

# **SKRIPSI**

**KAJIAN DAUR ULANG SAMPAH DI UNIT KOMPOSTING KESATRIAN  
DAN UNIT KOMPOSTING ARJOSARI  
KOTA MALANG  
(TINJAUAN TEKNIS OPERASIONAL DAN FINANSIAL)**



**OLEH :**

**MARIA KATARINA THADEUS (10.26.024)**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2014**

# PLANS

THE FOLLOWING ARE THE PLANS OF THE UNITED STATES OF AMERICA  
FOR THE YEAR 1954  
AND THE YEAR 1955  
(GENERAL AND ECONOMIC POLICY)

1954

GENERAL POLICY AND ECONOMIC POLICY

THE FOLLOWING ARE THE PLANS OF THE UNITED STATES OF AMERICA  
FOR THE YEAR 1954  
AND THE YEAR 1955  
(GENERAL AND ECONOMIC POLICY)

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**KAJIAN DAUR ULANG SAMPAH DI UNIT KOMPOSTING KESATRIAN  
DAN UNIT KOMPOSTING ARJOSARI KOTA MALANG  
(TINJAUAN ASPEK TEKNIS OPERASIONAL DAN FINANSIAL)**

**Oleh :**

**MARIA KATARINA THADEUS**

**10.26.024**

**Menyetujui:**

**Tim Pembimbing**

**Dosen Pembimbing I**

  
**Candra Dwi Ratna, ST. MT.**  
**NIP.Y. 1030000349**

**Dosen Pembimbing II**

  
**Hardianto, ST., MT.**  
**NIP.Y. 1030000350**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan**



**Candra Dwi Ratna, ST. MT.**  
**NIP.Y. 1030000349**



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

NAMA : MARIA KATARINA THADEUS  
NIM : 1026024  
JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN  
JUDUL : KAJIAN DAUR ULANG SAMPAH DI UNIT KOMPOSTING  
KESATRIAN DAN UNIT KOMPOSTING ARJOSARI KOTA  
MALANG (TINJAUAN ASPEK TEKNIS OPERASIONAL DAN  
FINANSIAL)

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S1)

Pada Hari : Senin

Tanggal : 18 Agustus 2014

Dengan Nilai : B+ (75,63)

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

KETUA

  
Candra Dwi Ratna, ST. MT.  
NIP.V. 1030000349

SEKRETARIS

  
Anis Artiyani, ST. MT  
NIP. P. 1030300384

PENGUJI I

  
Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M. Si  
NIP. 196106201991031002

PENGUJI II

  
Anis Artiyani, ST. MT  
NIP. P. 1030300384

**KAJIAN DAUR ULANG SAMPAH DI UNIT KOMPOSTING  
KESATRIAN DAN UNIT KOMPOSTING ARJOSARI  
KOTA MALANG  
(TINJAUAN TEKNIS OPERASIONAL DAN FINANSIAL)**

Nama Mahasiswa : Maria Katarina Thadeus  
NIM : 10.26.024  
Pembimbing : Candra Dwi Ratna, ST, MT  
Hardianto, ST, MT

**ABSTRAK**

Unit Komposting Kesatrian dan Unit Komposting Arjosari mengolah sampah dengan target produksi 3,6 ton/tahun dan 3 ton/tahun. Penelitian ini bertujuan menganalisis kuantitas, komposisi, serta potensi pengolahan sampah, menganalisis kelayakan pengolahan sampah ditinjau dari analisis teknis operasional dan finansial.

Pengukuran timbulan sampah yang masuk berdasarkan metode *Load-count analysis*. Pengukuran komposisi sampah berdasarkan metode perempatan (ASTM D5231-92 (2011)) serta pembagian komponen sampah berdasarkan US EPA,2012. Pengukuran karakteristik sampah meliputi berat jenis. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan wawancara maupun laporan dari instansi terkait. Pengumpulan data aspek finansial dilaksanakan dengan metode deskriptif dan eksploratif.

Hasil analisis timbulan sampah di TPS Kesatrian diperoleh volume sampah sebesar 18.58 m<sup>3</sup>/hr timbulan atau 3514.22 kg/hari. Berat jenis rata-rata 189.14 kg/m<sup>3</sup>, Komposisi sampah terdiri 70.08 % sampah basah dan 29.92 % sampah kering, dan berdasarkan skenario 2 potensi reduksi 84.42%, Unit Komposting Kesatrian mempunyai luas lahan sebesar 112 m<sup>2</sup>. TPS Arjosari diperoleh volume timbulan sampah sebesar 20.11 m<sup>3</sup>/hr atau 4801.52 kg/hari. Berat jenis rata-rata 203.732 kg/m<sup>3</sup>, komposisi sampah terdiri atas 69.75 % sampah basah dan 30.25 % sampah kering, dan berdasarkan skenario 2 potensi reduksi 83.95%, Unit Komposting Arjosari mempunyai luas lahan sebesar 200 m<sup>2</sup>. Mempertimbangkan kriteria maka kedua unit komposting tersebut tidak memenuhi kriteria yaitu luas lahan (minimal 500 m<sup>2</sup>). Mempertimbangkan skenario maka analisis hanya dilakukan pada Unit Komposting Kesatrian dengan potensi skenario 2 lebih tinggi sebesar 84.43%. Berdasarkan hasil analisis finansial Unit Komposting Kesatrian dengan *Net Present Value* menghasilkan nilai positif, sehingga layak dikembangkan.

**Kata Kunci** : Daur Ulang Sampah, Unit Komposting Kesatrian dan Unit Komposting Arjosari, Analisis Teknis dan Finansial.

---

---

**Katarina M. T., Dwi C. R., Hardianto 2014. Study of Reuse Solid Waste in Kesatrian and Arjosari Units Composting Malang City (Technical Operational Observation and Financial). Mini Thesis Report, Department of Environmental Engineering, National Institute of Technology Malang.**

---

---

### **Abstract**

Kesatrian and Arjosari Units Composting are treating the solid waste with the production target 3,6 ton/year and 3 ton/year. Objective of this research is to analysis the quantity, composition, potential of solid waste treatment, analysis of feasibility solid waste treatment with technical operational observation and financial. Measuring of solid waste that enters based to Load-Count analysis method. Measuring of composition solid waste based to intersection method (ASTM D5231-92 (2011), also dividing component solid waste based to US EPA, 2012. Measuring of solid waste characterization covering specific weight. Secondary data collection with interview and report from relevant instance. Data collection of financial aspect using descriptive and explorative methods. Result of midden solid waste analysis in Kesatrian garbage dump get volume as big as 18,58 m<sup>3</sup>/day or 3.514,22 kg/day. Specific weight rate as big as 189,14 kg/m<sup>3</sup>, solid waste composition consist of 70,08 % wet solid waste and 29,92 % dry solid waste, and based to scenario 2 potential reduction as big as 84,42 %. Kesatrian unit composting with broadly as big as 112 m<sup>2</sup>. Arjosari garbage dump get midden solid waste volume as big as 20,11 m<sup>3</sup>/day or 4.801,52 kg/day. Specific weight rate as big as 203,732 kg/m<sup>3</sup>, solid waste composition consist of 69,75 % wet solid waste and 30,25 % dry waste, and based to scenario 2 potential reduction as big as 83,95 %. Arjosari unit composting with broadly as big as 200 m<sup>2</sup>. With criteria consideration, so that both units composting not eligible because minimal board land is 500 m<sup>2</sup>. With scenario consideration, so that analysis only did on Kesatrian Unit Composting with more potential of scenario 2 as big as 84,43 %. Based to result of financial analysis Kesatrian Unit Composting with Net Present Value showed the positive value, so than garbage dump suitable to develop.

---

---

**Key words:** Financial and Technical Analysis, Kesatrian and Arjosari Units Composting, and Solid Waste Recycle,

---

---

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat ALLAH SWT karena rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Dalam penyusunan proposal ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Candra Dwi Ratna, ST.MT sebagai pembimbing I yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Hardianto, ST.MT sebagai pembimbing II yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr.Ir. Heri Setyobudiarso, MSc sebagai pembahas I yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Anis Artiyani, ST.MT sebagai pembahas II yang telah memberikan banyak arahan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang.
6. Segenap pimpinan dan karyawan di instansi terkait bidang pengelolaan sampah di Kota Malang atas bantuan data dan kesempatan yang diberikan.
7. Keluarga besar saya, terima kasih atas dukungan doa dan semangat.
8. Saudara dan teman di S1 Teknik Lingkungan, ITN Malang .
9. Seluruh keluarga besar ITN Malang, atas dukungan doa dan semangat.
10. Pihak-pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dengan kerendahan hati, penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis juga mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kata-kata yang tidak berkenan.

Malang, September 2014

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	iv
Daftar Gambar .....	v

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
1.5. Ruang Lingkup.....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Sampah.....	5
2.2. Timbulan Sampah .....	6
2.3. Komposisi Sampah .....	7
2.4. Karakteristik Sampah.....	7
2.5. Metode Pengelolaan Sampah.....	10
2.5.1 Umum.....	10
2.5.2 Skateholder Pengelolaan Sampah .....	11
2.5.3 Tingkat Pengelolaan.....	12
2.5.4 Tingkat dan Kualitas Pelayanan.....	14
2.5.5 Daerah dan Jenis Pelayanan .....	15
2.5.6 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Kota .....	16

2.6.	Teknik Daur Ulang dan Produksi Kompos .....	20
2.6.1	Teknik Daur Ulang.....	21
2.6.2	Tata Cara Pengoperasian UDPK.....	22
2.7.	Ketentuan Teknis .....	23
2.8.	Aspek Finansial .....	26
2.8.1	Analisis Biaya .....	27
2.8.2	Analisis Investasi .....	27

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1.	Kerangka Penelitian .....	30
3.1.1.	Jenis Penelitian.....	32
3.1.2.	Studi Pustaka.....	32
3.1.3.	Lokasi Penelitian.....	32
3.1.4.	Pengumpulan Data .....	33
3.2.	Alat dan Bahan.....	34
3.2.1	Alat.....	34
3.2.2	Bahan.....	34
3.3.	Tahap Penelitian.....	35
3.4.	Analisis Data .....	36

### **BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI**

4.1.	Jumlah Penduduk di Area Pelayanan.....	37
4.2.	Kondisi Eksisting Area Pelayanan TPS .....	44

### **BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

5.1.	Timbulan Sampah .....	50
5.2.	Komposisi Sampah .....	52
5.3.	Karakteristik Fisik Sampah.....	62
5.4.	Potensi Reduksi Sampah.....	64

5.4.1.	Keseimbangan Material Sampah Rencana di TPS Kesatrian .	64
5.4.2.	Keseimbangan Material Sampah Rencana di TPS Arjosari....	69
5.5.	Analisis Teknik Operasional.....	74
5.5.1.	Lahan Pemilahan.....	75
5.5.2.	Kebutuhan Lahan Proses Komposting.....	76
5.5.2.1	Lahan Pencacahan.....	76
5.5.2.2	Lahan Pengomposan .....	77
5.5.3.	Lahan Pematangan Kompos.....	79
5.5.4.	Lahan Pengayakan Dan Pengemasan Kompos .....	79
5.5.5.	Lahan Penampung Lindi .....	81
5.5.6.	Gudang Penyimpanan Kompos.....	82
5.5.7.	Lahan dan Pengemasan Barang Lapak .....	82
5.5.8.	Gudang Penyimpanan Barang Lapak.....	83
5.5.9.	Fasilitas Pendukung .....	85
5.5.10.	Kebutuhan Pekerja .....	86
5.6.	Analisis Finansial.....	89
5.6.1.	Perhitungan Jumlah Pengeluaran .....	89
5.6.2.	Perhitungan Penerimaan.....	93
5.6.3.	Analisis Investasi .....	96
5.6.3.1	Modal Investasi .....	97
5.6.3.2	Pemasukan.....	97
5.6.3.3	Biaya Operasional dan Pemeliharaan.....	98
5.6.3.4	Depresi dan Pajak.....	100
5.6.3.5	Aliran Kas .....	100
5.6.3.6	Analisis Kelayakan NPV.....	100

## **BAB VI PENUTUP**

6.1. Kesimpulan .....	101
6.2. Saran .....	102

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perkembangan Jumlah Penduduk Tiap Tahun di TPS Kesatrian .....	37
Tabel 4.2 Perkembangan Jumlah Penduduk Tiap Tahun di TPS Arjosari .....	38
Tabel 4.3 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatika .....	39
Tabel 4.4 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometri.....	40
Tabel 4.5 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Last Square.....	41
Tabel 4.6 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Aritmatika .....	42
Tabel 4.7 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Geometri.....	42
Tabel 4.8 Perhitungan Koefisien Korelasi Metode Last Square.....	43
Tabel 5.1 Volume Sampah Pada Gerobak di TPS Arjosari.....	51
Tabel 5.2 Volume Sampah Pada Gerobak di TPS Kesatrian.....	51
Tabel 5.3 Komposisi Sampah 100 kg di TPS Kesatrian.....	55
Tabel 5.4 Komposisi Sampah 100 kg di TPS Arjosari .....	56
Tabel 5.5 Jenis Sampah Yang Bisa didaur Ulang dan Kompos TPS Kesatrian .....	59
Tabel 5.6 Jenis Sampah Yang Bisa didaur Ulang dan Kompos TPS Arjosari .....	60
Tabel 5.7 Berat Jenis Sampah di Gerobak TPS Kesatrian.....	63
Tabel 5.8 Berat Jenis Sampah di Gerobak TPS Arjosari.....	63
Tabel 5.9 Berat Jenis Sampah Gerobak Motor .....	63

Tabel 5.10 Keseimbangan Material Sampah Rencana di TPS Kesatrian.....	65
Tabel 5.11 Berat Jenis Sampah di Gerobak TPS Arjosari.....	69
Tabel 5.12 Keseimbangan Material Sampah Rencana di TPS Arjosari.....	70
Tabel 5.13 Ukuran Tumpukan Ideal.....	77
Tabel 5.14 Kebutuhan Lahan Pada Masing-masing Komponen Sampah.....	83
Tabel 5.15 Kebutuhan Lahan Gudang Penyimpanan Barang Lapak.....	84
Tabel 5.16 Lahan Pengolahan Sampah di Unit Komposting.....	86
Tabel 5.17 Kebutuhan Pekerja Untuk Unit Komposting.....	88
Tabel 5.18 Rincian Modal Tetap.....	89
Tabel 5.19 Biaya Pembelian Peralatan Pendukung.....	90
Tabel 5.20 Pembayaran Gaji Pekerja TPS Kesatrian.....	91
Tabel 5.21 Pembelian Kemasan Produk Kompos.....	91
Tabel 5.22 Total Pengeluaran Per Tahun.....	93
Tabel 5.23 Kisaran Harga Barang Lapak.....	93
Tabel 5.24 Pendapatan Dari Penjualan Barang Lapak.....	94
Tabel 5.25 Pendapatan Dari Penjualan Kompos.....	96
Tabel 5.26 Jumlah Pemasukan Tiap Tahun.....	96
Tabel 5.27 Perhitungan Pendapatan Tiap Tahun.....	97
Tabel 5.28 Perhitungan Pengeluaran Tiap Tahun.....	99

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Alir Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.....	16
Gambar 2.2 Ketentuan Proses Pengomposan dan Daur Ulang.....	25
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	30
Gambar 4.1 Gerobak Untuk Mengangkut Sampah di TPS Kesatrian .....	44
Gambar 4.2 Hasil Cetakan Proses Komposting di TPS Kesatrian.....	45
Gambar 4.3 Pemindahan Sampah Dari TPS ke TPA di TPS Kesatrian .....	46
Gambar 4.4 Gerobak Untuk Mengangkut Sampah di TPS Arjosari.....	47
Gambar 4.5 Hasil Cetakan dan Pemilahan di TPS Arjosari .....	48
Gambar 4.6 Pemindahan Sampah Dari TPS ke TPA di TPS Arjosari.....	49
Gambar 5.1 Pemilahan Komposisi Sampah.....	53
Gambar 5.2 Berat Rata-rata Komposisi Sampah di TPS Kesatrian.....	57
Gambar 5.3 Berat Rata-rata Komposisi Sampah di TPS Arjosari.....	58
Gambar 5.4 Pengukuran Berat Jenis Sampah di Gerobak .....	62
Gambar 5.5 Skema Reduksi Sampah Skenario I TPS Kesatrian.....	67
Gambar 5.6 Skema Reduksi Sampah Skenario II TPS Kesatrian.....	68
Gambar 5.7 Skema Reduksi Sampah Skenario I TPS Arjosari .....	72
Gambar 5.8 Skema Reduksi Sampah Skenario II TPS Arjosari.....	73

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan berkelanjutan (*sustainable Development*) didefinisikan sebagai pembangunan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa membahayakan kemampuan generasi yang akan datang dalam memenuhi kebutuhannya. Definisi ini kemudian diterima oleh *United Nations General Assembly* dan diresmikan sebagai kebijakan penting di tingkat global dalam Agenda 21 pada *Earth Summit* Rio de Janeiro 1992 (Spangenberg, 2000). Momentum inilah yang kemudian menjadi awal komitmen negara-negara berkembang pada saat itu untuk melaksanakan prinsip-prinsip implementasi pembangunan berkelanjutan, dan sejak saat itu pertimbangan lingkungan telah menjadi isu penting dalam setiap aktifitas.

