



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA NILAI KALOR SAMPAH UPS DEPOK MENJADI
REFUSE DERIVED FUEL (RDF)
(STUDI KASUS UPS PONDOK TERONG DAN UPS KAMPUNG SASAK)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu
Teknik Lingkungan**

**FARLISA ZAHRA
0806338670**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALYSIS HEATING VALUE OF SOLID WASTE AT DEPOK
MATERIAL RECOVERY FACILITY TO *REFUSE DERIVED
FUEL (RDF)***

(STUDY CASE UPS PONDOK TERONG AND UPS KAMPUNG SASAK)

FINAL REPORT

**Submitted as one of the requirements needed to obtain the Environmental Engineer
Bachelor Degree**

FARLISA ZAHRA

0806338670

**FACULTY OF ENGINEERING
ENVIRONMENTAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPOK
JUNE 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Farlisa Zahra


NPM : 0806338670


Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 Juni 2012

STATEMENT OF ORIGINALITY

This final report is the result of my own work, and all sources which are quoted or referred I have stated correctly



Name : Farlisa Zahra
Student Number : 0806338670
Signature : 
Date : June 15th 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Farlisa Zahra
NPM : 0806338670
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Analisa Nilai Kalor Sampah UPS Depok Menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF). (Studi kasus UPS Pondok Terong dan UPS Kampung sasak)

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Djoko M. Hartono S.E., M.Eng
Pembimbing : Ir. Gabriel S. Boedi Andari Kristanto M.Eng, PhD
Penguji : Ir. Irma Gusniani, MSc
Penguji : Dr. Nyoman Suwartha, ST, Magr



Handwritten signatures of the examiners: Djoko M. Hartono, Gabriel S. Boedi Andari Kristanto, Irma Gusniani, and Nyoman Suwartha.

Ditetapkan di : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia,
Depok
Tanggal : 15 Juni 2012

STATEMENT OF LEGITIMATION

This final report is submitted by :

Name : Farlisa Zahra
Student Number : 0806338670
Study Program : Environmental Engineering
Title of Final Report : Analysis Heating Value of Solid Waste at Depok Material Recovery Facility to Refuse Derived Fuel (RDF). (Study case UPS Pondok Terong and UPS Kampung sasak)

Has been successfully defended in front of the Examiners and was accepted as part of the necessary requirements to obtain Engineer Bachelor Degree in Environmental Engineer Program, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia.

COUNCIL EXAMINERS

Counselor : Dr. Ir. Djoko M. Hartono S.E., M.Eng

Counselor : Ir. Gabriel S. Boedi Andari Kristanto M.Eng, PhD

Examiner : Ir. Irma Gusniani, MSc

Examiner : Dr. Nyoman Suwartha, ST, Magr



Handwritten signatures of the Council Examiners, including Dr. Ir. Djoko M. Hartono, Ir. Gabriel S. Boedi Andari Kristanto, Ir. Irma Gusniani, and Dr. Nyoman Suwartha.

Approved at : Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia, Depok

Date : June 15th 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, 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 Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- Dr. Ir. Djoko M. Hartono, SE, M.Eng dan Ir. Gabriel S. Boedi Andari Kristanto, M.Eng, PhD selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- Ir. Irma Gusniani, MSc dan Dr. Nyoman Suwartha, ST, Magr selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran;
- Seluruh Dosen pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia untuk segala ilmu yang telah diberikan selama 4 tahun ini;
- Pak Casmin dan Pak Suwarna serta seluruh pekerja di Unit Pengolahan Sampah Pondok terong dan Kampung Sasak yang telah banyak membantu saya dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini;
- Mbak Diah dan Mbak Lika yang telah membantu saya dalam melakukan percobaan di Laboratorium Teknik Lingkungan;
- Farid Abdullah yang telah selalu membantu segala kendala kebutuhan material dan moral selama pengerjaan skripsi ini;
- Lily Y. Djafar sebagai Mama terhebat yang selalu mendoakan dalam setiap doa yang dipanjatkan demi kelancaran pengerjaan skripsi ini;
- Lifandra dan Lutfia yang telah bersedia direpotkan demi kelancaran pengerjaan skripsi ini;
- Diete Patik yang selalu mendukung dalam keadaan apapun, kondisi apapun dan selalu ada untuk memberikan bantuan selama pengerjaan skripsi ini;

- Sahabat dan teman Departemen Teknik Sipil 2008 yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
- Dita dan Zahra sebagai teman yang menemani dalam melakukan sampling di Unit Pengolahan Sampah;
- Caysa sebagai teman yang telah membantu dalam praktikum laboratorium yang berguna dalam pembuatan skripsi ini; dan
- Sella, Syifa, Dini, Devi, Amelia, Niknik, Mutia, Dahlia, Amira, Arina, Thesa, Oghie, Cipta, Faza, dan Fius yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat dalam pembuatan 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, 15 Juni 2012

Penulis

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Farlisa Zahra
NPM : 0806338670
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 :

ANALISA NILAI KALOR SAMPAH UPS DEPOK MENJADI *REFUSE DERIVED FUEL* (RDF). (Studi kasus: UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak)

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 : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2012

Yang menyatakan



(Farlisa Zahra)

ABSTRAK

Nama : Farlisa zahra
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Analisa Nilai Kalor Sampah UPS Depok Menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF). (Studi kasus UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak)

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Meningkatnya produksi sampah saat ini belum dapat diimbangi dengan pengolahan yang baik. Sampah menjadi masalah tersendiri khususnya di daerah perkotaan salah satunya di kota Depok. Unit Pengolahan Sampah (UPS) adalah salah satu komponen penting dalam sistem pengelolaan dan pengolahan sampah di Kota Depok. Salah satu alternatif pengolahan sampah adalah dengan mengubah sampah menjadi suatu bahan yang mudah terbakar atau memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu *Refuse Derived Fuel* (RDF). Di kota Depok saat ini belum ada produksi RDF melihat dari sedikitnya informasi dan teknologi yang memadai. Dengan melihat hal tersebut maka penulisan penelitian ini dibuat untuk menyajikan informasi terkait dengan potensi sampah di UPS Depok menjadi RDF. Pengambilan data lapangan, laboratorium dan studi literatur dilakukan untuk mengetahui parameter fisik dan nilai kalor dari sampah di UPS Depok. Hasil yang didapatkan untuk sampah di UPS Depok ini berupa kadar air, kadar abu, dan nilai kalor. UPS Pondok Terong memiliki nilai kalor sebesar 9.92 – 10.98 MJ/Kg dengan kadar air sebesar 35.41% serta kadar abu 19.36% sedangkan UPS Kampung sasak memiliki nilai kalor 8.93 – 9.67 MJ/Kg dengan kadar air dan kadar abu adalah 32.92% dan 18.64%

Kata kunci: Sampah, Unit Pengolahan Sampah, Nilai kalor, RDF

ABSTRACT

Name : Farlisa Zahra
Study Program : Environmental Engineering
Title : Analysis Heating Value of Solid Waste at Depok Material Recovery Facility to *Refuse Derived Fuel* (RDF). (Study Case UPS Pondok Terong and UPS Kampung Sasak)

Waste is the unwanted material remaining after the end of a process. Increased production waste has yet to be offset by good processing. Waste become a particular problem especially in urban areas, one of which is Depok city. Material Recovery Facility (UPS) is one of the important component of management systems and waste treatment in Depok City. One of the alternative waste processing is to convert the waste into a combustible material or have a high heating value named Refuse Derived Fuel (RDF). In Depok city there has been no production of RDF considered of the lack of information and appropriate technology. Taking into account at the matter, the compile of this study was made to present information related to the potential of waste in Depok UPS into RDF. Field data retrieval, laboratory and literature studies conducted to determine the physical parameters and heating value of waste in Depok UPS. The result obtained for the waste in Depok UPS is in the form of water content, ash content and heating value. UPS Pondok Terong has 9.92 – 10.98 MJ/kg of heating value, 35.41% of water content and 19.36% of ash content while UPS Kampung Sasak has 8.93 – 9.67 MJ/kg of heating value with the water content is 32.92% and ash content is 18.64% respectively.

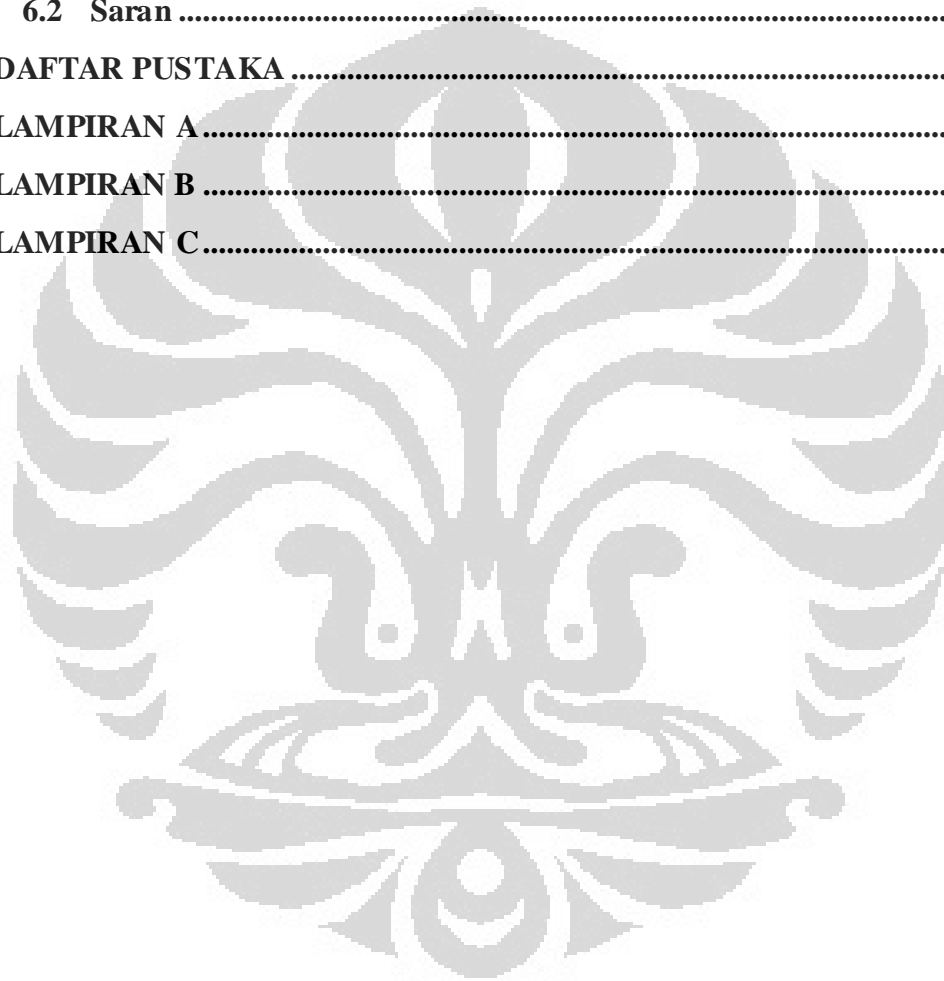
Key words: Waste, Material Recovery Facility, Heating value, RDF

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
STATEMENT OF LEGITIMATION	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Model Operasional Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Konsep Dalam Sampah	7
2.2.1 Sumber dan Jenis Sampah.....	7
2.2.2 Timbulan Sampah.....	9
2.2.3 Komposisi Sampah.....	10
2.2.4 Karakteristik Sampah	11
2.3 Sistem Manajemen Sampah.....	14
2.3.1 Pengumpulan Sampah	14
2.3.2 Transportasi dan Pengangkutan Sampah.....	15
2.4 Studi Timbulan dan Karakteristik Sampah.....	16
2.5 Nilai Kalor	17
2.6 Konsep Umum <i>Refuse Derived Fuel</i> (RDF).....	18
2.6.1 Pengertian RDF	18
2.6.2 Klasifikasi RDF	19

2.6.3	Standar RDF	19
2.6.4	Proses Produksi RDF	21
2.7	Penelitian RDF di Beberapa Negara	29
2.7.1	Negara Yunani	29
2.7.2	Negara Amerika	30
2.7.3	Negara Srilanka	30
2.7.4	Negara Taiwan	31
2.7.5	Negara Thailand	32
2.7.6	Negara Korea	33
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1	Pendekatan Penelitian	34
3.2	Variabel Penelitian	34
3.3	Studi Literatur	34
3.4	Pengambilan Data Sekunder	35
3.5	Pengambilan Data Lapangan	35
3.5.1	Observasi Terhadap Lokasi Sampel	35
3.5.2	Penentuan Lokasi Penelitian	36
3.5.3	Pelaksanaan Pengambilan Sampel	37
3.5.4	Penentuan Densitas Sampah	37
3.5.5	Penentuan Komposisi Sampah	38
3.5.6	Pengambilan Sampel Sampah	38
3.6	Analisa Data Laboratorium	39
3.6.1	Penentuan Nilai Kadar Air Sampah	39
3.6.2	Identifikasi Jenis Plastik	39
3.7	Analisa Data	39
3.7.1	Analisa Nilai Kalor Sampah (studi literatur)	39
3.8	Waktu Penelitian	40
BAB 4	GAMBARAN UMUM DAERAH STUDI	41
4.1	Gambaran Umum	41
4.2	Sistem Pengelolaan dan Pengolahan Sampah Kota Depok	42
4.3	Gambaran Umum Unit Pengolahan Sampah	42
4.3.1	Unit Penoglahan Sampah (UPS) Pondok Terong	42
4.3.2	Unit Pengolahan Sampah (UPS) Kampung Sasak	46
BAB 5	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1	Analisa Timbulan dan Densitas Sampah	49
5.1.1	UPS Pondok Terong	49
5.1.2	UPS Kampung Sasak	50
5.2	Analisa Komposisi Sampah	51
5.2.1	UPS Pondok Terong	52
5.2.2	UPS Kampung Sasak	53
5.3	Analisa Parameter Fisik Sampah	53

5.4 Analisa Nilai Kalor Sampah	55
5.4.1 Perhitungan Nilai Kalor Sampah UPS Depok	55
5.4.2 Perbandingan Nilai Kalor Sampah UPS Depok dengan Standar RDF Eropa	58
5.4.3 Perbandingan Nilai Kalor Sampah UPS Depok dengan Nilai Kalor Sampah Negara Asia Lainnya.....	59
5.4.4 Perhitungan Nilai Kalor Sampah Berdasarkan Jenis Sampah Plastik	60
BAB 6 PENUTUP.....	64
6.1 Kesimpulan.....	64
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN A.....	68
LAMPIRAN B	70
LAMPIRAN C.....	80



DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Sumber penghasil sampah	8
Tabel 2-2 Satuan limbah padat	10
Tabel 2-3 Nilai Kalor Sampah	17
Tabel 2-4 Presentase Komponen Abu RDF	18
Tabel 2-5 Survei Standard Kualitas RDF di Eropa	20
Tabel 2-6 Standar Kualitas RDF	21
Tabel 2-7 Efisiensi Tingkat Pensortiran.....	22
Tabel 2-8 Karakteristik dari Klassifier Udara	27
Tabel 2-9 Nilai Kalor Sampah di Yunani.....	30
Tabel 2-10 Nilai Kalor Sampah di Amerika	30
Tabel 2-11 Nilai Kalor Sampah di Negara Sri lanka	31
Tabel 2-12 Nilai Kalor dan Karakteristik Kimia Sampah di Taiwan.....	32
Tabel 2-13Nilai Kalor Sampah di Thailand	32
Tabel 2-14 Nilai Kalor Sampah di Negara Korea	33
Tabel 3-1 Bagan waktu pelaksanaan penelitian	40
Tabel 4-1 Wilayah Pelayanan UPS Pondok Terong	45
Tabel 4-2 Wilayah Pelayanan UPS Kampung Sasak	47
Tabel 5-1 Hasil Sampling Timbulan UPS Pondok Terong.....	49
Tabel 5-2 Densitas Sampah UPS Pondok Terong.....	50
Tabel 5-3 Hasil Sampling Timbulan UPS Kampung Sasak.....	50
Tabel 5-4 Densitas Sampah UPS Kampung Sasak	51
Tabel 5-5 Tabel Komposisi Sampah Pada UPS Pondok Terong	52
Tabel 5-6 Tabel Komposisi Sampah pada UPS Kampung Sasak	53
Tabel 5-7 Kadar Air dan Kadar Volatile Komponen Sampah	54
Tabel 5-8 Berat Kering dan Basah Komposisi Sampah UPS.....	55
Tabel 5-9 Referensi Nilai Kalor	56
Tabel 5-10 Nilai Kalor Sampah UPS Pondok Terong	57
Tabel 5-11 Nilai Kalor Sampah UPS Kampung Sasak	57
Tabel 5-12 Perbandingan Karakteristik Sampah dengan Standar RDF	58
Tabel 5-13 Perbandingan Nilai Kalor sampah dengan Negara di Asia.....	59
Tabel 5-14 Nilai Kalor Jenis Plastik	60
Tabel 5-15 Jenis Plastik dari Sampah di UPS	61
Tabel 5-16 Nilai Kalor Sampah UPS Pondok Terong	62
Tabel 5-17 Nilai Kalor Sampah UPS Kampung Sasak	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Pemisahan Manual	23
Gambar 2-2 <i>Hammermills Horizontal</i>	24
Gambar 2-3 <i>Hammermills Vertical</i>	24
Gambar 2-4 <i>Shear Shredder</i>	25
Gambar 2-5 <i>Trommel Screen</i>	26
Gambar 2-6 <i>Disc Screen</i>	26
Gambar 2-7 Klasifier Udara	27
Gambar 2-8 <i>Magnetic Separator</i>	28
Gambar 2-9 <i>Densifier</i>	29
Gambar 4-1 Jalan Akses Menuju UPS Pondok Terong	43
Gambar 4-2 Kantor UPS Pondok Terong	44
Gambar 4-3 Salah satu contoh tipe rumah di wilayah pelayanan UPS Pondok Terong	45
Gambar 4-4 Jalan Akses Menuju UPS Kampung Sasak.....	46
Gambar 4-5 Salah satu contoh rumah Daerah Pelayanan UPS Kampung Sasak ..	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah merupakan sisa dari hasil kegiatan manusia. Meningkatnya produksi sampah saat ini belum dapat diimbangi dengan pengolahan yang baik. Sampah menjadi masalah tersendiri khususnya di daerah perkotaan. Sampah perkotaan biasanya berasal dari sampah rumah tangga dan sampah industri. Namun, sampai saat ini sampah rumah tanggalah sebagai penyumbang terbesar sampah.

Sampah terbagi kedalam dua jenis, yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang dapat diurai oleh alam. Sedangkan sampah anorganik merupakan sampah yang sulit terurai atau bahkan tidak dapat diuraikan oleh alam. Sampah anorganik sudah menjadi bagian dari masyarakat. Saat ini ada beberapa sampah anorganik yang dapat didaur ulang sehingga memiliki nilai jual. Namun, ada beberapa sampah anorganik yang masih belum dapat didaur ulang sehingga belum ada penanganan yang bisa dilakukan.

