalam karung kemudian

Universitas Indonesia

didiamkan selama lebih kurang 14 hari. Setelah itu dilakukan pengayakan dengan menggunakan mesin pengayak. Residu kompos dijadikan tanah penutup sekitar kantor DKP. Denah lokasi uji coba unit pengolahan sampah di kantor DKP dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 3.4. Denah Unit Pengolahan Sampah Kantor DKP Kota Bogor
(Pengolahan Penulis, 2011)**

Sampah yang telah dikumpulkan maupun residu unit pengolahan sampah diangkut ke tempat pembuangan akhir yaitu TPA Galuga. TPA Galuga berada di Kampung Lalamping, Desa Galuga, Kecamatan Cibungbulang. TPA ini dikelola oleh Dinas Kebersihan Pemerintah Kota Bogor dan Pemerintah Kabupaten Bogor. Total luas lahan TPA mencapai ± 17 ha, dengan pembagian 14 ha untuk sampah Kota Bogor dan 2,6 ha untuk sampah Kabupaten Bogor. Pembagian area ini berdasarkan volume sampah yang datang dimana sampah dari Kota Bogor jauh lebih banyak daripada sampah yang berasal dari Kabupaten Bogor. Lokasi di area TPA Galuga terdiri dari tempat penumpukan sampah, tempat pengelolaan sampah organik, kolam ekualisasi, serta kantor dinas pengawasan kebersihan. Disekitar lokasi banyak terdapat rumah warga yang berprofesi sebagai pengumpul sampah daur ulang (A. R. Hakim, 2010).

Secara umum tahapan pengelolaan sampah di TPA Galuga adalah sebagai berikut (A. R. Hakim, 2010):

1. Sampah rumah tangga, sampah rumah makan, sampah hotel-hotel, serta sampah perkotaan diangkut oleh dinas kebersihan melalui truk-truk armada pengangkutan sampah. Sampah yang diangkut langsung dibawa ke TPA Galuga. Pengangkutan sampah dilakukan ketika volume sampah telah cukup banyak untuk diangkut, sehingga waktu pengangkutan sampah tidak memiliki jadwal yang pasti. Pengangkutan sampah pada umumnya dilakukan pada malam hari dimana penyumbang sampah terbanyak seperti hotel-hotel dan restoran baru ditutup pada malam hari.
2. Di Galuga terdapat tempat penampungan sampah berupa area yang awalnya berupa lereng bukit kecil yang mampu menampung sampah tanpa membentuk gunung. Namun sebelum sampah ditumpahkan ke penampungan sampah, para warga yang banyak berprofesi sebagai pemulung sampah telah siap untuk memulung sampah anorganik yang bernilai ekonomis. Selain itu dilakukan sortasi untuk sampah organik oleh dinas kebersihan untuk diolah menjadi pupuk kompos.
3. Setelah dilakukan sortasi, sampah ditumpahkan ke tempat penampungan yang luas. Penumpahan sampah memperhatikan pola penyebaran sampah dimana sampah dipadatkan dengan membentuk pola penyebaran memadat dari pinggir area menuju tengah area pengumpulan sampah. Hal tersebut dilakukan untuk efisiensi tempat, kemudahan pengelolaan selanjutnya serta untuk mengatur aliran air sampah yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Pemadatan sampah akan bergeser ketika sampah sudah rata dengan permukaan tanah paling tinggi sehingga tidak membentuk gunung sampah. Waktu yang diperlukan untuk menumpuk sampah pada satu sisi area penumpahan dapat lebih dari 5 tahun. Sehingga untuk sampah yang timbunan sampahnya telah berumur lebih dari 5 tahun diperlukan pipa-pipa asap yang berfungsi untuk menyalurkan gas metan (CH_4) yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh sampah yang telah berumur lebih dari 5 tahun. Gas metan yang tidak disalurkan ke udara bebas dapat menimbulkan ledakan hebat hingga terjadi kebakaran TPA.

Pengoperasian TPA Galuga seringkali menuai konflik. Konflik mengenai TPA Galuga berkisar pada permasalahan pembebasan lahan dan pencemaran akibat keberadaan TPA tersebut. Di TPA Galuga seringkali terjadi longsor sampah hingga menimbulkan korban jiwa. Warga sekitar TPA Galuga sudah beberapa kali melakukan aksi dengan menutup jalan menuju area TPA, hal ini mengakibatkan sampah menumpuk di sumber-sumber sampah hingga sehari-hari. Pada kondisi TPA Galuga bermasalah, Bogor melakukan pembuangan sampah ke TPA Bantar Gebang, Bekasi (“TPA Galuga dan polemik sampah Bogor”, 2009).



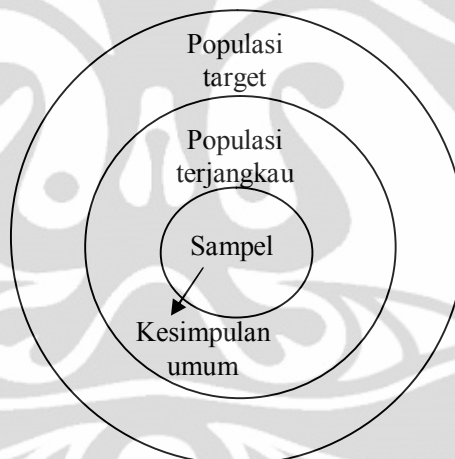
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Populasi Penelitian

Populasi merupakan sekumpulan orang atau objek yang memiliki kesamaan dalam satu atau beberapa hal dan yang membentuk masalah pokok dalam suatu riset khusus (Santoso dan Tjiptono, 2002).

Berdasarkan jenisnya, populasi dibagi menjadi:

1. *Reference population* yaitu populasi secara keseluruhan
2. *Study population* yaitu bagian populasi yang terjangkau, tempat penarikan sampel dan menjadi batas penarikan kesimpulan umum.



Gambar 4.1. Populasi dan Sampel

(J. Prihartono, n.d.)

Pada studi penelitian ini, yang menjadi populasi target adalah Kota Bogor, dan populasi terjangkau adalah area Jalan Raya Tajur. Sampel penelitian berada di area populasi terjangkau, yang berarti berada di area Jalan Raya Tajur.

Populasi target penelitian, Kota Bogor, memiliki 6 kecamatan yaitu Kecamatan Bogor Utara, Kecamatan Bogor Timur, Kecamatan Bogor Selatan, Kecamatan Bogor Barat, Kecamatan Bogor Tengah dan Kecamatan Tanah Sareal. Total luas area sebesar 11.850 Ha dengan total jumlah penduduk sebesar 949.100 jiwa pada tahun 2010. Lokasi populasi target dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2. Populasi Target Penelitian

(www.kotabogor.go.id, 2010)

Populasi terjangkau penelitian terletak di perbatasan antara Kecamatan Bogor Timur dengan Kecamatan Bogor Barat. Total populasi berasal dari 6 kelurahan yaitu Kelurahan Tajur, Kelurahan Sindangsari, Kelurahan Sindang Rasa, Kelurahan Pakuan, Kelurahan Muarasari, dan Kelurahan Harjasari. Kelurahan Tajur, Kelurahan Sindangsari, dan Kelurahan Sindang Rasa berasal dari Kecamatan Bogor Timur, sedangkan Kelurahan Pakuan, Kelurahan Muarasari, dan Kelurahan Harjasari berasal dari Kecamatan Bogor Selatan. Total luas area populasi terjangkau adalah lebih kurang 355 Ha dengan jumlah penduduk sebesar lebih kurang 33.169 jiwa.

Di area populasi terjangkau terdiri dari 3017 tenaga kerja (Pemerintah Kota Bogor, 2007) dan 5867 orang murid yang tersebar di 30 sekolah dari tingkat taman kanak-kanak (TK) hingga sekolah lanjutan tingkat atas (SLTA) (Dinas Pendidikan dan Olahraga Pemerintah Kota Bogor, 2007).



Gambar 4.3. Populasi Terjangkau

(www.kotabogor.go.id, 2010 “telah diolah kembali”)

4.2. Sampel Penelitian

Sampel adalah sebagian dari populasi. Secara umum, sampel yang baik adalah sampel yang dapat mewakili sebanyak mungkin karakteristik populasi atau disebut juga sampel harus valid. Sampel yang valid ditentukan oleh dua pertimbangan yaitu akurasi atau ketepatan dan presisi. Akurasi adalah tingkat ketidakadaan “bias” dalam sampel, yaitu semakin sedikit tingkat kekeliruan yang ada dalam sampel, maka sampel semakin akurat. Sedangkan presisi adalah tingkat kedekatan estimasi awal dengan karakteristik populasi.

Pada sistem pengelolaan sampah di Indonesia, metode pengambilan sampel telah diatur dalam Standar Nasional Indonesia yaitu SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Metode ini berisikan pengertian, persyaratan, ketentuan, cara pelaksanaan pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah untuk suatu kota.

Pada proses pengambilan sampel perlu diperhatikan beberapa aspek sebagai bahan pertimbangan yaitu lokasi pengambilan sampel, cara pengambilan sampel, dan jumlah sampel yang harus diambil.

Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi 2 kelompok utama yaitu:

1. Perumahan
 - a. Permanen pendapatan tinggi
 - b. Semi permanen pendapatan sedang
 - c. Non permanen pendapatan rendah
2. Non perumahan
 - a. Toko
 - b. Kantor
 - c. Sekolah
 - d. Pasar
 - e. Jalan
 - f. Hotel
 - g. Restoran, rumah makan
 - h. Fasilitas umum lainnya

Cara pengambilan sampel sampah dilakukan langsung di sumber sampah masing-masing perumahan dan non perumahan. Jumlah sampel sampah yang harus diambil akan dihitung terlebih dahulu berdasarkan jumlah populasi. Jumlah sampel jiwa dan kepala keluarga (KK) dihitung dengan persamaan

$$S = Cd\sqrt{Ps} \quad (4.1)$$

Dimana:

S = Jumlah sampel [jiwa]

Cd = Koefisien kota, asumsi untuk Kota Bogor 0,5

Ps = Populasi [jiwa]

$$K = \frac{S}{N} \quad (4.2)$$

Dimana:

K = Jumlah sampel [KK]

N = Rata-rata jumlah jiwa per keluarga, asumsi untuk Kota Bogor 5 jiwa

Nilai Cd diasumsikan untuk jenis kota sedang dan kecil didasarkan pada jumlah penduduk area penelitian yang berkisar 3.000-500.000 orang. Setelah

Universitas Indonesia

mengetahui jumlah jiwa dan kepala keluarga, jumlah sampel disebar berdasarkan klasifikasi perumahan, yaitu perumahan permanen, perumahan semi permanen dan perumahan non permanen.

Jumlah sampel sampah perumahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$S = Cd\sqrt{Ps}$$

$$S = 0,5\sqrt{33169}$$

$$S = 91 \text{ jiwa}$$

$$K = \frac{S}{N}$$

$$K = \frac{91}{5}$$

$$K = 18 \text{ KK}$$

Total sampel perumahan yang harus diambil berasal dari 91 jiwa atau 18 kepala keluarga. Namun pada pelaksanaannya, sampel yang diambil sebanyak 20 kepala keluarga. Hal ini dilakukan untuk menggenapkan jumlah sampel dan karena secara perhitungan statistik, semakin banyak data maka akan semakin mendekati kebenaran atau akurat.

Sampel non-perumahan yang digunakan berasal dari 1 lokasi tiap sumber, yaitu 1 sekolah dan 1 toko. Sekolah yang dipilih adalah sekolah yang memiliki jumlah murid yang cukup banyak sehingga diharapkan dapat mewakili sekolah-sekolah lainnya. Sedangkan untuk toko yang dipilih adalah toko dengan kategori toko kecil, hal ini memang tidak dapat mewakili kategori toko secara keseluruhan, namun dapat dijadikan data karena sepanjang area penelitian lebih didominasi oleh toko kecil.

4.3. Metode Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi dua pengukuran, yaitu pengukuran timbulan sampah dan pengukuran komposisi sampah. Pengukuran timbulan menggunakan dua metode yaitu 'metode volume' dan 'metode berat' sedangkan pengukuran komposisi hanya menggunakan 'metode berat'.

Peralatan dan perlengkapan yang dibutuhkan dalam proses pengambilan sampel antara lain:

1. Alat pengambil sampel berupa kantong plastik dengan volume 40 liter
2. Alat pengukur volume sampel berupa kotak berukuran 20 cm x 20 cm x 100 cm yang dilengkapi dengan skala tinggi
3. Alat pengukur volume sampel berupa kotak berukuran 50 cm x 100 cm x 100 cm yang dilengkapi dengan skala tinggi
4. Timbangan
5. Perlengkapan berupa alat pemindah seperti sekop
6. Sarung tangan

Cara pengambilan dan pengukuran sampel timbulan sampah adalah sebagai berikut:

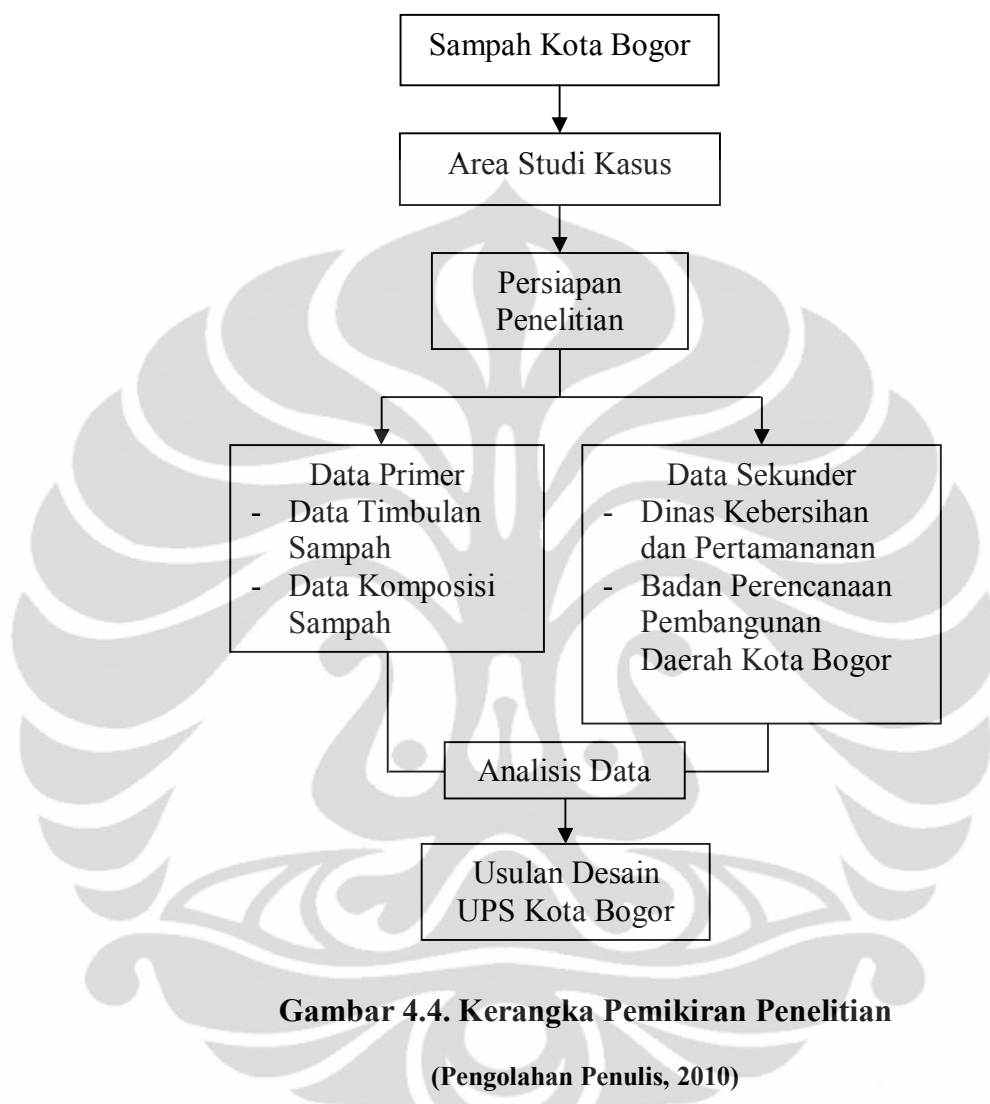
1. Dibagikan kantong plastik yang sudah diberi tanda kepada sumber sampah
2. Dicatat jumlah unit masing-masing penghasil sampah
3. Dikumpulkan kantong plastik yang sudah terisi sampah
4. Diangkut seluruh kantong plastik ke tempat pengukuran
5. Ditimbang kotak pengukur
6. Dituang secara bergiliran sampel tersebut ke kotak pengukur 40 liter
7. Dihentak 3 kali kotak sampel dengan mengangkat kotak setinggi 20 cm, lalu jatuhkan ke tanah
8. Diukur dan dicatat volume sampah (V_s)
9. Ditimbang dan dicatat berat sampah (B_s)
10. Ditimbang bak pengukur 500 liter
11. Dicampurkan seluruh sampel dari setiap lokasi pengambilan dalam bak pengukur 500 liter
12. Diukur dan dicatat volume sampah
13. Ditimbang dan dicatat berat sampah

Cara pengukuran sampel komposisi sampah merupakan kelanjutan dari pengukuran timbulan sampah, tahap selanjutnya setelah pengukuran timbulan sampah adalah sebagai berikut:

1. Dipilah sampel berdasarkan komponen komposisi sampah
2. Ditimbang dan dicatat berat sampah

4.4. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir yang digunakan dalam penelitian ini adalah:



Gambar 4.4. Kerangka Pemikiran Penelitian
(Pengolahan Penulis, 2010)

Proses berfikir dimulai dari permasalahan yang ada di pengelolaan sampah Kota Bogor eksisting, dengan informasi melalui observasi dan wawancara dengan dinas terkait pengelolaan sampah Kota Bogor, maka didapatkan fokus area penelitian kasus. Area penelitian kasus akan diobservasi dan diteliti lebih detail mengenai timbulan dan komposisi sampah serta disesuaikan dengan data sekunder yang ada. Data-data yang terkumpul akan diolah dan dijadikan dasar perencanaan desain unit pengolahan sampah di Kota Bogor, khususnya daerah area penelitian.