Gagasan pengelolaan sampah terpadu diterapkan untuk mengurangi limbah pada sumbernya. Ini berarti bahwa limbah yang dihasilkan harus dipulihkan untuk digunakan kembali dan daur ulang, sehingga hanya residu yang dibuang di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Output dari pengolahan yang digunakan sebagai bahan masukan dalam proses atau dikonversi menjadi nilai tambah masukan bagi proses lainnya, memaksimalkan konsumsi sumber daya dan meningkatkan eko-efisiensi (Ngoc dan Schnitzer, 2009).

Berdasarkan UU RI Nomor 18 Tahun 2008 dan PP RI Nomor 81 Tahun 2012 mengamanatkan perlunya perubahan paradigma yang mendasar dalam pengelolaan sampah yang bertumpu pada pengurangan dan penanganan sampah. Kegiatan pengurangan sampah bermakna agar seluruh lapisan masyarakat, baik pemerintah, dunia usaha maupun masyarakat luas melaksanakan kegiatan pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang dan pemanfaatan kembali sampah atau yang lebih dikenal dengan sebutan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*). Sesuai dengan tren global, sistem pengelolaan sampah berorientasi pada isu keberlanjutan, terutama melalui penggabungan teknologi 3R (Shekdar, 2009). Berdasarkan prinsip 3R, banyak program yang dilaksanakan dengan kerjasama

sektor pemerintah dan swasta dari aspek sosial, teknologi, ekonomi, kesehatan masyarakat dan perspektif politik (Weng dan Fujiwara, 2011).

Usaha pemanfaatan sampah sebagai sumber daya, dapat menjadi nilai tambah yang bermanfaat. Nilai tambah ini merupakan suatu pendekatan atau paradigma baru bukan hanya untuk memperlambat laju eksploitasi sumber daya alam namun juga pemanfaatan sampah dari produk proses pengolahan sampah itu sendiri. Hasil penjualan sampah dari proses daur ulang akan memberikan nilai jual yang cukup tinggi, semisal plastik dan kertas. Disamping itu masih banyak cara lain untuk memanfaatkan dan meningkatkan nilai jual sampah itu sendiri, misalnya proses pengomposan, dimana dari komposisi sampah kota di Indonesia 70 % (volume) adalah sampah basah (Damanhuri, 2006).

Dalam usaha menanggulangi akumulasi sampah yang akan diangkut ke TPA yang dimulai sejak tahun 1998 Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Malang mengembangkan konsep Unit Daur Ulang dan Produksi Kompos (UDPK). UDPK adalah unit usaha komersial skala kecil yang mengolah sampah kota dengan 2 fungsi sekaligus. Fungsi pertama adalah pengolahan dan penjualan hasil daur ulang sampah basah (daun-daunan, sisa makanan, sampah dapur) yang diproses menjadi kompos. Sedangkan fungsi kedua yaitu daur ulang dan penjualan sampah kering yang mempunyai nilai ekonomis (misalnya kertas, plastik, besi dan sebagainya). Sampai Tahun 2014 jumlah UDPK sedang ditambah dan mulai berjalan menjadi total 11 lokasi UDPK (DKP Kota Malang, 2014).

Kecamatan Blimbing mempunyai 4 unit Komposting yaitu Unit Komposting Pandanwangi, Unit Komposting Kesatrian, Unit Komposting Polowijen dan Unit Komposting Arjosari. Kompos yang telah dibuat tidak dijual melainkan kompos akan diberikan kepada masyarakat maupun untuk taman kota. Permasalahan yang ada di 4 unit komposting adalah pemilahan yang kurang maksimal sehingga penjualan kepada lapak masih belum maksimal karena sampah yang belum dipilah langsung dibuang ke TPA. Unit komposting arjosari yang berlokasi di Jl. Teluk Pacitan (VEDC) dengan jumlah personil 3 orang, ukuran lahan 20 x 10 m, ukuran bangunan 8,5 x 8 m dengan target produksi 3 ton/tahun. Unit komposting kesatrian yang berlokasi di Jl. Kesatrian Dalam dengan jumlah

personil 4 orang, ukuran lahan 14 x 8 m, ukuran bangunan 14 x 8 m dengan target produksi 3,6 ton/tahun.

Hasil penelitian Hardianto (2007) di UDPK Tlogomas Kota Malang, kapasitas olah belum maksimal dalam operasionalnya karena masih menghasilkan produksi kompos sekitar 28,77%. Disamping itu kapasitas pengolahan sampah di UDPK Tlogomas saat ini hanya mampu mengolah sampah sekitar 20,5% dari total sampah yang masuk ke TPS. Sehingga sisa sampah di TPS Tlogomas sebesar 79,5% tidak dilakukan pengelolaan, dan langsung diangkut ke TPA. Hasil penelitian Hardianto, 2010 di UDPK Gadang Kota Malang juga terdapat penyimpangan antara bahan baku dengan produksi kompos yang dihasilkan. Kapasitas olah UDPK belum maksimal dalam operasionalnya karena masih menghasilkan produksi kompos sekitar 0,16%. Sehingga sisa sampah di TPS tidak dilakukan pengelolaan, dan langsung diangkut ke TPA.

Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi pengelolaan untuk meningkatkan produktifitas sesuai target yang telah ditetapkan oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang. Perlu adanya pengembangan UDPK sehingga bisa memaksimalkan produksi komposnya dan bahan daur ulangnya. Diharapkan dengan program UDPK, akan mengurangi biaya operasional pengelolaan sampah yang semakin meningkat. Disamping itu akan mengurangi sampah yang masuk ke TPA, sehingga akan memperpanjang masa pakai TPA Supit Urang di Kota Malang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat diteliti adalah sebagai berikut:

1. Berapa kuantitas dan komposisi sampah yang diolah serta potensi pengolahan sampah yang dihasilkan.
2. Bagaimanakah kelayakan pengolahan sampah ditinjau dari analisis teknis operasional.
3. Bagaimanakah kelayakan pengolahan sampah ditinjau dari analisis finansial.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis kuantitas dan komposisi sampah yang diolah serta potensi pengolahan sampah yang dihasilkan.
2. Menganalisis kelayakan pengolahan sampah ditinjau dari analisis teknis operasional.
3. Menganalisis kelayakan pengolahan sampah ditinjau dari analisis finansial.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Memberikan gambaran tentang potensi usaha daur ulang dan produksi kompos, dan sebagai bahan rujukan bagi daerah lain untuk menerapkan metode ini sehingga diharapkan dapat menekan biaya operasional, pengangkutan, dan pemrosesan akhir sampah serta meningkatkan pemasukan melalui pemanfaatan nilai ekonomis sampah.
2. Memberikan masukan kepada Pemerintah Kota Malang khususnya Dinas Kebersihan dan Pertamanan dalam proses pengambilan keputusan strategis bidang persampahan.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup ini digunakan sebagai batasan masalah sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah dan mendalam. Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain:

1. Tempat penelitian dilakukan di Kecamatan Blimbing meliputi 2 lokasi unit daur ulang sampah, yaitu unit komposting arjosari dan unit komposting kesatrian dan kota Malang.
2. Metode pengambilan sampah dilakukan sesuai jumlah frekuensi pengumpulan dan dilakukan selama 8 hari.
3. Penelitian ini meninjau dari aspek teknis dan aspek finansial, berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan berdasarkan Petunjuk Teknis No: CT/S/Op-TC/003/98 dan dikombinasikan dengan skenario terpilih.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Sampah**

Sampah adalah bahan buangan dalam bentuk padat atau semi padat yang dihasilkan dari aktifitas manusia atau hewan yang dibuang karena tidak diinginkan atau digunakan lagi (Tchobanoglous dkk, 1993). Berdasarkan UU RI Nomor 18 Tahun 2008 dan PP RI Nomor 81 Tahun 2012, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau an organik bersifat dapat terurai maupun tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut sampah dapat dibedakan atas dasar sifat-sifat biologis dan kimianya sehingga mempermudah pengelolaannya sebagai berikut :

1. Sampah yang dapat membusuk (garbage), menghendaki pengelolaan yang cepat. Gas-gas yang dihasilkan dari pembusukan sampah berupa gas metan dan H<sub>2</sub>S yang bersifat racun bagi tubuh.
2. Sampah yang tidak dapat membusuk (refuse), terdiri dari sampah plastik, logam, gelas, karet dan lain-lain.
3. Sampah yang berupa debu/abu sisa hasil pembakaran bahan bakar atau sampah.
4. Sampah yang berbahaya terhadap kesehatan, yakni sampah B3 adalah sampah yang karena sifatnya, jumlahnya, konsentrasinya atau karena sifat kimia, fisika dan mikrobiologinya dapat meningkatkan mortalitas dan morbiditas secara bermakna atau menyebabkan penyakit yang irreversibel ataupun sakit berat yang pulih (tidak berbalik) atau reversibel (berbalik) atau berpotensi menimbulkan bahaya sekarang maupun dimasa yang akan datang terhadap kesehatan atau lingkungan apabila tidak diolah, disimpan atau dibuang dengan baik. (Indra Yones, 2007)

## 2.2 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau perluas bangunan, atau perpanjang jalan (SNI 19-2454-2002). Data timbulan sampah sangat penting diketahui untuk menentukan fasilitas setiap unit pengelolaan sampah dan kapasitasnya misalnya fasilitas peralatan, kendaraan pengangkut dan rute angkutan, fasilitas daur ulang, luas dan jenis TPA.

Metode pengukuran timbulan sampah ada beberapa cara (Tchobanoglous dkk, 1993), antara lain:

1. *Load-count analysis*/analisis perhitungan beban, yaitu jumlah masing-masing volume sampah yang masuk ke TPA dihitung dengan mencatat: volume, berat, jenis angkutan dan sumber sampah, kemudian dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.
2. *Weight-volume analysis*/analisis berat-volume, yaitu jumlah masing-masing volume sampah yang masuk ke TPA dihitung dengan mencatat volume dan berat sampah, kemudian dihitung jumlah timbulan sampah kota selama periode tertentu.
3. *Material-balance analysis*/analisis kesetimbangan bahan, *material-balance analysis* menghasilkan data lebih lengkap untuk sampah rumah tangga, industri dan lainnya dan juga diperlukan untuk program daur ulang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi timbulan sampah adalah :

- a. Jumlah penduduk, artinya jumlah penduduk meningkat timbulan sampah meningkat.
- b. Keadaan sosial ekonomi, semakin tinggi keadaan sosial ekonomi seseorang akan semakin banyak timbulan sampah perkapita yang dihasilkan.
- c. Kemajuan teknologi, akan menambah jumlah dan kualitas sampahnya. (Indra Yones,2007)

### 2.3 Komposisi Sampah

Pengelompokan yang juga sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat (biasanya berat basah) atau % volume (basah) dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan, dan lain-lain. Komposisi dan sifat-sifat sampah menggambarkan keanekaragaman aktifitas manusia.

Komposisi sampah dipengaruhi beberapa faktor antara lain :

- Cuaca: di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi.
- Frekuensi pengumpulan: semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah basah akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah kering lainnya yang sulit terdegradasi.
- Musim: jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung.
- Tingkat sosial ekonomi: daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas, dan sebagainya.
- Pendapatan per kapita: masyarakat dari tingkat ekonomi lemah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen.
- Kemasan produk: kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi

### 2.4 Karakteristik Sampah

Sampah mempunyai sifat fisik, kimia, dan biologis. Pengetahuan akan sifat-sifat ini sangat penting untuk perencanaan dan pengelolaan sampah secara terpadu. Sampah diklasifikasikan dalam karakteristiknya sebagai berikut (Tchobanoglous dkk., 1993) yaitu:

#### 1. Karakteristik fisik.

##### a. Berat spesifik sampah.

Dinyatakan sebagai berat per unit ( $\text{kg/m}^3$ ). Dalam pengukuran berat spesifik sampah, harus disebutkan dimana dan dalam kondisi bagaimana

sampah diambil sebagai sampling untuk menghitung berat spesifik sampah. Berat spesifik sampah dipengaruhi oleh letak geografis, lokasi, jumlah musim, dan lama waktu penyimpanan, hal ini sangat penting untuk mengetahui volume sampah yang diolah.

b. Kelembaban.

Kelembaban sampah dapat dinyatakan dengan dua cara, yaitu dengan metode berat basah dan metode berat kering. Metode basah dinyatakan dalam persen berat basah bahan, dan metode kering dinyatakan sebagai persen berat kering bahan. Secara umum metode berat basah sering digunakan.

Rumus Kelembaban dari berat basah adalah :

$$M = \left( \frac{w - d}{w} \right) \times 100$$

Dimana: M: Kelembaban (%).

W: Berat sampah basah (kg).

d: Berat sampah setelah dikeringkan pada suhu 105 °C (kg).

c. Ukuran partikel.

Sangat penting untuk pengolahan akhir sampah, terutama pada tahap mekanis untuk mengetahui ukuran penyaringan dan pemisahan magnetik.

d. *Field Capacity*.

Adalah jumlah air yang dapat tertahan dalam sampah, dan dapat keluar dari sampah akibat daya grafitasi. *Field Capacity* sangat penting untuk mengetahui komponen lindi dalam *landfill*. *Field Capacity* bervariasi tergantung dari perbedaan tekanan dan dekomposisi sampah. Sampah dari daerah permukiman dan komersial yang tanpa pemadatan *Field Capacity* sebesar 50 % sampai 60 %.

e. Kepadatan sampah.

Konduktifitas sampah sangat penting untuk mengetahui pergerakan dari cairan dan gas dalam *landfill*.

## 2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia sampah sangat penting dalam mengevaluasi proses alternatif dan pilihan pemulihan energi. Apabila sampah digunakan sebagai energi bahan bakar, maka komponen yang harus diketahui adalah analisis proksimasi (kandungan air, kandungan abu dan kandungan karbon tetap), titik abu sampah, analisis ultimasi (persentase C, H, O, N, S, dan abu) dan besarnya energi.