Pengelolaan sampah sebuah kota merupakan sebuah usaha untuk menciptakan lingkungan yang bersih dan terhindar dari berbagai masalah kesehatan penyakit bawaan sampah. Sampah sendiri dimata masyarakat merupakan sesuatu yang mengganggu, namun dbalik semua itu sampah mempunyai potensi manfaat dalam ekonomi dan energi. Masalah utama pengelolaan sampah disekitar kita adalah karena keterbatasan teknologi dan ekonomi.

Kota Depok merupakan salah satu kota besar yang berbatasan langsung dengan provinsi DKI Jakarta dan juga merupakan kawasan yang kepadatan penduduknya cukup tinggi sehingga timbulan sampahnya pun besar. Dalam menjaga kebersihan kota Depok, difasilitasi oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan kota Depok dan juga mengatur teknik operasional pengelolaan dan pengolahan sampah Kota Depok seperti penyediaan tempat sampah di tempat

umum, penyediaan Unit Pengolahan Sampah (UPS), penyediaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), dan penyediaan truk pengangkut sampah. UPS yang berada di Kota Depok adalah 30 unit dan 18 unit yang sudah beroperasi.

Unit Pengolahan Sampah (UPS) adalah salah satu komponen penting dalam sistem pengelolaan sampah di Kota Depok. UPS merupakan suatu bangunan yang digunakan sebagai tempat untuk memindahkan sampah dari gerobak, memilah sampah, dan proses daur ulang sampah. Timbulan sampah yang berada di UPS berasal dari berbagai sumber seperti kawasan perumahan atau pemukiman dan areal komersial disekitarnya. Wilayah pelayanan UPS bergantung pada lokasi dari UPS tersebut.

Alternatif pengolahan sampah banyak sekali yang dapat dimungkinkan, namun yang bisa diterapkan harus sesuai dengan karakteristik sampah yang akan diolah. Seringkali kita mendengar mengenai konsep pengolahan sampah *waste-to-energy* atau proses untuk menghasilkan suatu energi dalam bentuk listrik atau panas yang berasal dari pembakaran sampah. Salah satunya adalah mengubah sampah menjadi suatu bahan yang mudah terbakar atau memiliki nilai kalor yang tinggi.

Refuse Derived Fuel (RDF) merupakan suatu bahan yang memiliki nilai kalor yang tinggi yang terbentuk dari sampah perkotaan. *Refuse Derived Fuel* (RDF) dipakai sebagai bahan bakar yang dibentuk seperti krayon dengan mencampurkan batu abu yang telah dipisahkan dari sampah yang tidak terbakar. Bahan bakar RDF ini, tidak akan membusuk walaupun disimpan dalam waktu yang lama, serta sangat praktis untuk pengangkutan. Namun, terkait dengan hal ini perlu dilakukan pengkajian secara mendalam mengenai potensi dari sampah tersebut agar pengolahan berjalan efektif.

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu konsep pengolahan sampah yang dapat dilakukan adalah dengan cara mengubah sampah menjadi suatu energi dalam bentuk energi listrik atau panas. Fraksi nilai kalor yang tinggi dalam suatu sampah dapat diterapkan untuk konsep *waste-to-energy* dan juga sebagai pengganti bahan bakar untuk suatu proses. Konsep ini apabila berjalan dengan efektif akan sangat membantu

dalam kegiatan pengelolaan sampah. Namun untuk menerapkan konsep tersebut maka munculah berbagai pertanyaan untuk penelitian ini:

1. Bagaimana timbulan dan densitas sampah yang masuk ke UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong?
2. Bagaimana komposisi sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong berdasarkan sifat daur ulang?
3. Bagaimana karakteristik fisik meliputi kadar air dan kadar abu dari sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong?
4. Bagaimana nilai kalor sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong dilihat dari komposisi sampah?
5. Bagaimana potensi sampah UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong untuk menjadi bahan *Refuse Derived Fuel* (RDF) dilihat dari nilai kalor yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mendapatkan timbulan dan densitas sampah yang masuk ke UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong.
2. Mengetahui komposisi sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong berdasarkan sifat daur ulang.
3. Mengetahui Karakteristik fisik meliputi kadar air dan kadar abu dari sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong.
4. Mengetahui nilai kalor sampah di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong berdasarkan komposisi sampah.
5. Mengetahui potensi sampah UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong untuk menjadi bahan *Refuse Derived Fuel* (RDF) dilihat dari nilai kalor yang dihasilkan sampah.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini meliputi:

1. Sebagai salah satu panduan dalam mencari potensi sampah untuk konsep *waste-to-energy* salah satunya mengubah sampah menjadi suatu bahan *Refuse Derived Fuel* (RDF).
2. Sebagai gambaran salah satu alternatif pengolahan sampah untuk menjadi bahan bakar dalam bentuk *Refuse Derived Fuel* (RDF).
3. Memberikan pengetahuan awal mengenai pengolahan sampah menjadi sumber energi dalam bentuk *Refuse Derived Fuel* (RDF).

1.5 Batasan Masalah

Tugas skripsi ini dilakukan di lapangan dan di laboratorium dengan batasan – batasan:

1. Tempat yang akan dijadikan lokasi pengambilan sampel adalah UPS yang berada di Kota Depok, yaitu UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong.
2. Kegiatan yang dilakukan:

Pengambilan data primer yang meliputi:

- Identifikasi kondisi lapangan
- Pengukuran timbulan sampah
- Pengukuran densitas sampah
- Identifikasi komposisi sampah
- Pengukuran kadar air dan kadar abu sampah
- Identifikasi jenis plastik

Pengambilan data sekunder yang meliputi:

- Identifikasi nilai kalor sampah menggunakan literatur

1.6 Model Operasional Penelitian

Model Operasional yang akan dilakukan selama penelitian meliputi:

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mengetahui teori yang akan dipakai dan berkaitan dengan pengelolaan persampahan dan kajian nilai kalor dari sampah. Studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini berasal dari buku

teks, jurnal internasional, internet, dan laporan tugas akhir yang telah dilakukan yang berhubungan dengan topik ini.

2. Survey lapangan

Survey lapangan dilakukan di UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong. Kegiatan survey antara lain:

- Melihat secara langsung kondisi eksisting dari UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong.
 - Mempersiapkan sampling untuk pengambilan data
 - Pengambilan sampel yang diperlukan untuk penelitian skripsi ini.
- ## 3. Pemeriksaan sampel di laboratorium
- Pemeriksaan kadar air sampah
 - Identifikasi jenis plastik berdasarkan komponen penyusunnya
- ## 4. Analisa dan kesimpulan hasil penelitian
- Analisa data yang didapatkan setelah melakukan pemeriksaan sampel di laboratorium dan perhitungan nilai kalor dilakukan untuk memperoleh kesimpulan terhadap potensi nilai kalor sampah dalam pengelolaan sampah dengan konsep *waste-to-energy* yaitu *Refuse Derived Fuel (RDF)*.

1.7 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, isi seluruh pembahasan penulisan ini dapat diuraikan dalam sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan, perumusan masalah, tujuan dan batasan permasalahan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian,

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori – teori yang mendasari penelitian yang mencakup tentang konsep dan teori yang mempunyai relevansi dengan topik. Adapun materi yang dibahas dalam bab ini, yaitu: tentang konsep umum sampah; sistem pengelolaan sampah; dan konsep umum *Refuse Derived Fuel (RDF)*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang langkah – langkah yang dilakukan selama melakukan penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan terhadap data – data hasil pengamatan di lapangan, dan analisa hasil laboratorium.

BAB 5 KESIMPULAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap hasil penelitian dan saran – saran untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri atas zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan). Menurut UU No. 18 Tahun 2008 Sampah merupakan sisa kegiatan sehari – hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Adanya berbagai aktivitas masyarakat yang terus bertambah seiring dengan berkembangnya teknologi menyebabkan timbulan sampah yang terus meningkat, sehingga diperlukan teknik pengelolaan dan pengolahan sampah yang tepat.

2.2 Konsep Dalam Sampah

Menurut WHO (2007), sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Sampah harus dikelola dan diolah agar tidak menimbulkan kerugian bagi manusia dan atau lingkungan. Dalam melaksanakan pengelolaan sampah agar didapatkan teknologi pengelolaan yang tepat maka perlu diketahui tentang sumber sampah, jenis sampah, komposisi sampah, dan karakteristik sampah untuk dapat mengetahui karakteristik sampah kota secara umum.

2.2.1 Sumber dan Jenis Sampah

Sumber sampah dalam suatu komunitas dapat dikategorikan menjadi pemukiman, daerah perkantoran dan komersil, institusional, kawasan pertanian dan perkebunan, kawasan industri, konstruksi bangunan, dan fasilitas umum. Berdasarkan sumbernya, sampah dapat dikelompokkan sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

Tabel 2-1 Sumber penghasil sampah

Sumber	Penghasil sampah	Jenis sampah yang dihasilkan
Pemukiman	Perumahan Apartemen	Sampah sisa makanan Kertas, karton Plastik Tekstil Kulit Sampah pekarangan Kayu Gelas, kaca, kaleng Alumunium, besi
Komersil Perkantoran	Toko Rumah makan Pasar Hotel Kantor Bengkel	Kertas, karton Plastik Gelas, kaca Minyak Bahan berbahaya, dll
Institusi	Sekolah Rumah sakit Penjara	Kertas, karton Plastik Sisa makanan Gelas, kaca Minyak Biomedis, bahan berbahaya, dll
Industri	Pabrik	Scrap Limbah industri Bahan berbahaya, dll
Pertanian	Perkebunan Ladang Sawah Peternakan	Hama Pestisida Bahan berbahaya beracun (B3) Sampah kebun Kotoran hewan ternak, dll
Fasilitas umum	Taman Pantai Tempat rekreasi	Sisa makanan Plastik Kertas, karton Sampah taman, dll

Sumber : Tchobanoglus,1993

Berdasarkan sifat kimia unsur pembentuknya, jenis sampah dikelompokkan menjadi dua, yaitu (Tchobanoglus, 1993) :

- Sampah Organik

Sampah organik terdiri dari bahan-bahan penyusun tumbuhan dan hewan yang diambil dari alam atau dihasilkan dari kegiatan pertanian, perikanan atau yang lain. Sampah ini dengan mudah diuraikan dalam proses alami.

Sampah rumah tangga sebagian besar merupakan bahan organik. Termasuk sampah organik, misalnya sampah dari dapur, sisa tepung, sayuran, kulit buah, dan daun.

- **Sampah Anorganik**

Sampah anorganik berasal dari sumber daya alam tak terbarui seperti mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri. Beberapa dari bahan ini tidak terdapat di alam seperti plastik dan aluminium. Sebagian zat anorganik secara keseluruhan tidak dapat diuraikan oleh alam, sedang sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang sangat lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga, misalnya berupa botol, botol plastik, tas plastik, dan kaleng.

Sebagian besar sampah kota yang dihasilkan di Indonesia tergolong sampah organik. Rata-rata sampah yang tergolong organik ini adalah di atas 65 % dari total sampah. Melihat komposisi dari sumber asalnya maka sebagian besar adalah sisa-sisa makanan dari sampah dapur, maka jenis sampah ini akan cepat membusuk, atau terdegradasi oleh mikroorganisme yang berlimpah di alam. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan dan pengolahan yang tepat dan cepat agar tidak mengganggu dengan adanya bau busuk atau lalat karena sampah yang mulai membusuk. Dalam pengelolaan sampah anorganik dapat didaur ulang dan sangat berpotensi dalam segi ekonomi karena dapat dijual (Damanhuri, 2004).

2.2.2 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari jenis sumber sampah di wilayah tertentu per satuan waktu (Departemen PU, 2004). Timbulan sampah sangat diperlukan untuk menentukan dan mendesain peralatan yang digunakan dalam transportasi sampah, fasilitas recovery material, dan fasilitas Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) sampah. Timbulan sampah biasanya dinyatakan dalam (Tchobanoglous, 1993) :

Tabel 2-2 Satuan limbah padat

Tipe Limbah	Satuan
Pemukiman	lb/kapita*d, tapi terkadang keliru maka perlu perbandingan lagi
Komersial	lb/kapita*d, pendekatan yang lebih diperlukan untuk menghubungkan kuantitas timbulan dengan banyak <i>customer</i> , nilai jual mata uang, dan satuan lainnya.
Industri	dinyatakan dalam ukuran produksi yang dilakukan berulang, seperti pon per automobile untuk industri mobil.
Pertanian	Dinyatakan dalam satuan produksi yang dilakukan berulang, seperti lb pupuk/1400 lb sapi/hari dan lb limbah/ton untuk produk baku.

Sumber : Tchobanoglus, 1993

Prakiraan timbulan sampah baik untuk saat sekarang maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Prakiraan rerata timbulan sampah merupakan langkah awal yang biasa dilakukan dalam pengelolaan persampahan. Satuan timbulan sampah biasanya dinyatakan sebagai satuan skala kuantitas per orang atau per unit bangunan dan sebagainya. Rata-rata timbulan sampah tidak akan sama antara satu daerah dengan daerah lainnya, atau suatu negara dengan negara lainnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain (Damanhuri, 2004):

- Jumlah penduduk dan tingkat pertumbuhannya;
- Tingkat hidup;
- Perbedaan musim;
- Cara hidup dan mobilitas penduduk;
- Iklim;
- Cara penanganan makanannya.

2.2.3 Komposisi Sampah

Komposisi adalah bagian yang menggambarkan komponen individual yang menyusun limbah padat dan distribusi relatifnya. Komposisi penting untuk mengevaluasi peralatan yang dibutuhkan, sistem, serta program dan rencana manajemen (Tchobanoglus, 1993).

Semakin sederhana pola hidup masyarakat semakin banyak komponen sampah organik (sisa makanan dll). Dan semakin besar serta beragam aktivitas suatu kota, semakin kecil proporsi sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga.

Komposisi sampah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

- Frekuensi pengumpulan. Semakin sering sampah dikumpulkan, semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Sampah kertas dan sampah kering lainnya akan tetap bertambah, tetapi sampah organik akan berkurang karena terdekomposisi.
- Musim. Jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung.
- Kondisi Ekonomi. Kondisi ekonomi yang berbeda menghasilkan sampah dengan komponen yang berbeda pula. Semakin tinggi tingkat ekonomi suatu masyarakat, produksi sampah kering seperti kertas, plastik, dan kaleng cenderung tinggi, sedangkan sampah makanannya lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh pola hidup masyarakat ekonomi tinggi yang lebih praktis dan bersih.

2.2.4 Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah adalah sifat-sifat sampah yang meliputi sifat fisik, kimia, dan biologi. Karakteristik sampah sangat penting dalam pengembangan dan desain sistem manajemen persampahan. Karakteristik sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu pendapatan masyarakat (low, medium, dan high income), pertumbuhan penduduk, produksi pertanian, pertumbuhan industri dan konsumsi serta perubahan musim (Tchobanoglous, 1993).

1) Karakteristik Fisika

(a) Berat Jenis

Berat jenis merupakan berat material per unit volume (satuan lb/ft³, lb/yd³ atau kg/m³). Data ini diperlukan untuk menghitung beban massa dan volume total sampah yang harus dikelola. Berat jenis ini dipengaruhi oleh:

- Komposisi sampah;
- Musim;
- Lamanya penyimpanan.

(b) Kelembapan

Menentukan kelembapan dalam sampah dapat digunakan dua cara yaitu dengan ukuran berat basah dan berat kering. Ukuran kelembapan yang umum digunakan dalam manajemen persampahan adalah % berat basah (*wet weight*). Data kelembapan sampah berguna dalam perencanaan bahan wadah, periodisasi pengumpulan, dan desain sistem pengolahan. Kelembapan sampah dipengaruhi oleh:

- Komposisi sampah;
- Musim;
- Kadar humus;
- Curah hujan.

(c) Ukuran dan distribusi partikel

Penentuan ukuran dan distribusi partikel sampah digunakan untuk menentukan jenis fasilitas pengolahan sampah, terutama untuk memisahkan partikel besar dengan partikel kecil. Ukuran komponen rata-rata yang ditemukan dalam sampah kota berkisar antara 7-8 inchi.

(d) Field Capacity

Field capacity adalah jumlah kelembapan yang dapat ditahan dalam sampah akibat gaya gravitasi. Field capacity sangat penting dalam menentukan aliran leachate dalam landfill. Biasanya field capacity sebesar 30% dari volume sampah total.

(e) Permeabilitas sampah yang dipadatkan

Permeabilitas sampah yang dipadatkan diperlukan untuk mengetahui gerakan cairan dan gas dalam landfill.

2) Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia sampah diperlukan untuk mengevaluasi alternatif suatu proses dan sistem recovery pengolahan sampah.

(a) Analisis Proksimat

Analisis Proksimat terhadap komponen Municipal Solid Waste (MSW) mudah terbakar meliputi (Tchobanoglous, 1993):

- Kelembapan (kadar air berkurang pada suhu 105°C, t = 1 jam);
- Volatile combustible matter (berat sampah yang berkurang pada pemanasan 950°C);
- Fixed carbon (sisa material setelah volatil hilang);
- Ash (sisa pembakaran).

(b) Titik Lebur Abu

Titik lebur abu merupakan titik temperatur saat pembakaran menghasilkan abu, berkisar antara 1100 - 1200°C (2000-2200 F).

(c) Ultimate Analysis

Ultimate Analysis meliputi penentuan unsur Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), dan Sulfur (S) sampah. Berdasarkan nilai C dan N ini dapat ditentukan rasio C/N sampah.

(d) Kandungan Energi Komponen Sampah

Kandungan energi yang terdapat di dalam sampah dapat dihitung dengan cara menggunakan alat calorimeter atau *bomb calorimeter*, dan dengan perhitungan.

3) Karakteristik Biologi

Penentuan karakteristik biologi digunakan untuk menentukan karakteristik sampah organik di luar plastik, karet dan kulit.

Parameter-parameter yang umumnya dianalisis untuk menentukan karakteristik biologi sampah organik terdiri atas (Tchobanoglous, 1993):

- Parameter yang larut dalam air terdiri atas gula, zat tepung, asam amino, dan lain-lain;
- Hemiselulosa yaitu hasil kondensasi gula dan karbon;
- Selulosa yaitu hasil kondensasi gula dan karbon;
- Lemak, minyak, lilin;
- Lignin yaitu senyawa polimer dengan cincin aromatik;
- Lignoselulosa merupakan kombinasi lignin dengan selulosa; dan
- Protein terdiri atas rantai asam amino.

Parameter-parameter di atas bertujuan untuk menentukan:

- Biodegradabilitas Komponen Organik. Fraksi biodegradabilitas dapat ditentukan dari kandungan lignin dari sampah. Pengukuran biodegradabilitas dipengaruhi oleh pembakaran volatile solid pada suhu 5500°C, jika nilai volatile solid besar maka biodegradabilitas sampah tersebut kecil.
- Bau. Bau dapat timbul jika sampah disimpan dalam jangka waktu lama di tempat pengumpulan, transfer station, dan di landfill. Bau dipengaruhi oleh iklim panas. Bau terbentuk sebagai hasil dari proses dekomposisi senyawa organik yang terdapat pada sampah kota secara anaerob.
- Perkembangan Lalat. Pada musim panas, perkembangbiakan lalat perlu mendapat perhatian yang khusus. Lalat dapat berkembang biak pada tempat pengumpulan sampah dalam waktu kurang dari dua minggu.