4.5. Data Penelitian

Berdasarkan sumbernya, data dibagi menjadi data primer dan data sekunder. Data primer ialah data yang diusahakan atau didapat oleh peneliti sedangkan data sekunder ialah data yang didapat dari orang atau instansi lain. Pada penelitian ini kedua jenis data digunakan. Kebutuhan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1. Tabel Data Penelitian

No	Data yang diperlukan	Uraian Informasi	Cara Pengumpulan Data
Gambaran umum lokasi (Data Sekunder)			
1	Demografi kota	Jumlah penduduk, penyebaran penduduk	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bogor
2	Topografi kota	Tata guna lahan, kontur kota	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bogor
3	Klimatologi	Iklim, cuaca, musim	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bogor
4	Fasilitas kota	Jumlah fasilitas umum dan fasilitas sosial	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bogor
Penelitian (Data Primer)			
5	Timbulan sampah	Jumlah timbulan sampah kota per orang per hari dan per fasilitas	observasi, penelitian
6	Komposisi sampah	Komposisi sampah kota per lokasi	observasi, penelitian

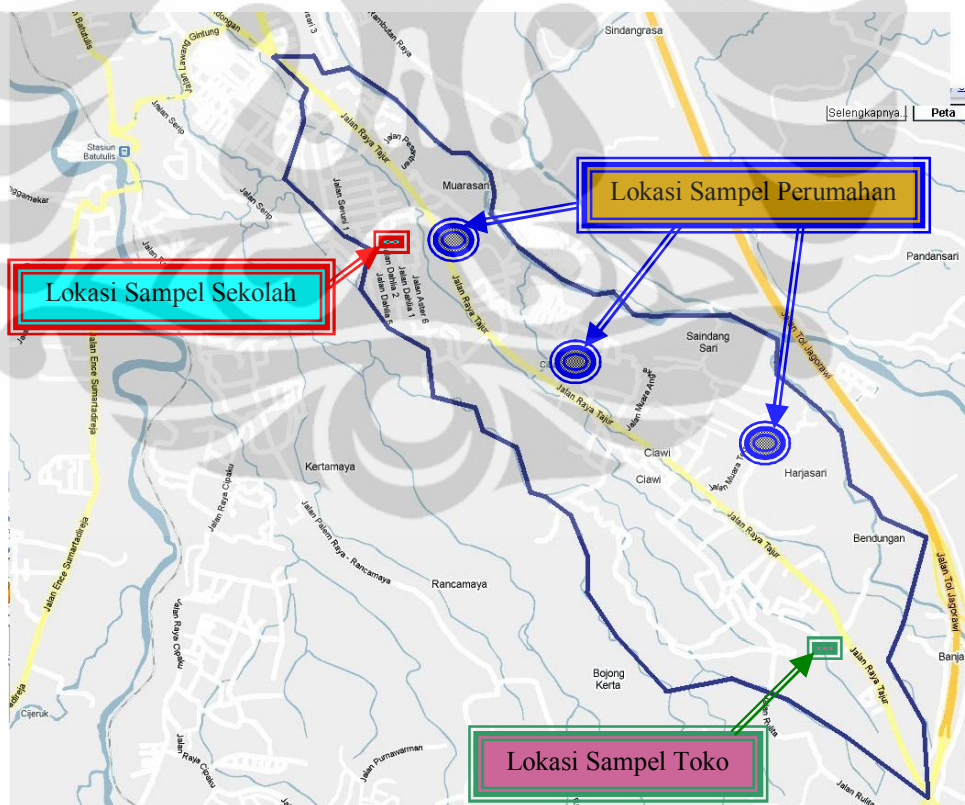
(Pengolahan Penulis, 2010)

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian lapangan dilakukan pada tanggal 17 Januari hingga 30 Januari 2011 untuk sampah perumahan dan pada tanggal 7 Maret hingga 13 Maret 2011 untuk sampah non perumahan, toko dan sekolah. Perbedaan waktu pengambilan sampel lebih dikarenakan pada Bulan Januari sekolah masih dalam masa libur sehingga Bulan Januari difokuskan pada pengambilan sampel perumahan. Pada saat penelitian musim yang sedang terjadi adalah musim penghujan.

Total sampel penelitian adalah 20 sampel perumahan dengan jumlah jiwa 110 orang, 1 sampel toko dengan jumlah pegawai 12 orang dan 1 sampel sekolah dengan jumlah murid 523 orang. Lokasi titik sampel dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.1. Lokasi Pengambilan Sampel
(Pengolahan Penulis, 2011)

Data sampel perumahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Data Sampel Perumahan

No Sampel	Jumlah Anggota Rumah	Laki-laki	Perempuan	Pendapatan
1	7	4	3	< 1 jt
2	5	1	4	< 1 jt
3	7	2	5	1 jt - 5 jt
4	2	1	1	< 1 jt
5	7	1	6	< 1 jt
6	6	2	4	< 1 jt
7	6	4	2	1 jt - 5 jt
8	4	3	1	1 jt - 5 jt
9	5	2	3	< 1 jt
10	9	5	4	< 1 jt
11	4	2	2	1 jt - 5 jt
12	4	1	3	< 1 jt
13	11	5	6	< 1 jt
14	9	5	4	1 jt - 5 jt
15	7	3	4	> 5 jt
16	3	1	2	1 jt - 5 jt
17	4	1	3	> 5 jt
18	4	2	2	1 jt - 5 jt
19	3	1	2	1 jt - 5 jt
20	3	2	1	1 jt - 5 jt
Total	110	48	62	

(Pengolahan Penulis, 2011)

Total jumlah jiwa sampel perumahan mencapai 110 orang dengan komposisi 48 laki-laki dan 62 perempuan. Berdasarkan klasifikasi pendapatan terdapat 2 rumah dengan pendapatan > 5 juta, 9 rumah dengan pendapatan 1 juta–5 juta, dan 9 rumah dengan pendapatan < 1 juta. Nomor sampel disesuaikan dengan rute pengambilan sampel, dimana nomor 1 merupakan rumah yang berlokasi paling dekat dengan tempat pengukuran.

5.1. Hasil Timbulan Sampah

Data berat timbulan sampah sampel perumahan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Universitas Indonesia

Tabel 5.2. Data Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter

No Sampel	Berat Timbulan Sampah Hari Ke- [Kg]														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	4	4,4	1,4	1	0,4	4,4	2,4	0,6	1,6	1,6	1,2	2	2,4	3,2	2,19
2	1	1,5	1,2	0,6	0,4	2,4		2,6	2,6	1,6	0,8	1,6	1,6	2,2	1,55
3	2	2	1	1	0,6	2,8		3	1,4	1	1	1,6	1,4	1	1,52
4	1,5	2	1,8	0,8	0,4	1,8	2,4	1,4	1,6	1,4	3,8		1,2	2	1,70
5	1	2,4	0,8	1	1,2	1,8	1,4	1,6	2,4	0,4	0,4	0,6	0,8		1,22
6	3	1	4,2	0,2	1,2	2,2	0,4	1,6	1,6	0,8	1,6	0,6	0,8	1,2	1,46
7	2	2,4	1	1	3	2,2	1,4	1,6	2,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,2	1,50
8	3	1,4	0,2	0,8	0,8	2,8	1,4	3,8		3,6	1,4	2,6	2,4	1	1,94
9	2	1,6	1,8	1	2,2	3,4	2,4	1,6	2	0,6	2,6	0,6	0,6	1	1,67
10	3	2	0,8	2,2	2	0,4	2,4	2,6	1,4	1	0,6	2,4	2,2	1,8	1,77
11	2	1,5	1	0,6	1,2	3,6	2,4	0,8	2,6	0,8	2,2	1	1,4	0,6	1,55
12	2	0,8	0,8	1,4	1,2	4	4,6	4,4		2,6	2,2	1,4		0,8	2,18
13	1	2	2	3,8	0,4			1	1,4	2,6	3,6	1		1	1,80
14	2	1,5		3	0,6	2,8	2,4	2,6	1,6	2,2	1,4	0,6		1,6	1,86
15	3	6,2			2,2	0,4	1,4	1	1,6	0,8	1		0,8		1,84
16	2	0,4	1,2		1	1,4		3,8		1,4	1,6			0,6	1,49
17	3	2	2	0,6	1	0,2	2,2	2,6		3,6		1	0,8	3	1,83
18	2	0,8	0,2				2,2	1,6	4,6	1,2	3,6		1		1,91
19	1		0,4	1	0,8			2,6	0,8	1,4	0,8	1,6	2,4	0,8	1,24
20	2		1	1		1,4	2,2	1,6	1,2	0,8	0,6		3,4		1,52
			2,2	1		0,2	4,4			2			2,6	1,4	
			0,6	2,2		2,6	5,2						1,8	4,6	
				1		0,4	2,4						1,4		
				1		1,8							2,2		
Rata-rata	2,13	1,99	1,27	1,24	1,14	2,24	2,11	2,12	1,94	1,50	1,63	1,30	1,50	1,44	1,69

(Pengolahan Penulis, 2011)

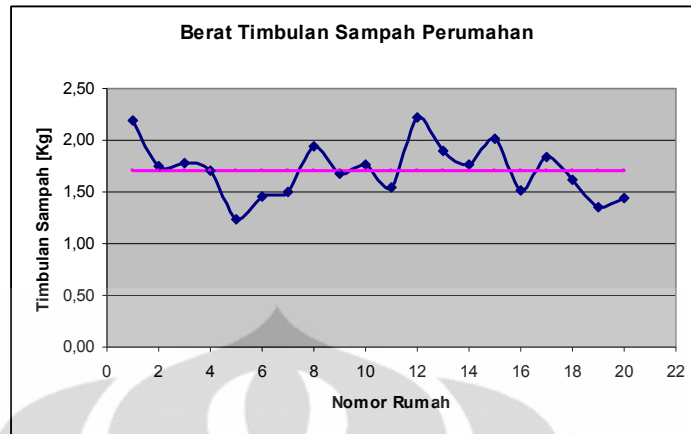
Data yang masuk disesuaikan dengan nomor sampel, namun data tersebut tidak sepenuhnya terisi. Hal ini dikarenakan sampah rumah pada hari tersebut tidak terangkut akibat hal-hal teknis seperti rumah kosong pada jam pengangkutan, selain itu terdapat beberapa kantong sampah yang tidak memiliki nomor sampel akibat penggantian kantong sampah dengan kresek. Data yang tidak sesuai dengan hari pengambilan sampel maupun nomor sampel tetap diukur dan ditunjukkan pada empat baris terbawah pada tabel berat timbulan sampah perumahan kotak ukur 40 liter. Selanjutnya dilakukan pelengkapan data dengan data yang telah diukur dari data yang tidak sesuai dengan hari pengambilan sampel maupun nomor sampel. Sehingga didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel 5.3. Data Terolah Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter

No Sampel	Berat Timbulan Sampah Hari Ke- [Kg]														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	4	4,4	1,4	1	0,4	4,4	2,4	0,6	1,6	1,6	1,2	2	2,4	3,2	2,19
2	1	1,5	1,2	0,6	0,4	2,4	4,4	2,6	2,6	1,6	0,8	1,6	1,6	2,2	1,75
3	2	2	1	1	0,6	2,8	5,2	3	1,4	1	1	1,6	1,4	1	1,79
4	1,5	2	1,8	0,8	0,4	1,8	2,4	1,4	1,6	1,4	3,8		1,2	2	1,70
5	1	2,4	0,8	1	1,2	1,8	1,4	1,6	2,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,4	1,23
6	3	1	4,2	0,2	1,2	2,2	0,4	1,6	1,6	0,8	1,6	0,6	0,8	1,2	1,46
7	2	2,4	1	1	3	2,2	1,4	1,6	2,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,2	1,50
8	3	1,4	0,2	0,8	0,8	2,8	1,4	3,8	2	3,6	1,4	2,6	2,4	1	1,94
9	2	1,6	1,8	1	2,2	3,4	2,4	1,6	2	0,6	2,6	0,6	0,6	1	1,67
10	3	2	0,8	2,2	2	0,4	2,4	2,6	1,4	1	0,6	2,4	2,2	1,8	1,77
11	2	1,5	1	0,6	1,2	3,6	2,4	0,8	2,6	0,8	2,2	1	1,4	0,6	1,55
12	2	0,8	0,8	1,4	1,2	4	4,6	4,4		2,6	2,2	1,4	2,6	0,8	2,22
13	1	2	2	3,8	0,4	2,6	2,4	1	1,4	2,6	3,6	1	1,8	1	1,90
14	2	1,5	1	3	0,6	2,8	2,4	2,6	1,6	2,2	1,4	0,6	1,4	1,6	1,76
15	3	6,2	2,2	1	2,2	0,4	1,4	1	1,6	0,8	1		0,8	4,6	2,02
16	2	0,4	1,2	1	1	1,4		3,8		1,4		1,6	2,2	0,6	1,51
17	3	2	2	0,6	1	0,2	2,2	2,6		3,6		1	0,8	3	1,83
18	2	0,8	0,2		0,2	0,4	2,2	1,6	4,6	1,2	3,6		1		1,62
19	1	2,2	0,4	1	0,8	1,8		2,6	0,8	1,4	0,8	1,6	2,4	0,8	1,35
20	2	0,6	1	1		1,4	2,2	1,6	1,2	0,8	0,6		3,4		1,44
Rata-rata	2,13	1,94	1,30	1,21	1,09	2,14	2,42	2,12	1,94	1,50	1,63	1,30	1,60	1,61	1,71

(Pengolahan Penulis, 2011)

Data yang telah dilengkapi masih terdapat kekosongan, hal ini dikarenakan terdapat beberapa sampah yang terangkut oleh petugas kebersihan setempat. Selanjutnya data yang telah dilengkapi ini dibuat dalam bentuk grafik, menjadi sebagai berikut:

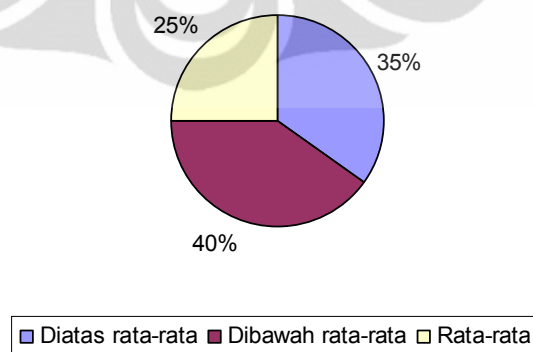


Gambar 5.2. Grafik Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak 40 Liter

(Pengolahan Penulis, 2011)

Grafik berat timbulan sampah perumahan kotak 40 liter menunjukkan adanya perbedaan berat antar rumah. Rumah nomor 1, 8, 12, 13, 14, 15, dan 17 menghasilkan timbulan sampah di atas rata-rata, rumah nomor 5, 6, 7, 11, 16, 18, 19, dan 20 menghasilkan timbulan sampah di bawah rata-rata, dan rumah 2, 3, 4, 9, dan 10 menghasilkan timbulan sampah rata-rata. Persentase timbulan sampah terhadap rata-rata timbulan sampah dapat dilihat pada grafik berikut:

Persentase Kesesuaian Berat Timbulan Sampah Perumahan terhadap Rata-rata



Gambar 5.3. Persentase Kesesuaian Berat Timbulan Sampah Perumahan terhadap Rata-rata

(Pengolahan Penulis, 2011)

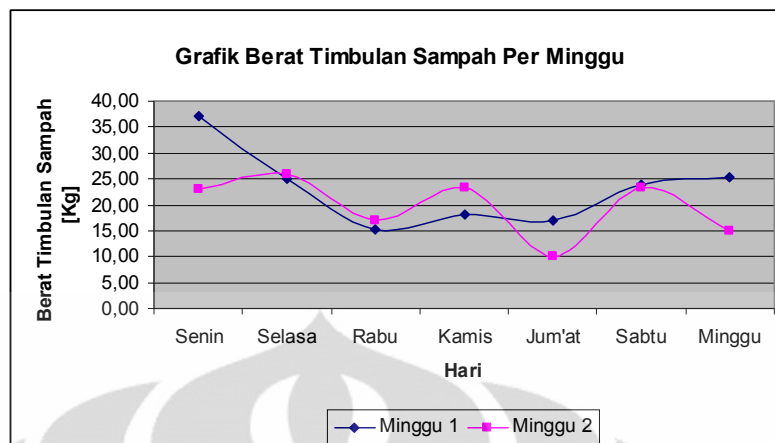
Setelah pengukuran dengan kotak ukur 40 liter, sampah digabungkan dan diukur dengan kotak ukur 500 liter. Data berat timbulan sampah perumahan dengan kotak ukur 500 liter dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.4. Data Berat Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 500 Liter

Hari Ke-	Berat Kg
1	37,00
2	25,00
3	15,20
4	18,20
5	17,00
6	23,80
7	25,40
8	23,00
9	26,00
10	17,00
11	23,20
12	10,00
13	23,20
14	15,00
Rata-rata	21,36

(Pengolahan Penulis, 2011)

Berdasarkan data berat timbulan sampah gabungan dapat ditemukan trend timbulan sampah tiap minggu. Hari ke-1 merupakan hari Senin hingga hari ke-7 merupakan hari Minggu. Jumlah hari pengambilan sampah adalah 14 hari dengan total 2 minggu. Grafik trend berat timbulan sampah tiap minggu dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 5.4. Grafik Berat Timbulan Sampah Perumahan Per Minggu

(Pengolahan Penulis, 2011)

Terdapat tren fluktuasi berat timbulan sampah per minggu. Dimana timbulan sampah mulai menurun dari hari senin hingga hari jum'at, pada hari sabtu timbulan sampah melonjak naik dan kemudian turun kembali. Hal ini dapat disebabkan karena pada hari senin hingga jum'at merupakan hari kerja sehingga sampah dari tiap orang tidak masuk seluruhnya pada kategori sampah perumahan, namun pada hari sabtu dan minggu dimana seluruh anggota keluarga pada umumnya berkumpul di rumah sehingga seluruh sampah masuk sebagai sampah perumahan.