### a. Analisis proksimasi.

Bertujuan mengetahui bahan-bahan yang mudah terbakar dan tak mudah terbakar. Biasanya dilakukan tes untuk komponen yang mudah terbakar supaya mengetahui kandungan volatil, kandungan abu, kandungan karbon tetap dan kandungan air.

### b. Titik abu sampah.

Adalah temperatur dimana dihasilkan abu dari pembakaran sampah, yang berbentuk padatan dengan peleburan atau penggumpalan. Temperatur berkisar antara 1100 °C sampai 1200 °C.

### c. Analisis ultimasi.

Adalah penentuan persentase komponen yang ada dalam sampah seperti persentase C, H, N, S, dan abu. Analisis ultimasi ini bertujuan menentukan karakteristik kimia bahan organik sampah secara biologis. Misalkan pada komposting perlu diketahui rasio C/N sampah, supaya dapat berlangsung baik.

### d. Kandungan energi.

Kandungan energi dari komponen organik dari sampah, dapat ditentukan dengan *Bomb Calorimeter*.

### e. Protein

Protein yang terdiri dari rantai asam amino.

## **2.5 Metode Pengelolaan Sampah**

Metode pengolahan sampah adalah cara-cara yang digunakan dalam mengolah sampah, adapun beberapa metode pengolahan diantaranya:

### **2.5.1 Umum**

Penggunaan metode pengelolaan sampah yang tepat dapat mengoptimalkan sistem pengelolaan sampah yang efisien dan ekonomis. Secara teoritis ada beberapa sistem pengelolaan sampah yang dapat digunakan namun dalam penerapannya hanya dipilih sistem pengelolaan yang sesuai dengan jenis sampah yang dihasilkan di kota tersebut. Bagian dari infrastruktur sebuah kota, pada dasarnya pengelolaan sampah merupakan salah satu dari sekian banyak upaya dalam pengelolaan lingkungan. Kenyataan di lapangan terjadi penyimpangan dalam cara pengelolaan, sehingga dampak negatif terhadap lingkungan itu sendiri. Kelemahan dalam manajemen operasional dan keterbatasan biaya operasional dalam penanganan persampahan yang merupakan faktor penyebab utama permasalahan tersebut. Permasalahan yang dihadapi dalam teknis operasional pengelolaan persampahan kota diantaranya (Damanhuri dan Padmi, 2004) :

- Kapasitas peralatan yang belum memadai.
- Pemeliharaan alat yang kurang.
- Sulitnya pembinaan tenaga pelaksana khususnya tenaga harian lepas.
- Sulit memilih metode operasional yang sesuai dengan kondisi daerah.
- Siklus operasi persampahan tidak lengkap/terputus karena berbedanya penanggungjawab.
- Manajemen operasional lebih dititikberatkan pada aspek pelaksanaan, sedangkan aspek pengendalian lemah.
- Perencanaan operasional seringkali hanya untuk jangka pendek.

### **2.5.2 Stakeholders Pengelola Sampah**

Pengelolaan sampah merupakan salah satu tugas utamanya sebagai bentuk pelayanan yang merupakan bagian dari infrastruktur kota. Stakeholders utama yang biasa terdapat dalam pengelolaan sampah di Indonesia antara lain adalah (Damanhuri dan Padmi, 2004) :

- a. Pengelola kota, yang dapat bertindak sebagai pengelola sampah masyarakat atau institusi penghasil sampah yang menggantungkan penanganan sampahnya pada sistem yang berlaku di kota (kelompok sektor formal).
- b. Institusi non-pemerintah yang bergerak dalam pengelolaan sampah, termasuk aktifitas daur ulang seperti LSM yang aktivitasnya berkoordinasi dengan pengelola sampah kota (kelompok sektor formal).
- c. Masyarakat yang bertindak secara individu dalam penanganan sampah, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, misalnya kelompok pemulung yang memanfaatkan sampah sebagai sumber penghasil (kelompok sektor formal).
- d. Institusi yang peduli terhadap persoalan persampahan (kelompok sektor informal).

Berdasarkan hal diatas, pengelolaan sampah di Indonesia khususnya di sebuah kota terdapat 3 (tiga) pengelolaan sampah yaitu (Damanhuri dan Padmi, 2004) :

#### **1. Pengelolaan oleh swadaya masyarakat**

Pengelolaan sampah dimulai dari sumber sampah sampai ketempat pengumpulan sampah atau ke tempat pemrosesan lainnya. Pengelolaan sampah ini biasanya dilaksanakan oleh RT/RW, dengan kegiatan mengumpulkan sampah dari bak sampah di sumber sampah, misalnya di rumah-rumah, diangkut dengan sarana yang disiapkan sendiri oleh masyarakat menuju ke tempat penampungan sementara/TPS.

#### **2. Pengelolaan formal**

Pengelolaan biasanya dilaksanakan oleh pemerintah kota, atau institusi lain termasuk swasta yang ditunjuk oleh kota. Urutan pembuangan sampah tahap pertama dilakukan oleh penghasil sampah dan di daerah permukiman

biasanya dilaksanakan oleh organisasi RT/RW, dimana sampah diangkut dari bak sampah ke TPS. Tahap berikutnya sampah diangkut ke TPA oleh truk sampah milik pengelola kota atau institusi yang ditunjuk.

### 3. Sistem pengelolaan informal

Terbentuk karena adanya dorongan kebutuhan untuk bertahan hidup sebagian masyarakat yang secara tidak sadar ikut berperan serta dalam penanganan sampah kota. Sistem informal memandang sampah sebagai sumber daya ekonomi berupa kegiatan pemungutan, pemilahan, dan penjualan sampah untuk di daur ulang dalam rangkaian sistem perdagangan.

### 2.5.3 Tingkat Pengelolaan

Berdasarkan arus pergerakan sampah hingga menuju ke pemrosesan/TPA, penanganan sampah di sebuah kota di bagi 3 (tiga) kelompok utama tingkat pengelolaan sampah yaitu (Damanhuri dan Padmi, 2004) :

#### 1. Penanganan Sampah Tingkat Sumber

Penanganan sampah ditingkat sumber terdiri dari :

- a. Penanganan sampah ditingkat sumber merupakan kegiatan penanganan secara individual yang dilakukan sendiri oleh penghasil sampah dalam area dimana penghasil sampah tersebut berada.
- b. Ciri penanganan sampah di tingkat sumber sangat tergantung pada karakter, kebiasaan dan cara pandang penghasil sampah, tingkat kesadaran masing-masing individu.
- c. Beberapa kriteria penanganan sampah di tingkat sumber sampah adalah :
  - Penanganan sampah hendaknya tidak lagi hanya bertumpu pada aktifitas pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan sampah.
  - Penanganan sampah di tingkat sumber diharapkan dapat menerapkan upaya meminimasi yaitu dengan cara mengurangi, memanfaatkan kembali, dan mendaur ulang sampah yang di hasilkan.

- Minimasi sampah hendaknya dilakukan menghemat penggunaan bahan, membatasi konsumsi sesuai kebutuhan dan memilih bahan yang mengandung sedikit sampah.
- Upaya memanfaatkan sampah dilakukan dengan menggunakan kembali sampah sesuai dengan fungsinya.
- Pengomposan sampah.

## **2. Penanganan Sampah Tingkat Kawasan**

Penanganan sampah di tingkat kawasan merupakan kegiatan penanganan secara komunal untuk melayani sebagian sumber sampah yang ada dalam area dimana pengelola kawasan berada. Ciri penanganan sampah di tingkat kawasan adalah :

- Ciri sampah di tingkat kawasan bersifat heterogen dimana sampah berasal dari sumber-sumber sampah yang berbeda.
- Saling berinterkasi stakeholders yang berasal dari tingkat sumber dengan tingkat kota.
- Keberhasilan upaya penanganan sampah skala tingkat kawasan sangat tergantung pada kesadaran kelompok pembentuk tingkat kawasan seperti RT/RW dan kelurahan.
- Peran aktif pengelola kota sangat menentukan agar sistem pengelolaan tingkat kawasan ini tetap merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam sistem pengelolaan sampah kota secara menyeluruh.

Kriteria penanganan sampah di tingkat kawasan adalah sebagai berikut :

- Pengelolaan sampah di tingkat kawasan harus mendorong peningkatan upaya minimisasi sampah untuk mengurangi beban pada pengelolaan tingkat kota, khususnya yang akan di angkut ke TPA.
- Pengelolaan sampah kawasan harus mampu melayani masyarakat yang berada dalam daerah pelayanan yang telah ditentukan.
- Lokasi penampungan sementara/TPS dapat difungsikan sebagai pusat pengolahan sampah tingkat kawasan yang berfungsi untuk pemindahan, daur ulang, atau penanganan sampah lainnya dari daerah yang bersangkutan.

- Pemilahan sampah di kelompokkan menjadi beberapa jenis sampah seperti sampah basah, sampah kering, sampah berbahaya yang selanjutnya akan dikelola sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

### **3. Penanganan Sampah Tingkat Kota**

Penanganan sampah di tingkat kota merupakan penanganan sampah yang dilakukan oleh pengelola kebersihan kota baik dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah atau dilaksanakan oleh institusi lain yang bertugas untuk melayani seluruh wilayah yang ada dalam kota. Ciri-ciri penanganan sampah kota adalah sebagai berikut :

- Pengelolaan sampah diposisikan sebagai bagian dari infrastruktur perkotaan.
- Pengelolaan sampah dilaksanakan oleh pihak luar atau swasta baik keseluruhan pelayanan maupun sebagian dari pelayanan dengan kontrol kualitas pelayanan tetap dibawah kendali Pemerintah Daerah.

#### **2.5.4 Tingkat Dan Kualitas Pelayanan**

Tingkat pelayanan merupakan tinjauan kemampuan terhadap pengelola kota untuk menyediakan pelayanan kebersihan kepada masyarakat baik secara kuantitas maupun kualitas. Pengelolaan sampah skala kota guna menentukan tingkat pelayanan pengelolaan sampah di kota tersebut digunakan 2 (dua) indikator utama yaitu (Damanhuri dan Padmi, 2004):

- Presentase jumlah penduduk kota dan sarana lain yang memperoleh pelayanan dari sistem.
- Presentase timbulan sampah yang dapat dikelola oleh pengelola sampah tingkat kota.

Kualitas pelayanan meliputi frekuensi pengumpulan/pengangkutan, dukungan dan kondisi prasarana/sarana serta estetika hasil pelayanan. Frekuensi pengumpulan/pengangkutan akan terkait dengan sistem pelayanan yang ada serta jenis sampah yang akan dikelola. Sampah basah sangat dianjurkan untuk diangkut setiap hari sedangkan sampah kering dapat dilakukan 1 atau 2 kali seminggu.

### 2.5.5 Daerah Dan Jenis Pelayanan

Daerah pelayanan merupakan daerah yang berada dalam tanggungjawab pengelola sebuah kota, yang dilayani pengelolaan sampahnya yaitu sampah tersebut diangkut menuju pengolahan atau pemerosesan akhir. Daerah yang tidak dilayani diharapkan menangani sampahnya secara tuntas baik secara individu maupun secara komunal. Beberapa pertimbangan yang akan digunakan adalah sebagai berikut (Damanhuri dan Padmi, 2004):

- Daerah dengan kepadatan rendah dianggap masih memiliki daya dukung lingkungan yang tinggi sehingga dapat menerapkan pola penanganan sampah setempat yang mandiri.
- Daerah dengan tingkat kepadatan di atas 50 jiwa/ha perlu mendapatkan pelayanan persampahan karena penerapan pola penanganan sampah setempat akan berpotensi menimbulkan gangguan lingkungan.
- Prioritas daerah pelayanan dimulai dari daerah pusat kota, daerah komersial, permukiman dengan kepadatan tinggi, daerah permukiman baru, dan kawasan strategis.
- Pengembangan daerah pelayanan diarahkan dengan menerapkan model "rumah tumbuh" yaitu pengembangan ke wilayah yang berdekatan dengan wilayah yang telah mendapat pelayanan.

Berdasarkan penentuan skala kepentingan daerah pelayanan, frekuensi pelayanan dapat dibagi beberapa kondisi sebagai berikut :

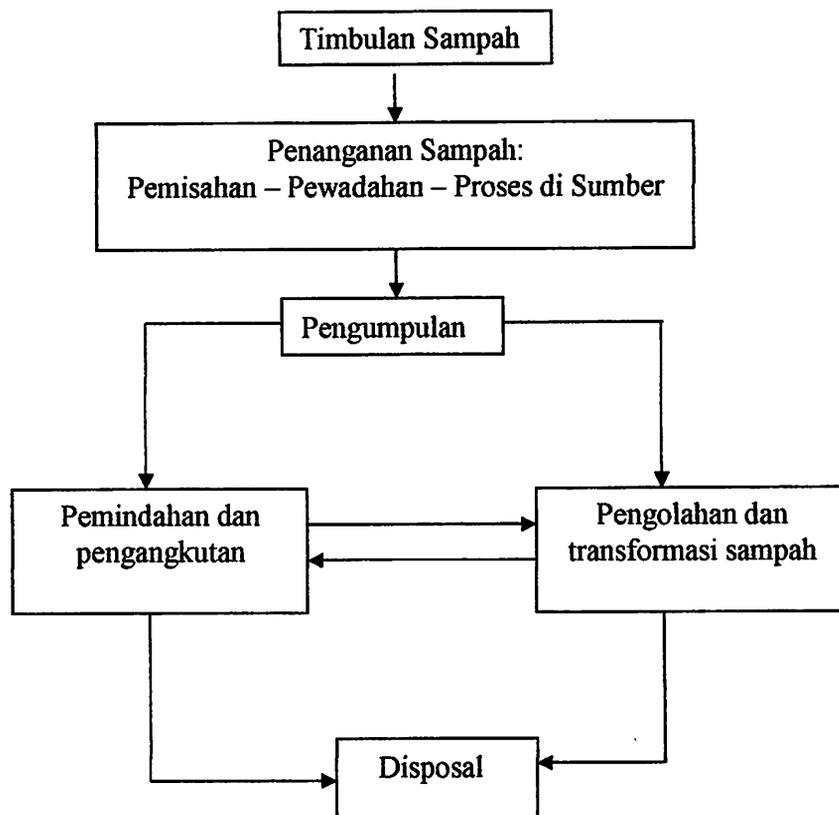
- Kondisi – 1 : wilayah dengan pelayanan intensif yakni di jalan protokol, pusat kota, kawasan permukiman tidak teratur dan daerah komersial.
- Kondisi –2 : wilayah dengan pelayanan menengah yakni kawasan permukiman teratur.
- Kondisi – 3 : wilayah dengan pelayanan rendah yakni daerah pinggiran kota.
- Kondisi – 4 : wilayah tanpa pelayanan, misalnya karena lokasinya terlalu jauh dan belum terjangkau oleh truk pengangkut sampah.

### 2.5.6 Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Kota

Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan meliputi dasar-dasar perencanaan untuk kegiatan:

- Pewadahan sampah
- Pengumpulan sampah
- Pemindahan sampah
- Pengangkutan sampah
- Pengelolaan dan pendaur-ulangan sampah
- Pembuangan akhir sampah

Bagan alir Teknik Operasional pengelolaan sampah diperlihatkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1. Bagan Alir Teknik Operasional Pengelolaan sampah (Tchobanoglous dkk., 1993; Damanhuri dan Padmi, 2004)**

## **1. Pewadahan Sampah**

Kegiatan pewadahan sampah merupakan kegiatan penyimpanan sampah sementara yang dilakukan sendiri oleh masyarakat atau pemilik rumah, sebelum sampah dikumpulkan ditempat penampungan sementara atau diangkut ketempat pemrosesan akhir. Jenis wadah yang digunakan antara lain: kantong plastik, keranjang plastik, tong sampah, bak sampah, kontainer.