2.3 Sistem Manajemen Sampah

Secara garis besar strategi sistem manajemen sampah terpadu berdasarkan pada empat hirarki sistem manajemen sampah. Empat komponen tersebut adalah pengurangan dan pemakaian kembali sampah di sumber, daur ulang sampah (contoh : pengomposan), pembakaran sampah dengan *recovery* energi dan pembuangan ke TPA (EPA, 2006).

2.3.1 Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah merupakan proses penanganan sampah dengan cara mengumpulkan sampah dari masing – masing sumber sampah untuk diangkut ke tempat pembuangan sampah sementara atau tempat pengolahan sampah, atau langsung ke tempat pembuangan atau pemrosesan akhir tanpa melalui proses pemindahan. Operasional pengumpulan sampah dapat dijelaskan sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

- *Collection of Unseparated Waste*, dapat dilakukan di rumah tinggal, rumah tingkat, apartemen, fasilitas industry dan komersial. Layanan pengumpulan sampah yang dilaksanakan pada rumah hunian biasa dilakukan di pinggir jalan dan jalan kecil. Ketika layanan pengumpulan dilakukan di pinggir

jalan, maka pemilik rumah berkewajiban untuk meletakkan container yang kosong di pinggir jalanan mengembalikan container yang kosong ke lokasi penyimpanan hingga waktu pengumpulan. Metode manual digunakan dalam pengumpulan limbah pemukiman, termasuk mengangkat langsung kendaraan container bermuatan untuk dikosongkan, menggelindingkan container tersebut dalam kendaraan yang mengangkutnya, dan menggunakan pengangkut kecil. Pada rumah tingkat, pengumpulan juga dilakukan di pinggir jalan. Untuk apartemen, container besar digunakan untuk mengumpulkan limbah dari gedung apartemen. Pada fasilitas komersial, pengumpulan dilakukan secara manual dan mekanik. Untuk menghindari kemacetan, pengumpulan dilakukan sore hari atau pagi-pagi sekali. Jika pengumpulan manual dilakukan, limbah dari tempat komersial diletakkan pada kantong plastik, kardus, dan wadah lainnya yang diletakkan di pinggir jalan.

- *Collection of Waste Separated at the Source*, menggunakan pengumpulan secara konvensional dan didesain kendaraan pengangkut khusus, pengumpulan pada pinggir jalan biasanya diadakan oleh LSM tertentu. Karena pemukiman dan tempat bisnis tidak perlu mengangkut benda daur ulang ke tempat pengumpulan, maka diperlukan partisipasi langsung dari masyarakat untuk melakukan daur ulang tersebut. Kriteria kendaraan yang digunakan untuk mengumpulkan limbah yang sudah dipisahkan adalah harus memenuhi standar kendaraan pengumpul, kendaraan pengumpul yang dibuat khusus, yang telah ada pembagian di dalamnya. Untuk fasilitas komersial yang limbahnya telah dipisahkan biasanya dikumpulkan oleh truk pribadi.

2.3.2 Transportasi dan Pengangkutan Sampah

Unit Pengelola Sampah merupakan suatu tempat yang digunakan untuk memindahkan sampah dari gerobak atau alat angkut lainnya untuk diolah terlebih dahulu sebelum diangkut menuju tempat pembuangan akhir (TPA). Operasional untuk pemindahan dan pengangkutan menjadi sangat penting ketika jarak pengangkutan ke pusat pemrosesan atau pembuangan berjauhan sehingga pengangkutan langsung tidak dapat dilakukan. Selain itu, akan menjadi penting

juga bila pusat pemrosesan atau pembuangan berada di daerah terpencil dan tidak dapat langsung dicapai dengan jalan besar. Berikut ini adalah faktor yang mendorong penggunaan proses pemindahan adalah (Tchobanoglous, 1993) :

- Adanya pembuangan ilegal karena jarak pengangkutan yang terlalu jauh
- Lokasi tempat pembuangan relatif jauh dari rute pengumpulan
- Penggunaan kendaraan pengumpul dengan kapasitas kecil
- Kepadatan penduduk pada daerah pelayanan cukup rendah
- Penggunaan wadah untuk sistem pengangkutan relatif kecil untuk pengumpulan limbah dari sumber komersil
- Penggunaan sistem pengumpulan hidrolik atau pneumatik

2.4 Studi Timbulan dan Karakteristik Sampah

Informasi mengenai kualitas dan kuantitas timbulan akan menentukan berbagai komponen sistem, diantaranya dalam menentukan sarana prasarana persampahan, merencanakan rate pengumpulan sampah, pemilihan teknologi yang tepat untuk pengolahan sampah, dan menentukan fasilitas pembuangan. Kuantitas timbulan sampah dan pengumpulan dalam perancangan sistem manajemen sampah terpadu sangat penting untuk diketahui karena (Tchobanoglous, 1993):

- Pemilihan jumlah dan jenis peralatan tertentu
- Penentuan rute pengangkutan sampah
- Sarana recovery (*Material Recovery-Facilities*MRF)
- Sarana pembuangan akhir

Sedangkan untuk mengetahui kualitas sampah perlu dilakukan pengukuran dan menggunakan metode sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

- *Load Count Analysis*. Metode ini didasarkan atas jumlah kendaraan pengangkutan yang masuk dilokasi *Transfer Station* atau *Recycling Center* atau TPA. Dalam metode ini, banyaknya muatan limbah dan karakteristik limbah (tipe limbah, estimasi volume) dicatat dalam waktu tertentu (1 atau 2 minggu).
- *Weight –Volume Analysis*. Metode ini dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung pada kendaraan pengangkut. Sekalipun menggunakan

data detail berat dan volume yang didapatkan melalui pengukuran, tapi akan lebih baik jika berat jenis dapat diketahui juga.

- *Materials Mass Balance Analysis*. Satu-satunya cara untuk menentukan timbulan dan perpindahan limbah padat dengan kondisi nyatanya adalah dengan menunjukkan detail analisis kesetimbangan massa untuk setiap sumber timbulan.

2.5 Nilai Kalor

Kalor merupakan salah satu bentuk energi. Kalor yang dihasilkan sampah berasal pada saat pembakaran sampah. Jumlah panas yang dikeluarkan pada saat pembakaran sebanding dengan panas yang dibebaskan dari sejumlah pembakaran sampah. Nilai kalor biasanya dinyatakan dalam satuan energi per bagian dari bahan, seperti kcal/kg, kJ/kg, Btu/m³.

Nilai kalor atau *heating value* merupakan jumlah energi kalor yang dilepaskan bahan bakar pada saat terjadinya oksidasi unsur-unsur kimia yang ada pada bahan bakar tersebut. Banyaknya nilai kalor yang dihasilkan akan mempengaruhi besarnya energi yang dihasilkan nantinya.

Dalam pengukuran nilai kalor yang dihasilkan oleh pembakaran tiap komposisi sampah, nilai kalor dari sampah perkotaan sangat bervariasi antara 5.500 Btu/lbs – 10.000 Btu/lbs dapat dilihat dalam Tchobanoglus pada tabel 2.3

Tabel 2-3 Nilai Kalor Sampah

Komponen Sampah	Nilai kalor (kJ/kg)	Nilai Kalor (kcal/kg)
	As collected	As collected
Sisa makanan	3.489 – 6.978	833 – 1.667
Kertas keras	13.956 – 17.445	3.333 – 4.167
Kertas putih	11.630 – 18.608	2.778 – 4.444
Plastik	27.912 – 37.216	6.667 – 8.889
Tekstil	15.119 – 18.608	3.611 – 4.444
Daun	2.326 – 18.608	556 – 4.444
Kaca*	116 – 233	28 – 56
Kaleng*	233 – 1.163	56 – 278

*) nilai ini berasal dari pelapis, label dan matri yang tertempel

sumber : Tchobanoglus, 1993

- Pengukuran Nilai Kalor

Formula yang digunakan untuk menghitung nilai panas yang dikenal sebagai rumus Dulong ditampilkan di bawah ini; (% C, H, O, N dan S dari substansi diketahui).

$$MJ/kg = 337 C + 1419 (H_2 - 0.125 O_2) + 93 S + 23 N \quad (2.1)$$

Persen C, H, O, N, S, Cl, H₂O dan abu tergantung pada komponen dalam RDF dan ditampilkan dalam tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2-4 Presentase Komponen Abu RDF

<i>Komponen RDF</i>	<i>% C</i>	<i>% H</i>	<i>% O</i>	<i>% N</i>	<i>% S</i>	<i>% Cl</i>	<i>% H₂O</i>	<i>% ash</i>
kertas	34.4	4.72	32.4	0.16	0.21	0.24	21	4.62
Plastik	56.4	7.79	8.05	0.85	0.29	3	15	8.59
Kayu	41.2	5.03	34.5	0.02	0.07	0.09	16	2.82
Textil	37.2	5.02	27.1	3.1	0.28	0.27	25	1.98
kulit,karet	43.1	5.37	11.6	1.34	1.17	4.97	10	22.5

Sumber : Maria & Pavesi (2006)

Ada 2 jenis nilai kalor yang digunakan dalam industri yang berbeda, yaitu *Higher Heating Value* (HHV), dan *Lower Heating Value* (LHV)

- HHV dikenal sebagai Nilai Kalor Kotor, memperhitungkan panas laten penguapan air dalam produk pembakaran, dan berguna dalam menghitung nilai-nilai pemanasan untuk bahan bakar di mana kondensasi dari produk reaksi praktis.
- LHV dikenal sebagai Nilai Kalor Bersih, mengasumsikan panas laten penguapan air dalam bahan bakar dan produk reaksi belum pulih. Hal ini berguna dalam membandingkan bahan bakar di mana kondensasi dari produk pembakaran tidak praktis.

2.6 Konsep Umum *Refuse Derived Fuel* (RDF)

2.6.1 Pengertian RDF

RDF merupakan bahan yang mudah terbakar atau dengan kata lain adalah suatu bahan yang mempunyai fraksi nilai kalor yang tinggi yang terbentuk dari *Municipal Solid Waste*(MSW). Ada beberapa istilah lain yang digunakan untuk bahan bakar yang berasal dari MSW seperti *Recovered Fuel* (REF), *Packaging Derived Fuel* (PDF), *Paper and Plastic Fraction* (PPF) dan *Process Engineered Fuel* (PEF) (Gendebien, 2003).

Ada definisi lain didefinisikan oleh standar ASTM (2006) bahwa RDF merupakan bahan bakar yang berasal dari MSW dimana logam, kaca dan bahan anorganik lainnya telah dihilangkan dan memiliki ukuran partikel 95% dari beratnya lolos melalui saringan 2 inci.

2.6.2 Klasifikasi RDF

Menurut standar ASTM E856-83 (2006), RDF dapat diklasifikasikan ke dalam 7 kategori sebagai berikut;

- RDF-1: Limbah digunakan dalam bentuk yang terbangun;
- RDF-2: Limbah diproses untuk ukuran partikel kasar dengan atau tanpa pemisahan logam besi, dimana 95% dari beratnya lolos melalui saringan 6 inci, disebut RDF kasar;
- RDF-3: Limbah diproses untuk memisahkan bahan kaca, logam dan anorganik, diparut dan 95% dari beratnya lolos di saringan persegi 2 inci, disebut Fluff RDF;
- RDF-4: limbah yang mudah terbakar diolah menjadi bentuk bubuk, 95% beratnya lolos melalui saringan 10, disebut Powder RDF;
- RDF-5: limbah yang mudah terbakar dipadatkan (kompresi) ke dalam bentuk pelet, siput, cubettes atau briket, disebut padatan RDF;
- RDF-6: limbah mudah terbakar diolah menjadi bahan bakar cair, disebut lumpur RDF;
- RDF-7: limbah yang mudah terbakar diolah menjadi bahan bakar gas, yaitu syngas RDF.

2.6.3 Standar RDF

Jaminan kualitas dalam produksi RDF mensyaratkan bahwa harus memiliki nilai kalori tinggi dan memiliki konsentrasi rendah bahan kimia beracun terutama untuk logam berat dan klorin. Aspek kualitas juga mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan dilihat dari sudut pandang ekonomi RDF dan dipengaruhi oleh tiga hal yaitu, produsen RDF, potensi pelanggan RDF dan otoritas masing-masing. Karena sudut pandang mereka yang berbeda, menyarankan kualitas RDF bervariasi (Rotter et al., 2004).

Walaupun belum ada peraturan mengenai kualitas RDF di Asia, namun kita dapat mengikuti standard Eropa sebagai panduan dan mengembangkan standard yang kita punya dilihat dari situasi benua Asia nantinya. Pada tabel 2.5 dapat dilihat hasil dari survey mengenai standard kualitas RDF di Eropa (Rotter, 2004).

Tabel 2-5 Survei Standard Kualitas RDF di Eropa

	Negara (referensi)			
	Switzerland (Bawal,1998)	Finland ^d (SFS,2000)	Italy ^d (Ministero de'lambiente,1998)	Germany ^d (RAL,2001)
	Mg/MJ ^a	Mg/MJ ^b	Mg/MJ	Mg/MJ ^c
As	0.6	n.a	0.5	0.7
Be	0.2	n.a	n.a	0.1
Cd	0.1	0.3	0.4	0.5
Co	0.8	n.a	n.a	0.7
Cr	4	n.a	6	14
Cu	4	0.03	17	56
Hg	0.02	n.a	n.a	0.07
Ni	4	n.a	2	8.9
Pb	8	n.a	11	n.a
Sb	0.2	n.a	n.a	3.3
Se	0.2	n.a	n.a	0.3
Sn	0.4	n.a	n.a	3.9
Te	n.a	n.a	n.a	0.3
Tl	0.12	n.a	n.a	0.11
V	4	n.a	n.a	1.4
Zn	16	n.a	28	n.a
chlorine	n.a	1.5% dari berat	0.9% dari berat	Only declaration

^a batasan : panduan Swiss untuk sampah Cement klinis

^b batasan : Kualitas RDF kelas III

^c batasan : 80% RDF dari Municipal Solid Waste

^d basis untuk konversi dari mg/kg menjadi mg/MJ : LHV (dry) 18.000 kJ/kg

na : not analyzed

Sumber : Rotter (2004)

Rotter et al. (2004) juga menyebutkan bahwa kadmium, kromium, tembaga, merkuri, timbal, dan timah antinomi (dalam huruf tebal) dapat digunakan sebagai parameter polutan panduan dalam limbah rumah tangga. Klorin juga merupakan faktor pembatas bagi kualitas RDF tidak hanya untuk alasan ekologi tetapi juga alasan teknis (oleh operator pabrik untuk <1% berat). Salah satu alasan utama bahwa pengguna enggan untuk menggunakan RDF adalah bahwa latar belakang konsentrasi klor adalah sekitar 0,5-3% (basis kering).

Standar RDF lain ditentukan menurut nilai kalor, kadar air, kadar abu seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2-6 Standar Kualitas RDF

Parameter	Finland ^a	Italy	United Kingdom
Nilai Kalor (MJ/kg)	13-16	15	18.7
Kadar Air (%w)	25-35	25 maks	7-28 ^b
Kadar Debu (%w)	5-10	20	12
Sulfur (%w)	0.1-0.2	0.6	0.1-0.5
klorin (%w)	0.3-1.0	0.9	0.3-1.2

^a batasan: untuk sampah rumah tangga

^b 7-28 untuk densified RDF dan 38 untuk RDF padatan

Sumber : Gendebin (2003)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nithikul (2007), potensi komposisi dari *municipal solid waste* yang dapat dijadikan dalam bentuk seperti RDF, terdiri dari 40% plastik, 30% sampah pekarangan, kurang dari 10% kertas, 10% organik, dan 10% fraksi yang tidak mudah terbakar. Komposisi tersebut memiliki nilai LHV sekitar 19.4 Mj/kg.

2.6.4 Proses Produksi RDF

Proses produksi RDF memiliki dua subsistem yang disebut sistem *front-end* dan sistem *back-end*. *Front-end* atau subsistem pra-pengolahan adalah untuk menerima MSW yang terpisah menjadi pecahan yang mudah terbakar dan yang tidak mudah terbakar untuk menghasilkan bahan baku untuk sistem

backend. Sistem *back-end* mengacu pada proses konversi yang dapat sistem baik termal atau biologis (UNEP, 2005).

Jalur produksi RDF terdiri dari beberapa unit operasi untuk memisahkan komponen yang tidak diinginkan dan kondisi bahan yang mudah terbakar untuk mendapatkan karakteristik yang diperlukan untuk RDF. Unit operasi yang umum adalah *screening*, *shredding*, pengurangan ukuran, klasifikasi, pemisahan baik logam, kaca atau bahan organik basah, pengeringan dan densifikasi. Operasi unit ini dapat diatur dalam urutan yang berbeda tergantung pada komposisi dari MSW dan kualitas RDF yang diinginkan (Caputo dan Pelagagge, 2002).

- Unit Operasi dalam Produksi RDF

- a. Pemisahan Manual

Dalam kumpulan sampah, sampah besar seperti peralatan, perabotan, dan sebagainya dan kontaminan tertentu (misalnya limbah berbahaya) dapat dihilangkan secara manual oleh para pekerja (penyortir) sebelum pengolahan mekanis. Penyortiran manual juga berfungsi sebagai proses untuk daur ulang kertas, kaca / plastik, kontainer dan kaleng-kaleng aluminium. Rentang komposisi untuk bahan daur ulang yang ditemukan oleh penyortir disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 2-7 Efisiensi Tingkat Pensortiran

Material	Kecepatan pemilahan (kg/h/sorter)	Efisiensi Daur Ulang
Koran*	700-4.500	60-95
Corrugated*	700-4.500	60-95
Wadah kaca** (warna campuran)	400-800	70-95
Wadah kaca** (berdasarkan warna)	200-400	80-95
Wadah plastik** (PET,HDPE)	140-250	80-95
Kaleng aluminium**	45-55	80-95

Sumber : UNEP (2005)

Peralatan yang digunakan dalam pemisahan biasanya berupa *belt conveyor*. Penyortir ditempatkan pada satu atau kedua sisi sabuk atau meja untuk mengambil bahan daur ulang. Desain pemisahan manual membutuhkan pemahaman yang baik tentang waktu dan gerak, komposisi limbah dan operasi yang nyaman dan juga keselamatan penyortir.



Gambar 2-1 Pemisahan Manual

Sumber : UNEP (2005)

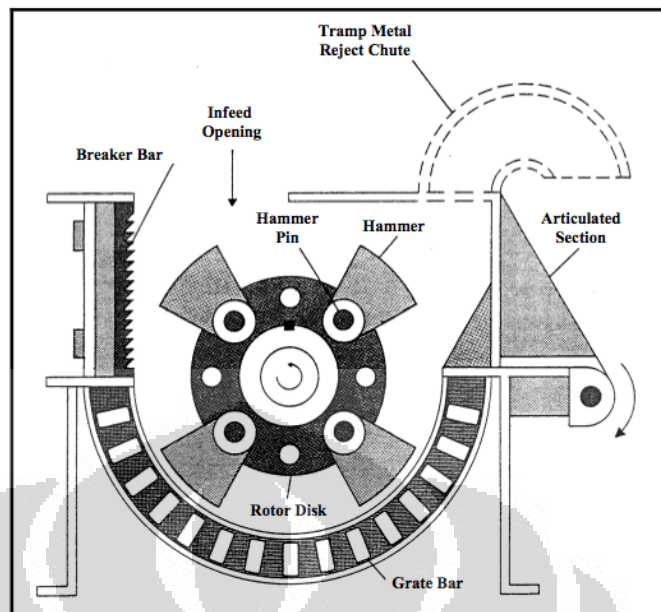
b. Reduksi Ukuran Partikel

Istilah "reduksi ukuran" dalam pengelolaan limbah padat mirip dengan "memotong - motong". Tetapi "memotong - motong" istilah yang sering mengacu pada pengurangan ukuran dari campuran limbah padat. Reduksi ukuran adalah unit operasi yang penting dalam pengolahan limbah mekanik karena memberikan tingkat keseragaman ukuran tertentu. Reduksi ukuran sampah yang umum di fasilitas pengolahan sampah sampai ukuran sekitar 10 cm. *Shredding* sekunder atau tersier kadang diperlukan untuk produksi RDF dengan ukuran yang lebih kecil dari 10 cm.