Data volume timbulan sampah sampel perumahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.5. Data Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter

No Sampel	Volume Timbulan Sampah Hari Ke- [Liter]														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	10	18	12	12	10	14	14	10	10	12	10	12	18	14	12,57
2	8	6	12	14	4	8		12	10	8	4	8	8	12	8,77
3	12	14	10	14	12	12		22	8	8	10	8	4	10	11,08
4	16	10	14	10	10	8	10	6	6	12	16		4	8	10,00
5	8	10	8	16	12	8	6	10	8	6	6	6	4		8,31
6	14	8	22	10	12	14	10	18	14	14	12	6	6	8	12,00
7	10	16	16	10	16	10	12	18	12	8	8	8	8	12	11,71
8	18	6	8	8	8	14	8	26		14	14	12	10	8	11,85
9	14	6	16	16	20	8	16	20	8	4	14	8	2	6	11,29
10	12	12	6	10	10	12	6	22	6	4	10	12	8	8	9,86
11	12	6	6	8	12	18	8	6	10	6	12	6	6	4	8,57
12	26	10	8	12	8	24	16	24		10	8	4		6	13,00
13	10	16	8	16	8			6	6	10	10	6		8	9,45
14	18	12		10	6	16	6	24	6	6	6	4		10	10,33
15	18	16			12	6	8	6	6	4	6		4		8,60
16	8	10	12		12	14		12		8		8		6	10,00
17	8	10	8	6	8	12	8	14		12		6	8	12	9,33
18	10	6	6				4	28	18	6	14		4		10,67
19	6		16	12	6			8	4	6	10	8	8	8	8,36
20	10		12	8		12	6	8	6	10	8		10		9,00
			16	8		6	14			10			6	12	
			6	14		12	18						16	14	
				12		12	8						10		
				8		6							10		
Rata-rata	12,40	10,67	11,11	11,29	10,33	12,35	9,20	15,00	8,63	8,40	9,89	7,63	7,00	8,75	10,24

(Pengolahan Penulis, 2011)

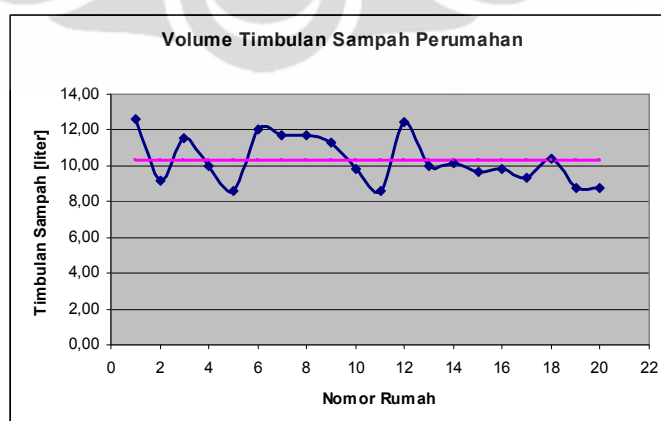
Sama seperti pada data berat timbulan sampah, data volume timbulan sampah yang didapatkan tidak sepenuhnya terisi. Oleh karena itu dilakukan pelengkapan data dengan data yang telah diukur dari data yang tidak sesuai dengan hari pengambilan sampel maupun nomor sampel. Sehingga didapatkan tabel sebagai berikut:

Tabel 5.6. Data Terolah Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak Ukur 40 Liter

No Sampel	Volume Timbulan Sampah Hari Ke- [Liter]														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	10	18	12	12	10	14	14	10	10	12	10	12	18	14	12,57
2	8	6	12	14	4	8	14	12	10	8	4	8	8	12	9,14
3	12	14	10	14	12	12	18	22	8	8	10	8	4	10	11,57
4	16	10	14	10	10	8	10	6	6	12	16		4	8	10,00
5	8	10	8	16	12	8	6	10	8	6	6	6	4	12	8,57
6	14	8	22	10	12	14	10	18	14	14	12	6	6	8	12,00
7	10	16	16	10	16	10	12	18	12	8	8	8	8	12	11,71
8	18	6	8	8	8	14	8	26	10	14	14	12	10	8	11,71
9	14	6	16	16	20	8	16	20	8	4	14	8	2	6	11,29
10	12	12	6	10	10	12	6	22	6	4	10	12	8	8	9,86
11	12	6	6	8	12	18	8	6	10	6	12	6	6	4	8,57
12	26	10	8	12	8	24	16	24		10	8	4	6	6	12,46
13	10	16	8	16	8	12	8	6	6	10	10	6	16	8	10,00
14	18	12	8	10	6	16	6	24	6	6	6	4	10	10	10,14
15	18	16	14	12	12	6	8	6	6	4	6		4	14	9,69
16	8	10	12	8	12	14		12		8		8	10	6	9,82
17	8	10	8	6	8	12	8	14		12		6	8	12	9,33
18	10	6	6		6	12	4	28	18	6	14		4		10,36
19	6	16	16	12	6	6		8	4	6	10	8	8	8	8,77
20	10	6	12	8		12	6	8	6	10	8		10		8,73
Rata-rata	12,40	10,70	11,10	11,16	10,11	12,00	9,89	15,00	8,71	8,40	9,89	7,63	7,70	9,22	10,32

(Pengolahan Penulis, 2011)

Data yang telah dilengkapi kemudian dibuat dalam bentuk grafik, menjadi sebagai berikut:



Gambar 5.5. Grafik Volume Timbulan Sampah Perumahan Kotak 40 Liter

(Pengolahan Penulis, 2011)

Universitas Indonesia

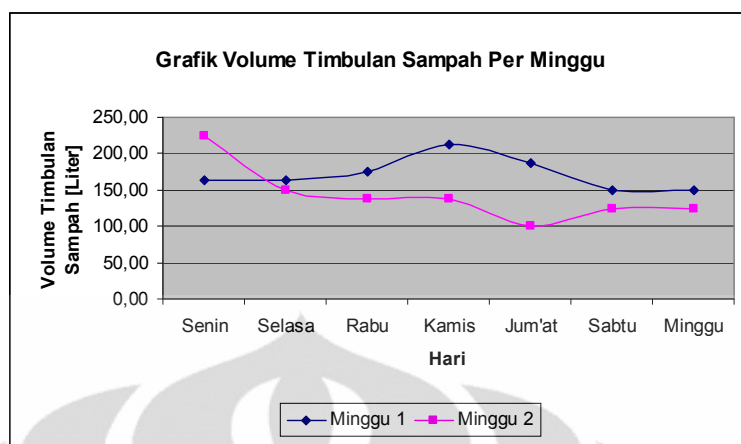
Sama seperti grafik berat timbulan sampah perumahan, pada grafik volume timbulan sampah perumahan kotak 40 liter menunjukkan adanya perbedaan berat antar rumah. Perbedaan berat dan volume timbulan sampah antar rumah dapat disebabkan oleh jumlah anggota rumah yang berbeda-beda. Pengukuran volume dilakukan pula dengan kotak ukur 500 liter. Data volume timbulan sampah perumahan dengan kotak ukur 500 liter dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 5.7. Data Volume Timbulan Sampah Perumahan
Kotak Ukur 500 Liter**

Hari Ke-	Volume liter
1	162,50
2	162,50
3	175,00
4	212,50
5	187,50
6	150,00
7	150,00
8	225,00
9	150,00
10	137,50
11	137,50
12	100,00
13	125,00
14	125,00
Rata-rata	157,14

(Pengolahan Penulis, 2011)

Berdasarkan data volume timbulan sampah gabungan akan dicari trend timbulan sampah tiap minggu. Hari ke-1 merupakan hari Senin hingga hari ke-7 merupakan hari Minggu. Jumlah hari pengambilan sampah adalah 14 hari dengan total 2 minggu. Grafik trend volume timbulan sampah tiap minggu dapat dilihat di bawah ini:



Gambar 5.6. Grafik Volume Timbulan Sampah Perumahan Per Minggu
(Pengolahan Penulis, 2011)

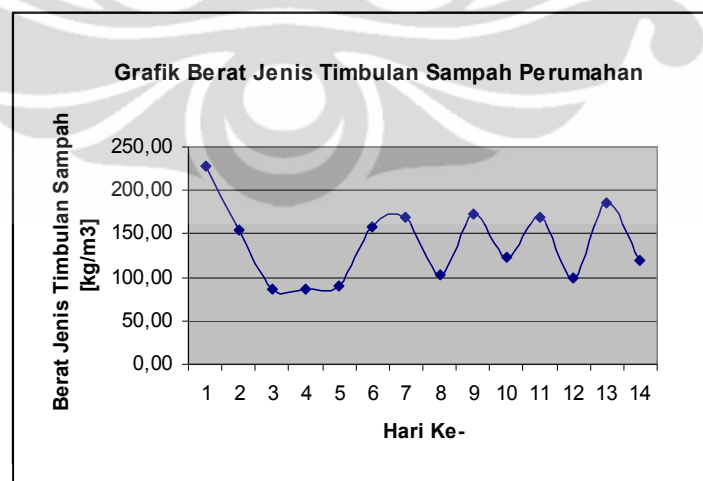
Pada bentuk grafik berat dan volume timbulan sampah perumahan dapat dilihat bahwa sampah yang berat tidak selalu diikuti dengan volume sampah yang tinggi. Pada grafik timbulan sampah terberat berada pada hari ke 1 sedangkan volume sampah tertinggi berada pada hari ke 8. Hal ini dikarenakan berat jenis sampah tiap harinya berbeda-beda, yang diakibatkan oleh komposisi sampah yang berbeda. Perbedaan antara berat dengan volume juga dapat disebabkan oleh faktor cuaca dimana pada musim hujan, air akan dapat secara signifikan menambah berat timbulan sampah tetapi tidak signifikan menambah volume sampah. Nilai berat jenis timbulan sampah tiap hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.8. Berat Jenis Timbunan Sampah Perumahan

Hari Ke-	Berat	Volume	Berat Jenis
	kg	liter	kg/m ³
1	37,00	162,50	227,69
2	25,00	162,50	153,85
3	15,20	175,00	86,86
4	18,20	212,50	85,65
5	17,00	187,50	90,67
6	23,80	150,00	158,67
7	25,40	150,00	169,33
8	23,00	225,00	102,22
9	26,00	150,00	173,33
10	17,00	137,50	123,64
11	23,20	137,50	168,73
12	10,00	100,00	100,00
13	23,20	125,00	185,60
14	15,00	125,00	120,00
Rata-rata	21,36	157,14	139,02

(Pengolahan Penulis, 2011)

Nilai berat jenis didapat dari tabel diatas, dengan membagi nilai berat terhadap volume timbunan sampah tiap hari, maka didapatkan berat jenis timbunan sampah tiap hari. Berat jenis timbunan sampah perumahan area penelitian merupakan nilai rata-rata berat jenis tiap hari, yaitu 139,02 kg/m³.



Gambar 5.7. Grafik Berat Jenis Timbunan Sampah Perumahan

(Pengolahan Penulis, 2011)

Nilai timbulan sampah per orang per hari didapat dengan merata-ratakan nilai timbulan sampah setiap hari dibagi dengan jumlah jiwa sampel perumahan. Nilai berat timbulan sampah perumahan sebesar 0,24 kg/orang/hari dengan volume timbulan sampah sebesar 1,60 liter/orang/hari.

Data timbulan sampah sampel toko dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.9. Timbulan Sampah Toko

Hari Ke-	Berat kg	Volume liter	Berat Jenis kg/m³
1	1,54	11,31	136,16
2	1,21	10,05	120,40
3	0	0	0,00
4	0	0	0,00
5	2,04	21,99	92,77
6	0	0	0,00
Rata-rata	1,60	14,45	116,43

(Pengolahan Penulis, 2011)

Data Penelitian timbulan sampah sampel toko didapat selama 6 hari berturut-turut. Pada data terdapat nilai data yang 0 (nol), hal ini menunjukkan sampah toko tersebut tidak ada meskipun dilakukan pengangkutan. Tempat sampah toko berada di area luar dimana tidak ada rutinitas pengangkutan sampah dari pemilik toko. Sampah yang ada sering diambil oleh pemulung yang beroperasi di sepanjang Jalan Raya Tajur. Nilai data yang nol dapat disebabkan oleh sampah yang telah diangkut oleh pemulung. Pemulung tertarik dengan sampah toko dikarenakan komposisi sampah yang masih bernilai ekonomis bagi pemulung.

Nilai timbulan sampah per orang per hari didapat dengan merata-ratakan nilai timbulan sampah setiap hari dibagi dengan jumlah pegawai sampel toko, yaitu 12 orang. Nilai berat timbulan sampah toko sebesar 0,13 kg/pegawai/hari dengan volume timbulan sampah sebesar 1,20 liter/pegawai/hari. Berat jenis sampah toko dapat dihitung dengan merata-ratakan berat jenis tiap harinya. Didapat nilai berat jenis rata-rata sampah toko sebesar 116,43 kg/m³.