Menurut Indra Yones (2007) tujuan dari pewadahan adalah untuk memudahkan dalam pengangkutannya dan selain itu dengan penggunaan wadah ini, bau akibat pembusukan sampah yang juga dapat menarik perhatian lalat dapat diatasi, air hujan yang berpotensi menambah kadar air sampah dapat dikendalikan dan pencampuran sampah yang tidak sejenis dapat dihindari.

## **2. Pengumpulan Sampah**

Kegiatan pengumpulan sampah merupakan kegiatan operasional yang dimulai dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara (TPS)/trasfer depo, sebelum diangkut ke tempat pemrosesan akhir (TPA).

Peralatan yang diperlukan dalam pengumpulan sampah terdiri dari:

- Kantong plastik
- Kontainer
- Transfer depo

Menurut Sendi Indrianty (2012) Pengumpulan sampah dari tiap-tiap sumber sampah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

### **1) Sistem tidak langsung**

Daerah pemukiman yang sebagian besar dihuni oleh masyarakat berpendapatan rendah, dengan kondisi jalan pemukiman yang sempit, pengumpulan sampah dilakukan dengan gerobak sampah yang mempunyai volume rata-rata  $1 \text{ m}^3$  . Sampah diangkut ke TPS. Sampah dari pasar dan hasil sapuan jalan biasanya dikumpul dalam kontainer atau TPS dekat pasar yang kemudian diangkut Truk ke TPA.

## 2) Sistem Langsung, terdiri dari

a. Pengumpulan individu langsung, Pada sistem ini proses pengumpulan dan pengangkutan sampah dilakukan ber-samaan. Pengumpulan dilakukan oleh petugas kebersihan dari wadah-wadah sampah rumah/persil kemudian dimuat ke kendaraan langsung dibawa ke TPA. Alat pengumpul berupa truck standar atau dump truck, dan sekaligus berfungsi sebagai alat pengangkut sampah menuju TPA. Daerah yang dilayani dengan sistem ini adalah daerah pemukiman teratur (formal area) dan daerah perkotaan dimana pada daerah-daerah tersebut sulit untuk menempatkan transfer dipo atau kontainer angkut karena kondisi, sifat daerahnya ataupun standar kesehatan masyarakat dan standar kenyamanan masyarakat cukup tinggi. Persyaratan yang perlu diperhatikan dalam sistem ini adalah :

- Kondisi topografi (rata-rata  $> 5\%$ ) sehingga alat pengumpul non mesin sulit beroperasi.
- Kondisi jalan cukup lebar dan operasi tidak menunggu pemakai jalan lainnya.
- Kondisi dan jumlah alat memadai
- Jumlah timbulan sampah  $> 3$  m<sup>3</sup>/hari

b. Pengumpul komunal langsung, adalah cara pengumpulan sampah dari masing-masing titik wadah komunal dan diangkut langsung ke TPA. Persyaratan yang perlu diperhatikan adalah

- Alat angkut terbatas
- Kemampuan pengendalian personil dan peralatan terbatas
- Alat pengumpul sulit menjangkau sumber-sumber sampah
- Peran serta masyarakat cukup tinggi
- Wadah komunal ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan
- Dilokasi yang mudah dijangkau oleh alat angkut
- Untuk pemukiman tidak teratur

### 3. Pengangkutan

Kegiatan pengangkutan sampah merupakan kegiatan operasional yang dimulai dari titik-titik pengumpulan sampah/TPS/Transfer Depo sampai ke TPA. Untuk menunjang kelancaran dalam dalam pengangkutan sampah diperlukan armada angkut seperti Truk, Dump Truk, Arm Roll Truk.

### 4. Pengolahan

Pengolahan sampah terdiri dari:

#### 1. Pengolahan sampah basah

- Komposting

Merupakan pengolahan sampah basah secara biologis melalui proses penguraian yang berlangsung dalam kondisi aerobik maupun anaerobik.

- Pembuatan gas bio

Merupakan gas-gas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, yang dihasilkan dari proses pembusukan sampah basah (berupa kotoran manusia, kotoran hewan, dan sampah pertanian) secara anaerobik.

#### 2. Pengolahan sampah kering

Misalnya melalui proses pembakaran/insenerasi (dapat mereduksi volume sampai hingga 70%).

### 5. Pemrosesan Akhir Sampah (TPA)

Pemrosesan akhir sampah merupakan kegiatan tahap akhir dari sistem pengelolaan sampah dimana sampah diamankan disuatu tempat (TPA) agar dapat mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan. Pada umumnya pemrosesan akhir sampah di TPA dapat dilakukan dengan cara:

- *Open dumping*, metode dimana urugan sampah sama sekali tidak dilakukan.
- *Controlled landfill*, atau lahan urug terkendali yang merupakan perbaikan/peningkatan dari cara open dumping, tapi belum sebaik *sanitary landfill*. Dalam *controlled landfill* penutupan ditunda sampai 5-7 hari.
- *Sanitary landfill*, diinginkan adanya penutup harian.

## 2.6 Teknik Daur Ulang dan Produksi Kompos

Usaha Daur Ulang dan Produksi Kompos (UDPK) adalah suatu model usaha pemanfaatan sampah melalui kegiatan daur ulang dan pembuatan kompos (Petunjuk Teknis, 1998). Evaluasi sistem penanganan sampah sebelumnya, terutama dengan semakin sulitnya mendapatkan lahan TPA, maka telah dikembangkan oleh pemerintah, melalui direktorat penyehatan lingkungan permukiman. Subdit persampahan, yang merupakan pengembangan dari konsep 3R (*reduce, reuse, recycling*), yakni yang disebut Usaha Daur ulang dan Produksi kompos (UDPK) sampah kota. Manfaat dari UDPK antara lain adalah :

1. Mengurangi volume sampah yang harus diangkut dan dibuang ke TPA.
2. Mengurangi dampak pencemaran dari sampah.
3. Proses pemilahan sampah mempermudah proses pengolahan selanjutnya.
4. Mengubah pola pandang masyarakat, bahwa sampah ternyata masih mempunyai nilai ekonomi.
5. Memberikan peluang kerja bagi masyarakat sekitar.
6. Meningkatkan pelayanan penanganan sampah.

Usaha daur ulang dan produksi kompos yang paling ideal adalah berada di TPS, yakni skala kelurahan, dengan alasan bahwa TPS merupakan titik temu antara tanggung jawab pemerintah dan masyarakat melalui peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah.

### 2.6.1 Teknik Daur Ulang

Daur ulang adalah salah satu strategi pengelolaan sampah padat yang terdiri atas kegiatan pemilahan, pengumpulan, pemrosesan, pendistribusian dan pembuatan produk/material bekas pakai (Damanhuri, 2006). Daur ulang atau *recycling* dalam arti sebenarnya adalah mengembalikan limbah suatu proses ke dalam sistem produksi yang sama, seperti mengembalikan limbah kertas untuk membuat kertas, didalam proses pemanfaatan sampah hasil aktifitas perkotaan, daur ulang seringkali didahului oleh proses *recovery*, yaitu menyisahkan sampah yang berpotensi untuk di daur ulang dari sampah lainnya. Daur ulang dilakukan untuk menjadikan sampah sebagai keluaran yang berguna, dan dapat dimanfaatkan sebagai masukan bagi proses lainnya. Potensi pemanfaatan sampah untuk daur ulang, sebelumnya perlu diketahui jenis sampah yang terdapat didalam campuran sampah kota yang masih dapat dimanfaatkan. Daur ulang meliputi kegiatan :

- Pemilahan sampah untuk memperoleh barang-barang yang masih berguna dan dapat di daur ulang.
- Pengolahan guna menjadikan barang-barang hasil pemilahan diatas memiliki nilai manfaat.

Berdasarkan kegiatan usaha, daur ulang dapat dibagi menjadi beberapa kategori :

- Daur ulang langsung, adalah daur ulang yang dilakukan oleh pemulung dan dijual ke pengepul atau bandar lapak sehingga tidak memerlukan keahlian khusus.
- Daur ulang yang diproses, adalah daur ulang yang tidak hanya dijual langsung, tetapi dilakukan proses lebih lanjut dalam skala industri, sehingga barang tersebut mempunyai nilai ekonomi lebih dari sebelumnya.

Aktifitas yang dilakukan dalam rangka daur ulang pada dasarnya bertujuan mengurangi kemungkinan terjadinya penumpukan sampah yang tak terkendali. Konteks minimalisasi limbah, daur ulang masih merupakan upaya penanggulangan, sehingga upaya pengurangan (*reduce*) pada prinsipnya

merupakan usaha yang lebih baik. Langkah-langkah penting yang menjadi prioritas dalam program daur ulang sampah adalah :

- a. Pengkajian terhadap sistem pengelolaan sampah eksisting.
- b. Identifikasi dan evaluasi mekanisme insentif bagi para kontributor program.
- c. Mengembangkan penelitian guna meningkatkan peran serta masyarakat.
- d. Identifikasi pasar.
- e. Menyusun organisasi pelaksana program.
- f. Identifikasi kemungkinan reduksi sampah sejak di sumber.
- g. Identifikasi bahan yang berpotensi untuk didaur ulang.
- h. Mengembangkan sistem pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan daur ulang sampah.
- i. Pengembangan media guna menyebarluaskan program.

Didalam sistem pengelolaan sampah perkotaan daur ulang diarahkan untuk mencapai empat tujuan utama, yaitu :

1. Memperpanjang umur layanan suatu TPA.
2. Mengurangi biaya pengelolaan sampah.
3. Meningkatkan kualitas lingkungan.
4. Meningkatkan keberlanjutan ekonomi.

### 2.6.2 Tata Cara Pengoperasian UDPK

Berdasarkan Petunjuk Teknis No: CT/S/Op-TC/003/98, ruang lingkup pengaturan dalam tata cara pengoperasian UDPK ini mencakup ketentuan umum dan ketentuan teknis pengoperasian UDPK termasuk cara pengerjaannya, antara lain:

- Manajemen pengoperasian
- Persyaratan bahan baku sampah
- Bangunan dan perletakan UDPK, termasuk peralatan
- Kapasitas pengomposan
- Tahapan proses pengomposan
- Kualitas kompos

Ketentuan umum mengenai pengoperasian UDPK adalah sebagai berikut:

- a. Lokasi UDPK harus sedekat mungkin dengan daerah pelayanan
- b. Luas lahan yang dibutuhkan kurang lebih 500 m<sup>2</sup>
- c. Tersedianya bahan baku sampah minimal 15 m<sup>3</sup>/hari
- d. Manajemen pengoperasian UDPK perlu didukung oleh:
  - Instansi pengelola UDPK yang memadai (lembaga masyarakat, dinas kebersihan atau swasta)
  - Biaya pengelolaan yang memadai, baik untuk biaya modal kerja, biaya operasi maupun pemeliharaan)
  - Adanya aspek pengaturan yang mendukung, khususnya dalam kaitannya dengan masalah pemasaran kompos.
  - Peran serta masyarakat yang sangat diharapkan dalam pemilahan sampah di sumber.

## 2.7 Ketentuan Teknis

Ketentuan teknis yang mendukung pengoperasian UDPK secara optimal khususnya dalam hal pengoperasian produksi kompos, dapat dilihat dalam uraian berikut ini:

### a. Ketentuan Bahan Baku

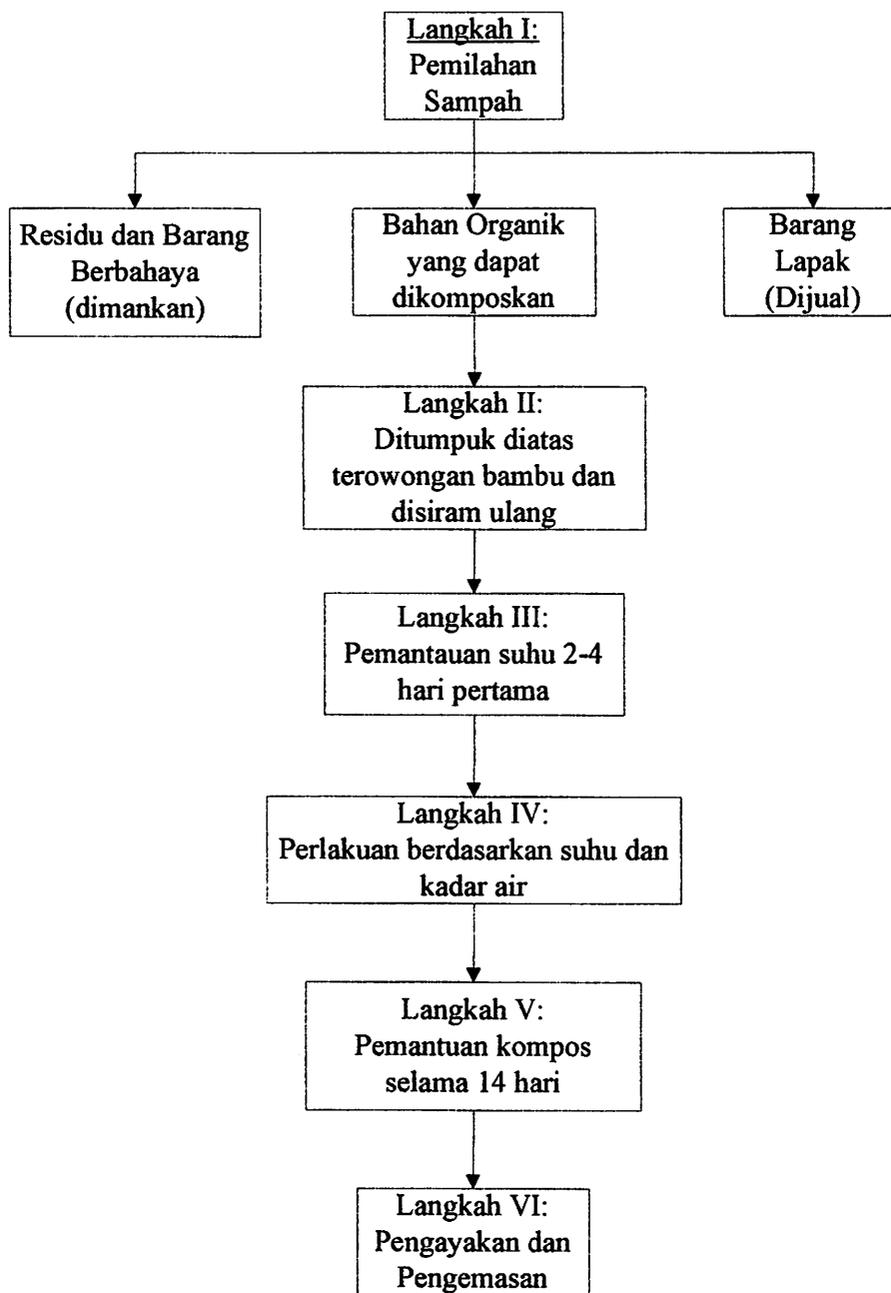
Untuk pengomposan optimum, dibutuhkan bahan baku organik yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- Keseragaman jenis sampah (sayur mayur, sisa makanan kecuali kulit telur dan tulang, sisa buah-buahan bukan biji-bijian atau kulit buah yang keras, sisa daging, daun-daunan/rumput dan lain-lain).
- Usia sampah tidak lebih dari 2 hari sehingga belum mengalami pembusukan ataupun mengandung larva lalat.
- Kelembaban/kadar air sampah 50%.
- Nilai C/N kurang lebih 30 : 1