Ada banyak jenis mesin penghancur sebagai berikut:

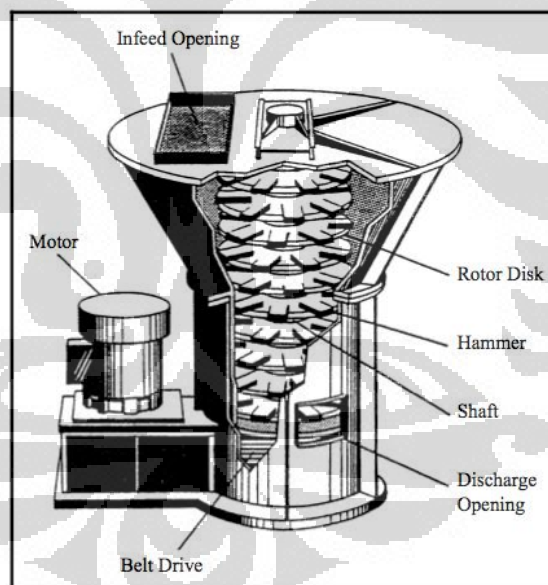
- *Hammermills*

Ada dua jenis *hammermills*, rotor horisontal dan vertikal. *Hammermill* horizontal biasanya digunakan untuk campuran limbah padat. Bagian utamanya adalah rotor, palu, tungku terbuka, frame dan roda terbang. Sampah yang akan dikurangi ukurannya dimasukkan ke dalam pembukaan mesin. Sampah tersebut berinteraksi dengan palu dan satu sama lain sampai ukuran cukup kecil untuk melewati jeruji.



Gambar 2-2 *Hammermills Horizontal*

Sumber : UNEP (2005)



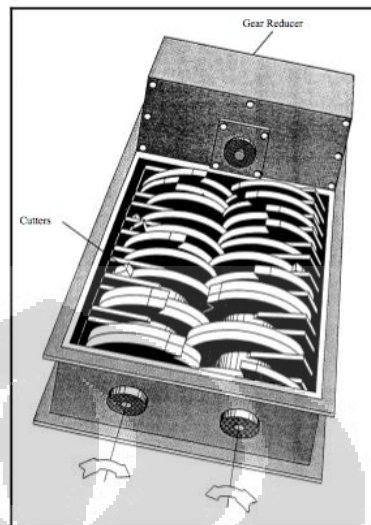
Gambar 2-3 *Hammermills Vertical*

Sumber : UNEP (2005)

- *Shear Shredder*

Jenis mesin reduksi ukuran memiliki torsi tinggi dan rpm rendah. Alat ini terdiri dari dua shaft yang berputar horizontal memotong dengan arah yang berlawanan. Karena torsi yang

tinggi dan adanya penggeseran, mesin ini umumnya digunakan untuk bahan yang sulit hancur seperti ban, aluminium dan plastik.



Gambar 2-4 Shear Shredder

Sumber : UNEP (2005)

c. *Screening*

Tujuan dari *screening* adalah pemisahan sampah berdasarkan ukuran. Alat ini membagi sampah menjadi setidaknya dua aliran yang disebut partikel yang lebih besar (ditahan di *screen*) dan partikel yang terlalu kecil (melewati *screen*).

Ada banyak jenis *screen* sebagai berikut;

- *Trommel screenc* cenderung berputar ke arah bawah dengan *screen* berbentuk silinder. Permukaan *screening* biasanya berupa kawat mesh atau pelat berlubang. Alat ini dapat digunakan untuk campuran MSW sebelum pengurangan ukuran yang disebut *pra-trommeling* atau setelah pemotongan MSW disebut *post-trommeling*. *Trommelscreen* telah terbukti cukup efektif dan efisien untuk pengolahan MSW campuran dan karena itu merupakan jenis *screen* yang umum digunakan (UNEP, 2005).



Gambar 2-5 *Trommel Screen*

Sumber : UNEP (2005)

- *Disc screen*. Aplikasi dominan kepingan screen untuk pemisahan fraksi anorganik dari RDF, dari kertas atau dari limbah kayu. Sebuah kepingan screen terdiri dari poros bidang horizontal dilengkapi dengan cakram. Bukaan antara cakram terlalu kecil untuk memungkinkan sampah melewatinya. Semua shaft memutar dalam arah yang sama dan membawa limbah dari satu ujung ke ujung akhir lain.



Gambar 2-6 *Disc Screen*

Sumber : UNEP (2005)

d. *Air Classifier*

Klasifikasi udara adalah proses pemisahan berdasarkan perbedaan karakteristik aerodinamis limbah. Karakteristik aerodinamis dari bahan tertentu merupakan fungsi dari ukuran, geometri dan kepadatan. Proses ini terdiri dari interaksi antara arus bergerak dari udara, limbah yang telah dipotong-potong kecil dan gaya gravitasi. Fraksi yang berada di aliran udara disebut fraksi cahaya dan bahan yang *settle* disebut dengan fraksi berat.

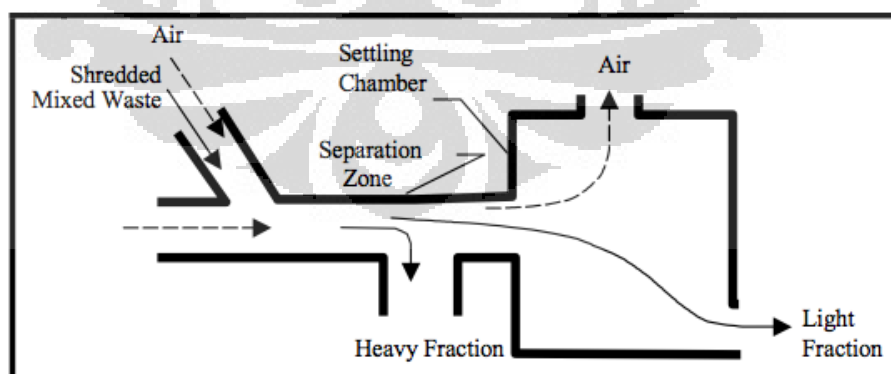
Dalam klasifikasi campuran udara, MSW dipotong-potong kecil, kertas dan bahan plastik cenderung berada di fraksi cahaya dan logam, gelas adalah komponen utama dari berat fraksi.

Ada banyak jenis *classifier* udara sesuai dengan pola aliran udara. Khas operasi dan kinerja karakteristik pengklasifikasi udara dalam produksi dari campuran RDF MSW diberikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 2-8 Karakteristik dari Klassifier Udara

Parameter	Kisaran
Kertas dan plastik dengan fraksi berat (%)	5-30
Komposisi fraksi ringan (%)	
• Mengandung Besi	0.1-1
• Tidak mengandung besi	0.2-1
• Fines	15-30
• Kertas dan Plastik	55-80
• Debu	10-35

Sumber : UNEP (2005)



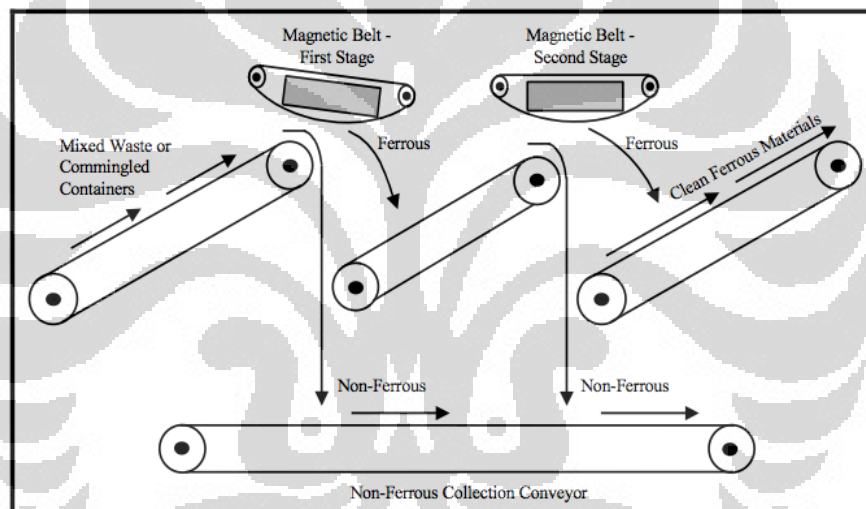
Gambar 2-7 Klasifier Udara

Sumber : UNEP (2005)

e. Pemisahan Magnetik

Pemisahan magnetik digunakan untuk memisahkan logam besi dari MSW. Ada tiga konfigurasi pemisah magnetik yaitu katrol kepala magnet, magnetik drum dan sabuk

Dalam hal hasil, pemulihan logam magnetik per satuan berat logam magnetik total di MSW adalah sekitar 80% untuk tahap tunggal magnet. Tingkat yang lebih tinggi pemulihan dapat dicapai dengan menggunakan beberapa tahap pemisahan magnetik. Persentase pemulihan akan lebih tinggi sampai 85% - 90% ketika pemisah magnetik digunakan setelah pengklasifikasi udara. Hal ini disebabkan kontaminan cahaya seperti kertas dan plastik yang mengganggu proses pemisahan magnetik.

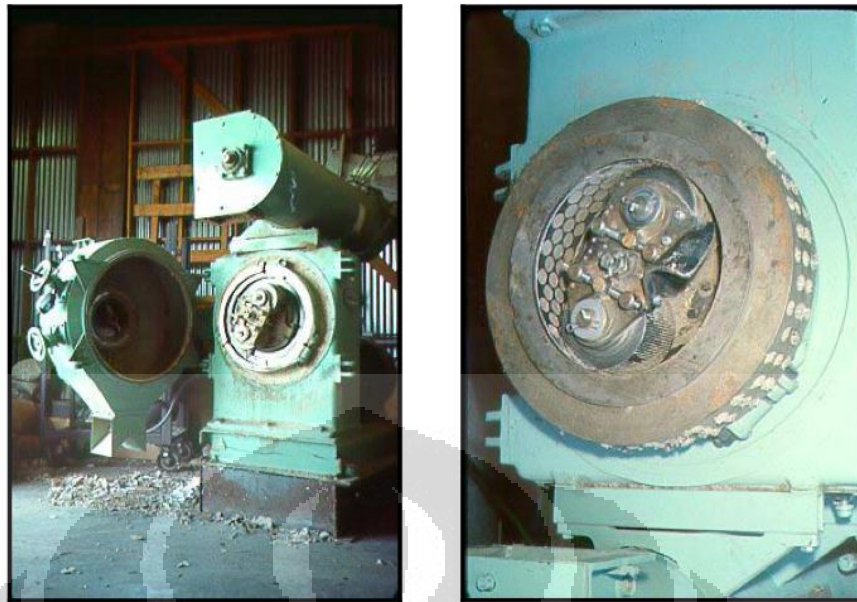


Gambar 2-8 Magnetic Separator

Sumber : UNEP (2005)

f. Pengeringan dan Densifikasi

Pengeringan dan densifikasi digunakan dalam tujuan tertentu seperti produksi RDF dan pengurangan volume limbah sebelum ke TPA. Tujuan pengeringan adalah untuk meningkatkan kualitas RDF. Densifikasi digunakan untuk produksi RDF padatan dengan cara *briquetting*, *pelletising* atau pembentukan kubus.



Gambar 2-9 Densifier

Sumber : UNEP (2005)

2.7 Penelitian RDF di Beberapa Negara

Penelitian mengenai RDF sudah banyak dilakukan di berbagai negara di Asia ataupun di Eropa dan Amerika. Untuk itu perlu diketahui penelitian – penelitian mengenai RDF tersebut sebagai acuan dalam penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah yang akan diolah menjadi RDF.

2.7.1 Negara Yunani

Penelitian mengenai RDF di Negara Yunani salah satunya dilakukan oleh Antonopoulos, dkk. Pada penelitian ini, disajikan perbandingan nilai kalor yang didapatkan dari percobaan eksperimental dan hasil dari studi literatur. Untuk mendapatkan nilai kalor Antonopoulos melakukan eksperimental dengan menggunakan *bomb calorimeter* sehingga didapatkan nilai kalor dari masing – masing komponen sampah. Pada tabel 2.9 berikut tertera nilai kalor yang dihasilkan sampah di negara Yunani.

Tabel 2-9 Nilai Kalor Sampah di Yunani

Komponen Sampah	Lloyd and Davenport (MJ/kg)	De Boie (MJ/kg)	Wilson (MJ/kg)	Eks perimental (MJ/kg)
Kertas	17.41	16.44	15.33	15.8
Sisa Makanan	6.44	6.11	5.81	5.51
Plastik	27.16	26.4	26.37	32.56
Kain	22.33	21.48	20.77	17.24
Karet	27.15	26.81	27.25	25.33
Kulit	38.59	38.4	40.14	36.24
Kaca	0.26	0.25	0.25	0.14
Metal	1.88	1.75	1.63	0.7
Kayu	8.37	7.93	7.46	6.51

Sumber : Antonopoulos (2010)

2.7.2 Negara Amerika

Penelitian nilai kalor di negara Amerika dilakukan oleh U.S Departemen of Energy pada tahun 2007. Pada penelitian ini didapatkan nilai kalor untuk setiap komponen sampah dengan mengambil data hasil pengukuran yang dilakukan oleh EIA. Pada tabel 2.10 berikut terdapat nilai kalor dari masing – masing komponen sampah yang telah diukur.

Tabel 2-10 Nilai Kalor Sampah di Amerika

Komponen Sampah	Nilai Kalor (million Btu/ton)
Plastik	31.8
PET	20.5
HDPE	38
PVC	16.5
LDPE/LLDPE	24.1
PP	38
PS	35.6
Karet	26.9
Kulit	14.4
Kain	13.8
Kayu	10
Sisa makanan	5.2
kertas	6.7

Sumber : U.S Dept.of Energy (2007)

2.7.3 Negara Srilanka

Penelitian RDF di negara Srilanka dilakukan sebagai salah satu upaya dalam menghaddapi permasalahan dalam mengatasi sampah berkaitan dengan

terus bertambahnya populasi, urbanisasai, dan sedikitnya tempat pembuangan akhir sampah yang ada. Penelitian ini dilakukan dengan uji laboratorium yang dilakukan menggunakan sampel sampah sebanyak 1 ton. Sampah yang dipakai dalam uji *bomb calorimeter* sebelumnya mendapatkan treatment terlebih dahulu yaitu pengeringan selama 24 jam dengan suhu 105°C untuk mengetahui kadar air dan kemudian dilakukan pengurangan ukuran dengan cara memblender sampah. Pada tabel 2.11 berikut tertera hasil dari *bomb calorimeter* yang dilakukan untuk sampel sampah sebanyak 1 ton.

Tabel 2-11 Nilai Kalor Sampah di Negara Sri lanka

Komponen	Weight (%)	Kadar Air (%)	Nilai kalor (MJ/kg)
Sisa makanan	56.57	65	18.4
Duplex	3.76	0	16.36
Taman	6.04	40	15.8
Kertas	2.71	3	15
Kayu	6.35	40	14.2
Plastik 1	0.70	0	45
Plastik 2	5.20	0	33.3
Karet	2.80	0	25.5
Kulit	1.40	0	23
Kain	1.75	0	17

Sumber : Menikpura (2009)

2.7.4 Negara Taiwan

Di Negara Taiwan penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai kalor hasil dari perhitungan empiris dan pengujian sampel dilaboratorium. Sampel dari campuran sampah dikeringkan terlebih dahulu untuk mengetahui kadar air kemudian ukuran sampel sampah diperkecil menjadi sekitar 1-2 mm dengan shredder. Sampel sampah dianalisa juga komponen organiknya seperti karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan sulfur. Selanjutnya sampel tersebut dimasukan ke dalam *bomb calorimeter* sebanyak 1 gr untuk diketahui nilai kalornya. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil yang tertera pada tabel 2.12 berikut

Tabel 2-12 Nilai Kalor dan Karakteristik Kimia Sampah di Taiwan

	Range	Average
Proximate Analysis (%)		
Moisture	32-77	55.6
Ash	2-34	12.3
Combustible Composition		
	17-58	32.1
Ultimate analysis (%)		
C	6.5-32.8	17.3
O	4.76-31.1	11.5
H	1.2-4.9	2.6
N	0.14-1.55	0.5
S	0.01-0.51	0.1
Cl	0.04-0.28	0.1
Energy Content (kcal/kg)	390-3035	1434
Energy Content (MJ/kg)	3.93-12.7	6.00

Sumber : Chang (2007)

2.7.5 Negara Thailand

Produksi RDF di Thailand sudah mulai berkembang dan digunakan pada industri semen. Pembuatan RDF di Thailand menggunakan campuran sampah pada tempat pembuangan akhir On-Nuch. Pretreatment yang dilakukan sebelumnya yaitu pengeringan sampah pada suhu 40-50°C dalam waktu 24 jam sehingga kadar air berkurang menjadi 11.5% . Pemisahan komponen sampah kaca, metal, dan sebagainya yang tidak digunakan dalam produksi RDF. Selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium menggunakan *bomb calorimeter* untuk mendapatkan nilai kalornya. Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan data untuk RDF seperti yang tertera pada tabel 2.13 berikut:

Tabel 2-13 Karakteristik RDF di Thailand

Parameter	RDF
Nilai Kalor (MJ/kg) (dry basis)	20.8
Kadar Air (%)	11.5
Kadar Abu (%)	11.8
Sulfur (%)	0.20
Klorin (%)	0.58

Sumber : Nithikul (2007)

2.7.6 Negara Korea

Penelitian mengenai RDF di Korea dilakukan dengan alasan bahwa negara Korea merupakan negara yang tidak memiliki cukup banyak sumber daya alam untuk menjadi energi. Sehingga dengan adanya produksi RDF diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif energi yang dapat digunakan kedepannya. Penelitian RDF dilakukan bukan hanya untuk sampah perkotaan namun juga limbah industri dalam bentuk *sludge*. Penelitian ini membandingkan nilai kalor dan potensi dari kedua sumber limbah tersebut untuk menjadi energi. Komponen sampah terbesar adalah sampah combustible sebesar 62.9%, sampah inilah yang akan diproses untuk menjadi RDF. RDF di negara Korea memiliki 3 jenis yaitu RDF-MS atau RDF yang berasal dari sampah perkotaan, RDF-IMC yang berasal dari sampah pabrik atau konstruksi dan RDF-IS yaitu RDF yang berasal dari lumpur hasil instalasi pengolahan air limbah. Untuk mendapatkan nilai kalor dari sampah tersebut dilakukan pengeringan sampah terlebih dahulu sehingga adanya pengurangan kadar air dari sampah. Perhitungan nilai kalor dilakukan dengan menggunakan *bomb calorimeter*. Pada tabel 2.14 berikut tertera nilai kalor dari sampah negara Korea berdasarkan sumber limbahnya.