Data timbulan sampah sampel sekolah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

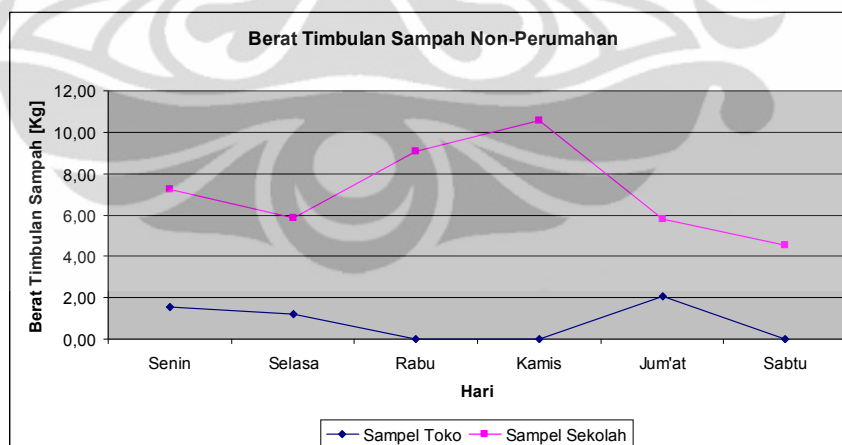
Tabel 5.10. Timbulan Sampah Sekolah

Hari Ke-	Berat	Volume	Berat Jenis
	kg	liter	kg/m ³
1	7,26	157,08	46,22
2	5,86	109,96	53,29
3	9,1	157,08	57,93
4	10,58	125,66	84,20
5	5,8	117,81	49,23
6	4,53	125,66	36,05
Rata-rata	7,19	132,21	54,49

(Pengolahan Penulis, 2011)

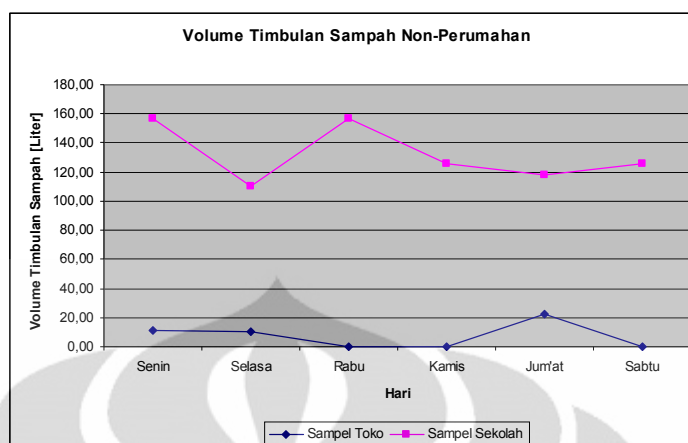
Nilai timbulan sampah per orang per hari didapat dengan merata-ratakan nilai timbulan sampah setiap hari dibagi dengan jumlah murid sampel sekolah, yaitu 523 murid. Nilai berat timbulan sampah sekolah sebesar 0,01 kg/murid/hari dengan volume timbulan sampah sebesar 0,25 liter/murid/hari. Berat jenis sampah sekolah dapat dihitung dengan merata-ratakan berat jenis tiap harinya. Didapat nilai berat jenis rata-rata sampah sekolah sebesar 54,49 kg/m³.

Grafik fluktuasi berat timbulan sampah non perumahan, toko dan sekolah dapat dilihat pada gambar berikut:

**Gambar 5.8. Grafik Berat Timbulan Sampah Non Perumahan**

(Pengolahan Penulis, 2011)

Sedangkan grafik fluktuasi volume timbulan sampah non perumahan, toko dan sekolah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.9. Grafik Volume Timbulan Sampah Non Perumahan
(Pengolahan Penulis, 2011)

Terdapat perbedaan bentuk grafik pada berat dan volume. Hal ini diakibatkan oleh perbedaan berat jenis timbulan sampah tiap harinya. Berat sampah tidak selalu diikuti oleh volume sampah yang tinggi, begitu pula sebaliknya. Bila dibandingkan antara timbulan sampah sekolah dengan toko terdapat jarak yang cukup jauh, hal ini disebabkan oleh jumlah orang yang berada di sekolah dan di toko. Timbulan sampah toko hanya berasal dari pegawai toko yang berjumlah belasan, sedangkan timbulan sampah sekolah berasal dari murid yang berjumlah hingga ratusan.

Hasil timbulan sampah area penelitian yaitu perumahan dan non-perumahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.11. Timbulan Sampah Area Penelitian

	Timbulan per orang		Berat Jenis
	Berat	Volume	
	kg/hari	liter/hari	kg/m ³
Perumahan	0,24	1,60	139,02
Toko	0,13	1,20	116,43
Sekolah	0,01	0,25	54,49
Rata-rata	0,39	3,06	103,31

(Pengolahan Penulis, 2011)

Jumlah timbulan sampah per satuan per hari mencapai 0,39 kg/hari setara dengan 3,06 liter/hari. Berat jenis timbulan sampah area penelitian dihitung

Universitas Indonesia

dengan merata-ratakan berat jenis sampah tiap sumber. Berat jenis timbunan sampah area penelitian ini adalah $103,31 \text{ kg/m}^3$.

5.2. Hasil Komposisi Sampah

Data komposisi sampah sampel perumahan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Tabel 5.12. Komposisi Sampah Perumahan

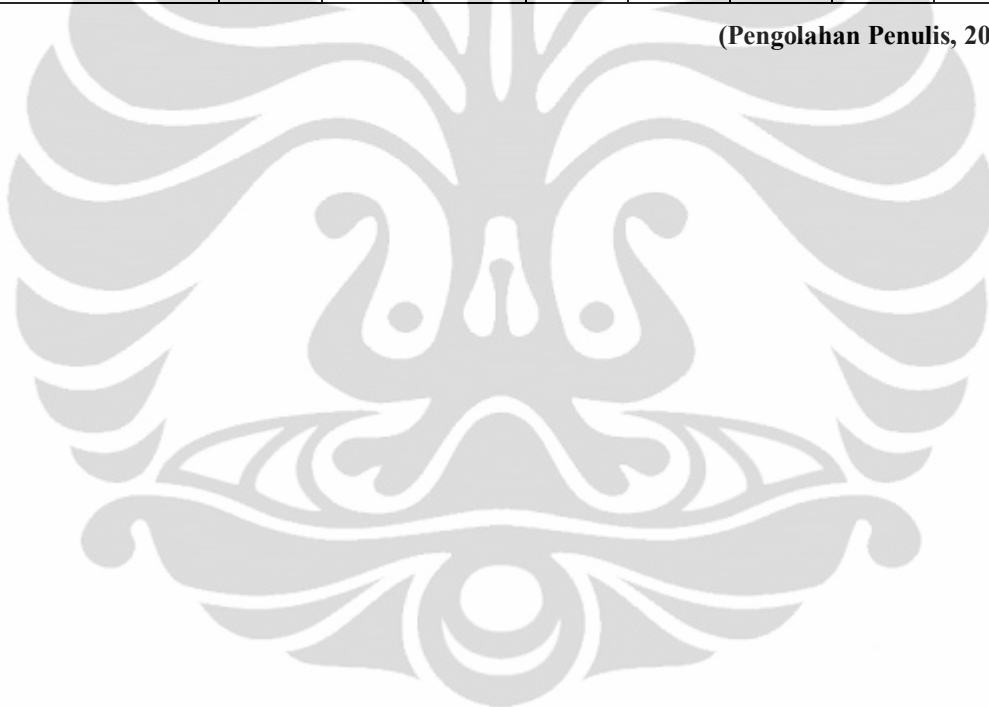
	Komposisi Sampah Hari Ke- [Kg]														Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Sisa makanan	16	12,4	12,2	11,8	11	14,8	11	17	12	16	13,4	9,2	10	13,6	12,89
Kertas	2	3,8	2	2	2	1,5	0,5	2	2	1	1	0,5	0,5	1	1,56
Kardus	1	1	2	2	1	0,5	0,5	0,5	2	1,5	1	0,5	0,5	1	1,07
Plastik	5	3,8	3,4	5,8	4,8	3	3,4	4	4	4	3,6	2,8	3,8	2,8	3,87
Karet				1						1,5					1,20
Logam/kaleng			1			1			2	0,1	1	0,5	1	2	1,02
Kaca		1					0,5	0,5					1		0,67
Tekstil	1			2	1	0,5	0,5	0,5	2	0,5					1,00
Pampers+sterofom	4	6	2,6	4,4	2,2	4	4	5,4	6	4,8	5	1,5	4,4	5,2	4,25
Total	29	28	23,2	29	22	25,3	20,4	29,9	30	29,4	25	15	20,2	25,6	25,14

(Pengolahan Penulis, 2011)

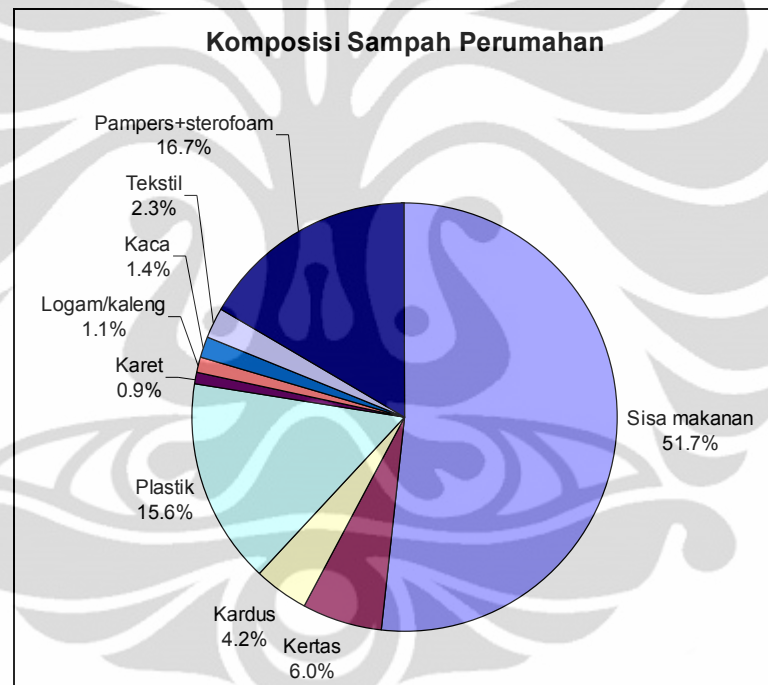
Tabel 5.13. Persentase Komposisi Sampah Perumahan

	Persentase Komposisi sampah hari ke										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sisa makanan	55,17	44,29	52,59	40,69	50,00	58,50	53,92	56,86	40,00	54,42	53,60
Kertas	6,90	13,57	8,62	6,90	9,09	5,93	2,45	6,69	6,67	3,40	4,00
Kardus	3,45	3,57	8,62	6,90	4,55	1,98	2,45	1,67	6,67	5,10	4,00
Plastik	17,24	13,57	14,66	20,00	21,82	11,86	16,67	13,38	13,33	13,61	14,40
Karet	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	5,10	1,00
Logam/kaleng	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00	3,95	0,00	0,00	2,22	0,17	1,00
Kaca	0,00	3,57	2,16	0,00	0,00	0,00	2,45	1,67	2,22	0,17	1,00
Tekstil	3,45	0,00	0,00	6,90	4,55	1,98	2,45	1,67	6,67	1,70	1,00
Pampers+sterofom	13,79	21,43	11,21	15,17	10,00	15,81	19,61	18,06	20,00	16,33	20,00
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(Pengolahan Penulis, 2011)



Komposisi sampah dihitung setelah pengukuran timbulan sampah selesai dilakukan. Sampah perumahan dipilah berdasarkan 9 kategori. Jumlah kategori sampah ini disesuaikan dengan komposisi sampah yang ada. Berdasarkan data sampah perumahan, komposisi sampah pada umumnya didominasi oleh sisa makanan. Plastik, kertas, kardus, dan pampers serta sterofoam selalu ada di tiap harinya. Komposisi sampah perumahan yang paling jarang adalah karet, bentuk sampah karet yang ditemukan adalah sepatu atau sandal yang telah rusak. Diagram pembagian komposisi sampah perumahan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.10. Diagram Komposisi Sampah Perumahan

(Pengolahan Penulis, 2011)

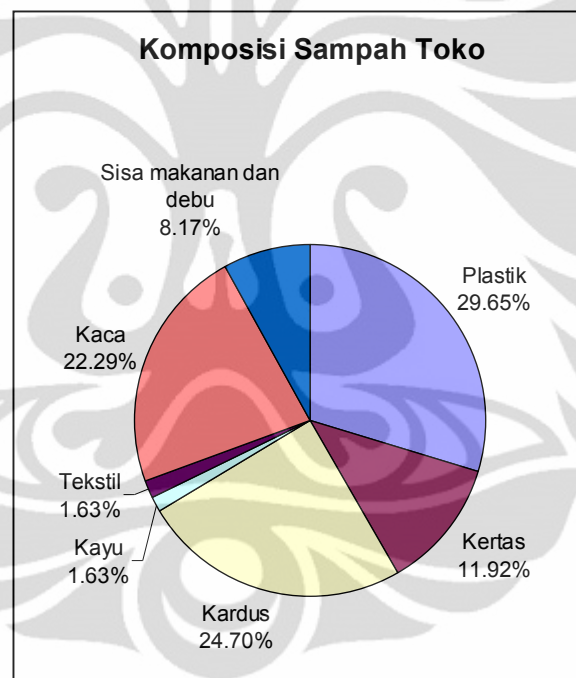
Berdasarkan diagram di atas didapatkan persentase terbesar sampah perumahan adalah sisa makanan mencapai setengah dari total timbulan sampah, diikuti pampers dan sterofoam, plastik, kertas, kardus, tekstil, kaca, logam atau kaleng, dan terakhir karet.

Data penelitian komposisi sampah sampel toko dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.14. Komposisi Sampah Toko

	Komposisi Sampah Hari Ke- [Kg]						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
Plastik	1	0,16	0	0	0,22	0	0,46
Kertas	0,24	0,09	0	0	0,26	0	0,20
Kardus	0,3	0,4	0	0	0,44	0	0,38
Kayu	0	0	0	0	0,1	0	0,03
Tekstil	0	0	0	0	0,1	0	0,03
Kaca	0	0,56	0	0	0,42	0	0,33
Sisa makanan dan debu	0	0	0	0	0,5	0	0,17
Jumlah	1,54	1,21	0	0	2,04	0	1,60

(Pengolahan Penulis, 2011)



Gambar 5.11. Diagram Komposisi Sampah Toko

(Pengolahan Penulis, 2011)

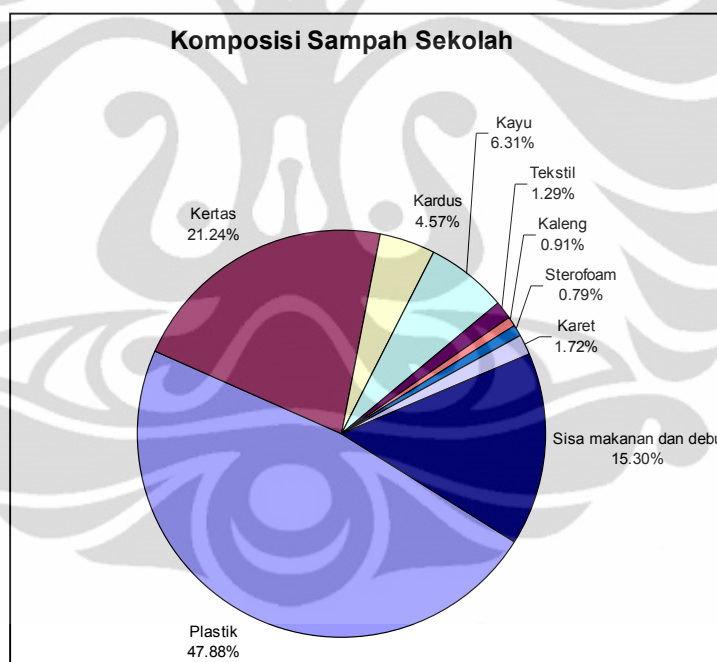
Sampah toko dipilah berdasarkan 7 kategori. Berdasarkan diagram hasil penelitian didapatkan persentase dari yang terbesar sampah toko adalah plastik, kardus, kaca, kertas, sisa makanan dan debu, tekstil, dan terakhir kayu.

Data penelitian komposisi sampah sampel sekolah dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.15. Komposisi Sampah Sekolah

	Komposisi Sampah Hari Ke- [Kg]						Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	
Plastik	3,44	2,74	4,2	4,5	2,6	2,7	3,36
Kertas	1,44	1,62	2,38	2	1	0,8	1,54
Kardus	0,2	0,5	0,12	0,5	0,2	0,3	0,30
Kayu	0,2	0,4	0,54	0,7	0,4	0,4	0,44
Tekstil	0,28	0,08	0,06	0,08	0	0,05	0,09
Kaleng	0	0,06	0	0,1	0,1	0,08	0,06
Sterofoam	0	0	0	0,5	0	0	0,08
Karet	0	0	0	0	0,6	0	0,10
Sisa makanan dan debu	1,7	0,46	1,8	2,2	0,9	0,2	1,21
Jumlah	7,26	5,86	9,1	10,58	5,8	4,53	7,19

(Pengolahan Penulis, 2011)



Gambar 5.12. Diagram Komposisi Sampah Sekolah

(Pengolahan Penulis, 2011)

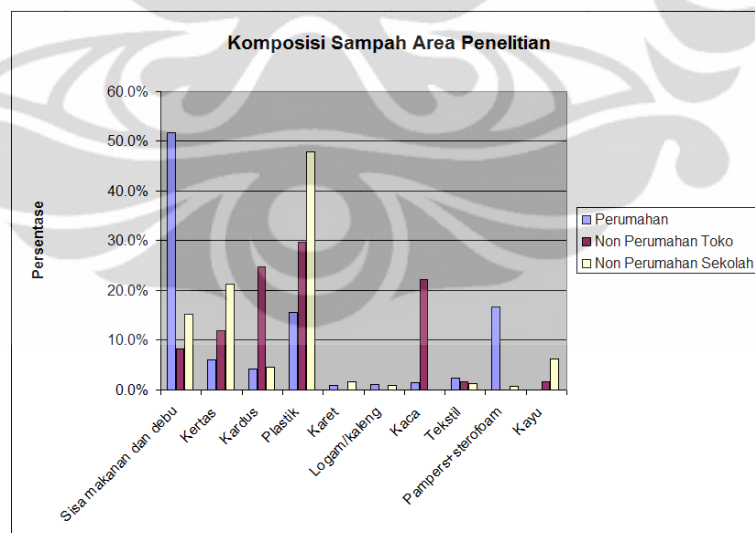
Berdasarkan diagram di atas didapatkan persentase dari yang terbesar sampah sekolah adalah plastik, kertas, sisa makanan dan debu, kayu, kardus, karet, tekstil, logam atau kaleng dan terakhir sterofoam.