### b. Ketentuan Perletakan UDPK

Bangunan UDPK seluas 500 m<sup>2</sup> terdiri dari:

- Areal pengomposan : 50 – 60 %
- Areal pemilahan : 10 %
- Areal penyaring/pengemasan : 15 %
- Gudang : 10 %
- Tempat barang lapak : 5 %
- Areal penumpukan residu : 5 %
- Kantor : 5 %



**Gambar 2.2. Ketentuan Proses Pengomposan dan Daur Ulang**

c. Ketentuan Pemeliharaan Kesehatan Lingkungan

Memperoleh hasil kerja yang optimal, perlu memperhatikan ketentuan yang menyangkut faktor kesehatan lingkungan sebagai berikut:

- Menghindari terjadinya penumpukan residu dan limbah cair
- Menghindari pembakaran residu sampah secara sembarangan
- Residu dan benda-benda berbahaya (pecahan beling, besi tajam, pecahan lampu dan sebagainya) agar diletakkan dalam wadah tertutup (*container* tertutup)
- Peralatan kerja harus selalu dibersihkan setelah dipakai dan disimpan dengan baik di gudang ataupun di tempat khusus.
- Memelihara saluran drainase
- Menjaga kebersihan kamar mandi dan kakus
- Bak penampung air bersih harus selalu dalam kondisi tertutup agar tidak dicemari lalat

d. **Ketentuan Kualitas Kompos**

Pengujian kualitas kompos minimal dilakukan 1 (satu) tahun sekali dengan memenuhi ketentuan syarat sebagai berikut:

- Warna kompos hitam menyerupai tanah
- C/N ratio mendekati 20 (sesuai dengan C/N ratio tanah)
- pH normal
- Suhu mendekati suhu ruangan
- Tidak berbau
- Kelembaban 30 %
- Kandungan logam berat harus memenuhi standar yang berlaku

## **2.8 Aspek Finansial**

Aspek finansial berhubungan dengan manajemen keuangan merupakan salah satu fungsi yang penting (strategi) bagi keberhasilan suatu perusahaan, diantaranya:

### 2.8.1 Analisis Biaya

Franchetti, (2009) menyatakan bahwa biaya UDPK/MRF (*Material recovery Facility*) tergantung dari jenisnya, fasilitas yang terdapat didalamnya dan jumlah sampah yang akan dikelola. Biaya ini terbagi atas beberapa beban biaya dan pendapatan antara lain :

1. Biaya kapital.

Biaya kapital terdiri atas biaya konstruksi, penempatan lahan, teknis dan biaya peralatan yang dapat dijabarkan dalam jangka waktu tahunan dengan menggunakan faktor *recovery* kapital dari buku dan tingkat diskon.

2. Biaya operasional dan pemeliharaan.

Biaya operasi dan pemeliharaan meliputi upah, administrasi, pemeliharaan peralatan dan gedung serta utilitas.

3. Biaya pembuangan residu.

Residu dalam MRF akibat dari efisiensi pemilahan yang kurang dari seratus persen dan *recovery* barang *recycle* yang kurang dari seratus persen.

4. Pendapatan dari penjualan barang-barang recycle.

Barang-barang *recycle* yang *recovery* di MRF menghasilkan pendapatan yang dapat membantu biaya MRF.

### 2.8.2 Analisis Investasi

Analisis manfaat dan biaya untuk mengetahui suatu usaha layak untuk dilakukan (Djajadiningrat, 1997; Giatman, 2006). Analisis manfaat dan biaya digunakan untuk mengevaluasi penggunaan sumber-sumber ekonomi agar sumber tersebut dapat digunakan secara efisien. Analisis manfaat dan biaya merupakan alat utama dalam membuat evaluasi program atau proyek untuk kepentingan publik. Metode untuk menganalisis manfaat dan biaya suatu proyek antara lain :

1. Metode nilai bersih sekarang (NPV = *Net Present Value*).

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{Mt - Bt}{(1+i)^t}, \quad (3)$$

dimana: NPV: Nilai bersih sekarang

i: tingkat diskonto

T: umur proyek

T: tahun = 0,1,2,...,T

M: manfaat

B: biaya

Untuk mengetahui apakah rencana investasi tersebut layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran/kriteria tertentu dalam metode NPV yaitu :

- Jika  $NPV > 0$  artinya investasi akan menguntungkan/layak.
- Sedang bila  $NPV < 0$  artinya investasi tidak layak.

2. Metode laju pengembalian (IRR = *Internal Rate of Return*)

Dengan metode ini tingkat diskonto dicari sehingga menghasilkan nilai sekarang suatu proyek sama dengan nol.

$$\sum_{t=0}^T \frac{Mt - Bt}{(1 + IRR)^t} = 0, \quad (4)$$

Proyek yang mempunyai nilai IRR yang tinggi yang mendapat prioritas. Walaupun demikian pertimbangan untuk melaksanakan proyek tidak hanya dengan IRR-nya saja, tetapi secara umum tingkat pengembaliannya (*rate of return*) harus lebih besar dari biaya oportunitas penggunaan dana. Jadi suatu proyek akan dilaksanakan dengan mempertimbangkan tingkat pengembalian dan tingkat diskonto. Tingkat diskonto disebut juga sebagai *external rate of return*, merupakan biaya pinjaman, modal yang harus diperhitungkan dengan tingkat pengembalian investasi.

3. Metode rasio manfaat biaya (BCR = *Benefit Cost Ratio*)

Dengan kriteria ini maka proyek yang dilaksanakan adalah proyek yang mempunyai angka perbandingan lebih besar dari satu.

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{Mt}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Bt}{(1+i)^t}}, \quad (5)$$

Berdasarkan metode ini suatu proyek akan dilaksanakan apabila  $BCR > 1$ , dan ditolak bila sebaliknya. Metode BCR akan memberikan hasil yang konsisten dengan metode NPV, apabila  $BCR > 1$  berarti pula  $NPV > 0$ . Metode ini mempunyai kelemahan dalam hal membandingkan dua buah proyek karena tidak ada pedoman yang jelas mengenai hal yang masuk sebagai perhitungan biaya atau manfaat. Manfaat selalu dapat dianggap sebagai biaya yang negatif atau sebaliknya.

#### 4. Metode Periode Pengembalian (*Payback Period*)

Menurut Pujawan (1995), pada dasarnya periode pengembalian (*Payback Period*) adalah jumlah periode (tahun) yang diperlukan untuk mengembalikan (menutup) ongkos investasi awal dengan tingkat pengembalian tertentu. Perhitungannya dilakukan berdasarkan aliran kas baik tahunan maupun yang merupakan nilai sisa. Untuk mendapatkan periode pengembalian pada suatu tingkat pengembalian (*rate of return*) tertentu digunakan formula sebagai berikut :

$$0 = -P + \sum_{t=1}^{N'} At(P/F, i\%, t), \quad (6)$$

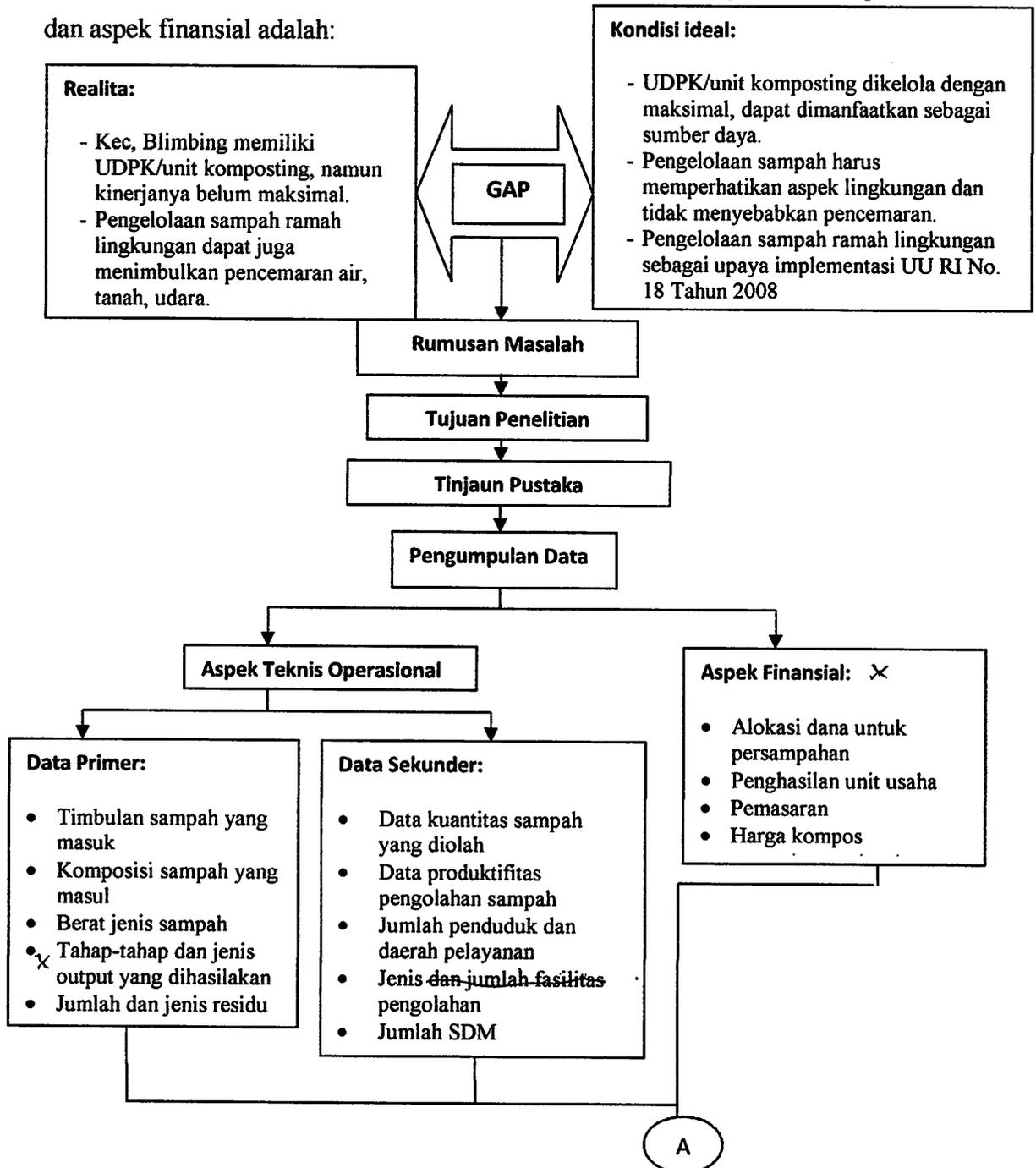
Dimana :

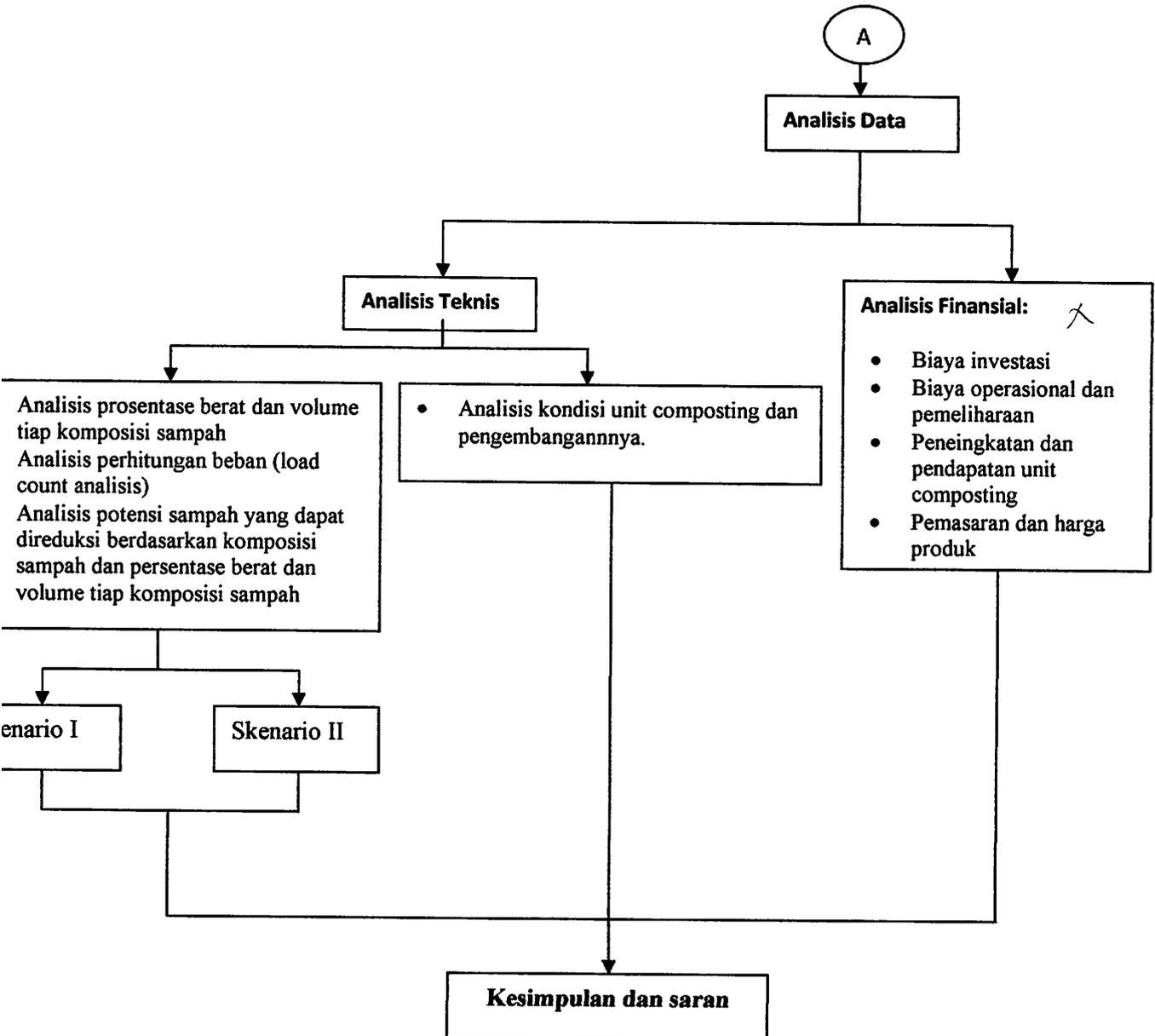
- P = Nilai sekarang
- F = Nilai akan datang
- At = aliran kas pada periode t
- N' = periode pengembalian
- i = tingkat diskonto

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian kajian daur ulang Sampah di TPS Arjosari dan TPS kesatrian kecamatan Belimbing Kota Malang ditinjau dari aspek teknis operasional dan aspek finansial adalah:





**Gambar 3.1. Kerangka Penelitian**

### **3.1.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam penelitian lapangan dan ide penelitian diperoleh dari pengamatan kondisi eksisting maupun hasil penelitian sebelumnya mengenai banyaknya kelemahan pengelolaan Usaha Daur Ulang dan Produksi Kompos (UDPK) secara teknis maupun manajerial. Alternatif sistem pengelolaan yang lebih sesuai untuk mengurangi volume sampah yang diangkut ke TPA.