Tabel 2-14 Nilai Kalor Sampah di Negara Korea

RDF Type	Waste Type	Heating Value (kcal/kg)
RDF-MS	General MSW	4987
RDF-IMC	Industrial MSW	5966
	Construction waste	6343
	Industrial process waste	6714
RDF-IS	Wastewater treatment sludge	1800
	Process sludge	3000

Sumber : Trang (2009)

Dengan melihat dari penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat diketahui dengan adanya treatment pada sampah yang dilakukan sebelum perhitungan nilai kalor maka dapat mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah tersebut. Treatment yang dilakukan biasanya terdiri dari pengeringan sampah untuk mengurangi besarnya kadar air dan juga pengurangan ukuran dari sampah yang akan diolah menjadi RDF.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara obyektif terhadap fenomena sosial. Rancangan pelaksanaan penelitian dengan metode kuantitatif meliputi proses membuat percobaan ataupun pengamatan serta memilih pengukuran variable, prosedur dan teknik sampling, instrument, pengumpulan data, analisis data yang terkumpul, dan pelaporan hasil penelitian.

Penelitian ini hanya difokuskan pada potensi RDF dari sampah perkotaan saja. Sampah perkotaan dikumpulkan dari perumahan dan area komersial. Dalam menunjang penelitian ini maka kegiatan pelaksanaan terbagi dalam 4 tahapan yaitu studi literatur, pengambilan data sekunder, pengambilan data di lapangan dan analisa sampel di laboratorium.

3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini akan digunakan dua variabel penelitian yang dikelompokkan berdasarkan tujuan penelitian, yaitu variabel bebas dan terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Yang termasuk dalam variabel bebas adalah timbulan sampah dan komposisi sampah. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat yang berada dalam penelitian ini adalah nilai kalor dari sampah yang dipengaruhi oleh komposisi sampah.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui dasar teori yang akan dipakai selama proses mengerjakan penelitian ini. Teori yang dipakai adalah teori yang berkaitan dengan sistem pengelolaan persampahan terutama mengenai

pengelolaan pengolahan sampah perkotaan dan kajian nilai kalor dari setiap komposisi sampah. Studi literatur untuk kajian nilai kalor setiap komposisi sampah dilakukan dengan mengumpulkan tiga jurnal mengenai penelitian nilai kalor setiap jenis sampah yang terdahulu.

3.4 Pengambilan Data Sekunder

Pengumpulan data-data sekunder pada penelitian ini diperoleh melalui keterangan serta informasi dari beberapa pihak atau instansi pemerintah yang bergerak dalam atau mengatur permasalahan sampah di Kota Depok, diantaranya berasal dari Pemda Kota Depok, Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Depok, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Depok, dan dari Unit Pengelolaan Sampah (UPS) Kota Depok. Data yang diambil dan digunakan sebagai data sekunder adalah:

- Lokasi UPS yang terdapat di Kota Depok
- Wilayah daerah pelayanan yang tertangani oleh UPS

3.5 Pengambilan Data Lapangan

Pengumpulan data primer dilakukan untuk menunjang dari data-data sekunder yang telah diperoleh. Data-data primer merupakan hasil pengamatan di lapangan atau hasil survey yang dilakukan selama beberapa jangka waktu penelitian. Pengambilan data di lapangan yaitu pada UPS yang telah ditentukan untuk mendapatkan nilai densitas sampah dan komposisi sampah. Selain itu dilakukan pengambilan sampel untuk pengujian di laboratorium. Pengambilan data di lapangan dilakukan selama 8 hari.

3.5.1 Observasi Terhadap Lokasi Sampel

Survey lapangan dilakukan di wilayah UPS yang akan dijadikan sampel. Kegiatan survey antara lain :

- Mengamati secara langsung kondisi eksisting aktivitas persampahan di UPS
- Mengamati lokasi UPS yang akan dijadikan UPS sampel
- Mengamati kondisi eksisting UPS yang dijadikan UPS sampel
- Mempersiapkan sampling untuk pengambilan data yang mendukung pelaksanaan penelitian ini

UPS yang dipilih sebagai UPS sampel adalah UPS yang melayani wilayah pemukiman, karena sumber sampah yang memberikan kontribusi terbesar dalam timbulan sampah perkotaan adalah sampah yang berasal dari pemukiman sehingga hasil penelitian didapatkan merupakan hasil yang representatif untuk mempresentasikan jenis sampah perkotaan. UPS Pondok Terong melayani 525 KK dan UPS Kampung Sasak melayani 1260 KK, sehingga terlihat bahwa kedua UPS sampel sebagian besar melayani daerah pemukiman dengan kapasitas dan timbulan sampah yang berbeda. Selain itu penelitian ini hanya difokuskan pada sampah perkotaan sehingga hasil yang didapat diharapkan sesuai dengan topik penelitian.

3.5.2 Penentuan Lokasi Penelitian

Sampling tidak dilakukan pada semua UPS yang ada di Kota Depok, melainkan hanya dilakukan pada dua UPS saja. UPS sampel yang akan diambil dipilih berdasarkan tingkat ekonomi dari pemukiman yang dilayani oleh UPS tersebut karena timbulan dan komposisi sampah akan bervariasi berkaitan dengan kebiasaan masyarakat dari tingkat ekonomi tertentu. UPS yang akan dijadikan sampel yaitu UPS yang melayani masyarakat tingkat ekonomi tinggi sampai ekonomi menengah dan UPS yang melayani masyarakat tingkat ekonomi menengah sampai ekonomi bawah. Penilaian segi ekonomi ini dilihat dari luas bangunan atau rumah penduduk dari daerah yang wilayahnya dilayani oleh UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak. Penentuan luas rumah berdasarkan SNI-3242-2008 tentang Pengelolaan Sampah Pemukiman. Dalam SNI tersebut terdapat klasifikasi tipe rumah yang tertera pada tabel 3.1 berikut :

- Rumah mewah setara dengan tipe >70
- Rumah menengah setara dengan tipe 45 – 54
- Rumah sederhana setara dengan tipe 21

Dengan melihat luas dan tipe bangunan dari rumah yang berada di daerah pelayanan UPS maka diharapkan dapat merepresentasikan kondisi ekonomi dari penduduk yang berada di wilayah pelayanan UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak.

3.5.3 Pelaksanaan Pengambilan Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan metode *grab sampling* yaitu teknik pengambilan sampel untuk mengambil sampel yang relatif kecil selama periode yang sangat singkat. Pengambilan data dilakukan langsung pada sampah yang berasal dari gerobak yang pertama kali datang ke UPS sampel yang telah dipilih. Sampah yang diambil sebanyak 100 kg. Peralatan yang digunakan pada saat pengambilan data meliputi:

- Box sampling (50x50x50 cm)
- Timbangan 100kg
- Timbangan 5kg dan 20kg
- Alat ukur meteran
- Wadah

3.5.4 Penentuan Densitas Sampah

Densitas sampah merupakan derajat pemadatan sampah yang berada di dalam wadah. Nilai densitas berkaitan dengan komposisi sampah yang ada. Pengukuran nilai densitas sampah dilakukan sesuai dengan SNI 19-3694-1994.

a. Peralatan

- Box sampling (50x50x50 cm)
- Timbangan 100 kg
- Alat ukur meteran

b. Prosedur

- Menimbang box sampling
- Memasukkan sampel sampah ke dalam box sampling sampai terisi penuh
- Mencatat berat dari sampah
- Menghentikan box sampling sebanyak 3 kali dengan cara mengangkat box setinggi 20 cm dan menjatuhkannya ke tanah
- Mengukur dan mencatat volume sampah setelah pemadatan
- Menimbang dan mencatat berat sampah setelah pemadatan

c. Perhitungan Nilai Densitas

$$\text{densitas} = \frac{\text{berat sampah (kg)}}{\text{volume sampah (m}^3\text{)}} \quad (3.1)$$

3.5.5 Penentuan Komposisi Sampah

Komposisi sampah merupakan suatu gambaran variasi dari aktivitas masyarakat pada wilayah pelayanan UPS sampel. Nilai komposisi sampah dihitung dalam satuan berat (kg) dengan menggunakan box sampling dan timbangan. Pengukuran komposisi sampah dilakukan sesuai dengan SNI 19-3694-1994.

a. Peralatan

- Box sampling (50x50x50 cm)
- Timbangan 100 kg
- Timbangan 5 kg dan 20 kg
- Wadah

b. Prosedur

- Mengambil sampel sampah sebanyak 500 liter atau 0.5 m³.
- Memilah sampah berdasarkan sampah organik, sampah anorganik yang memiliki nilai jual dan sampah anorganik yang tidak memiliki nilai jual.
- Masing-masing jenis sampah yang telah dipilah kemudian ditimbang sehingga didapatkan komposisinya dalam berat basah

c. Perhitungan

$$\% \text{komponen} = \frac{\text{berat komponen (kg)}}{\text{berat total sampah (kg)}} \times 100\% \quad (3.2)$$

3.5.6 Pengambilan Sampel Sampah

Pengambilan sampel sampah bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dari sampah yaitu nilai kadar air sampah. Untuk sampah plastik yang sudah dipilah sebelumnya di ambil untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi lebih lanjut mengenai masing – masing jenisnya dilihat dari komponen penyusunnya.

3.6 Analisa Data Laboratorium

Pemeriksaan sampel di laboratorium dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air dari sampel sampah dan juga meliputi pemeriksaan sampel plastik untuk diidentifikasi jenis plastik berdasarkan komponen penyusunnya.

3.6.1 Penentuan Nilai Kadar Air Sampah

Penentuan kadar air sampah merupakan salah satu hal yang penting karena memberikan pengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan sampah.

a. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dalam kurun waktu 8 hari pada pagi atau siang hari untuk setiap UPS yang dijadikan sampel.

b. Prosedur pengukuran

Penentuan kadar air sampah dilakukan di laboratorium dengan cara yang terdapat pada lampiran A.1.

3.6.2 Identifikasi Jenis Plastik

Jenis plastik yang akan diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- Polyethylene terephthalate (PET),
- High density polythulene (HDPE),
- Polyvinyl chloride (PVC),
- Low density polyethylene (LDPE),
- Polypropylene (PP),
- Polystyrene (PS)

Dengan mengidentifikasi jenis plastik maka akan diketahui komposisi dari setiap jenis plastik tersebut dan data tersebut akan digunakan untuk mengetahui nilai kalor dari masing – masing jenis tersebut.

Untuk mengetahui jenis sampah plastik tersebut maka dilakukan uji laboratorium dengan metode yang sederhana karena keterbatasan fasilitas laboratorium yang ada. Prosedur percobaan yang dilakukan terdapat pada lampiran A.2.

3.7 Analisa Data

3.7.1 Analisa Nilai Kalor Sampah (studi literatur)

BAB 4

GAMBARAN UMUM DAERAH STUDI

4.1 Gambaran Umum

Kota Depok terletak di bagian Utara Propinsi Jawa Barat yang secara geografis terletak pada koordinat :

6°19'00'' - 6°28'00'' Lintang Selatan

106°43'00'' - 106°55'30'' Bujur Timur

Bentang alam Depok dari selatan ke utara merupakan daerah rendah perbukitan bergelombang lemah dengan elevasi antara 50 – 140 meter diatas permukaan laut dan kemiringan lerengnya kurang dari 15 persen. Kota Depok sebagai salah satu wilayah termuda di Jawa Barat, mempunyai luas wilayah sekitar 200,29 km².

Wilayah Kota Depok berbatasan dengan tiga kabupaten dan satu propinsi. Secara lengkap wilayah ini mempunyai batas-batas sebagai berikut :

- a. Sebelah utara : Kecamatan Ciputat Kabupaten Tangerang dan Wilayah Khusus Ibukota Jakarta.
- b. Sebelah Timur : Kecamatan Pondok Gede Kota Bekasi dan Kecamatan Gunung Putri Kabupaten Bogor.
- c. Sebelah Selatan : Kecamatan Cibinong dan Kecamatan Bojonggede Kabupaten Bogor.
- d. Sebelah Barat : Kecamatan Parung dan Kecamatan Gunung Sindur Kabupaten Bogor.

Ibukota Kota Depok sebagai pusat pemerintahan, berkedudukan di Kecamatan Pancoran Mas terdiri dari 6 Kecamatan, 63 Kelurahan, 852 RW dan 4.673 RT. Dengan luas wilayah tercatat seluas 20,29 Ha atau sekitar 0,58 persen dari luas propinsi Jawa Barat.

Letak Kota Depok sangat strategis, hal ini menyebabkan Kota Depok semakin tumbuh dengan pesat seiring dengan meningkatnya perkembangan jaringan transportasi yang tersinkronisasi secara regional dengan kota lainnya.

4.2 Sistem Pengelolaan dan Pengolahan Sampah Kota Depok

Kota Depok merupakan salah satu kota besar yang berbatasan langsung dengan provinsi DKI Jakarta dan juga merupakan kawasan yang kepadatan penduduknya cukup tinggi sehingga timbulan sampahnya pun besar. Dalam menjaga kebersihan kota Depok, difasilitasi oleh Departemen Kebersihan dan Pertamanan kota Depok dan juga mengatur teknik operasional pengelolaan dan pengolahan sampah Kota Depok seperti penyediaan tempat sampah di tempat umum, penyediaan unit pengolahan sampah (UPS), penyediaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), dan penyediaan truk pengangkut sampah. UPS yang berada di Kota Depok adalah 30 unit dan 18 unit yang sudah beroperasi.

Unit Pengolahan Sampah (UPS) adalah salah satu komponen penting dalam sistem pengelolaan sampah di Kota Depok. UPS merupakan suatu bangunan yang digunakan sebagai tempat untuk memindahkan sampah dari gerobak, memilah sampah, dan proses daur ulang sampah. Timbulan sampah yang berada di UPS berasal dari berbagai sumber seperti kawasan perumahan atau pemukiman dan areal komersial disekitarnya. Besarnya wilayah pelayanan UPS bergantung pada lokasi dari UPS tersebut.

Pada penelitian ini UPS yang dijadikan sampel merupakan UPS yang melayani daerah pemukiman, yaitu UPS Kampung Sasak dan UPS Pondok Terong. Masing-masing UPS tersebut memiliki luas wilayah pelayanan yang berbeda karena UPS tersebut memiliki kapasitas yang berbeda pula.

4.3 Gambaran Umum Unit Pengolahan Sampah

4.3.1 Unit Penoglahan Sampah (UPS) Pondok Terong

4.3.1.1 Data Fisik UPS

a. Data Lokasi dan Batas Wilayah

UPS (Unit Pengolahan Sampah) Pondok Terong terletak di Kampung Lio RT.03 RW.07 Kelurahan Bojong Pondok Terong, Kecamatan Cipayung, Kota Depok. Batas kelurahan lokasi UPS Bojong Pondok Terong :

Utara : Kelurahan Raju Jaya

Timur : Kelurahan Pondok Jaya

Selatan : Kelurahan Cipayung Jaya

Barat : Kelurahan Ragajaya

Lokasi UPS terletak di tengah pemukiman padat penduduk. Posisi ini tidak menimbulkan masalah karena saat pendirian UPS, semua warga yang dikoordinir RT masing-masing telah menandatangani persetujuan mendukung pendirian UPS.

b. Status Kepemilikan Tanah

Status kepemilikan tanah UPS di Kampung Lio ini adalah tanah milik masyarakat yang dipinjamkan kepada pemerintah dan luas tanah UPS ini adalah 1200 m², dengan luas bangunan seluas 240 m².

c. Sarana dan Prasarana

Jalan akses masuk UPS merupakan jalan yang melewati pemukiman padat penduduk. Jalan ini sudah di beton dan memiliki lebar hanya sekitar 3 m. Lebar jalan yang sempit ini membuat kendaraan berat (termasuk truk) tidak dapat masuk dan hanya memungkinkan untuk dilewati oleh gerobak saja.



Gambar 4-1 Jalan Akses Menuju UPS Pondok Terong

Sumber : Hasil Dokumentasi (2012)

Di dalam bangunan UPS, awalnya terdapat satu ruang kantor administrasi, namun karena kendala sarana prasarana penunjang lain yang tidak tersedia maka lama kelamaan kantor ini berubah fungsi menjadi gudang.



Gambar 4-2 Kantor UPS Pondok Terong

Sumber : Hasil Dokumentasi (2012)

Ada 2 sarana sanitasi air bersih di UPS ini, yaitu satu buah MCK di dalam bangunan UPS dan satu buah keran diluar bangunan UPS. Sumber air bersih diperoleh dari sumur gali yang terletak 200 meter dari kanan bangunan UPS. Selain itu, untuk menggerakkan mesin dan kebutuhan tenaga listrik lainnya, UPS ini mendapat suplai listrik dari PLN setempat dengan daya 5500 watt dan 25 A. Peralatan operasional kendaraan angkut yang terdapat di UPS ini adalah gerobak berjumlah 7 buah.

4.3.1.2 Data Non-Fisik UPS

a. Data Timbulan Sampah

Volume sampah yang masuk ke UPS sebesar 12m³ perhari. Sampah yang masuk ke UPS Pondok Terong Kampung Lio Bojongsari, 85% berasal dari rumah tangga, sisanya berasal dari ukm-ukm, sekolah, dll.

Tabel 4-1 Wilayah Pelayanan UPS Pondok Terong

Wilayah Pelayanan UPS Pondok Terong		
Kelurahan Bojong	RW 07	Kampung Lio
	RW 08	Kampung Lio
	RW 09	Kampung Lio

Sumber : Dokumen UPS (2012)

Berdasarkan volume sampah yang masuk 40 % nya merupakan sampah anorganik sedangkan 60% dari sampah tersebut merupakan sampah organik. Sampah yang masuk ke dalam UPS diangkut menggunakan gerobak sampah. Setiap gerobak akan mengangkut sampah dari setiap RT yang dilayani oleh UPS Pondok Terong. Berdasarkan dari tipe rumah yang berada didalam daerah pelayanan UPS Pondok Terong maka rumah yang dilayani oleh UPS ini merupakan rumah dengan tipe sederhana dan tipe menengah. Sehingga diharapkan dengan tipe rumah sederhana dan menengah dapat merepresentasikan kondisi sosial dan ekonomi dari wilayah pelayanan UPS Pondok Terong.