Persentase komposisi sampah area penelitian didapat dengan merata-ratakan persentase komposisi sampah setiap sumber. Nilai persentase komposisi sampah area penelitian sebesar:

Tabel 5.16. Persentase Komposisi Sampah Area Penelitian

Komposisi	Perumahan	Non Perumahan	
		Toko	Sekolah
Sisa makanan dan debu	51.7%	8.17%	15.30%
Kertas	6.0%	11.92%	21.24%
Kardus	4.2%	24.70%	4.57%
Plastik	15.6%	29.65%	47.88%
Karet	0.9%	0.00%	1.72%
Logam/kaleng	1.1%	0.00%	0.91%
Kaca	1.4%	22.29%	0.00%
Tekstil	2.3%	1.63%	1.29%
Pampers+sterofom	16.7%	0.00%	0.79%
Kayu	0.0%	1.63%	6.31%
Total	100.0%	100.0%	100.0%

(Pengolahan Penulis, 2011)



Gambar 5.13. Diagram Komposisi Sampah Area Penelitian

(Pengolahan Penulis, 2011)

Berdasarkan diagram komposisi sampah area penelitian dapat dilihat bahwa perumahan menghasilkan sampah sisa makanan dan debu yang paling banyak,

sedangkan toko menghasilkan sampah kaca terbanyak, dan sekolah menghasilkan sampah plastik terbanyak pada area penelitian.

5.3. Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah adalah perkiraan jumlah sampah pada waktu tertentu. Proyeksi timbulan sampah menjadi acuan kapasitas desain unit pengolahan sampah hingga jangka waktu tertentu. Pada penelitian ini hasil akhir berupa desain yang diharapkan mampu mengolah sampah hingga tahun 2030. Dengan kata lain umur unit pengolahan sampah adalah 20 tahun terhitung dari tahun 2010.

Proyeksi timbulan sampah dilakukan hingga tahun 2030. Perhitungan proyeksi didasarkan pada proyeksi jumlah penduduk menggunakan perbandingan antara metode aritmatika dan geometrik, dimana nilai yang akan diambil adalah nilai rata-rata antara kedua metode.

Pada tahun 2010 jumlah penduduk area penelitian sebesar 33.169 orang. Laju pertumbuhan penduduk untuk Kota Bogor adalah 2,39.

Tabel 5.17. Proyeksi Penduduk Area Penelitian

Tahun	Jumlah Penduduk		Rata-rata
	Aritmatik	Geometrik	
	$P_n = P_0 + nT$	$P_n = P_0 \times (1+r)^n$	
2011	33962	33962	33962
2012	34754	34773	34764
2013	35547	35605	35576
2014	36340	36455	36398
2015	37133	37327	37230
2016	37925	38219	38072
2017	38718	39132	38925
2018	39511	40068	39789
2019	40304	41025	40664
2020	41096	42006	41551
2021	41889	43010	42449
2022	42682	44038	43360
2023	43475	45090	44282
2024	44267	46168	45218
2025	45060	47271	46166
2026	45853	48401	47127
2027	46646	49558	48102
2028	47438	50742	49090
2029	48231	51955	50093
2030	49024	53197	51110

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi timbulan sampah perumahan didapatkan dengan mengalikan berat dan volume timbulan sampah perumahan hasil penelitian dengan jumlah penduduk area penelitian. Berat timbulan sampah perumahan adalah 0,24 kg/orang/hari dan volume timbulan sampah perumahan adalah 1,60 liter/orang/hari. Berikut ini merupakan proyeksi timbulan sampah perumahan per tahun hingga tahun 2030:

Tabel 5.18. Proyeksi Timbulan Sampah Perumahan

Tahun	Jumlah Penduduk	Berat	Volume
	[Orang]	[Kg/hari]	[Liter/hari]
2010	33169	8109	53221
2011	33962	8303	54493
2012	34764	8499	55780
2013	35576	8698	57083
2014	36398	8899	58402
2015	37230	9102	59737
2016	38072	9308	61088
2017	38925	9516	62457
2018	39789	9728	63844
2019	40664	9942	65248
2020	41551	10158	66671
2021	42449	10378	68112
2022	43360	10601	69573
2023	44282	10826	71053
2024	45218	11055	72554
2025	46166	11287	74075
2026	47127	11522	75617
2027	48102	11760	77181
2028	49090	12002	78767
2029	50093	12247	80376
2030	51110	12495	82009

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi timbulan sampah toko dihitung dari jumlah pegawai yang bekerja di toko di area penelitian. Berdasarkan data jumlah tenaga kerja area penelitian (Pemerintah Kota Bogor, 2007) jumlah pekerja adalah sebanyak 3017 orang. Perhitungan proyeksi jumlah tenaga kerja menggunakan perbandingan antara metode aritmatika dan geometrik, dimana nilai yang akan diambil adalah nilai rata-rata antara kedua metode. Laju pertumbuhan tenaga kerja Kota Bogor sebanding dengan laju pertumbuhan penduduk yaitu 2,39.

Tabel 5.19. Proyeksi Tenaga Kerja Area Penelitian

Tahun	Jumlah Pekerja		Rata-rata
	Aritmatik	Geometrik	
	$P_n = P_0 + nT$	$P_n = P_0 \times (1+r)^n$	
2008	3089	3089	3089
2009	3161	3163	3162
2010	3233	3239	3236
2011	3305	3316	3311
2012	3378	3395	3386
2013	3450	3476	3463
2014	3522	3559	3541
2015	3594	3644	3619
2016	3666	3732	3699
2017	3738	3821	3779
2018	3810	3912	3861
2019	3882	4006	3944
2020	3954	4101	4028
2021	4026	4199	4113
2022	4099	4300	4199
2023	4171	4402	4287
2024	4243	4508	4375
2025	4315	4615	4465
2026	4387	4726	4556
2027	4459	4839	4649
2028	4531	4954	4743
2029	4603	5073	4838
2030	4675	5194	4935

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi timbulan sampah toko didapatkan dengan mengalikan berat dan volume timbulan sampah toko hasil penelitian dengan jumlah pekerja area penelitian. Berat timbulan sampah toko adalah 0,13 kg/orang/hari dan volume timbulan sampah toko adalah 1,20 liter/orang/hari. Berikut ini merupakan proyeksi timbulan sampah toko per tahun hingga tahun 2030:

Tabel 5.20. Proyeksi Timbulan Sampah Toko

Tahun	Jumlah Pekerja	Berat	Volume
		Kg	Liter
2011	3311	441	3987
2012	3386	451	4078
2013	3463	461	4170
2014	3541	471	4264
2015	3619	482	4358
2016	3699	492	4454
2017	3779	503	4551
2018	3861	514	4650
2019	3944	525	4750
2020	4028	536	4851
2021	4113	547	4953
2022	4199	559	5057
2023	4287	570	5162
2024	4375	582	5269
2025	4465	594	5377
2026	4556	606	5487
2027	4649	619	5599
2028	4743	631	5712
2029	4838	644	5826
2030	4935	657	5943

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi timbulan sampah sekolah dihitung dari jumlah murid yang bersekolah di area penelitian. Berdasarkan data jumlah murid area penelitian (Dinas Pendidikan dan Olahraga, Pemerintah Kota Bogor, 2007) jumlah murid adalah sebanyak 5867 orang. Perhitungan proyeksi jumlah murid menggunakan perbandingan antara metode aritmatika dan geometrik, dimana nilai yang akan diambil adalah nilai rata-rata antara kedua metode. Laju pertumbuhan murid Kota Bogor sebanding dengan laju pertumbuhan penduduk yaitu 2,39.

Tabel 5.21. Proyeksi Murid Area Penelitian

Tahun	Jumlah Murid		Rata-rata
	Aritmatik	Geometrik	
	$P_n = P_0 + nT$	$P_n = P_0 \times (1+r)^n$	
2008	6007	6007	6007
2009	6147	6151	6149
2010	6288	6298	6293
2011	6428	6448	6438
2012	6568	6602	6585
2013	6708	6760	6734
2014	6849	6922	6885
2015	6989	7087	7038
2016	7129	7257	7193
2017	7269	7430	7350
2018	7409	7608	7509
2019	7550	7789	7670
2020	7690	7976	7833
2021	7830	8166	7998
2022	7970	8361	8166
2023	8111	8561	8336
2024	8251	8766	8508
2025	8391	8975	8683
2026	8531	9190	8861
2027	8671	9410	9040
2028	8812	9634	9223
2029	8952	9865	9408
2030	9092	10100	9596

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi timbulan sampah sekolah didapatkan dengan mengalikan berat dan volume timbulan sampah sekolah hasil penelitian dengan jumlah murid area penelitian. Berat timbulan sampah sekolah adalah 0,01 kg/orang/hari dan volume timbulan sampah sekolah adalah 0,25 liter/orang/hari. Berikut ini merupakan proyeksi timbulan sampah sekolah per tahun hingga tahun 2030:

Tabel 5.22. Proyeksi Timbulan Sampah Sekolah

Tahun	Jumlah Murid	Berat	Volume
		Kg	Liter
2011	6438	88	1627
2012	6585	91	1665
2013	6734	93	1702
2014	6885	95	1740
2015	7038	97	1779
2016	7193	99	1818
2017	7350	101	1858
2018	7509	103	1898
2019	7670	105	1939
2020	7833	108	1980
2021	7998	110	2022
2022	8166	112	2064
2023	8336	115	2107
2024	8508	117	2151
2025	8683	119	2195
2026	8861	122	2240
2027	9040	124	2285
2028	9223	127	2331
2029	9408	129	2378
2030	9596	132	2426

(Pengolahan Penulis, 2011)

Total timbulan sampah area penelitian merupakan jumlah timbulan sampah perumahan, toko dan sekolah. Total timbulan sampah tahun 2010 dan tahun proyeksi 2030 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.23. Total Timbulan Sampah Area Penelitian

	2010		2030	
	Berat	Volume	Berat	Volume
	kg/hari	liter/hari	kg/hari	liter/hari
Perumahan	8.109	53.221	12.495	82.009
Toko	431	3.897	657	5.943
Sekolah	86	1.591	132	2.426
Total	8.626	58.709	13.284	90.377

(Pengolahan Penulis, 2011)

Berdasarkan proyeksi timbulan sampah tiap sumber, maka total timbulan sampah area penelitian dapat diketahui. Berat timbulan sampah area penelitian pada tahun 2030 mencapai 13.284 kg/hari dan volume timbulan sampah area

Universitas Indonesia

penelitian mencapai 90.377 liter/hari. Pembulatan berat dan volume ini akan menjadi kapasitas desain unit pengolahan sampah yaitu 14 ton/hari setara dengan 91 m³/hari.

5.4. Proyeksi Komposisi Sampah

Proyeksi komposisi sampah bertujuan untuk mengetahui jumlah sampah tiap komponen pada tahun proyeksi. Dengan mengasumsikan komposisi sampah tetap hingga tahun 2030, komposisi sampah dapat diproyeksikan dari nilai proyeksi timbulan sampah. Berikut ini merupakan proyeksi berat komposisi dari tiap komponen per sumber pada tahun 2030:

Tabel 5.24. Berat Komponen Komposisi Sampah Area Penelitian Tahun 2030

Komposisi	Perumahan	Berat	Toko	Berat	Sekolah	Berat	Jumlah
		kg/hari		kg/hari		kg/hari	
Sisa makanan dan debu	51,7%	6462	8,17%	54	15,30%	20	6536
Kertas	6,0%	749	11,92%	78	21,24%	28	855
Kardus	4,2%	524	24,70%	162	4,57%	6	692
Plastik	15,6%	1954	29,65%	195	47,88%	63	2212
Karet	0,9%	113	0,00%	0	1,72%	2	115
Logam/kaleng	1,1%	142	0,00%	0	0,91%	1	143
Kaca	1,4%	175	22,29%	146	0,00%	0	322
Tekstil	2,3%	293	1,63%	11	1,29%	2	306
Pampers+sterofoam	16,7%	2084	0,00%	0	0,79%	1	2085
Kayu	0,0%	0	1,63%	11	6,31%	8	19
Jumlah	100,0%	12495	100,0%	657	100,0%	132	13284

(Pengolahan Penulis, 2011)

Proyeksi volume komposisi dari tiap komponen per sumber pada tahun 2030 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.25. Volume Komponen Komposisi Sampah Area Penelitian Tahun 2030

Komposisi	Perumahan	Volume	Toko	Volume	Sekolah	Volume	Jumlah
		liter/hari		liter/hari		liter/hari	
Sisa makanan dan debu	51,7%	42410	8,17%	486	15,30%	371	43266
Kertas	6,0%	4916	11,92%	709	21,24%	515	6140
Kardus	4,2%	3436	24,70%	1468	4,57%	111	5015
Plastik	15,6%	12825	29,65%	1762	47,88%	1161	15748
Karet	0,9%	738	0,00%	0	1,72%	42	780
Logam/kaleng	1,1%	931	0,00%	0	0,91%	22	953
Kaca	1,4%	1150	22,29%	1325	0,00%	0	2475
Tekstil	2,3%	1924	1,63%	97	1,29%	31	2052
Pampers+sterofoam	16,7%	13678	0,00%	0	0,79%	19	13697
Kayu	0,0%	0	1,63%	97	6,31%	153	250
Jumlah	100,0%	82009	100,0%	5943	100,0%	2426	90377

(Pengolahan Penulis, 2011)

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan jumlah berat dan volume sampah pada tahun 2030, yaitu:

Tabel 5.26. Sampah Area Penelitian Tahun 2030

Komposisi	Berat	Volume
	kg/hari	liter/hari
Sisa makanan dan debu	6536	43266
Kertas	855	6140
Kardus	692	5015
Plastik	2212	15748
Karet	115	780
Logam/kaleng	143	953
Kaca	322	2475
Tekstil	306	2052
Pampers+sterofoam	2085	13697
Kayu	19	250
Jumlah	13284	90377

(Pengolahan Penulis, 2011)

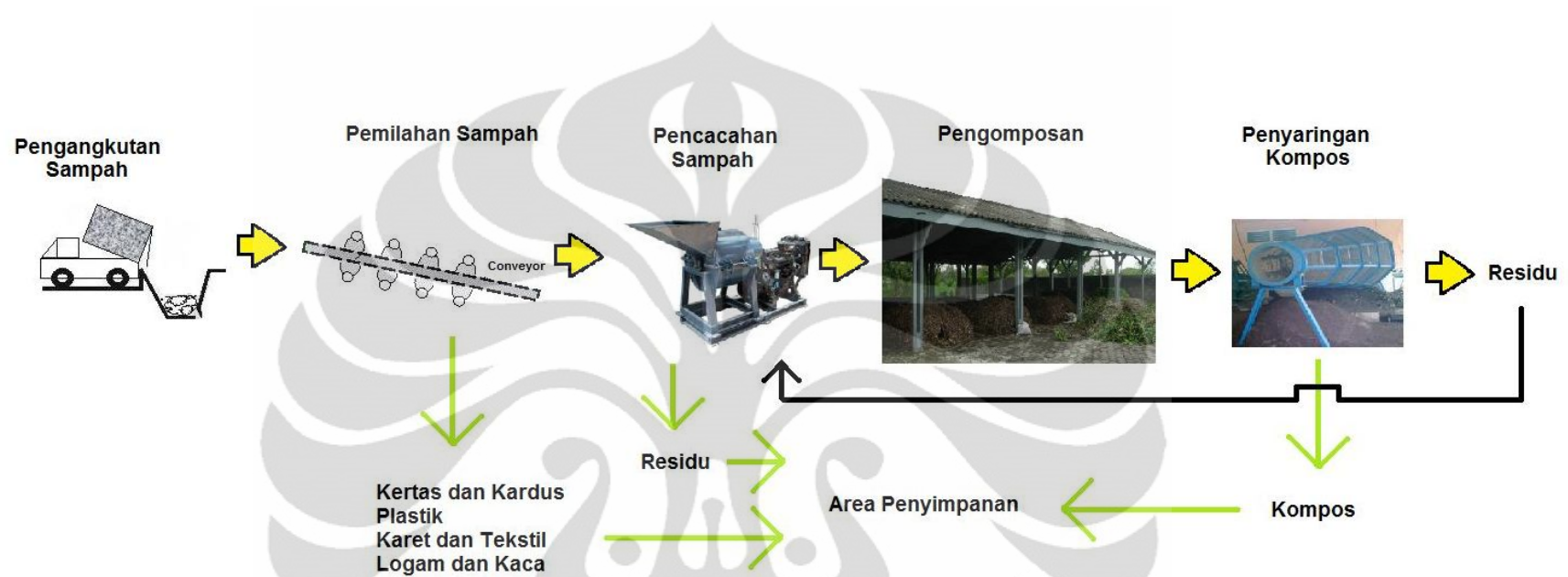
5.5. Analisa Proses di Unit Pengolahan Sampah

Unit pengolahan sampah yang akan didesain termasuk dalam kategori unit pengolahan sampah kawasan. Proses pengolahan sampah yang akan dilakukan mencakup sampah organik dan sampah anorganik. Proses pengolahan sampah organik akan dilakukan dengan metode komposting. Sedangkan pengolahan

Universitas Indonesia

sampah anorganik hanya terbatas pada pemilahan dan pengumpulan sampah anorganik yang masih bernilai ekonomi.