### **3.1.2 Studi Pustaka**

Studi pustaka digunakan untuk mendapatkan informasi berupa dasar teori yang berkaitan dengan pengelolaan sampah di TPS. Sumber informasi bisa berupa jurnal, buku, peraturan-peraturan, dan laporan penelitian mengenai pengelolaan persampahan. Informasi-informasi ini sangat berguna dalam kegiatan penelitian, mulai dari langkah-langkah awal yang harus dilakukan, Hal-hal yang dibutuhkan, sampai dengan jangka waktu yang diperlukan untuk penelitian. Studi Pustaka ini dilaksanakan selama kegiatan penelitian, sehingga sesuai dengan prosedur yang ada serta tidak menyimpang dari teori-teori yang berkembang dengan hal terkait.

### **3.1.3 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yang digunakan sebagai tempat penelitian adalah sebagai berikut:

- 1) Unit komposting kesatrian yang berlokasi di Jl. Kesatrian di Kecamatan Belimbing Kota Malang.
- 2) Unit komposting arjosari yang berlokasi di Jl.Teluk Pacitan (VEDC) di Kecamatan Belimbing Kota Malang.

### 3.1.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data sangat diperlukan dalam penelitian pengelolaan sampah, yaitu meliputi:

#### A. Aspek Teknis

- Penelitian timbulan sampah yang masuk ke TPS dilaksanakan dengan metode sampling. Volume sampah dihitung berdasarkan metode *load-count analysis* (Tchobanoglous dkk., 1993) dengan menghitung total volume sampah yang masuk ke TPS.
- Pengambilan sampel sampah di TPS untuk menentukan komposisi sampah dilakukan dengan metode perempatan (ASTM D5231-92 (2011)), yaitu mengaduk serata mungkin sampah yang masuk ke TPS, kemudian sampah tersebut dibagi menjadi empat bagian, sedemikian seterusnya sampai diperoleh sampel sebanyak 100 kilogram. Sampel tersebut dibagi menurut jenisnya untuk memperoleh komponen dan kuantitas sampah tiap komponen yang masuk (US EPA, 2012). Pengambilan sampel dilakukan 8 hari berturut-turut. Penentuan *recovery factor* (persentase setiap komponen sampah yang masih dapat dimanfaatkan kembali/didaur ulang dilakukan dengan cara dipilah komponen yang bisa didaur ulang dan dibuat kompos, kemudian ditimbang kembali.
- Pengukuran karakteristik sampah hanya secara fisik, yaitu berat jenis sampah.

Pengumpulan data sekunder dilaksanakan dengan cara wawancara maupun laporan data dari instansi terkait. Data yang dikumpulkan meliputi :

- Pembagian administratif daerah studi.
- Fasilitas TPS dan UDPK/unit komposting:
  - Peralatan
  - Lahan
  - Shelter daur ulang
  - Shelter pengomposan
  - Container

- Gerobak sampah
- Pemulung dan aktifitasnya.
- Kondisi pengelolaan sampah saat ini.

## **B. Aspek Finansial**

Pengumpulan data sekunder dilaksanakan dengan metode deskriptif dan eksploratif meliputi alokasi dana untuk persampahan, penghasilan unit usaha, pemasaran dan harga kompos, serta harga barang lapak.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Timbangan Dacin dan timbangan duduk 150 kg
2. Timbangan Digital 40 kg
3. Meteran skala 1 – 10 m
4. Tali
5. Plastik Sealer (untuk pengemasan)
6. Alat tulis kantor
7. Gerobak sampah
8. Sekop

#### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Sampah domestik
2. Sampah non domestik

### 3.3 Tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian pada penelitian ini adalah:

1. Menghitung Volume Sampah

Sampah yang diangkut menggunakan gerobak/gerobak motor/mobil sampah yang berasal dari rumah warga, sekolah, kantor, rumah sakit dan lain-lain diukur panjang, lebar, dan tinggi sampah yang terdapat pada alat pengumpul. Pengukuran ini dilakukan secara kontinyu, dilakukan selama 8 hari.

2. Menghitung Berat Jenis Sampah

Sampah yang diangkut menggunakan alat pengumpul ditimbang menggunakan timbangan untuk mengetahui berat jenis sampah.

3. Komposisi Sampah

Pengambilan sampel sampah di TPS untuk menentukan komposisi sampah dilakukan dengan metode perempatan, yaitu mengaduk serata mungkin sampah yang masuk ke TPS, kemudian sampah tersebut dibagi menjadi empat bagian, demikian seterusnya sampai diperoleh sampel sebanyak 100 kilogram. Sampel tersebut dibagi menurut jenisnya untuk memperoleh komponen dan kuantitas sampah tiap komponen yang masuk.

4. Pemilahan Sampah

Sampel sampah yang telah diperoleh sebanyak 100 kg menggunakan metode perempatan dilakukan pemilahan berdasarkan jenis sampah diantaranya: sisa makanan, HDPE, LDPE, PET, bahan berbahaya dan beracun (B3) dan lain-lain.

5. Penentuan *recovery factor*.

Sampel yang telah dipilah ditentukan sesuai dengan manfaat sampah.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini adalah secara teknis dan finansial, diantaranya:

- a. Pada aspek teknis, analisis yang dilakukan meliputi :
  - Analisis prosentase berat dan volume tiap komposisi sampah.
  - Analisis perhitungan beban (loadcount analisis)
  - Analisis potensi sampah yang dapat direduksi berdasarkan komposisi sampah dan persentase berat dan volume tiap komposisi sampah.
    - ✚ Analisis prosentase dan analisis potensi didapatkan hasil skenario I dan skenario II
- b. Analisis kondisi eksisting UDPK dan pengembangannya.
- c. Pada aspek finansial dengan menghitung kebutuhan dana baik biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, analisis potensi peningkatan pendapatan dari usaha ini, pemasaran dan harga kompos, harga barang lapak, potensi pasar yang dapat menyerap produk dari UDPK.

## BAB IV

### GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

#### 4.1 Jumlah Penduduk di Area Pelayanan

Area pelayanan Unit Komposting Kesatrian adalah Kelurahan Kesatrian dan Kelurahan Bunulrejo. Data jumlah per Kelurahan dapat dilihat pada lampiran 1. Berdasarkan data monografi Kelurahan dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 terjadi laju pertumbuhan penduduk. Rata-rata 0,39%. Perkembangan jumlah penduduk area pelayanan Unit Komposting Kesatrian setiap tahun adalah seperti pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Perkembangan Jumlah penduduk tiap tahun Unit Komposting Kesatrian**

No	Tahun	Laki-laki	Perempuan	Total	Kepadatan Penduduk	Pertumbuhan Penduduk (%)
1	2010	17906	18737	36643	0	0.00
2	2011	17963	18189	36152	-491	-1.36
3	2012	17932	18119	36051	-101	-0.28
4	2013	18022	18610	36632	581	1.59
5	2014	18521	18707	37228	596	1.60
		<b>Rata-rata</b>			<b>146</b>	<b>0.39</b>
		<b>Standar Deviasi</b>			<b>535</b>	<b>1.46</b>

Sumber: Data Monografi Kecamatan Blimbing (2010-2014)

Area pelayanan Unit Komposting Arjosari adalah Kelurahan Arjosari. Data jumlah penduduk kelurahan dapat dilihat pada lampiran 1. Berdasarkan data dari monografi Kelurahan dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2014 terjadi laju pertumbuhan penduduk rata-rata area pelayanan sebesar 1.72%. Wilayah pelayanan TPS Arjosari adalah Kelurahan Arjosari. Perkembangan jumlah penduduk area pelayanan Arjosari setiap tahun adalah seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Perkembangan Jumlah penduduk tiap tahun Unit Komposting  
Arjosari**

No	Tahun	Laki-laki	Perempuan	Total (jiwa)	Kepadatan Penduduk	Pertumbuhan Penduduk (%)	
1	2010	4067	3800	7867	0	0.00	
2	2011	3815	3878	7693	-174	-2.26	
3	2012	3826	3926	7752	59	0.76	
4	2013	4183	4188	8371	619	7.39	
5	2014	4208	4246	8454	83	0.98	
		<b>Rata-rata</b>				<b>147</b>	<b>1.72</b>
		<b>Standar Deviasi</b>				<b>335</b>	<b>4.06</b>

Sumber : Data Monografi Kecamatan Blimbing (2010-2014).

**A. Perhitungan Proyeksi Penduduk di Area pelayanan TPS Kesatrian**

Metode yang dipilih untuk melakukan proyeksi penduduk didasarkan atas nilai korelasi yang didapat dari perhitungan masing-masing metode proyeksi.

a. Metode Aritmatik

Rumus :

$$P_n = P_o + r(dn)$$

Dimana :

$P_n$  : Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_o$  : Jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  : Rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

$dn$  : kurun waktu proyeksi

Korelasi penduduk ( $r$ )

Menentukan korelasi penduduk pada metode ini, maka  $x$  didefinisikan sebagai nomor data, dan  $y$  sebagai pertambahan penduduk.

**Tabel 4.3 Perhitungan koefisien korelasi Metode Aritmatika**

<b>Total Jumlah Penduduk</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>y<sup>2</sup></b>	<b>xy</b>
36643	0	0	0	0	0
36152	1	-491	1	241081	-491
36051	2	-101	4	10201	-202
36632	3	581	9	337561	1743
37228	4	596	16	355216	2384
	<b>10</b>	<b>585</b>	<b>30</b>	<b>944059</b>	<b>3434</b>

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\} \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(3434) - (585 \times 10)}{\sqrt{\{(5 \times 944059) - (585^2)\} \{(5 \times 30) - (10^2)\}}}$$

$$r = 0.77$$

b. Metode Geometrik

Rumus :

$$P_n = P_0(1 + r)^{dn}$$

Dimana :

$P_n$  : Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$P_0$  : Jumlah penduduk pada awal proyeksi

$r$  : Rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun

$dn$  : kurun waktu proyeksi

Korelasi penduduk ( $r$ )

Menentukan korelasi penduduk pada metode ini, maka  $x$  didefinisikan sebagai nomor data, dan  $y$  nilai  $\ln$  dari jumlah penduduk dan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut:

**Tabel 4.4 Perhitungan koefisien korelasi Metode Geometri**

Total Jumlah Penduduk	x	x <sup>2</sup>	Y=ln Po	y <sup>2</sup>	xy
36643	1	1	10.50898	110.4386	10.50898
36152	2	4	10.49549	110.1553	20.99098
36051	3	9	10.49269	110.0965	31.47807
36632	4	16	10.50868	110.4323	42.03471
37228	5	25	10.52482	110.7718	52.62408
	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>52.53065</b>	<b>551.8945</b>	<b>157.6368</b>

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\} \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(157.6368) - (52.53065 \times 15)}{\sqrt{\{(5 \times 551.8945) - (551.8945)^2\} \{(5 \times 55) - (15^2)\}}}$$

$$r = 0,6$$

c. Metode Least Square

Rumus :

$$P_n = a + (bt)$$

Dimana :

$P_n$  : Jumlah penduduk pada akhir tahun periode

$t$  : Tambahan tahun terhitung dari tahun dasar

$$a = \{(\sum y)(\sum x^2) + (\sum x)(\sum xy)\} / \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}$$

$$b = \{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)\} / \{n(\sum x^2) - (\sum x)^2\}$$

Korelasi penduduk (r)

Menentukan korelasi penduduk pada metode ini, maka x didefinisikan sebagai nomor data, dan y adalah jumlah penduduk per tahun dan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Perhitungan koefisien korelasi last square

Total Jumlah Penduduk	x	x <sup>2</sup>	y	y <sup>2</sup>	xy
36643	1	1	36643	1342709449	36643
36152	2	4	36152	1306967104	72304
36051	3	9	36051	1299674601	108153
36632	4	16	36632	1341903424	146528
37228	5	25	37228	1385923984	186140
	15	55	182706	6677178562	549768

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\} \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(549768) - (15 \times 182706)}{\sqrt{\{(5 \times 6677178562) - (182706^2)\} \{(5 \times 55) - (15^2)\}}}$$

$$r = 0,6$$

Berdasarkan uji korelasi dihasilkan nilai r yang paling mendekati 1 adalah hasil dari perhitungan secara aritmatik yaitu dengan nilai  $r = 0,77$ . Perhitungan jumlah penduduk untuk 15 tahun ke depan (2029).

$$P_n = P_o + r(dn)$$

$$P_n = 37228 + 0.0039(2029 - 2015)$$

$$P_n = 37235 \text{ jiwa}$$

#### B. Perhitungan Proyeksi Penduduk di Area pelayanan TPS Arjosari

Metode yang sama digunakan untuk menghitung proyeksi di TPS Arjosari.

## a. Metode Aritmatik

**Tabel 4.6 Perhitungan Koefesien Korelasi Metode Aritmatika**

Total Jumlah Penduduk	x	y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
7867	0	0	0	0	0
7693	1	-174	1	30276	-174
7752	2	59	4	3481	118
8371	3	619	9	383161	1857
8454	4	83	16	6889	332
	<b>10</b>	<b>587</b>	<b>30</b>	<b>423807</b>	<b>2133</b>

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\} \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(2133) - (10 \times 587)}{\sqrt{\{(5 \times 423807) - (587^2)\} \{(5 \times 30) - (10^2)\}}}$$

$$r = 0.51$$

## b. Metode Geometrik

**Tabel 4.7 Perhitungan Koefesien Korelasi Metode Geometri**

Total Jumlah Penduduk	x	x <sup>2</sup>	Y=ln Po	y <sup>2</sup>	xy
7867	1	1	8.970432	80.46865	8.970432
7693	2	4	8.948066	80.06789	17.89613
7752	3	9	8.955706	80.20467	26.86712
8371	4	16	9.032529	81.58657	36.13011
8454	5	25	9.042395	81.76491	45.21197
	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>44.94913</b>	<b>404.0927</b>	<b>135.0758</b>

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\} \{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(135.0758) - (15 \times 44.94913)}{\sqrt{\{(5 \times 404.0927) - (44.94913^2)\} \{(5 \times 55) - (15^2)\}}}$$

$$r = 0,8$$

## c. Metode Least Square

**Tabel 4.8 Perhitungan Koefisien Korelasi Last square**

Total Jumlah Penduduk	x	x <sup>2</sup>	y	y <sup>2</sup>	xy
7867	1	1	7867	61889689	7867
7693	2	4	7693	59182249	15386
7752	3	9	7752	60093504	23256
8371	4	16	8371	70073641	33484
8454	5	25	8454	71470116	42270
	<b>15</b>	<b>55</b>	<b>40137</b>	<b>322709199</b>	<b>122263</b>

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum Y)(\sum X)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\}\{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}}$$

$$r = \frac{5(122263) - (15 \times 40137)}{\sqrt{\{(5 \times 322709199) - (40137^2)\}\{(5 \times 55) - (15^2)\}}}$$

$$r = 0,8$$

Berdasarkan uji korelasi dihasilkan nilai r yang paling mendekati 1 adalah hasil dari perhitungan secara geometri yaitu dengan nilai r = 0,8. Perhitungan jumlah penduduk untuk 15 tahun ke depan (2029) yang akan datang dengan metode Geometri. Persamaan yang digunakan :

$$P_n = P_0(1 + r)^{dn}$$

$$P_n = 8454(1 + 0,0172)^{(2029-2015)}$$

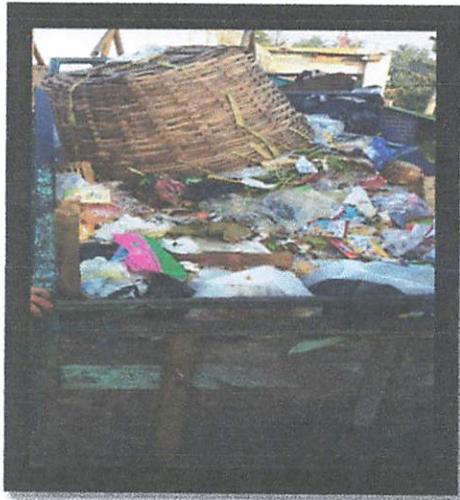
$$P_n = 10734 \text{ jiwa}$$

## 4.2. Kondisi Eksisting Area Pelayanan TPS

### A. TPS Kesatrian

Sistem pengumpulan dilakukan secara pola individual tidak langsung (dari rumah - ke rumah), yaitu cara pengumpulan sampah dari masing-masing sumber sampah dibawa ke lokasi TPS untuk kemudian diangkut ke TPA, disamping itu juga secara pola komunal tidak langsung yaitu cara pengumpulan sampah dari masing-masing titik pewadahan komunal dibawa ke lokasi TPS untuk diangkut ke TPA.