Gambar 4-3 Salah Satu Contoh Rumah Daerah Pelayanan UPS Pondok Terong

Sumber : Dokumentasi Penulis (2012)

4.3.2 Unit Pengolahan Sampah (UPS) Kampung Sasak

4.3.2.1 Data Fisik UPS

a. Data Lokasi dan Batas Wilayah

Unit Pengolahan Sampah terletak di Kampung Sasak RT 03 RW 06 kelurahan Limo, kecamatan Limo, Kota Depok. Batas kelurahan lokasi UPS Kampung Sasak :

Utara : Kelurahan Cinere

Selatan : Kelurahan Grogol dan Meruyung

Timur : Kelurahan Grogol dan Krukut

Barat : Kelurahan Cinangka

Lokasi UPS ini berada di sebuah perkampungan yang berbatasan dengan pemukiman. Pemukiman terdekat berjarak 60 m dari UPS. Pekerjaan dari UPS tidak mengganggu mobilitas dari warga pemukiman karena tidak berda terlalu dekat dengan pemukiman.

b. Status Kepemilikan Tanah

UPS ini merupakan lahan milik bapak Casmin yang dengan sukarela digunakan sebagai tempat pengolahan sampah untuk kawasan kecamatan Limo dengan luas tanah 4000 m² dan luas bangunan 375 m².

c. Sarana dan Prasarana

Kondisi jalan menuju UPS merupakan jalan lokal dengan lebar kurang lebih 2 meter, dan kondisi jalan yang kurang memadai karena bukan merupakan jalan yang diaspal.



Gambar 4-4 Jalan Akses Menuju UPS Kampung Sasak

Sumber : Hasil Dokumentasi (2012)

Kantor dari UPS berada di depan bangunan UPS dengan jarak kurang lebih 5 meter. Terdapat sarana sanitasi berupa MCK dengan sumber air bersih dari sumur dan sumber listrik dari PLN.

Peralatan operasional yang dipakai berupa mobil bak terbuka dan gerobak. Gerobak berjumlah 12 buah yang terbuat dari kayu dan juga mobil bak terbuka berjumlah 2 buah.

4.3.2.2 Data Non-fisik UPS

a. Timbulan Sampah

Timbulan sampah di UPS Kampung Sasak ini umumnya berasal dari daerah pemukiman yang berada di wilayah pelayanan UPS Kampung Sasak.

Wilayah pelayanan UPS Kampung Sasak telah diatur sebagai berikut:

Tabel 4-2 Wilayah Pelayanan UPS Kampung Sasak

Wiayah Pelayanan UPS Kampung Sasak		
Kelurahan Limo	RW 06	Kampung Sasak
	RW 07	Kampung Sasak
	RW 12	Perumahan Graha Cinere
	RW 13	Perumahan Cinere Estate
	RW 14	Perumahan Cinere Estate

Sumber : Dokumen UPS (2012)

Volume sampah yang di tampung setiap harinya oleh UPS berkisar antara 20 m³ – 30 m³ sampah yang diangkut menuju UPS dengan menggunakan gerobak sampah dan mobil bak terbuka. Sampah yang masuk ke dalam UPS berasal dari kelurahan Limo. Daerah pelayanan dari UPS Kampung Sasak ini sebagian besar terdiri dari rumah dengan tipe menengah dan mewah walaupun ada sebagian memiliki tipe rumah sederhana. Hal ini dapat terlihat dari daerah perumahan yang dilayani UPS tersebut. Sehingga diharapkan dengan tipe rumah sederhana dan mewah dapat merepresentasikan kondisi sosial dan ekonomi dari wilayah pelayanan UPS Kampung Sasak.



Gambar 4-5 Salah Satu Contoh Rumah Daerah Pelayanan UPS Kampung Sasak

Sumber : Dokumentasi Penulis (2012)

Kualitas bahan baku sampah yang terdapat di UPS limo dapat dilihat dari jenis sampah yang ada. Jenis – jenis sampah yang ada di UPS ini adalah sampah organik seperti sisa makanan, dedaunan, dan juga sampah anorganik seperti plastik, botol minuman, serta kaleng bekas. Sampah di UPS disimpan kurang lebih sekitar 2 minggu, sehingga tidak ada penumpukan sampah di UPS tersebut.

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Timbulan dan Densitas Sampah

Timbulan sampah yang dihitung berupa volume sampah yang masuk ke UPS. Perhitungan ini menggunakan meteran dengan cara menghitung kapasitas dari masing-masing gerobak atau mobil bak terbuka yang masuk ke UPS. Gerobak yang dihitung volumenya adalah semua gerobak yang masuk ke UPS pada hari sampling.

5.1.1 UPS Pondok Terong

Pengambilan sampel pada UPS Pondok Terong dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada tanggal 24 sampai dengan 31 Januari 2012 dengan kondisi cuaca yang umumnya cerah berawan. Pada tabel 5.1 adalah hasil sampling pada UPS Pondok Terong.

Tabel 5-1 Hasil Sampling Timbulan UPS Pondok Terong

Hari	Data			
	Jumlah Gerobak	Volume Sampah Total (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	6	5.68	184.42	1047.94
2	7	6.61	195.18	1289.94
3	6	5.68	189.08	1074.42
4	7	6.12	195.82	1198.66
5	7	6.52	219.98	1433.39
6	13	12.12	189.74	2131.75
7	6	5.53	175.82	973.12
8	8	6.78	186.48	1264.21
Rata-rata	8	6.88	192.07	1301.68
Minimum	6	5.53	175.82	973.12
Maksimum	13	12.12	219.98	2131.75

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Nilai densitas yang didapat pada UPS Pondok Terong adalah berkisar 192,07 kg/m³. Densitas diukur dengan cara memasukkan sampel sampah yang berasal dari beberapa gerobak yang masuk ke UPS kemudian diangkat dan

dijatuhkan sebanyak 3 kali sehingga terjadi kompaksi. Komposisi sampah merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai densitas sampah.

Tabel 5-2 Densitas Sampah UPS Pondok Terong

Hari	Berat Sampel (kg)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)
1	92.21	0.5	184.42
2	97.59	0.5	195.18
3	94.54	0.5	189.08
4	97.912	0.5	195.82
5	109.99	0.5	219.98
6	94.87	0.5	189.74
7	87.91	0.5	175.82
8	93.24	0.5	186.48
Rata-rata			192.07

Sumber : Hasil Olahan (2012)

5.1.2 UPS Kampung Sasak

Pengambilan sampel pada UPS Kampung Sasak dilakukan setelah pengambilan sampel pada UPS Pondok Terong dan dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada tanggal 11 sampai dengan 19 Februari 2012. Pada tabel 5.1 merupakan hasil sampling selama 8 hari.

Tabel 5-3 Hasil Sampling Timbulan UPS Kampung Sasak

Hari	Data			
	Jumlah Gerobak	Volume Sampah Total (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	10	10.37	195.78	2030.11
2	12	16.25	201.58	3276.57
3	11	14.52	184.92	2684.51
4	11	14.20	187.27	2659.99
5	7	8.02	181.24	1454.32
6	13	12.87	150.74	1939.44
7	11	11.39	170.38	1940.23
8	13	14.72	185.01	2723.81
Rata-rata	11	12.79	182.12	2338.62
Minimum	7	8.02	150.74	1454.32
Maksimum	13	16.25	201.58	3276.57

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Nilai densitas sampah diukur pada saat pengambilan sampel menggunakan box sampling. Nilai rata-rata densitas yang terukur adalah 182.12 kg/m³. Nilai densitas ini sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh komposisi sampah pada hari sampling. Kompaksi yang dilakukan untuk mengukur densitas adalah dengan cara menjatuhkan box sampling ke tanah sebanyak 3 kali (SNI).

Tabel 5-4 Densitas Sampah UPS Kampung Sasak

Hari	Berat Sampel (kg)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)
1	97.89	0.5	195.78
2	100.79	0.5	201.58
3	92.46	0.5	184.92
4	93.635	0.5	187.27
5	90.62	0.5	181.24
6	75.37	0.5	150.74
7	85.19	0.5	170.38
8	92.505	0.5	185.01
Rata-rata			182.12

Sumber : Hasil Olahan (2012)

5.2 Analisa Komposisi Sampah

Komposisi adalah bagian yang menggambarkan komponen individual yang menyusun limbah padat dan distribusi relatifnya. Komposisi penting untuk mengevaluasi peralatan yang dibutuhkan, sistem, serta program dan rencana manajemen (Tchobanoglus, 1993).

Semakin sederhana pola hidup masyarakat semakin banyak komponen sampah organik (sisa makanan dll). Dan semakin besar serta beragam aktivitas suatu kota, semakin kecil proporsi sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga.

Dalam pengambilan sampel yang akan dipakai untuk perhitungan komposisi sampah digunakan satuan berat basah. Komposisi sampah yang diamati merupakan pemisahan sampah berdasarkan sampah organik, sampah daur ulang, dan sampah yang tidak dapat didaur ulang.

5.2.1 UPS Pondok Terong

Perhitungan komposisi sampah di UPS Pondok Terong dilakukan dengan cara mengambil sampel secara acak dari tumpukan sampah yang masuk ke UPS sebanyak 500 liter atau 0.5 m³ yang kemudian dilakukan pemilahan. Pemilahan dilakukan berdasarkan komponen yang dapat didaur ulang dan juga memiliki nilai jual serta komponen yang tidak memiliki nilai jual. Pada tabel 5.5 terdapat hasil pengambilan sampel komposisi.

Tabel 5-5 Tabel Komposisi Sampah Pada UPS Pondok Terong

KOMPONEN		Berat (kg)	Berat (%)
Komponen Daur Ulang	Plastik	14.46	15.05
	Logam	0.15	0.16
	Karet	0.00	0.00
	Kaca	0.66	0.69
	Kertas	4.57	4.75
	Elektronik	0.02	0.02
	kristal	0.01	0.01
	Kaleng	0.22	0.12
Komponen Organik	Kayu	0.11	0.11
	Kain	2.71	2.83
	Sisa Makanan, dsb	64.11	66.75
Residu		9.01	9.39

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Pada tabel 5.5 diatas terlihat bahwa dari pengambilan sampel sampah selama 8 hari, komposisi sampah terbesar adalah sampah organik yang terdiri dari sisa makanan, dedaunan, dan sampah pekarangan. Karena UPS Pondok Terong melayani daerah pemukiman maka sampah organik menjadi pendominasi dari total sampah yang ada. Namun, sampah yang dapat didaur ulang pun cukup berpotensi untuk dijual. Sampah anorganik yang tidak didaur ulang akan menjadi residu atau sisa sampah yang nantinya akan dibakar dengan residu lainnya seperti pembalut dan atau popok bayi karena kondisinya tidak memungkinkan untuk didaur ulang.

5.2.2 UPS Kampung Sasak

Perhitungan komposisi yang dilakukan di UPS Kampung Sasak digunakan untuk mengetahui komposisi sampah yang ada di UPS tersebut dan mengkaji lebih lanjut potensi dari sampah. Perhitungan komposisi pada UPS dilakukan dengan cara yang sama dengan UPS Pondok Terong yaitu dengan mengambil sampel sebanyak 500 liter atau 0,5 m³ dari beberapa gerobak yang datang. Pada tabel 5.6 merupakan hasil pengambilan sampel komposisi di UPS Kampung Sasak.

Tabel 5-6 Tabel Komposisi Sampah pada UPS Kampung Sasak

KOMPONEN		Berat (kg)	Berat (%)
Komponen Daur Ulang	Plastik	8.49	9.34
	Logam	0.18	0.19
	Karet	0.54	0.59
	Kaca	1.13	1.25
	Kertas	6.23	6.85
	Elektronik	0.19	0.21
	kristal	0.05	0.06
Komponen Organik	Kaleng	0.23	0.26
	Kayu	0.05	0.06
	Kain	1.08	1.18
	Sisa Makanan,dsb	59.93	65.91
Residu		12.83	14.11

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Pada tabel 5.6 terlihat bahwa komponen organik yang didapatkan dari hasil pengukuran lebih sedikit daripada komponen organik yang didapat pada pengukuran di UPS Pondok Terong. Perbedaan besarnya komponen organik dapat dihubungkan dengan kebiasaan masyarakat setempat yang bergantung pada tingkat hidupnya karena adanya kebiasaan mengolah makanan yang berbeda.

5.3 Analisa Parameter Fisik Sampah

Analisa Parameter fisik sampah dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Indonesia. Analisa laboratorium yang dilakukan meliputi perhitungan kadar air, kadar volatile dan kadar abu sampah. Sampel diambil dari

UPS Kampung Sasak yang dijadikan salah satu lokasi UPS sampel pada penelitian ini.

Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil sampah yang telah dipilah. Dalam hasil pemilahan menunjukkan terdapat 11 komponen sampah. Namun, dalam penelitian ini hanya 6 komponen yang akan dihitung nilai kadar air dan kadar volatilnya karena 6 komponen tersebut merupakan komponen yang memiliki fraksi terbesar dan juga dikarenakan komponen logam, kaleng, dan kaca tidak digunakan dalam perhitungan nilai kalor untuk RDF.

Analisa kadar air sampah dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam sampah. Dalam penelitian ini, analisa kadar air sampah dilihat dari 6 komponen sampah yang akan dipakai untuk menghitung potensi nilai kalor yang dihasilkan. Komponen yang dipakai adalah sampah organik, plastik, duplex dan kertas, kain, karet, serta kayu. Pada tabel 5.7 berikut adalah hasil laboratorium kadar air yang dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.

Tabel 5-7 Kadar Air dan Kadar Volatile Komponen Sampah

Sampel	Kadar air (%)	Kadar Volatile (%)	Kadar abu (%)
Plastik	20.436	67.786	32.214
Kertas, duplex	23.496	83.769	16.231
Kain	8.619	92.894	7.106
Karet	0.780	86.631	13.369
Kayu	40.070	95.269	4.731
Organik	79.892	82.766	17.234

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Dilihat dari tabel di atas maka komponen yang memiliki nilai kadar air terbesar adalah sampah organik. Nilai kadar air sampah dapat dipengaruhi oleh komposisi sampah, musim dan cuaca, serta kelembaban udara.

Pada penelitian ini kadar air dan kadar abu diperlukan sebagai salah satu parameter selain dari nilai kalor yang dilihat untuk mendapatkan potensi dari sampah UPS di Depok menjadi *Refuse Derived Fuel* (RDF) yang nantinya akan dibandingkan dengan standar RDF di Eropa. Kadar air dan kadar abu juga dapat

digunakan untuk mengetahui nilai keterbakaran sampah sehingga dapat memungkinkan pengolahan sampah dengan pembakaran.

Tabel 5-8 Berat Kering dan Basah Komposisi Sampah UPS

Sampel	Berat Basah (kg)	Berat Kering (kg)
UPS PONDOK TERONG		
Plastik	14.46	11.50
Kertas, Duplex	4.57	3.49
Kain	2.71	2.48
Karet	0.00	0.00
Kayu	0.11	0.07
Organik	64.11	12.89
Kadar Air	35.41	
UPS KAMPUNG SASAK		
Plastik	8.49	6.76
Kertas, Duplex	6.23	4.77
Kain	1.08	0.98
Karet	0.54	0.53
Kayu	0.05	0.03
Organik	59.93	12.05
Kadar Air	32.92	

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Hasil dari penelitian kadar volatile sampah dapat terlihat bahwa komponen sampah yang memiliki nilai volatile yang tertinggi adalah kayu dan nilai volatile terendah yaitu dari komponen plastik. Kemudian juga untuk kadar abu terendah dimiliki oleh komponen sampah kayu dan kadar abu tertinggi adalah komponen plastik. Hal ini disebabkan oleh komponen atau unsur-unsur yang dimiliki oleh masing-masing sampah, seperti plastik memiliki struktur yang lebih keras tidak seperti kayu yang memiliki kadar organik yang besar sehingga banyak mengandung komponen yang mudah terbakar.

5.4 Analisa Nilai Kalor Sampah

5.4.1 Perhitungan Nilai Kalor Sampah UPS Depok

Pada analisa nilai kalor sampah dalam penelitian ini digunakan tiga literatur yang melakukan penelitian mengenai nilai kalor terdahulu. Literatur yang

digunakan telah dijelaskan sebelumnya pada bab 2. Literatur berasal dari penelitian di Amerika dan Yunani. Dua literatur dari kedua negara tersebut menganalisa mengenai nilai kalor dari sampah yang akan diolah untuk menjadi RDF dan satu literatur lainnya menyajikan rumus yang terdapat pada persamaan 2.1 berikut

$$MJ/kg = 337 C + 1419 (H_2 - 0.125 O_2) + 93 S + 23 N \quad (2.1)$$

Formula yang dikenal dengan nama Rumus Dulong ini digunakan untuk mendapatkan nilai kalor dari sampah berdasarkan kandungan karbon, Nitrogen, oksigen, dan Hidrogennya. Nilai kalor yang dihasilkan dari hasil penelitian tersebut memiliki nilai kalor yang berbeda – beda. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan karakteristik dari masing – masing sampah yang dipakai pada penelitian tersebut. Pada penelitian ini nilai kalor yang dipakai diambil dari tiga literatur yang menghasilkan nilai kalor dengan nilai yang tidak berbeda jauh sehingga menghindari adanya perbedaan nilai kalor yang cukup signifikan. Dari literatur tersebut maka nilai kalor yang didapatkan akan dijadikan sebagai nilai kalor referensi yang kemudian akan dipakai untuk menghitung nilai kalor sampah pada UPS sampel dengan komposisi yang telah didapatkan pada saat sampling. Pada tabel 5.9 berikut adalah nilai kalor yang akan digunakan.

Tabel 5-9 Referensi Nilai Kalor

Komponen Sampah	Referensi Nilai Kalor								
	Dulong (2006)*			U.S Dept. of Energy (2007)**			Antonopoulos (2010)***		
	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg
Plastik	25.77	11078.52	6153.88	33.96	14598.97	8109.41	32.56	13997.54	7775.33
Kertas, Duplex	14.81	6366.82	3536.63	7.07	3038.75	1687.96	15.8	6792.42	3773.04
Kain	20.14	8658.19	4809.43	14.56	6258.91	3476.69	17.24	7411.48	4116.91
Karet	26.77	11508.42	6392.68	28.38	12200.35	6777.02	25.33	10889.37	6048.80
Kayu	7.14	3069.49	1705.03	10.55	4535.45	2519.34	6.51	2798.65	1554.59
Organik	5.57	2394.54	1330.12	5.49	2358.43	1310.06	5.51	2368.75	1315.79

*Maria&Pavesi (2006)

**U.S Departemen of Energy (2007)

***Antonopoulos (2010)

Dari referensi nilai kalor tersebut maka akan didapatkan nilai kalor untuk setiap komponen sampah yang telah dipilah sebelumnya. Dengan mengetahui

nilai kalor dan juga komposisi dari setiap komponen maka akan didapatkan nilai kalor yang dihasilkan pada masing-masing UPS yang dijadikan sampel.

Dengan menggunakan nilai kalor dari 3 literatur yang dijadikan referensi, maka dapat di hitung besarnya nilai kalor yang dihasilkan untuk setiap komponen sampah dengan komposisi yang didapatkan pada hasil sampling disetiap UPS yang dijadikan sampel. Perhitungan dari nilai kalor ini terdapat pada bab 3 dipersamaan 3.2.