Sampah diangkut menggunakan alat angkut berupa *dump truck* maupun motor gerobak. Sampah masuk dalam unit pengolahan sampah dan dipilah secara manual dengan bantuan *conveyor* pemilah. Sampah anorganik seperti kertas, kardus, plastik, karet, tekstil, logam, dan kaca dipisahkan dan disimpan dalam area penyimpanan. Sisa sampah yang telah dipilah masuk ke dalam mesin pencacah sehingga menghasilkan sisa sampah yang telah tercacah dan dapat dikompos. Pengomposan menggunakan metode *windrow* dimana sampah tercacah ditumpuk hingga ketinggian tertentu dan dibiarkan di udara terbuka, sehingga terjadi proses degradasi alami selama jangka waktu tertentu. Setelah mencapai waktu matang kompos, kompos diayak dengan ukuran tertentu untuk memisahkan kompos siap pakai dengan residu yang terbawa. Residu yang terbawa kemudian dicacah kembali. Skema pengolahan sampah ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.14. Skema Pengolahan Sampah di Unit Pengolahan Sampah

(Desain Penulis, 2011)

5.6. Analisa Kebutuhan Lahan Unit Pengolahan Sampah

Kebutuhan lahan pada unit pengolahan sampah diklasifikasikan menjadi tiga jenis; area penerimaan sampah (*Tipping floor*), area pemrosesan sampah (*Processing area*) dan area penyimpanan (*Storage area*). Area penerimaan sampah merupakan area dimana sampah dipindahkan dari alat pengumpul sampah ke unit pengolahan sampah. Area pemrosesan merupakan area tempat sampah diproses yang terdiri dari area pemilahan sampah, area pencacahan sampah, area pengomposan, dan area penyaringan kompos. Area penyimpanan merupakan area tempat sampah-sampah yang telah dipilah dan diproses disimpan untuk kemudian diangkut dan dijual.

Area penerimaan sampah atau *tipping floor* harus dapat menampung timbulan sampah harian, namun karena kedatangan sampah tidak sekaligus maka perencanaan area penerimaan setengah dari total timbulan sampah harian. Perhitungan luas area *tipping floor* berdasarkan volume timbulan sampah dan asumsi ketinggian sampah pada area tersebut. Volume sampah area penelitian sebesar $91 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan asumsi ketinggian sampah ialah sebesar 0,5 meter, sehingga luas area *tipping floor* yang dibutuhkan ialah:

$$\text{Area Tipping Floor} = \frac{\text{Volume sampah masuk}/2}{\text{Tinggi timbulan sampah}}$$

$$\text{Area Tipping Floor} = \frac{91\text{m}^3 / 2}{0,5\text{m}}$$

$$\text{Area Tipping Floor} = 91\text{m}^2$$

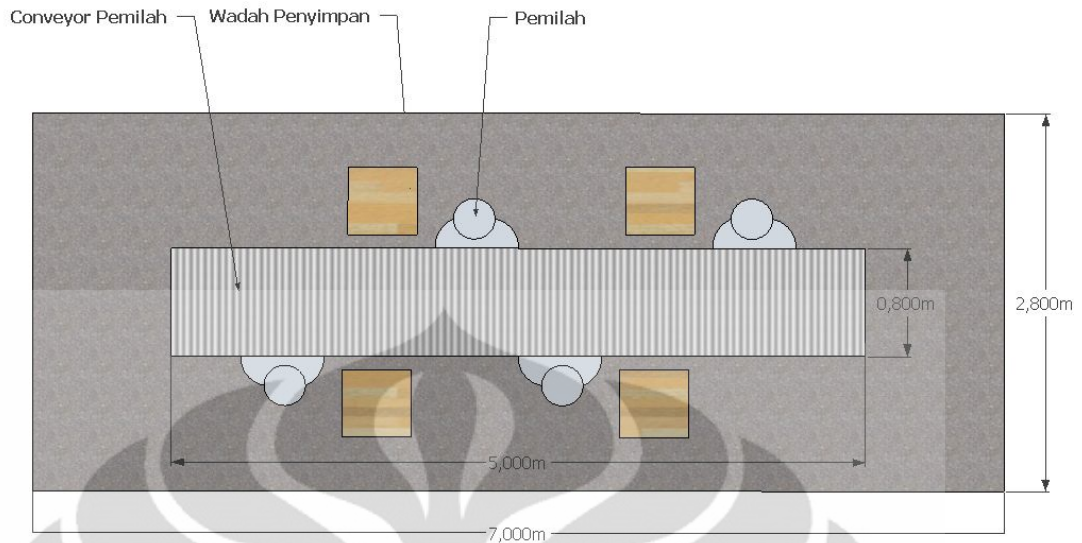
Area pemrosesan meliputi proses pemilahan sampah, pencacahan sampah, pengomposan hingga pengayakan kompos. Setiap proses membutuhkan luas area yang berbeda. Luas area pemilahan mengacu pada luas *conveyor*. *Conveyor* memiliki dimensi panjang 5 meter dan lebar 0,8 meter, dengan tambahan 1 meter mengelilingi *conveyor* maka kebutuhan lahan pemilahan adalah:

$$\text{Area Pemilahan} = (\text{Panjang conveyor} + 2) \times (\text{Lebar conveyor} + 2)$$

$$\text{Area Pemilahan} = (5 + 2) \times (0.8 + 2)$$

$$\text{Area Pemilahan} = 19.6\text{m}^2$$

Tampak atas dari area pemilahan sampah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.15. Tampak Atas Area Pemilahan Sampah

(Desain Penulis, 2011)

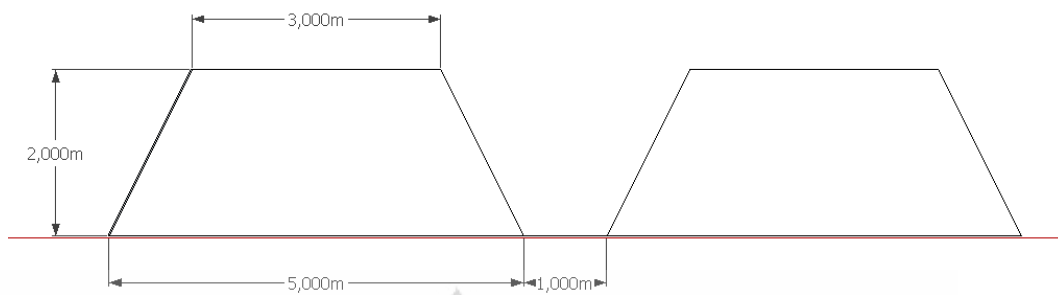
Luas area pencacahan sampah mengacu pada luas mesin pencacah. Mesin pencacah memiliki dimensi panjang 3,2 meter dan lebar 1,2 meter, dengan tambahan 1 meter mengelilingi mesin pencacah maka kebutuhan lahan pemilahan adalah:

$$\text{Area Pencacahan} = (\text{Panjang mesin pencacah} + 2) \times (\text{Lebar mesin pencacah} + 2)$$

$$\text{Area Pencacahan} = (3,2 + 2) \times (1,2 + 2)$$

$$\text{Area Pencacahan} = 16,64m^2$$

Proses pengomposan menggunakan metode *windrow*. *Windrow* didesain dengan dimensi lebar *windrow* bagian bawah 5 meter dan tinggi 2 meter. Panjang *windrow* disesuaikan dengan jumlah timbulan sampah yang telah melalui proses pemilahan dan pencacahan. Area *windrow* didesain sebanyak 4 buah dengan jarak antar *windrow* 1 meter.



Gambar 5.16. Tampak Samping *Windrow*

(Desain Penulis, 2011)

Proses perubahan sampah menjadi kompos berlangsung selama 30 hari, sehingga luas area pengomposan harus dapat menampung sampah yang telah melalui proses pemilihan dan pencacahan selama 30 hari. Besar timbunan sampah yang akan diproses di area ini mencapai 8.640 kg/hari, sehingga total jumlah sampah selama 30 hari ialah:

$$\text{Timbunan sampah proses pengomposan} = 8.640\text{kg/hari} \times 30\text{hari}$$

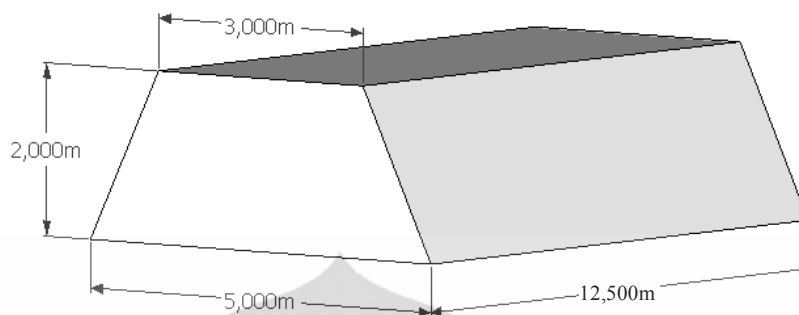
$$\text{Timbunan sampah proses pengomposan} = 259.200\text{kg}$$

Berat jenis sampah yang telah dicacah ialah sebesar 650 kg/m^3 . Sehingga volume sampah yang akan dikompos sebesar:

$$= \frac{259.200\text{kg}}{650\text{kg/m}^3} = 398,8\text{m}^3 \approx 400\text{m}^3$$

Jumlah windrow didesain sebanyak 4 buah sehingga tiap *windrow* dapat menampung 100m^3 sampah. Panjang tiap *windrow* sebesar

$$= \frac{\text{Volume tiap windrow}}{\text{luas permukaan windrow}} = \frac{100\text{m}^3}{((3\text{m} + 5\text{m})/2) \times 2\text{m}} = 12,5\text{m}$$



Gambar 5.17. Dimensi *Windrow*

(Desain Penulis, 2011)

Total luas area pengomposan adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= \text{panjang windrow} \times \text{lebar total} \\
 &= 12,5m \times ((5m \times 4 \text{ buah windrow}) + (1m \times 5 \text{ buah jarak antar windrow})) \\
 &= 311,54m^2
 \end{aligned}$$

Luas area penyaring kompos mengacu pada luas mesin penyaring. Mesin penyaring memiliki dimensi panjang 5 meter dan lebar 2 meter, dengan tambahan 1 meter mengelilingi mesin penyaring maka kebutuhan lahan penyaringan kompos adalah:

$$\text{Area Penyaringan Kompos} = (\text{Panjang penyaring} + 2) \times (\text{Lebar penyaring} + 2)$$

$$\text{Area Penyaringan Kompos} = (5 + 2) \times (2 + 2)$$

$$\text{Area Penyaringan Kompos} = 28m^2$$

Luas area penyimpanan meliputi penyimpanan sampah yang telah dipilah dan dikelompokkan sesuai jenisnya. Area penyimpanan dibagi menjadi 6 area yang terdiri dari area penyimpanan plastik, area penyimpanan kertas dan kardus, area penyimpanan tekstil dan karet, area penyimpanan kompos, dan area penyimpanan residu. Lama penyimpanan disesuaikan dengan jumlah area. Perbandingan luasan area dilihat dari perbandingan komposisi sampah, dimana sampah dengan komposisi besar membutuhkan area penyimpanan yang besar. Total luasan area dihitung dari volume sampah anorganik yaitu $33,164m^3/\text{hari}$ dibagi dengan desain tinggi tumpukan penyimpanan yaitu 1 meter. Sehingga luasan area penyimpanan sebesar $33,16 m^2$.

Area kantor dibutuhkan untuk para pekerja serta pengarsipan kegiatan selama di unit pengolahan sampah. Kebutuhan area kantor diasumsikan sebesar $2\text{m}^2/\text{pekerja}$, dengan jumlah pekerja sebanyak 8 orang, maka luas area kantor adalah sebesar 16 m^2 . Area ini sudah termasuk area untuk sanitasi pekerja seperti kamar mandi.

Total kebutuhan lahan dapat dilihat pada tabel berikut:

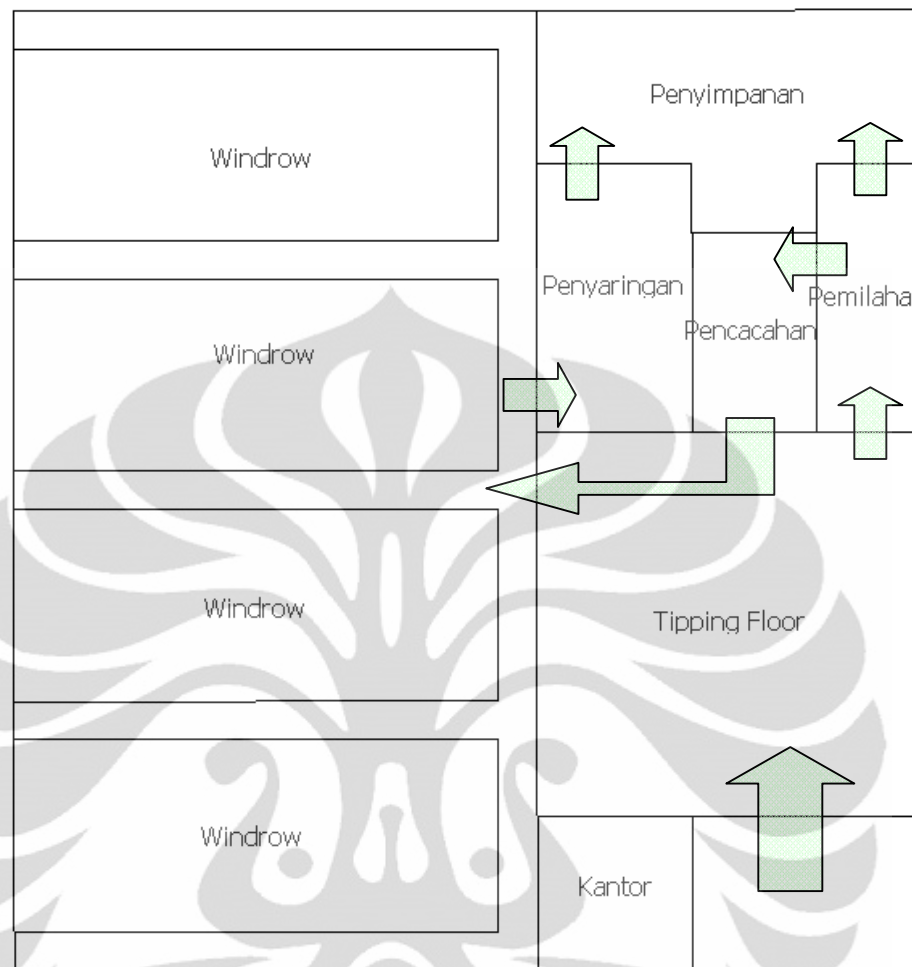
Tabel 5.27. Total Kebutuhan Lahan Unit Pengolahan Sampah

Area	Luas [m^2]	Persentase Luas [%]
<i>Tipping floor</i>	91	17,64
Pemilahan sampah	19,6	3,80
Pencacah sampah	16,64	3,23
Pengomposan	311,54	60,38
Penyaringan kompos	28	5,43
Area penyimpanan	33,16	6,43
Area kantor	16	3,10
Total	515,94	100,00

(Pengolahan Penulis, 2011)

5.7. Desain Unit Pengolahan Sampah

Unit pengolahan sampah didesain dengan kapasitas timbulan sampah tahun 2030. Unit pengolahan sampah ini memiliki luas minimum $515,94\text{ m}^2$ sesuai dengan perhitungan kebutuhan lahan. Tampak atas dari desain unit pengolahan sampah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5.18. Desain Unit Pengolahan Sampah

(Desain Penulis, 2011)

Total luas area desain adalah 587,5m². Hal ini dikarenakan adanya tambahan area jalan dalam unit pengolahan sampah serta penyesuaian terhadap area-area yang tidak dapat diubah, seperti area penyaringan, area pencacahan dan area pemilahan. Tanda panah pada gambar desain unit pengolahan sampah menunjukkan arah aliran sampah. Detail bangunan dapat dilihat pada lampiran.