Sampah diangkut oleh petugas pengangkut sampah (pasukan kuning) dengan gerobak sampah ke TPS. Terdapat 19 gerobak standar dengan jadwal pengangkutan antara pukul 05.00 – 16.00 WIB. Gerobak pengangkut yang digunakan untuk mengangkut sampah dari rumah-rumah menuju ke TPS dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1 Gerobak untuk Mengangkut Sampah di TPS Kesatrian.**

Unit Komposting Kesatrian memiliki ukuran lahan 14 x 8 m, ukuran bangunan 14 x 8 m. Sampah yang datang langsung dibongkar dari gerobak sampah dan sebagian diolah menjadi kompos. Sampah yang bisa didaur ulang dikumpulkan oleh para pemulung yang sebagian besar masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar TPS. Barang yang masih memiliki nilai jual dikumpulkan, dan dijual ke pengepul atau bandar lapak, ketika pembongkaran sampah dari gerobak sampah, petugas pengangkut sampah memungut sampah yang masih memiliki

nilai jual. Tujuannya adalah untuk menambah pendapatan dari penjualan barang lapak tersebut. Barang lapak yang telah dikumpulkan kemudian dijual langsung oleh masing-masing petugas pemungut sampah lalu langsung dijual perorangan. Hasil cetakan dan gudang penyimpanan barang lapak dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2. Hasil cetakan proses komposting di TPS Kesatrian.**

Pemilahan dilakukan oleh pemulung dan petugas pengangkut sampah, sisa sampah (residu) dimasukkan ke kontainer, kemudian pada periode waktu tertentu kontainer yang telah terisi sampah diangkut ke TPA. Target produksi sampah pada TPS Kesatrian sebesar 3.6 ton/thn dan produksi kompos untuk TPS Kesatrian sebesar 3 ton/thn hal ini terjadi karena sampah basah di TPS Kesatrian sampai sekarang belum dilakukan pemilahan pada setiap gerobak melainkan di fasilitasi satu gerobak hanya untuk mengangkut sampah basah yang kemudian akan dijadikan kompos, lahan pemilahan yang kurang dan tenaga pemilah masih sedikit. Sampah basah dari setiap gerobak langsung dibuang ke kontainer. Aktifitas pemindahan sampah menuju truk pengangkut sampah dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3. Pemindahan sampah dari TPS ke TPA di TPS Kesatrian.**

Adapun fasilitas yang terdapat di Unit Komposting Kesatrian kondisinya rata-rata masih baik. Fasilitas yang ada antara lain :

- Lahan Transfer depo
- Lahan pemilahan dan pengomposan.
- Lahan pematangan, pengayakan, pengemasan.
- Gudang, ruang administrasi, toilet.
- Taman-taman.

## B. TPS Arjosari

Sistem pengumpulan dilakukan secara pola individual tidak langsung (dari rumah - ke rumah), yaitu cara pengumpulan sampah dari masing-masing sumber sampah dibawa ke lokasi TPS untuk kemudian diangkut ke TPA, disamping itu juga secara pola komunal tidak langsung yaitu cara pengumpulan sampah dari masing-masing titik pewardahan komunal dibawa ke lokasi TPS untuk diangkut ke TPA.

Sampah diangkut oleh petugas pengangkut sampah (pasukan kuning) dengan gerobak sampah ke TPS. Terdapat 25 gerobak standar dengan jadwal pengangkutan antara pukul 05.00 – 18.00 WIB. Gerobak pengangkut yang digunakan untuk mengangkut sampah dari rumah-rumah menuju ke TPS dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Gerobak untuk Mengangkut Sampah di TPS Arjosari.**

Unit Komposting Arjosari memiliki ukuran lahan ukuran lahan 20 x 10 m, ukuran bangunan 8,5 x 8 m. Sampah yang datang langsung dibongkar dari gerobak sampah dan sebagian diolah menjadi kompos. Sampah yang bisa didaur ulang dikumpulkan oleh para pemulung yang sebagian besar masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar TPS. Barang yang masih memiliki nilai jual dikumpulkan, bila sudah banyak dijual ke pengepul atau bandar lapak., ketika pembongkaran sampah dari gerobak sampah, petugas pengangkut sampah memungut sampah yang masih memiliki nilai jual. Tujuannya adalah untuk menambah pendapatan dari penjualan barang lapak tersebut. Barang lapak yang telah dikumpulkan kemudian dijual oleh pemulung dapat dilihat pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5. Hasil cetakan dan pemilahan di TPS Arjosari.**

Pemilahan dilakukan oleh pemulung dan petugas pengangkut sampah, sisa sampah (residu) dimasukkan ke truk/dum truk kemudian pada periode waktu tertentu kontainer yang telah terisi sampah diangkut ke TPA. Target produksi untuk TPS Arjosari sebesar 3 ton/thn dan produksi kompos pada TPS Arjosari sebesar 2 ton/thn hal ini terjadi karena sampah basah di TPS Arjosari sampai sekarang belum dilakukan pemilahan pada setiap gerobak melainkan di fasilitasi satu gerobak hanya untuk mengangkut sampah basah yang kemudian akan

dijadikan kompos, lahan untuk pemilahan yang kurang, dan tenaga pemilahan yang sedikit. Sampah basah dari setiap gerobak langsung dibuang ke kontainer. Aktifitas pemindahan sampah menuju truk pengangkut sampah dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.6. Pemindahan sampah dari TPS ke TPA di TPS Arjosari.**

Adapun fasilitas yang terdapat di Unit Komposting Arjosari kondisinya rata-rata masih baik. Fasilitas yang ada antara lain :

- Lahan transfer depo.
- Lahan pemilahan dan pengomposan.
- Lahan pematangan, pengayakan, pengemasan.
- Gudang, ruang administrasi, toilet.
- Green house.
- Taman-taman.

## **BAB V**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Timbulan Sampah**

Menghitung volume sampah yang masuk ke TPS, yaitu dengan mengukur sampah yang terdapat pada gerobak dan gerobak motor. Gerobak standar yang berisi sampah dengan volume  $0,98 \text{ m}^3$ , ukuran  $(1,5 \times 0,8 \times 0,82) \text{ m}$  dan gerobak motor dengan volume  $1.9 \text{ m}^3$ , ukuran  $(1.6 \times 1.15 \times 1.06) \text{ m}$  yang berisi sampah dan masuk ke TPS diukur volumenya. Beberapa gerobak mengumpulkan sampah ke TPS lebih dari sekali dalam sehari. Data volume sampah di TPS hasil penelitian lapangan dapat dilihat pada lampiran 2 dan total volume dapat dilihat pada Tabel Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 berikut:

**Tabel 5.1 Volume Sampah pada Gerobak di TPS Arjosari**

Jenis Angkutan	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6		Hari 7		Hari 8		Total	Rata-rata
	Jml	Vol																
Gerobak	18	17.46	19	18.14	17	17.93	12	12.54	18	18.21	19	18.85	17	15.39	18	18.15	274.67	
Gerobak Motor	1	1.64	1	1	2	4.5	2	3.97	1	1.94	2	3.85	2	3.57	2	3.74	37.21	
		19.1		19.14		22.43		16.51		20.15		22.7		18.96		21.89	160.88	20.11

**Tabel 5.2 Volume Sampah pada Gerobak di TPS Kesatrian**

Jenis Angkutan	Hari 1		Hari 2		Hari 3		Hari 4		Hari 5		Hari 6		Hari 7		Hari 8		Total	Rata-rata
	Jml	Vol																
Gerobak	16	17.48	24	23.30	14	13.88	18	18.32	21	22.07	17	17.18	19	21.05	14	15.31		
		17.48		23.30		13.88		18.32		22.07		17.18		21.05		15.31	148.59	18.58

Tabel 5.1 menjelaskan bahwa volume sampah gerobak yang masuk ke TPS Arjosari rata-rata sebanyak 20.11 m<sup>3</sup>/hari, dengan rentang antara 16.51 m<sup>3</sup>/hari – 21.89 m<sup>3</sup>/hari. Tabel 5.2 menjelaskan bahwa volume sampah yang masuk ke TPS Kesatrian adalah 18.58 m<sup>3</sup>/hari, dengan rentang antara 13.88 m<sup>3</sup>/hari – 23.30 m<sup>3</sup>/hari.

## **5.2 Komposisi Sampah**

Komposisi sampah dilakukan dengan mengambil data primer. Sampel sampah tersebut dilakukan pemilahan menurut jenisnya untuk memperoleh komponen dan kuantitas sampah tiap komponen yang masuk. Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut. Hasil perhitungan di TPS Kesatrian menunjukkan bahwa komposisi tertinggi adalah sampah kebun sebesar 56,07 kg/hari, dan hasil perhitungan di TPS Arjosari menunjukkan bahwa komposisi tertinggi adalah sampah kebun sebesar 50.53 kg/hari. Proses pemilahan komposisi dapat dilihat pada Gambar 5.1. Hasil penelitian komposisi sampah di TPS dapat dilihat pada lampiran 3 dan rata-rata komposisi dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4



(a) Sisa Makanan



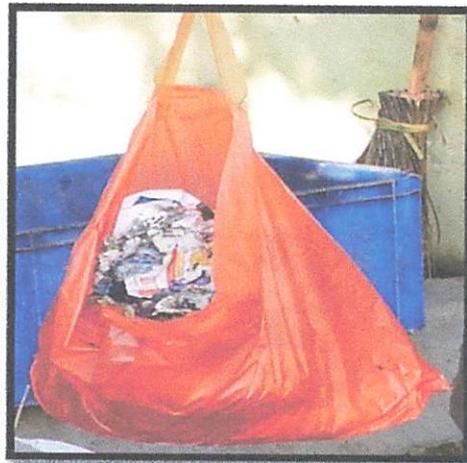
(b) HDPE



(c) LDPE



(d) Kertas Kantor



(e) Koran



(f) Kardus



(g) Kayu



(h) Sterofoam



(i) Diapers

**Gambar 5.1 Pemilahan komposisi sampah**

**Tabel 5.3 Komposisi Sampah 100 Kg TPS Kesatrian**

Komposisi		Rata-rata (kg/hr)
Sampah basah	Sisa makanan	14.01
	Sampah kebun	56.07
Plastik	HDPE	5.20
	LDPE	5.14
	PET	1.52
	Campuran	0.99
Kertas & kardus	Office paper (Kertas Kantor)	0.87
	Koran	0.96
	Majalah	0.03
	Buku	0.04
	Papan bahan kertas	
	Kertas campuran	4.03
	Kardus	0.43
Diapers		5.17
Kabel		0.004
Kayu		0.60
B3		0.33
Kain/Tekstil		1.16
Kaca		1.05
Karet		0.32
Kaleng	Kaleng aluminium	0.37
	Kaleng baja	0.08
Logam		0.01
Kulit		0.32
Sterofoam		0.22
Batu		0.89
Besi		0.08
Tulang		0.13
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>

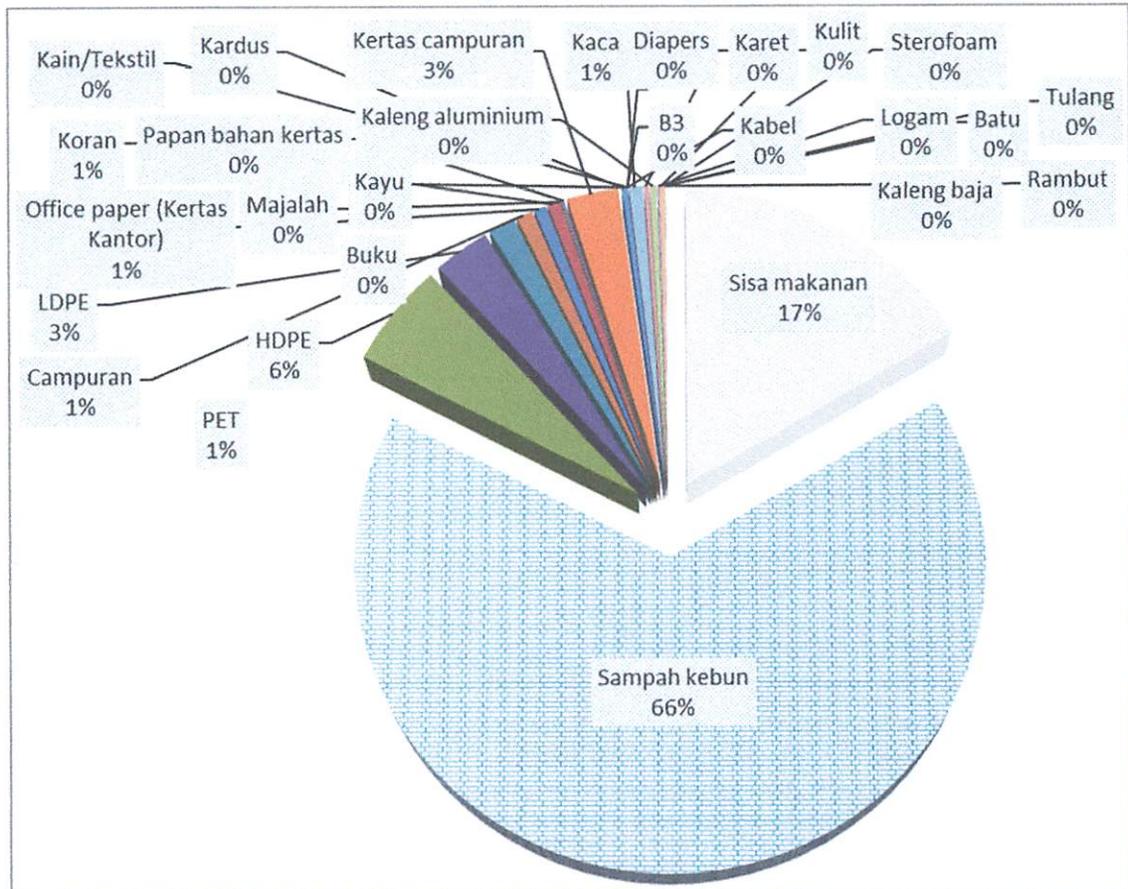
Tabel 5.3 komposisi sampah 100 kg di TPS kesatrian menjelaskan bahwa sampah yang paling banyak di hasilkan pada sampah basah yaitu sampah

kebun sebesar 56.07 kg/hari dan pada sampah kering yang paling banyak dihasilkan yaitu diaper sebesar 5.17 kg/hari.