Tabel 5-10 Nilai Kalor Sampah UPS Pondok Terong

Komponen Sampah	Komposisi (%)	Referensi Nilai Kalor								
		Dulong (2006)			U.S Dept. of Energy (2007)			Antonopoulos (2010)		
		(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg
Plastik	16.82	4.33	480.19	1035.06	5.71	2455.49	1363.97	5.48	2354.33	1307.78
Kertas, Duplex	5.31	0.79	50.08	187.82	0.38	161.38	89.64	0.84	360.73	200.38
Kain	3.16	0.64	55.05	151.84	0.46	197.60	109.76	0.54	233.99	129.98
Karet	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kayu	0.13	0.01	0.29	2.26	0.01	6.00	3.33	0.01	3.70	2.06
Organik	74.58	4.15	99.47	992.00	4.09	1758.92	977.04	4.11	1766.62	981.32
Total	100.00	9.92	685.08	2368.98	10.65	4579.40	2543.75	10.98	4719.37	2621.51

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Tabel 5-11 Nilai Kalor Sampah UPS Kampung Sasak

Komponen Sampah	Komposisi (%)	Referensi Nilai Kalor								
		Dulong (2006)			U.S Dept. of Energy (2007)			Antonopoulos (2010)		
		(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg	(MJ/kg)	Btu/lb	kcal/kg
Plastik	11.13	2.87	1232.82	684.81	3.78	1624.58	902.42	3.62	1557.65	865.24
Kertas, Duplex	8.16	1.21	519.68	288.67	0.58	248.03	137.78	1.29	554.42	307.97
Kain	1.41	0.28	122.11	67.83	0.21	88.27	49.03	0.24	104.53	58.06
Karet	0.70	0.19	80.68	44.82	0.20	85.53	47.51	0.18	76.34	42.41
Kayu	0.07	0.01	2.16	1.20	0.01	3.19	1.77	0.00	1.97	1.09
Organik	78.53	4.37	1880.38	1044.51	4.31	1852.02	1028.76	4.33	1860.12	1033.26
Total	100.00	8.93	3837.84	2131.84	9.08	3901.64	2167.27	9.67	4155.04	2308.03

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Dari tabel 5.10 diatas dapat dilihat bahwa nilai kalor yang dihasilkan dari sampah UPS Pondok terong berkisar antara 9.92 – 10.98 MJ/kg. Sedangkan pada tabel 5.11, nilai kalor yang dihasilkan dari sampah UPS Kampung Sasak berkisar antara 8.93 – 9.67 MJ/kg. Nilai kalor UPS Kampung Sasak lebih rendah daripada nilai kalor sampah yang dihasilkan oleh UPS Pondok Terong. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan komposisi sampah dari kedua UPS tersebut pada tabel

terlihat bahwa pada UPS Pondok Terong komposisi sampah organik dan plastik jauh lebih besar dibandingkan dengan UPS Kampung Sasak sedangkan sampah kertas, duplex dan karet pada UPS Kampung Sasak lebih besar dibandingkan dengan UPS Pondok Terong.

5.4.2 Perbandingan Nilai Kalor Sampah UPS Depok dengan Standar RDF Eropa

Bila hasil dari nilai kalor UPS yang telah dihitung sebelumnya kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan standard RDF di Eropa yang tertera pada tabel 2.6 maka dapat dilihat bahwa nilai kalor yang dihasilkan dari kedua UPS tersebut masih belum cukup untuk dijadikan sebagai RDF. Hal ini dapat disebabkan karena komponen plastik yang memiliki nilai kalor cukup besar masih sangat sedikit bila dibandingkan dengan sampah organik yang ada di UPS sampel. Pada tabel 5.12 ini tertera hasil perbandingan antara nilai kalor dan karakteristik fisik dari sampah UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak dengan standar RDF di Eropa.

Tabel 5-12 Perbandingan Karakteristik Sampah dengan Standar RDF

Parameter	Finland	Italy	U.K	UPS Pondok Terong	UPS Kampung Sasak
Nilai Kalor (MJ/kg)	13-16	15	18.7	9.92 – 10.98	8.93 – 9.67
Kadar Air (%w)	25-35	25 maks	7-28 ^b	35.41	32.92
Kadar Debu (%w)	5-10	20	12	19.36	18.64
Sulfur (%w)	0.1-0.2	0.6	0.1-0.5	-	-
Klorin (%w)	0.3-1.0	0.9	0.3-1.2	-	-

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Berdasarkan dari tabel 5.12 diatas, maka nilai kalor dan karakteristik fisik dari sampah di UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak masih belum memenuhi standar RDF yang ada di Eropa. Nilai kalor yang dihasilkan terlalu kecil sedangkan untuk kadar air terlalu besar untuk sampah yang akan dijadikan RDF.

5.4.3 Perbandingan Nilai Kalor Sampah UPS Depok dengan Nilai Kalor Sampah Negara Asia Lainnya

Dari beberapa literatur yang didapatkan dapat dilihat bahwa ada beberapa negara di Asia yang telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan RDF. Setiap negara memiliki nilai kalor yang berbeda – beda. Karena Asia belum memiliki standar RDF yang berlaku, maka pada penelitian ini akan hanya membandingkan nilai kalor dari sampah yang dihasilkan dari Negara tersebut dengan nilai kalor yang dihasilkan oleh UPS Depok. Pada tabel 5.13 Berikut tersaji nilai kalor dari 4 (empat) Negara di Asia yang telah melakukan penelitian terlebih dahulu mengenai RDF.

Tabel 5-13 Perbandingan Nilai Kalor sampah dengan Negara di Asia

Negara	Nilai Kalor		
	MJ/kg	kcal/kg	Btu/lb
Sri Lanka*	17.16	4097.34	7377.08
Taiwan**	7.16	1712.5	3077.33
Thailand***	20.8	4967.04	8941.92
Korea****	20.64	4937	8871.70
Depok	8.93 – 10.98	2131.84 – 2621.51	3837.84 – 4719.37

* Menikpura (2008)

** Chang (2007)

*** Jidapa (2007)

**** Trang (2009)

Tabel 5.13 diatas menggambarkan bahwa beberapa Negara di Asia memiliki nilai kalor yang tidak terlalu jauh perbedaannya. Disini terlihat bahwa Thailand dan Korea merupakan Negara yang memiliki nilai kalor cukup besar dibandingkan dengan Sri lanka dan Taiwan. Kota Depok memiliki nilai kalor yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan Negara Taiwan. Hal ini dapat disebabkan adanya kesamaan dari komposisi sampah dan karakteristik fisik sampah yang ditimbulkan oleh kota Depok dan Negara Taiwan. Perbedaan nilai kalor yang cukup jauh antara kota Depok dan Negara Korea dan atau Thailand dapat juga disebabkan karena adanya perbedaan gaya hidup dari penduduk yang tinggal dimasing – masing negara tersebut sehingga adanya perbedaan komposisi sampah yang cukup besar. Pretreatment yang dilakukan di negara – negara tersebut juga dapat menyebabkan perbedaan nilai kalor yang cukup tinggi.

Dengan adanya pretreatment sebelum perhitungan nilai kalor dapat menyebabkan perubahan nilai kalor karena nilai kalor dapat dipengaruhi oleh parameter fisik dari sampah seperti kadar air sehingga dengan adanya pengeringan sampah terlebih dahulu dapat merubah nilai kalor yang dihasilkan oleh sampah tersebut.

5.4.4 Perhitungan Nilai Kalor Sampah Berdasarkan Jenis Sampah Plastik

Pada Tabel 5.9 terlihat bahwa sampah plastik merupakan komponen sampah yang memiliki nilai kalor terbesar dan selain itu juga plastik mempunyai komposisi yang cukup besar dibandingkan dengan komponen sampah anorganik lainnya. Plastik merupakan komponen sampah anorganik yang dapat diklasifikasikan menjadi 6 jenis, yaitu HDPE, PET, PP, PS, LDPE, dan PVC. Setiap jenis plastik tersebut pun memiliki nilai kalor yang berbeda – beda. Maka untuk penelitian ini akan di analisa nilai kalor sampah dari UPS sampel dengan mengklasifikasikan setiap jenis plastik. Pada tabel 5.12 tertera nilai kalor dari setiap jenis plastik. Nilai kalor tersebut yang akan digunakan sebagai referensi nilai kalor untuk mengetahui potensi nilai kalor dari UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak. Hasil yang didapat nantinya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan nilai kalor sebelum sampah plastik diklasifikasikan. Dari data tersebut maka akan didapatkan nilai kalor terbesar yang dihasilkan diantara kedua perhitungan. Pada Tabel 5.14 berikut tertera nilai kalor dari masing – masing jenis plastik.

Tabel 5-14 Nilai Kalor Jenis Plastik

Jenis Plastik	Referensi Nilai Kalor (2007)	
	Million BTU/ton	MJ/Kg
HDPE	38	40.09
PET	20.5	21.63
PS	35.6	37.56
PP	38	40.09
PVC	16.5	17.41
LDPE	24.1	25.43

Sumber : U.S Departement of Energy (2007)

Dari hasil laboratorium yang dilakukan sesuai dengan lampiran 2 didapatkan masing-masing komposisi jenis plastik. Pada tabel 5.15 berikut tertera

jenis dari sampah plastik yang terdapat pada UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak.

Tabel 5-15 Jenis Plastik dari Sampah di UPS

Komponen plastik	Alkohol	Minyak	Air	Gliserin	Jenis plastik
Plastik Kresek	No	No	Yes	Yes	HDPE
Plastik Kaca	No	No	No	Yes	PS
Gelas Plastik	No	No	Yes	Yes	HDPE
Plastik Putih	Yes	Yes	Yes	Yes	PP
Sachet Makanan	No	No	Yes	Yes	HDPE
Emberan	No	No	No	Yes	PS
Botol Plastik	No	No	No	No	PET
Plastik Tebal	No	No	No	No	PET
Kosmetik	No	No	No	Yes	PS
Tutup Botol	No	No	Yes	Yes	HDPE

Keterangan: NO = Tenggelam, YES = mengapung

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Setelah didapatkan hasil dari percobaan dilaboratorium tersebut maka sampah plastik dihitung komposisinya berdasarkan dari setiap jenis plastik yang terdapat pada hasil sampling di UPS sampel. Setiap jenis plastik tersebut kemudian masing - masing dihitung nilai kalornya. Perhitungan nilai kalor ini dimaksudkan agar dapat melihat secara rinci total nilai kalor yang dihasilkan. Dengan perhitungan nilai kalor yang lebih rinci diharapkan dapat mengurangi kesalahan dalam perhitungan total nilai kalor. Pada tabel 5.16 dan 5.17 dibawah tertera nilai kalor yang dihasilkan setelah dilakukan pengklasifikasian jenis sampah plastik yang ada di UPS sampel. Nilai kalor tersebut akan dibandingkan dengan nilai kalor sebelum adanya pengklasifikasian rinci mengenai jenis sampah plastik, dengan demikian dapat diketahui perbedaan dari kedua nilai kalor tersebut.

Tabel 5-16 Nilai Kalor Sampah UPS Pondok Terong

Komponen Sampah	Komposisi (%)	Referensi Nilai Kalor (MJ/kg)	Nilai Kalor (MJ/Kg)
HDPE	12.12	40.09	4.86
PET	0.14	21.63	0.03
PS	0.43	37.56	0.16
PP	4.12	40.09	1.65
PVC	0.00	17.41	0.00
LDPE	0.00	25.43	0.00
kertas, duplex	5.31	7.07	0.38
kain	3.16	14.56	0.46
karet	0.00	28.38	0.00
kayu	0.13	10.55	0.01
organik	74.58	5.49	4.09
Total			11.65

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Tabel 5-17 Nilai Kalor Sampah UPS Kampung Sasak

Komponen Sampah	Komposisi (%)	Referensi Nilai Kalor (MJ/kg)	Nilai Kalor (MJ/Kg)
HDPE	6.35	40.09	2.55
PET	0.49	21.63	0.11
PS	1.17	37.56	0.44
PP	3.11	40.09	1.25
PVC	0	17.41	0.00
LDPE	0	25.43	0.00
kertas, duplex	8.16	7.07	0.58
kain	1.41	14.56	0.21
karet	0.70	28.38	0.20
kayu	0.07	10.55	0.01
organik	78.53	5.49	4.31
Total			9.64

Sumber : Hasil Olahan (2012)

Pada Tabel 5.10 dan Tabel 5.16 terlihat adanya kenaikan nilai kalor dari sampah dari 9.92 – 10.98 MJ/kg menjadi 11.65 MJ/kg akibat adanya pembagian jenis plastik yang ada. Pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.17 dapat terlihat bahwa nilai kalor yang dihasilkan hampir sama bila sampah plastik diklasifikasikan menurut jenisnya, nilai kalor pada Tabel 5.15 berada pada range nilai kalor 8.93 – 9.67 MJ/kg yaitu sebesar 9.64 MJ/kg. Hal ini berbeda dengan UPS Pondok Terong karena adanya perbedaan komposisi dari masing – masing jenis plastik. Sehingga dapat dikatakan pemisahan sampah plastik berdasarkan jenisnya dapat memperbesar jumlah nilai kalor yang dihasilkan sampah pada UPS sampel namun nilai kalor tidak meningkat secara signifikan. Jenis plastik yang memiliki nilai kalor terbesar adalah jenis plastik HDPE dan PP. Pada sampah UPS sampel jenis plastik HDPE dan PP memiliki komposisi yang besar dibandingkan dengan jenis plastik lainnya, hal ini juga yang dapat menyebabkan dihasilkannya nilai kalor yang lebih besar. Untuk plastik jenis PVC merupakan jenis plastik yang tergolong berbahaya jika mendapatkan pemanasan atau pembakaran karena mengandung senyawa kimia halogen seperti klorin, bromin, dan flourin sehingga dengan demikian jenis plastik ini tidak cocok untuk digunakan sebagai RDF (UNEP, 2006). Melihat dari hasil sampling yang dilakukan pada kedua UPS sampel, maka dapat terlihat bahwa plastik jenis PVC ini tidak ada dalam sampah perkotaan terutama sampah yang berasal dari pemukiman, hal ini dapat menguntungkan dalam hal pembuatan RDF.

BAB 6

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan analisa data pada penelitian ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Pengukuran timbulan sampah di UPS dilakukan dengan menggunakan satuan volume karena faktor kemudahan dalam penerapannya. Nilai densitas untuk UPS Pondok Terong nilai densitasnya sebesar 192.07 kg/m³, sedangkan untuk UPS Kampung Sasak sebesar 182.12 kg/m³.
2. Komposisi sampah pada kedua UPS perbedaan pada sampah organik, plastik dan kertas. Pada UPS Pondok Terong untuk komposisi sampah organik adalah 69.69%, sampah plastik adalah 15.05% dan sampah kertas sebesar 4.75%. sedangkan untuk UPS Kampung Sasak, komposisi sampah organik sebesar 67.15%, sampah plastik 9.34% dan sampah kertas sebesar 6.85%. perbedaan komposisi ini dikarenakan adanya perbedaan gaya hidup dan cara mengkonsumsi makanan berdasarkan pada keadaan ekonomi dari wilayah pelayanan UPS Pondok Terong dan UPS Kampung Sasak.
3. Parameter fisik sampah yang meliputi kadar air dan kadar abu merupakan parameter yang diperlukan dalam menentukan jenis pengolahan sampah. Pengolahan sampah menjadi RDF merupakan salah satu jenis pengolahan yang bergantung padaparameter fisik sampah tersebut. Nilai Kadar air dan kadar abu yang didapat berturut – turut adalah berkisar dari 32.92 - 35.41% dan 18.64 – 19.36%.
4. Nilai kalor sampah pada UPS Pondok Terong adalah berkisar 9.92 – 10.98 MJ/Kg sedangkan untuk UPS Kampung Sasak adalah 8.93 – 9.67 MJ/kg. Ada peningkatan nilai kalor yang dihasilkan kedua UPS sampel setelah dilakukan pengklasifikasian sampah plastik. Nilai kalor meningkat menjadi 11.65 MJ/kg untuk UPS Pondok Terong dan 9.64 MJ/kg untuk UPS Kampung Sasak.

5. Nilai kalor yang dihasilkan pada UPS pondok Terong dan UPS Kampung Sasak masih cukup jauh dari standar yang ada di Negara Eropa walaupun sudah dilakukan pengklasifikasian dari sampah plastik. Hal ini dikarenakan di Kota Depok khususnya di wilayah pelayan UPS sampel, sampah organik paling mendominasi dan memiliki komposisi lebih dari 50% dari total sampah yang ada. Dimana sampah organik memiliki nilai kalor yang cukup kecil dan kadar air yang cukup tinggi.

6.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah :

1. Perhitungan timbulan sampah sebaiknya dilakukan dengan menggunakan satuan berat sehingga dapat merepresentasikan keadaan sebenarnya.
2. Untuk mendapatkan nilai kalor dari sampah diperlukan pengukuran sampel sampah di laboratorium sehingga didapatkan nilai kalor sampah yang lebih sesuai dengan karakteristik sampah tersebut.
3. Untuk perhitungan nilai kalor dapat dilakukan pretreatment terlebih dahulu sehingga dapat dilihat perbedaan nilai kalor sebelum dan sesudah treatment.

DAFTAR PUSTAKA

(UNEP), U. N. (2009). *Converting Waste Plastics into A Resources*. Osaka: International Environmental Technology Centre.

(UNEP), U. N. (2005). *Solid Waste Management Volume I*.

Administration, E. I. (2007). *Methodology for Allocating Municipal Solid Waste to Biogenic and Non-Biogenic Energy*. Washington DC: U.S. Departement of Energy.

Anonim. (2002). *SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan*. Badan Standarisasi National.

Anonim. (2008). *SNI 3242-2008 Tentang Pengelolaan Persampahan di Permukiman*. Badan Standarisasi National.

Antonopoulos, Karagiannidis, A., & Kalogirou, E. (2010). Estimation of Municipal Solid Waste Heating Value in Greece in The Frame of Formulating Appropriate Scenarios on Waste Treatment. *Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste* .

Caputo, A., & Pelagagge, P. M. (2002). RDF Production Plant: I design and Costs. *Applied Thermal Engineering* , 423-437.

Chang, Y., Lin, C., Chyan, J., Chen, I., & Chang, J. (2007). Multiple Regression Models for the Lower Heating Value of Municipal Solid waste in Taiwan. *Journal of Environmental Management* , 891-899.

Damanhuri, E. (2004). *Diktat Kuliah TL-3150 Pengelolaan Sampah*. Bandung: ITB.

E. P. (2011, July Wednesday).
<http://www.epa.gov/wastes/nonhaz/municipal/hierarchy.htm>. Dipetik Desember Sabtu, 2011, dari www.EPA.gov: file:///F:/hierarchy.htm

Gendebien, A., Leavens, A., Blackmore, K., Glegrich, J., Del Bufalo, N., & Hogg, D. (2003). *Refuse Derived Fuel, Current Practice and Prespectives*. Wiltshire: European Commision - Directorate General Environment.

Gendebin, A., Leavens, A., Blackmore, K., & al, e. (2003). *Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives Final Report*. Swindon: European Commission.

Maria, F. D., & Pavesi, G. (2006). RDF to energy plant for a central Italian region SUW management system: Energetic and economical analysis. *Applied Thermal Engineering* , 1291-1300.

Menikpura, S., & Basnayake, B. (2009). New Applications of Hess Law and Comparison with Models for Determining Caloric Values of municipal Solid Wastes in the Sri lankan Context. *Renewable Energy* , 1587-1594.

Mrus, S. T., & Prendergast, C. A. (t.thn.). Heating Value of Refuse Derived Fuel. 365-372.

Nithikul, J. (2007). *Potential of Refuse Derived Fuel Production From Bangkok Municipal Solid Waste*.

Prihatini, I. W. (2007). *Kaitan Faktor Densitas Terhadap Pengukuran Volume Sampah dan Kajian Nilai Keterbakaran Sampah (Studi Kasus: TPS Bandung Utara)*. Bandung: ITB.