BAB 6

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

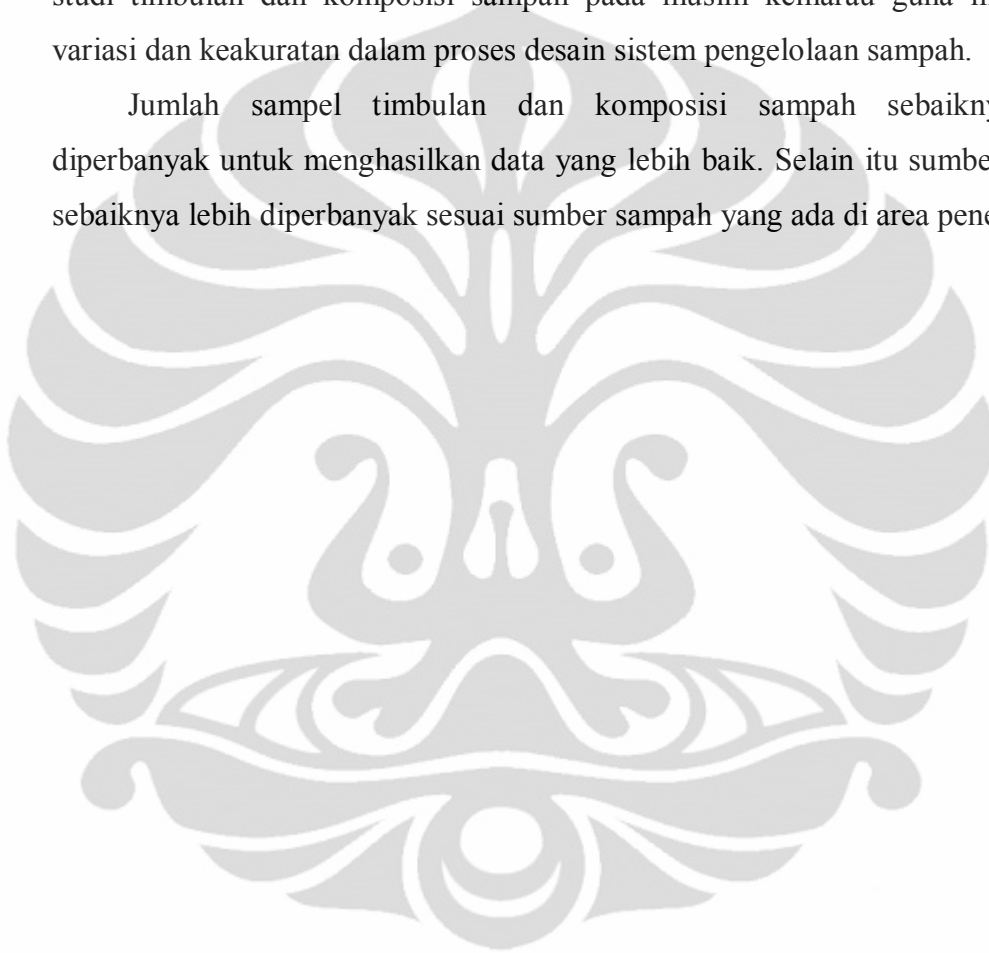
Hasil studi timbulan dan komposisi sampah area Jalan Raya Tajur menunjukkan bahwa:

1. Berat timbulan sampah Kota Bogor, khususnya area Jalan Raya Tajur mencapai 0,38 kg/orang/hari meliputi 0,24 kg/orang/hari timbulan perumahan, 0,13 kg/orang/hari timbulan toko dan 0,01 kg/orang/hari timbulan sekolah. Sedangkan volume timbulan sampah mencapai 3,05 liter/orang/hari meliputi 1,60 liter/orang/hari timbulan perumahan, 1,20 liter/orang/hari timbulan toko dan 0,25 liter/orang/hari timbulan sekolah.
2. Komposisi sampah Kota Bogor, khususnya area Jalan Raya Tajur didominasi oleh sampah sisa makanan dan debu. Komposisi sampah perumahan terdiri dari 51,7% sisa makanan dan debu, 16,7% pampers dan sterofoam, 15,6% plastik, 6,0% kertas, 4,2% kardus, 2,3% tekstil, 1,4% kaca, 1,1% logam dan kaleng, serta 0,9% karet. Komposisi sampah toko terdiri dari 29,65% plastik, 24,70% kardus, 22,29% kaca, 11,92% kertas, 8,17% sisa makanan dan debu, 1,63% tekstil serta 1,63% kayu. Komposisi sampah sekolah terdiri dari 47,88% plastik, 21,24% kertas, 15,30% sisa makanan dan debu, 6,31% kayu, 4,57% kardus, 1,72% karet, 1,29% tekstil, 0,91% logam dan kaleng, serta 0,79% pampers dan sterofoam.
3. Unit Pengolahan Sampah (UPS) Area Jalan Raya Tajur didesain untuk kapasitas tahun 2030, dengan kapasitas berat mencapai 14 ton/hari dengan kapasitas volume 91 m³/hari. Desain UPS akan mengelola sampah dengan komposisi 48,54% sisa makanan dan debu, 17,04% plastik, 15,43% pampers dan sterofoam, 6,62% kertas, 5,38% kardus, 2,58% kaca, 2,29% tekstil, 1,07% logam dan kaleng, 0,86% karet, serta 0,21% kayu.

6.2. Saran

Studi timbulan dan komposisi sampah sebaiknya dilakukan pada musim yang berbeda, musim hujan dan musim kemarau. Studi yang dilakukan pada penelitian ini hanya berada pada musim hujan, sehingga diharapkan akan ada studi timbulan dan komposisi sampah pada musim kemarau guna menambah variasi dan keakuratan dalam proses desain sistem pengelolaan sampah.

Jumlah sampel timbulan dan komposisi sampah sebaiknya lebih diperbanyak untuk menghasilkan data yang lebih baik. Selain itu sumber sampah sebaiknya lebih diperbanyak sesuai sumber sampah yang ada di area penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kahar, Firmansyah Wijaya, & Nor Handayani (2010). *Perencanaan material recovery facilities (MRF) di kota Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur*. Makalah Seminar Nasional Teknologi Lingkungan VII.
- Al-Khatib, Issam A, Maria monou, Abdul Salam F. Abu Zahra, Hafez Q. Shaheen & Despo Kassinos (2010). Solid waste characterization, quantification and Management practices in developing countries, A case study: Nublus district-Palestine. *Journal of Environmental Management*. 1131-1138.
- Alam, R., M.A.I. Chowdhury, G.M.J. Hasan, B. Karanjit, & L.R. Shrestha (2008). Generation, storage, collection and transportation of municipal solid waste-a case study in the city of Kathmandu, capital of Nepal. *Waste Management*. 1088-1097.
- Aris. (04 Agustus 2009). Untuk mengolah sampah, Pemkot Bogor butuh Rp. 15 Miliar. *Harian Pikiran Rakyat*.
- Azkha, Nizwardi (2006). Analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat September 2006*, 14-18.
- Badan Perencanaan Daerah. Rancangan awal rencana pembangunan jangka panjang daerah (RPJPD) Kota Bogor 2005-2025.
- Baggio, Paolo, Marco Baratieri, Andrea Gasparella, & Giovanni A. Longo (2008). Energy and environmental analysis of an innovative system based on municipal solid waste (MSW) pyrolysis and combined cycle. *Applied Thermal Engineering*. 136-144.
- Basyarat, Ade (2006). Kajian terhadap penetapan lokasi TPA sampah Leuwintangung-Kota Depok. Semarang:Universitas Diponegoro.
- Beigl, Peter, Sandra Lebersorger, & Stefan Salhofer (2008). Modelling municipal solid waste generation: a review. *Waste Management*. 200-214.

- Budihardjo, Mochamad Arief (2006). Studi potensi pengomposan sampah kota sebagai salah satu alternatif pengelolaan sampah di TPA dengan menggunakan aktivator EM4 (*Effective Microorganism*). *Jurnal Presipitasi Volume 1 Nomor 1 September 2006*. 25-31.
- Budihardjo, Mochamad Arief & Cahyo Harsanto (2008). Pengaruh pencampuran lumpur tinja pada prngomposan sampah organik (studi kasus TPA Jeruklegi Kabupaten Cilacap). *Jurnal Presipitasi Volume 4 Nomor 1 Maret 2008*. 62-68.
- Buenrostro, Otoniel, Gerardo Bocco, & Silke Cram (2001). Clasification of sources of municipal solid waste in developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*. 29-41.
- Buku Pedoman Implementasi 3R Skala Kota Final Draft.
- Chakraborty, Aninda, Andres Malcom, Richard D. Colberg, & Andreas A. Linninger (2004). Optimal waste reduction and investment planning under uncertainty. *Computers and Chemicals engineering*. 1145-1156.
- Chang, Ni-Bin, Eric Cavila, Brian Dyson, & Ron Brown (2005). Optimal design for sustainable development of a material recovery facility in a fast-growing urban setting. *Waste Management*. 833-846.
- Chen, H.W. & Ni-Bin Chang (2000). Prediction analysis of solid waste generation based on grey fuzzy dynamic modeling. *Resources, Conservation and Recycling*. 1-18.
- Chowdhury, Moe (2009). Searching quality data for municipal solid waste planning. *Waste Management*. 2240-2247.
- Choy, Keith K.H., John F. Porter, Chi-Wai Hui, & Gordon McKay (2004). Process design and feasibility study for small scale MSW gasification. *Chemical Engineering Journal*. 31-41.

- Darmasetiawan Martin. Ir. MSi (2004). *Sampah dan sistem pengelolaannya*. Jakarta:Ekamitra Engineering.Halaman I-8.
- Departement of Agriculture, Rural Development Service (Desember 2003). *Material recovery facility handbook*. Tennessee.
- Dixon, Neil & D. Russell V. Jones (2005). Engineering properties of municipal solid waste. *Geotextiles and geomembranes*. 205-233.
- Eriksson, O., & A. Baky (2010). Identification and testing of potential key parameters in system analysis of municipal solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*. 1095-1099.
- Gaur, R.C. (2008). *Basic environmental engineering*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Hakim, Arief Rakhman (2010, 14 Februari). *Sampah Bogor kemanakah? (Hasil kunjungan ke TPA Galuga)*. 11 Juni 2011. <http://ciamisleader.blogspot.com/2010/02/sampah-bogor-kemanakah-hasil-kunjungan.html>
- Hakim, Memet, Joice Wijaya, & Rija Sudirja (2006). *Mencari solusi penanganan masalah sampah kota*. Kerjasama Fakultas Pertanian UNPAD dengan Direktorat Jendral Hortikultura DEPTAN RI, Bandung.
- Hazra, Tumpa, & Sudha Goel (2009). Solid waste management in Kalkota, India: Practice and challenges. *Waste Management*. 470-478.
- Irawan Wisnu Wardhana. Rencana pengembangan teknik operasional sistem pengelolaan sampah Kota Juwana. *Jurnal Presipitasi Volume 3 Nomor 2 September 2007*. 102-110.
- Jones, M. Farrell, D.L. (2009). Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markers. *Bioresource Technology*. 4301-4310.

Kontrak diperpanjang, wargaancam blokir TPA Galuga. (2011, 30 Mei). 11 Juni 2011.

http://www.tempointeraktif.com/hg/layanan_publik/2011/05/30/brk.20110530-337583.id.html

Lisa, Dahlen & Lagerkvist Anders (2008). Methods for household waste composition studies. *Waste Management*. 1100-1112.

Marquez, Ma. Ysabel, Sara Ojeda, & Hugo Hidalgo (2008). Identification of behavior patterns in household solid waste generation Mexicali's City: study case. *Resources, conservation and recycling*. 1299-1306.

Nadiasa, Mayun, Dewa Ketut Sudarsana, & I Nyoman Yasmara (2009). Manajemen pengangkutan sampah di Kota Amlapura. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Volume 13 Nomor 2*. 120-135.

Nurhayani, Sri HU & Rachman Sutanto (2002). Pengaruh sampah kota terhadap hasil dan tahana hara Lombok. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Volume 3 (1)*. 24-28.

PA Departement of Environmetal Protection (2004). *Goodwill industries material recovery facility evaluation*. R W Beck.

Peraturan Daerah Kota Bogor Nomor 5 Tahun 2008 Tentang Retribusi Pelayanan Persampahan.

Rahmawaty (2004). *Persepsi wanita mengenai pengelolaan sampah di lingkungan kampus IPB Darmaga, Kabupaten Bogor*. Universitas Sumatera Utara.

Rizaldi, Rizky (2008). *Pengelolaan sampah secara terpadu di perumahan dayu permai Yogyakarta*. Yogyakarta:Universitas Islam Indonesia.

Sabour, Mohammad Reza, Amir Mohamedifard, & Hamidreza Kamalan (2007). A mathematical model to predict the composition and generation of hospital wastes in Iran. *Waste Management*. 584-587.

Universitas Indonesia

Saputra, Deni (2010). *Analisis kelayakan usaha pengolahan sampah organik dan plastik pada instalasi pengolahan sampah terpadu (IPST) dalam program pengelolaan sampah Kota Bogor dengan pola 3R (Reduce, Reuse, Recycle)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Shinta E. Maharani, I Wayan Suarna & I W. Budiarsa Suyasa. *Karakteristik sampah dan persepsi masyarakat terhadap pengelolaan sampah di Kecamatan Banyuwangi Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur*.

Standar Nasional Indonesia 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan

Standar Nasional Indonesia 3242-2008 Tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman.

Standar Nasional Indonesia 19-3964-1994 mengenai Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.

Suharjanto, Agus (2008). *Evaluasi pengoperasian kendaraan pengangkut sampah sebagai aset daerah di Kota Bogor*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Suratama, Susana M. (2008). Perencanaan Pengolahan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA) Alak Kota Kupang. *MITRA Tahun XIV Nomor 3*, 259-264.

Sutamihardja, Mujahidawati, R. T. M., Moeljarno Djojomartono, & Marimin (2006). Pengembangan model pengelolaan sampah rumah tangga dengan pengomposan di Kota Bogor. *Forum Pascasarjana Volume 29 Nomor 3 Juli 2006*. 191-204.

Tarmidi, Djaelani (2004). Optimalisasi teknik pengolahan sampah/sampah di perkotaan (Studi Kasus: TPA Leuwigajah Kota Bandung. Semarang: Universitas Diponegoro.

Tchobanoglous Goerge, Hilary Theisen & Samuel A. Vigil (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. Singapore: McGraw-Hill Co.

TPA Galuga dan polemik sampah Bogor. (2009, 11 September). 11 Juni 2011. http://republika.co.id:8080/koran/128/75753/TPA_Galuga_dan_Polemik_Sampah_Bogor

Trihasiningrum, Yulinah (2010). *Perkembangan paradigma pengelolaan sampah kota dalam rangka pencapaian millenium development goals*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah

United Nations Environment Programme (2009). *Developing integrated solid waste management plan training manual volume 1: waste characterization and quantification with projections for future*. Japan: Division of Technology, Industry and Economics.

Yenni Ruslinda & Shinta Indah. Satuan timbulan, komposisi dan karakteristik sampah non domestik Kota Bukittinggi. Universitas Andalas.

Zaman, Badrus & Endro Sutrisni (2007). Studi pengaruh pencampuran sampah domestik, sekam padi, dan ampas tebu dengan metode Mac Donald terhadap kematangan kompos. *Jurnal Presipitasi Volume 2 Nomor 1 Maret 2007*. 1-7.