Rotter, V. S., Kost, T., Winkler, J., & Bilitewski, B. (2004). Material flow analysis of RDF production processes. *Waste management* , 1005-1021.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Integrated solid Waste Management*. Singapore: McGraw-Hill.

Trang, D., & Byeong-Kyu, L. (2009). Analysis of Potential RDF Resources from Solid Waste and Their Energy Values in the Largest Industrial city of Korea. *Waste Management* , 1725-1731.

LAMPIRAN A

A.1 PENGUKURAN KADAR AIR SAMPAH

Peralatan:

1. Cawan petri
2. Timbangan digital
3. Oven
4. Desikator

Prosedur :

1. Sampel diambil dari sampah yang dijadikan sampel
2. Panaskan cawan petri kosong dengan suhu 105°C selama 2 jam
3. Masukkan cawan ke dalam desikator selama 30 menit
4. Timbang cawan petri dan catat
5. Masukkan sampel ke dalam cawan petri sebanyak 10 gram
6. Panaskan cawan berisi sampel dalam oven 105°C selama 3 jam
7. Setelah 3 jam keluarkan cawan dan masukkan cawan ke dalam desikator selama 30 menit
8. Timbang cawan petri berisi sampel dan catat
9. Perhitungan kadar air sampah

$$\frac{\text{beratsampel awal} - (\text{beratcawan\&sampel } 105^{\circ}\text{C} + \text{beratcawan } 105^{\circ}\text{C})}{\text{beratsampel awal}} \times 100\%$$

A.2 IDENTIFIKASI PLASTIK

Bahan :

1. Sampel sampah plastik
2. Alkohol
3. Minyak sayur/minyak
4. Air
5. Gliserin

Peralatan :

1. Gelas breaker
2. Penjepit
3. Gelas ukur

Prosedur :

1. Kumpulkan sampel dari masing – masing jenis plastik
2. Potong setiap jenis plastik menjadi bentuk persegi
3. Buatlah larutan alkohol dan air dengan perbandingan 3:2 dan isi setengah gelas dengan larutan tersebut serta beri label untuk masing-masing gelas.

4. Isi setengah gelas yang lain dengan larutan yang lainnya yaitu minyak sayur, air dan gliserin kemudian beri label untuk masing-masing gelas tersebut.
5. Masukkan potongan plastik kedalam masing-masing larutan. Jika potongan tersebut tidak langsung tenggelam, dorong potongan plastik tersebut dan perhatikan sampai plastik tersebut berhenti bergerak.
6. Catat apakah plastik tersebut tenggelam atau hanya mengapung pada masing-masing larutan yang tersedia.
7. Ulangi langkah 5 dan 6 untuk masing – masing jenis plastik.
8. Buatlah tabel dari hasil percobaan dan bandingkan hasilnya dengan tabel dibawah ini

Jenis Plastik	Alkohol	Minyak Sayur	Air	Gliserin
PET	No	No	No	No
HDPE	No	No	Yes	Yes
PVC	No	No	No	No
LDPE	Yes	No	Yes	Yes
PP	Yes	Yes	Yes	Yes
PS	No	No	No	Yes

No : Tenggelam ; Yes : Mengapung

LAMPIRAN B

Lampiran B.1 Tabel Timbulan Sampah UPS Pondok Terong

Hari	Data					
	Jumlah Gerobak	Nomor Gerobak	Volume Sampah (m ³)	Volume Sampah Total (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	6	1	0.825	5.682375	190.8	1084.1972
		2	0.9			
		3	0.98			
		4	1.02375			
		5	1.12			
		6	0.833625			
2	7	1	0.7425	6.609	195.2	1290.0768
		2	0.98			
		3	0.9			
		4	1.009125			
		5	1.12			
		6	0.833625			
		7	1.02375			
3	6	1	0.825	5.682375	194.4	1104.6537
		2	0.9			
		3	1.12			
		4	0.98			
		5	1.02375			
		6	0.833625			
4	7	1	0.825	6.121125	196.6	1203.4132
		2	0.9			
		3	0.98			
		4	0.833625			
		5	0.43875			
		6	1.02375			
		7	1.12			
5	7	1	0.825	6.516	224.4	1462.1904
		2	0.9			
		3	0.833625			
		4	0.98			
		5	1.12			
		6	0.833625			
		7	1.02375			

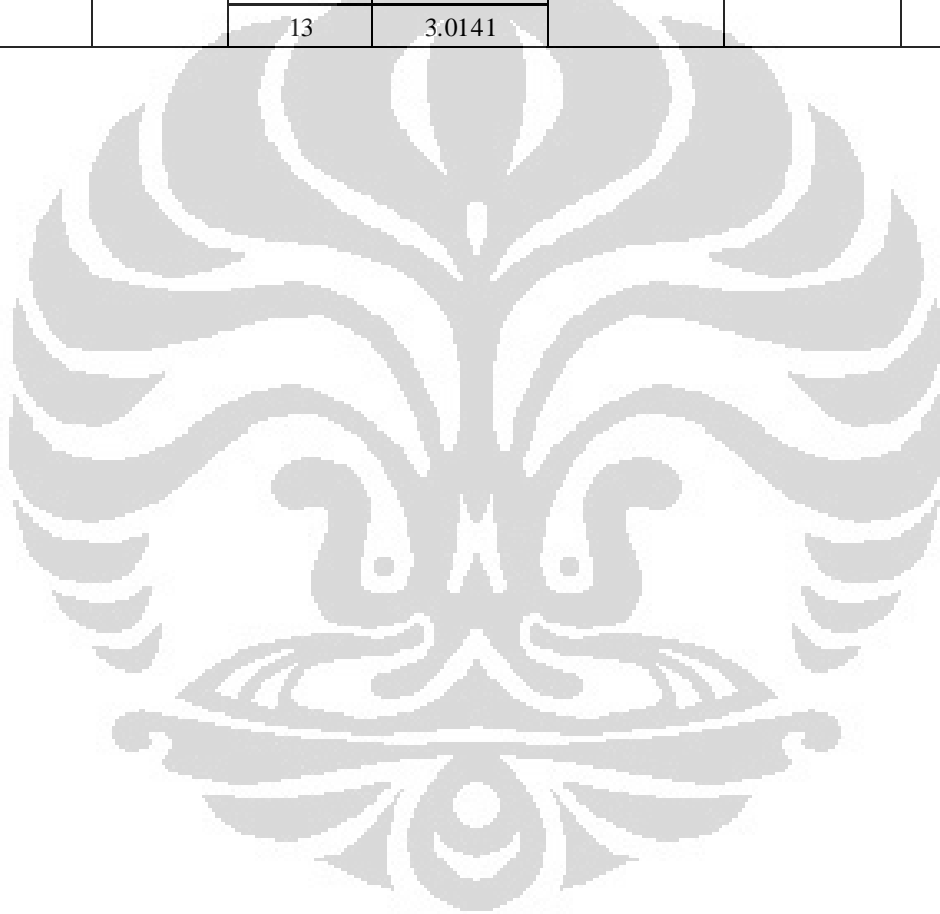
6	13	1	0.825	12.124625	190.8	2313.3785
		2	1.12125			
		3	0.98			
		4	1.12			
		5	0.9			
		6	0.833625			
		7	0.833625			
		8	0.825			
		9	1.02375			
		10	0.833625			
		11	0.98			
		12	0.825			
		13	1.02375			
7	6	1	0.825	5.53475	182.4	1009.5384
		2	0.686			
		3	0.9			
		4	1.02375			
		5	1.12			
		6	0.98			
8	8	1	0.825	6.779325	192.6	1305.698
		2	0.658125			
		3	0.98			
		4	0.9			
		5	1.12			
		6	0.588			
		7	0.68445			
		8	1.02375			

Lampiran B.2 Tabel Timbulan Sampah UPS Kampung Sasak

Hari	Data					
	Jumlah Gerobak	Nomor Gerobak	Volume Sampah (m ³)	Volume Sampah Total (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat (kg)
1	10	1	0.149	10.36935	190.8	1978.47198
		2	0.785			
		3	0.68			
		4	0.787			
		5	0.7392			
		6	1.2672			
		7	1.25457			
		8	0.5439			
		9	1.34064			
		10	0.8036			
		11	2.01924			
2	12	1	1.519	16.254432	195.2	3172.865126
		2	0.612			
		3	0.589			
		4	1.267			
		5	0.568			
		6	0.876			
		7	1.11744			
		8	0.8316			
		9	0.85264			
		10	1.14			
		11	0.745875			
		12	0.784			
		13	2.4282			
		14	2.923677			
3	11	1	1.192	14.517117	194.4	2822.127545
		2	0.369			
		3	0.676			
		4	1.32			
		5	0.862			
		6	1.148			
		7	1.064			
		8	1.256			
		9	1.176			
		10	2.53044			
		11	2.923677			

4	11	1	0.975	14.204018	196.6	2792.509939
		2	0.8415			
		3	0.8281			
		4	0.728			
		5	0.784			
		6	0.76608			
		7	1.008			
		8	1.1932			
		9	1.465425			
		10	2.8116			
		11	2.803113			
5	7	1	1.19	8.0243	224.4	1800.65292
		2	0.592			
		3	0.608			
		4	0.761			
		5	0.803			
		6	0.952			
6	13		3.1183	12.8661	190.8	2454.85188
		1	0.48			
		2	0.604			
		3	0.634			
		4	0.76			
		5	0.578			
		6	0.833			
		7	1.12			
		8	1.216			
		9	1.071			
		10	2.556			
11	3.0141					
7	11	1	1.243	11.38765	182.4	2077.10736
		2	1.13			
		3	0.676			
		4	0.608			
		5	0.84			
		6	0.289			
		7	0.604			
		8	1.2495			
		9	1.84275			
		10	0.784			
		11	2.1214			
8	13	1	1.491	14.7225	192.6	2835.5535

2	0.565
3	1.157
4	0.718
5	0.811
6	0.619
7	0.986
8	0.4615
9	0.714
10	1.008
11	0.8775
12	2.3004
13	3.0141



Lampiran B.3 Tabel Data Komposisi Sampah UPS Pondok Terong

PONDOK TERONG													
KOMPOSISI SAMPAH		Berat (gr)										presentase	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Rata2	Rata2 (kg)	%	
		Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Senin	Selasa	Rabu				
PLASTIK	Bodong	130	200	120	60	30	0	150	0	86.25	0.08625	0.0898	15.05476
	Gelas Plastik	40	200	200	100	150	250	260	60	157.5	0.1575	0.164	
	Emberan (Botol/gelas minuman jenis plastik berwarna maupun putih polos)	0	0	150	0	0	0	0	30	22.5	0.0225	0.0234	
	Emberan (Botol shampo, sabun mandi, kosmetik)	0	50	0	0	100	0	0	0	18.75	0.01875	0.0195	
	Emberan (Botol oli mesin)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Emberan (Botol bekas obat-obatan)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Emberan (Ember plastik bekas dan plastik bekas peralatan rumah tangga)	200	330	250	210	250	1200	250	60	343.75	0.34375	0.358	
	Emberan (Semua tutup botol plastik)	0	0	50	0	20	0	0	0	8.75	0.00875	0.0091	
	Plastik putih kresek	3200	4560	3200	3300	4000	3500	3600	3000	3545	3.545	3.6914	
	Plastik kresek warna	3900	5000	6200	4400	5400	6100	5000	4600	5075	5.075	5.2847	
	Plastik Tebal	0	0	100	0	0	0	0	0	12.5	0.0125	0.013	
	Plastik Kaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sachet Makanan	4600	5600	6100	4400	5700	3400	5200	6500	5187.5	5.1875	5.4018		
LOGAM	Besi	0	500	100	62	50	30	150	290	147.75	0.14775	0.1539	0.15906032
	Alumunium	0	0	0	20	0	20	0	0	5	0.005	0.0052	
	Kuningan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tembaga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

KARET	Ban	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lainnya	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
KACA	Botol Kaca	0	0	0	0	0	70	0	0	8.75	0.00875	0.0091	0.68986882
	Kaca/Beling	0	2000	490	1000	1200	0	450	90	653.75	0.65375	0.6808	
KERTAS	Duplex	1340	2000	3900	2300	2400	2300	2400	1700	2292.5	2.2925	2.3872	4.75358667
	Kardus	370	330	0	0	0	10	0	0	88.75	0.08875	0.0924	
	Putihan	350	1200	250	390	300	550	210	200	431.25	0.43125	0.4491	
	Kertas Koran	1240	1200	2000	2960	3400	1500	920	800	1752.5	1.7525	1.8249	
Elektronika	Komponen	0	0	90	0	0	0	0	50	17.5	0.0175	0.0182	0.02212787
	CD	0	0	0	0	0	10	20	0	3.75	0.00375	0.0039	
Kristal		0	0	0	0	70	0	0	0	8.75	0.00875	0.0091	0.00911147
KAYU		210	0	0	0	200	0	500	0	113.75	0.11375	0.1184	0.11844917
KALENG (PK)		220	900	140	210	70	0	0	200	217.5	0.2175	0.2265	0.22648524
RESIDU											0	0	9.38612088
STYROFOAM		40	20	0	0	0	30	0	120	26.25	0.02625	0.0273	
PEMPERS & PEMBALUT		7400	16200	7400	5700	10600	4600	9600	10400	8987.5	8.9875	9.3588	2.82585889
KAIN		2120	4700	1000	3800	3650	3900	2000	540	2713.75	2.71375	2.8259	
ORGANIK		66850	52600	62800	69000	72400	67400	57200	64600	64106.25	64.10625	66.755	66.7545707
Total		92210	97590	94540	97912	109990	94870	87910	93240	96032.75	96.03275	100	100

Lampiran B.4 Tabel Data Komposisi UPS Kampung Sasak

Kampung sasak												
KOMPOSISISAMPAH		Berat (gr)										persentase (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	rata2	rata2(kg)	
		Sabtu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Senin			
PLASTIK	Bodong	300	165	240	110	400	40	240	440	241.875	0.241875	0.2660
	Gelas Plastik	0	90	130	370	200	70	100	135	136.875	0.136875	0.1505
	Emberan (Botol/gelas minuman jenis plastik berwarna maupun putih polos)	800	70	0	70	0	0	80	50	133.75	0.13375	0.1471
	Emberan (Botol shampo, sabun mandi, kosmetik)	0	300	250	20	350	70	220	60	158.75	0.15875	0.1746
	Emberan (Botol oli mesin)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Emberan (Botol bekas obat-obatan)	0	0	120	50	130	120	0	50	58.75	0.05875	0.0646
	Emberan (Ember plastik bekas dan plastik bekas peralatan rumah tangga)	0	485	1000	200	360	250	340	390	378.125	0.378125	0.4159
	Emberan (Semua tutup botol plastik)	0	40	700	40	80	40	90	10	125	0.125	0.1375
	Plastik kresek warna	4600	3700	3400	2900	2400	2200	3800	5800	3600	3.6	3.9594
	Plastik Putih	3000	1400	2200	1600	1200	1400	3600	4600	2375	2.375	2.6121
Plastik Kaca	0	70	180	700	200	100	140	0	173.75	0.17375	0.1911	
Sachet makanan	3000	800	900	500	800	80	800	2000	1110	1.11	1.2208	
LOGAM	Besi	400	90	0	30	90	50	410	90	145	0.145	0.1595
	Aluminium	0	0	0	20	20	20	0	80	17.5	0.0175	0.0192
	Kuningan	0	0	0	0	0	0	20	0	2.5	0.0025	0.0027
	Lainnya	0	0	50	30	0	0	0	0	10	0.01	0.0110
KARET	Ban	0	0	0	0	300	0	0	0	37.5	0.0375	0.0412
	Lainnya	900	1200	800	210	230	90	400	150	497.5	0.4975	0.5472
KACA	Botol Kaca	1000	1200	1200	1095	1720	580	110	450	919.375	0.919375	1.0111

9.3396

0.1925

0.5884

1.2462

	Kaca/Beling	800	80	60	190	300	50	120	110	213.75	0.21375	0.2351	
KERTAS	Duplex	3200	2800	2400	2100	3800	2200	2750	2400	2706.25	2.70625	2.9764	6.8505
	Kardus	1000	400	230	0	400	250	400	1000	460	0.46	0.5059	
	Putihan	160	400	1170	70	1800	150	250	300	537.5	0.5375	0.5912	
	Kertas Majalah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	
	Kotak Kemasan	1000	300	600	400	500	250	200	400	456.25	0.45625	0.5018	
	Kertas Koran	4400	1700	2200	2150	800	1400	2200	1700	2068.75	2.06875	2.2753	
Elektronika	Komponen	100	440	100	30	590	0	150	100	188.75	0.18875	0.2076	0.2103
	CD	0	0	0	0	0	20	0	0	2.5	0.0025	0.0027	
Kristal		0	0	0	0	220	0	110	100	53.75	0.05375	0.0591	0.0591
	KALENG (PK)	400	200	380	400	150	20	210	100	232.5	0.2325	0.2557	0.2557
	RESIDU		17000	11900	13300		7800	4200	3570	7221.25	7.22125	7.9421	14.1080
	STYROFOAM	230	150	200	200	6400	200	250	220	981.25	0.98125	1.0792	
	PEMPERS & PEMBALUT	8600	6400	3400	1200	6400	4800	2000	4200	4625	4.625	5.0867	
	Kayu	0	0	200	0	10	220	0	0	53.75	0.05375	0.0591	0.0591
	KAIN	600	610	1400	1600	0	600	1000	2800	1076.25	1.07625	1.1837	1.1837
	ORGANIK	63400	61700	57000	64000	58800	52300	61000	61200	59925	59.925	65.9069	65.9069
	Total	97890	101790	92410	93585	88650	75370	85190	92505	90923.75	90.92375	100	100

Lampiran B.5 Tabel Kadar Air Sampah

Sampel	Bobot Kosong (a)		Bobot Cawan +Sampel (b)		Bobot Pemanasan (c)		b - c		b - a		Kadar Air (%)		Rata-rata
	Simple	Duplo	Simple	Duplo	Simple	Duplo	Simple	Duplo	Simple	Duplo	Simple	Duplo	
plastik	55.871	67.093	66.703	77.271	64.550	75.134	2.153	2.137	10.832	10.178	19.877	20.995	20.436
kertas, duplex	54.575	68.148	64.857	78.687	62.336	76.319	2.521	2.368	10.282	10.539	24.522	22.470	23.496
kain	55.441	67.276	66.223	77.754	65.188	76.953	1.034	0.801	10.782	10.478	9.594	7.645	8.619
karet	68.105	60.327	79.327	71.006	79.245	70.918	0.082	0.088	11.222	10.679	0.735	0.825	0.780
kayu	65.528	63.552	75.765	73.582	71.586	69.639	4.179	3.943	10.237	10.030	40.822	39.317	40.070
organik	64.606	70.640	75.230	81.071	66.444	73.031	8.786	8.041	10.624	10.431	82.702	77.083	79.892

LAMPIRAN C

Lampiran C.1 Foto Sampling

UPS Pondok Terong



UPS Kampung Sasak



Lampiran C.2 Foto Pemeriksaan Kadar Air





Lampiran C.3 Foto Rumah daerah pelayanan UPS Pondok Terong



Lampiran C.4 Foto Rumah daerah pelayanan UPS Kampung Sasak