Lampiran 1. Komposisi Sampah Perumahan



Sampah Perumahan Tercampur



Sampah Sisa Makanan dan Debu



Sampah Plastik



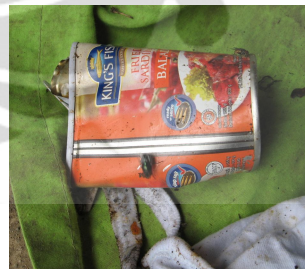
Sampah Kertas



Sampah Kardus



Sampah Tekstil



Sampah Logam



Sampah Pampers



Sampah Karet

Lampiran 2. Komposisi Sampah Toko



Sampah Toko Tercampur



Sampah Toko Terpilah



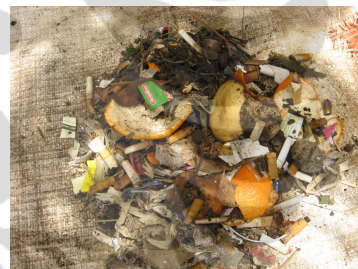
Sampah Plastik



Sampah Kertas



Sampah Kardus



Sampah Sisa Makanan dan Debu



Sampah Kayu dan Tekstil



Sampah Kaca

Lampiran 3. Komposisi Sampah Sekolah



Sampah Sekolah Terpilah



Sampah Kertas



Sampah Kardus



Sampah Plastik



Sampah Logam



Sampah Tekstil



Sampah Sisa Makanan dan Debu



Sampah Kayu



Sampah Sterofoam



Sampah Karet

Lampiran 4. Fasilitas Unit Pengolahan Sampah Dinas Kebersihan dan Pertamanan
Kota Bogor



Mesin Pencacah



Saringan Kompos



Area Pengomposan



Area Kantor UPS

Lampiran 5. Pengukuran Timbulan dan Komposisi Sampah



Sampel Sampah Perumahan



Kotak Ukur 40 Liter



Kotak Ukur 500 Liter



Timbangan



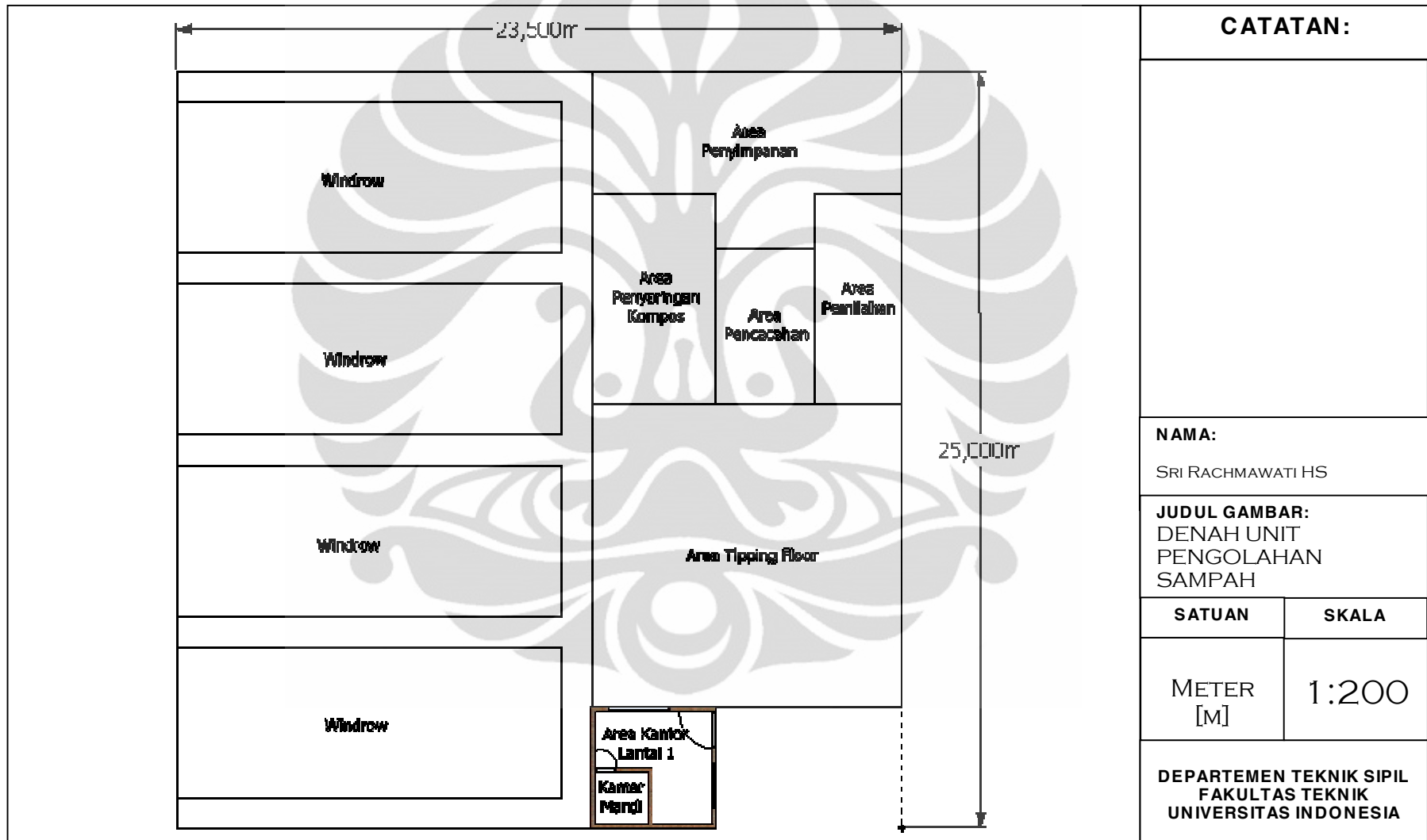
Penimbangan Kotak Ukur 500 Liter

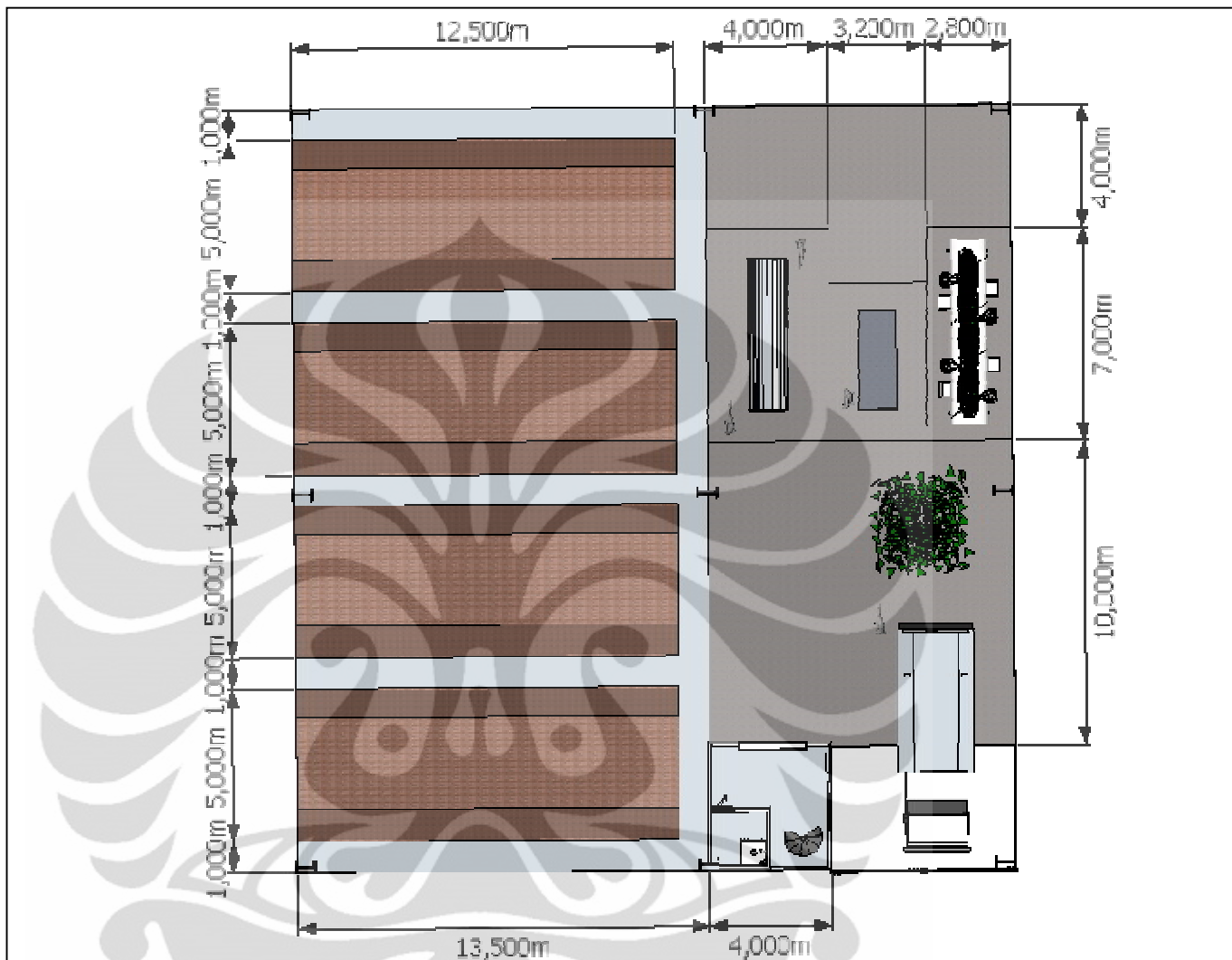


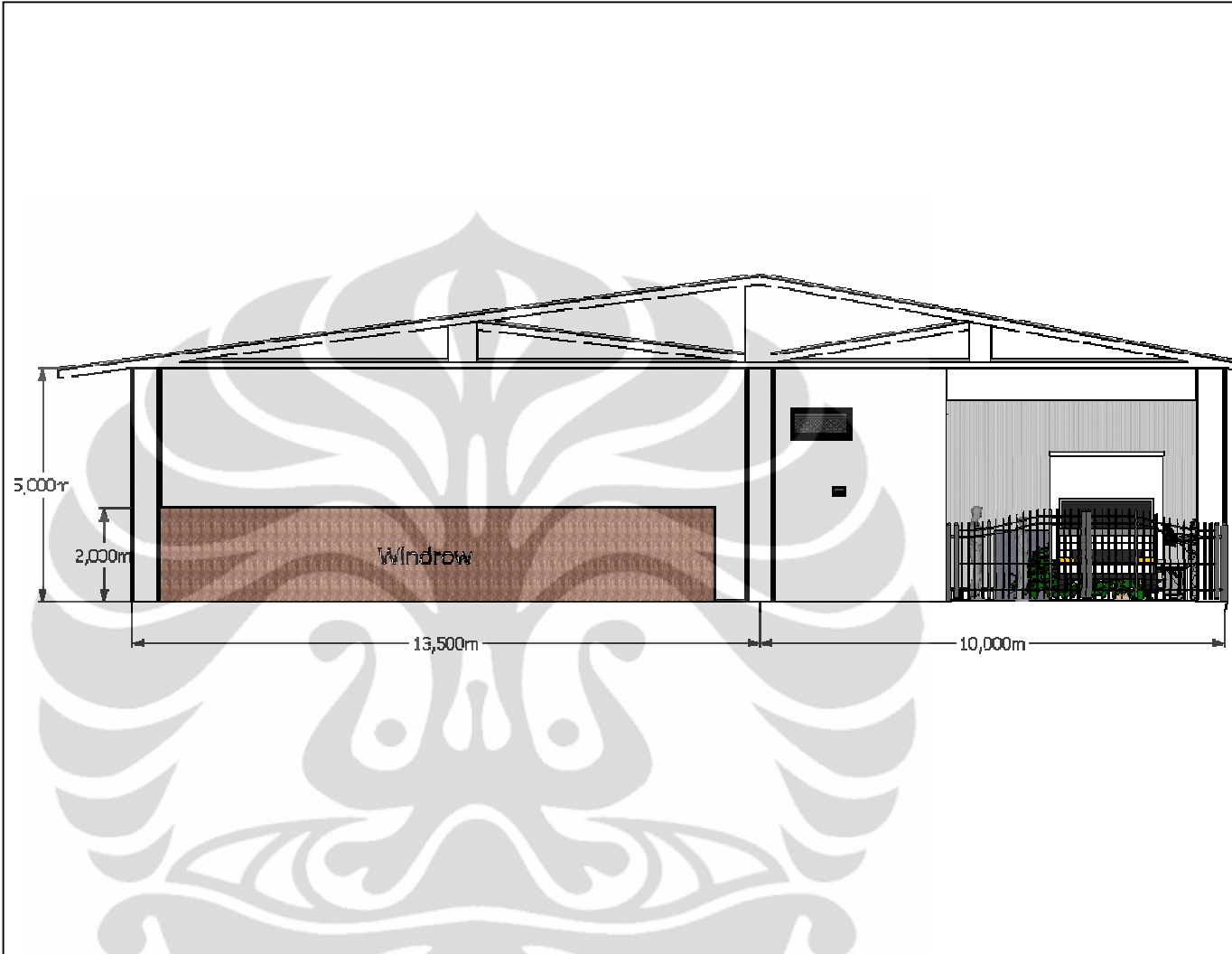
Pengukuran Volume Kotak 40 Liter

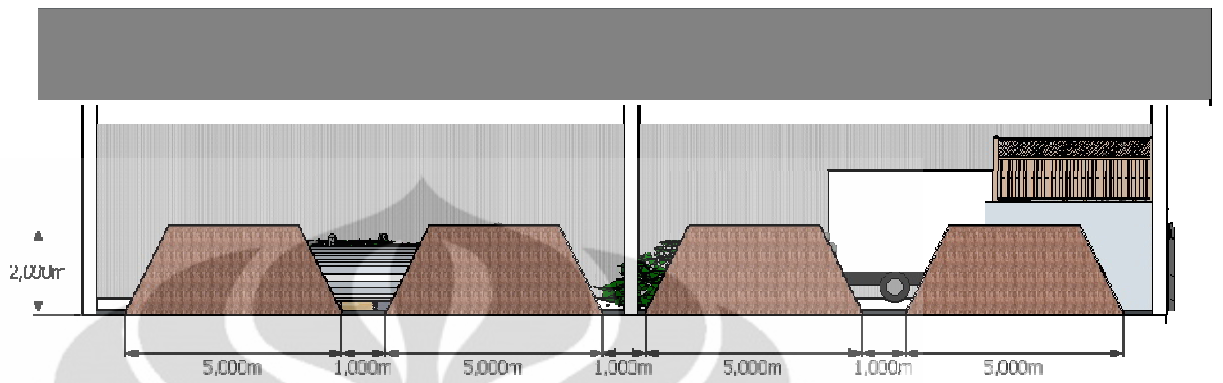


Sampah dalam Kotak Ukur 500 Liter

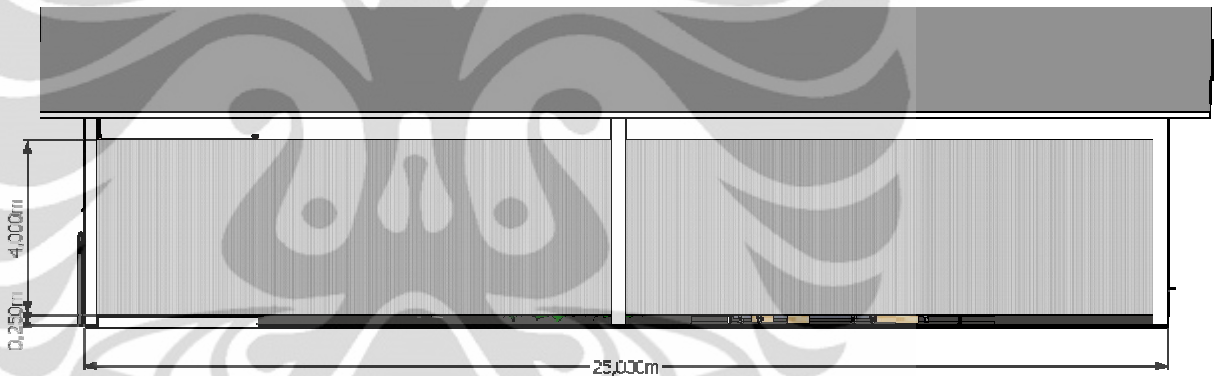




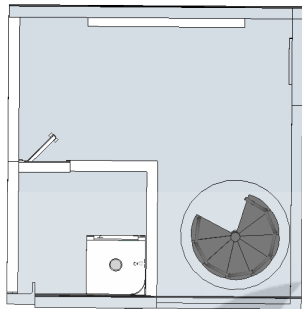




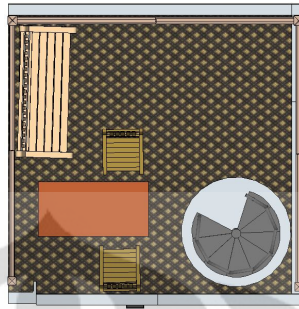
TAMPAK SAMPING KIRI



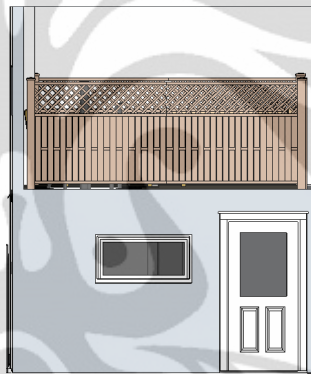
TAMPAK SAMPING KANAN



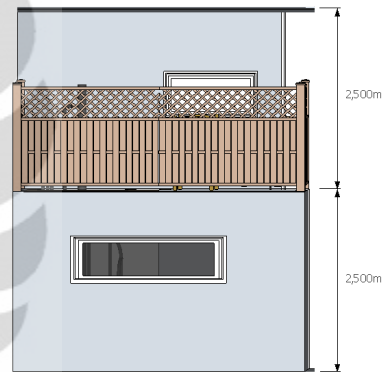
TAMPAK ATAS
KANTOR LANTAI 1



TAMPAK ATAS
KANTOR LANTAI 2



TAMPAK SAMPING KANAN



TAMPAK BELAKANG