**Tabel 5.4 Komposisi Sampah 100 Kg TPS Arjosari**

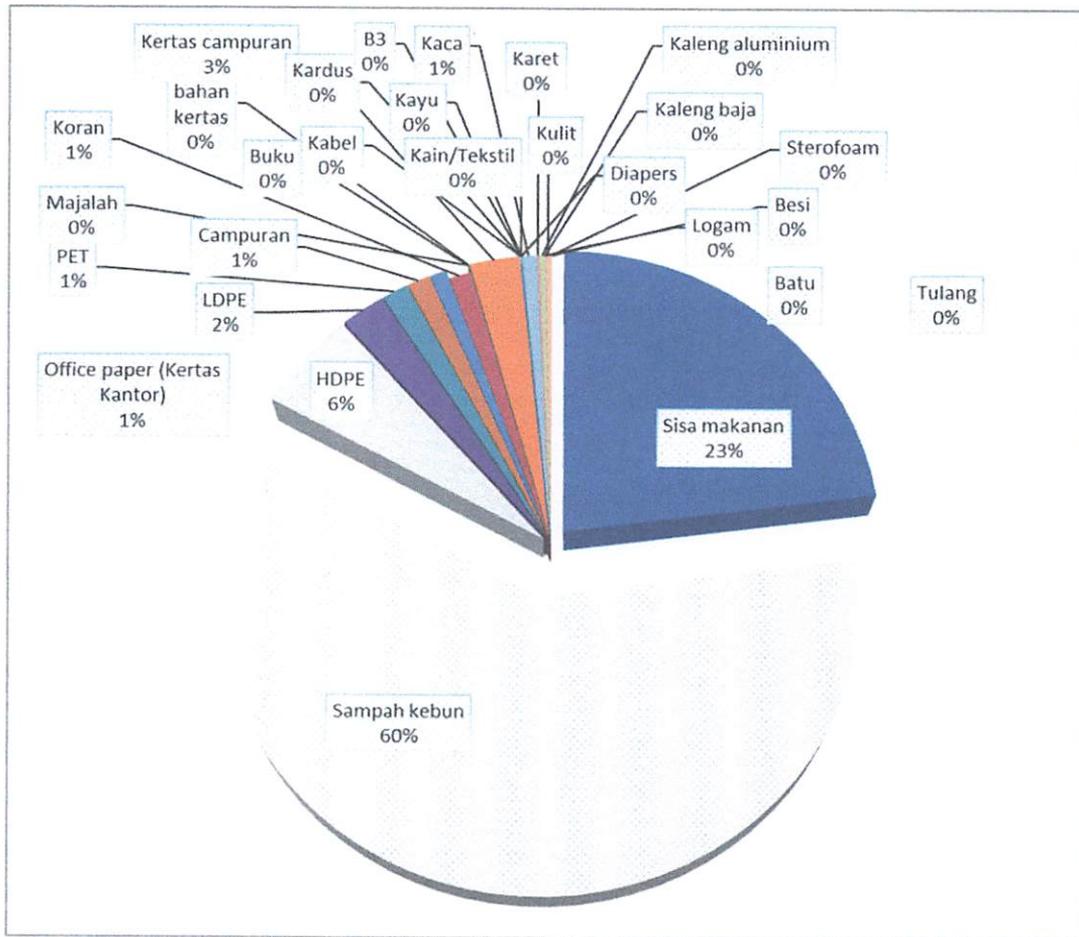
Komposisi		Rata-rata (kg/hr)
Sampah basah	Sisa makanan	19.22
	Sampah kebun	50.53
Plastik	HDPE	5.04
	LDPE	3.64
	PET	1.28
	Campuran	1.16
Kertas & kardus	Office paper (Kertas Kantor)	0.90
	Koran	1.09
	Majalah	0.01
	Buku	0.06
	Papan bahan kertas	
	Kertas campuran	4.13
	Kardus	0.21
Diapers		7.40
Kabel		0.02
Kayu		1.37
B3		0.38
Kain/Tekstil		1.50
Kaca		0.79
Karet		0.18
Kaleng	Kaleng aluminium	0.29
	Kaleng baja	0.02
Logam		0.01
Kulit		0.30
Sterofoam		0.15
Batu		0.30
Kawat		0.01
Rambut		0.01
	<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Tabel 5.4 komposisi sampah 100 kg di TPS Arjosari menjelaskan bahwa sampah yang paling banyak di hasilkan pada sampah basah yaitu sampah kebun sebesar 50.53 kg/hari dan sampah kering yang paling banyak dihasilkan yaitu diaper sebesar 7.40 kg/hari.



**Gambar 5.2 Berat Rata-rata Komposisi sampah di TPS Kesatrian.**

Gambar 5.2 berat rata-rata komposisi sampah di TPS Kesatrian menjelaskan bahwa seperti pada tabel 5.3 komposisi sampah 100 kg di TPS kesatrian bahwa sampah yang dihasilkan paling terbesar adalah sampah basah yang terdiri dari sampah kebun sebesar 66 % dan sampah makanan sebesar 17 %.



**Gambar 5.3 Berat Rata-rata Jenis Sampah di TPS Arjosari.**

Gambar 5.3 berat rata-rata komposisi sampah di TPS Arjosari menjelaskan bahwa seperti pada tabel 5.4 komposisi sampah 100 kg di TPS Arjosari bahwa sampah yang dihasilkan paling terbesar adalah sampah basah yang terdiri dari sampah kebun sebesar 60 % dan sampah makanan sebesar 23 %.

Nilai *recovery factor* ditentukan dengan melakukan pemilahan sampah yang bisa didaur ulang dan dibuat kompos. *Recovery factor* dihitung dengan membandingkan berat komponen sampah yang masih bisa didaur ulang/dibuat kompos dengan berat komponen sampah. Perhitungan nilai *recovery factor* (%), sebagai berikut:

- Sampah LDPE TPS Kesatrian

$$\%Rf = \frac{\text{Rata-rata jenis sampah LDPE yang bisa di daur ulang}}{\text{Rata-rata jenis sampah LDPE}} \times 100$$

$$\%Rf = (2.57 \text{ kg/hari}) / (1.5 \text{ kg/hari}) \times 100$$

$$\%Rf = 50.09\%$$

Hasil nilai *recovery factor* masing-masing jenis sampah dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan nilai *recovery factor* rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan 5.6. Hasil perhitungan menunjukkan setiap komponen sampah mempunyai nilai yang bervariasi.

**Tabel 5.5 Jenis Sampah yang bisa didaur ulang dan kompos TPS Kesatrian**

Komposisi		Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)
Sampah basah	Sisa makanan	14.01	100
	Sampah kebun	56.07	100
Plastik	HDPE	4.76	91.58
	LDPE	2.57	50.09
	PET	1.22	80.63
	Campuran	0.77	78.03
Kertas & kardus	Office paper (Kertas Kantor)	0.59	67.53
	Koran	0.58	60.47
	Majalah	0.02	35.07
	Buku	0.13	131.25
	Papan bahan kertas	0.00	0.00
	Kertas campuran	2.32	57.64
	Kardus	0.26	60.35
Diapers		0.00	0.00
Kabel		0.00	0.00
Kayu		0.00	0.00
B3		0.00	0.00
Kain/Tekstil		0.00	0.00
Kaca		0.63	60.07
Karet		0.22	60.34
Kaleng	Kaleng aluminium	0.32	64.65
	Kaleng baja	0.06	29.88
Logam		0.01	25.00
Kulit		0.24	37.20

Lanjutan

Komposisi	Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)	Komposisi
Sterofoam		0.00	0.00
Batu		0.00	0.00
Besi		0.06	38.65
Tulang		0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>84.85</b>	<b>84.85</b>

Keterangan:

\*Selama penelitian tidak terdapat nilai RF karena tidak diambil oleh pemulung/tidak dapat didaur ulang/tidak mempunyai nilai ekonomi.

Tabel 5.5 jenis sampah yang bisa dijadikan kompos di TPS kesatrian adalah sampah basah yang terdiri dari sampah sisa makanan dan sampah kebun dengan nilai recovery factor sebesar 100 % sedangkan sampah kering yang paling besar dapat didaur ulang yaitu plastik HDPE dengan nilai *recovery factor* sebesar 91.58 %.

**Tabel 5.6 Komponen Sampah yang bisa didaur ulang dan kompos TPS Arjosari**

Komposisi		Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)
Sampah basah	Sisa makanan	19.22	100
	Sampah kebun	50.53	100
Plastik	HDPE	4.68	92.93
	LDPE	2.00	55.02
	PET	1.21	94.24
	Campuran	1.03	88.79
	Office paper (Kertas Kantor)	0.73	82.05
Kertas & kardus	Koran	0.94	86.27
	Majalah	0.01	6.25
	Buku	0.04	35.05
	Papan bahan kertas	0.00	0.00
	Kertas campuran	2.21	53.37
	Kardus	0.06	24.26

**Lanjutan**

Komposisi		Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)
Diapers		0.00	0.00
Kabel		0.00	0.00
Kayu		0.00	0.00
B3		0.00	0.00
Kain/Tekstil		0.00	0.00
Karet		0.11	61.94
Kaleng	Kaleng aluminium	0.25	75.22
	Kaleng baja	0.02	20.31
Logam		0.01	37.50
Kulit		0.27	44.00
Sterofoam		0.00	0.00
Batu		0.00	0.00
Tulang		0.00	0.00
Rambut		0.00	0.00
	<b>Total</b>	<b>83.95</b>	<b>83.95</b>

**Keterangan:**

\*Selama penelitian tidak terdapat nilai RF karena tidak diambil oleh pemulung/tidak dapat didaur ulang/tidak mempunyai nilai ekonomi.

Tabel 5.6 jenis sampah yang bisa dijadikan kompos di TPS Arjosari adalah sampah basah yang terdiri dari sampah sisa makanan dan sampah kebun dengan nilai recovery factor sebesar 100 % sedangkan sampah kering yang paling besar dapat didaur ulang yaitu plastik HDPE dengan nilai *recovery factor* sebesar 92.93 %.

### 5.3 Karakteristik Fisik Sampah

Berat jenis sampah menyatakan berat sampah per volume. Proses pengukuran berat jenis sampah dapat dilihat pada Gambar 5.4, sedangkan data berat jenis sampah di TPS hasil penelitian lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan 5.8.



(a)



(b)



(c)



(d)

(a) Pengukuran panjang gerobak, (b) pengukuran lebar gerobak,

(c) pengukuran tinggi sampah, (d) Pengukuran berat

**Gambar 5.4 Pengukuran Berat Jenis Sampah di Gerobak**

**Tabel 5.7 Berat Jenis Sampah di gerobak TPS Kesatrian**

<b>Berat (kg) &amp; Volume Sampah (m<sup>3</sup>)</b>								
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5	Hari-6	Hari-7	Hari-8
Berat sampah	222.9	205.33	163.4	121.88	196.14	216.52	101.64	108.64
Volume sampah	0.68	0.86	0.92	0.89	1.04	1.21	0.87	0.73
<b>Berat Jenis Sampah (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>328.37</b>	<b>238.09</b>	<b>176.84</b>	<b>137.25</b>	<b>187.83</b>	<b>179.15</b>	<b>116.76</b>	<b>148.822</b>
<b>Rata-rata (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>189.14</b>							

**Tabel 5.8 Berat Jenis Sampah di gerobak TPS Arjosari**

<b>Berat (kg) &amp; Volume Sampah (m<sup>3</sup>)</b>								
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5	Hari-6	Hari-7	Hari-8
Berat sampah	264.76	216.5	246	216.52	196	169	211	148
Volume sampah	1.11	1.03	0.92	0.99	0.89	1.07	1.32	0.94
<b>Berat Jenis Sampah (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>238.299</b>	<b>210.626</b>	<b>267.124</b>	<b>219.142</b>	<b>219.268</b>	<b>158.242</b>	<b>160.120</b>	<b>157.033</b>
<b>Rata-rata (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>203.732</b>							

**Tabel 5.9 Berat Jenis Sampah di Gerobak Motor**

Jenis Kendaraan	Berat Jenis Kg/m <sup>3</sup>	Berat Jenis Rata-rata (Kg/m <sup>3</sup> )
Gerobak Motor 1	533.7	437
Gerobak Motor 2	390.1	

Hasil penelitian di TPS Kesatrian menunjukkan pada tabel 5.7 berat jenis sampah di gerobak rata-rata adalah 189.14 kg/m<sup>3</sup> dengan rentang antara 116.76 kg/m<sup>3</sup> – 328.37 kg/m<sup>3</sup>. Hasil penelitian di TPS Arjosari menunjukkan pada tabel 5.8 berat jenis sampah di gerobak rata-rata adalah 203.732 kg/m<sup>3</sup> dengan rentang antara 157.033 kg/m<sup>3</sup> – 267.124 kg/m<sup>3</sup>. Tabel 5.9 adalah berat jenis sampah pada gerobak motor di TPS Arjosari.

## **5.4 Potensi Reduksi Sampah**

### **5.4.1 Keseimbangan Material Sampah Rencana di Unit Komposting Kesatrian**

Berat timbulan sampah di TPS Kesatrian rata-rata adalah  $18.58 \text{ m}^3/\text{hr} \times 189.14 \text{ kg/m}^3 = 3514.22 \text{ kg/hari}$ . Berdasarkan jumlah penduduk tahun 2014 sebesar 37228 jiwa, didapatkan laju timbulan sampah sebesar  $18.58 \text{ m}^3/\text{hari} : 37228 \text{ orang} = 0,49 \text{ L/orang/hari}$  atau  $3514.22 \text{ kg/hari} : 37228 \text{ jiwa} = 0,09 \text{ kg/orang hari}$ . Potensi Berat timbulan sampah di TPS Kesatrian tahun 2029 dengan proyeksi jumlah penduduk 37235 orang sebesar  $0,09 \text{ kg/orang/hari} \times 37235 = 3351.15 \text{ kg/hari}$  atau  $0.49 \text{ L/orang/hari} \times 37235 \text{ jiwa} = 18.24 \text{ (m}^3/\text{hari)}$ . Hasil perhitungan keseimbangan material sampah dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Keseimbangan Material Sampah Rencana di Unit Komposting Kesatrian

Komposisi		% Berat Rata-rata	Berat Sampah (kg)	Volume Sampah (m3)	Recovery Faktor (%)	Berat Recovery (Kg)	Volume Recovery (m3)	Berat Residu (Kg)	Volume Residu (M3)
Sampah basah	Sisa makanan	14.01	469.58	2.56	100.00	469.58	2.56	0.00	0.00
	Sampah kebun	56.07	1878.94	10.23	100.00	1878.94	10.23	0.00	0.00
Plastik	HDPE	5.20	174.18	0.95	85.55	149.01	0.81	25.17	0.14
	LDPE	5.14	172.21	0.94	40.86	70.36	0.38	101.84	0.55
	PET	1.52	50.81	0.28	80.82	41.07	0.22	9.75	0.05
	Campuran	0.99	33.18	0.18	50.81	16.86	0.09	16.32	0.09
Kertas & kardus	Office paper (Kertas Kantor)	0.87	29.28	0.16	82.60	24.19	0.13	5.09	0.03
	Koran	0.96	32.00	0.17	90.38	28.92	0.16	3.08	0.02
	Majalah	0.03	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00
	Buku	0.04	1.26	0.01	92.86	1.17	0.01	0.09	0.00
	Papan bahan kertas		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Kertas campuran	4.03	134.88	0.73	49.08	66.20	0.36	68.68	0.37
	Kardus	0.43	14.37	0.08	74.45	10.70	0.06	3.67	0.02
Diapers		5.17	173.25	0.94	0.00	0.00	0.00	173.25	0.94
Kabel		0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
Kayu		0.60	20.07	0.11	0.00	0.00	0.00	20.07	0.11

Lanjutan

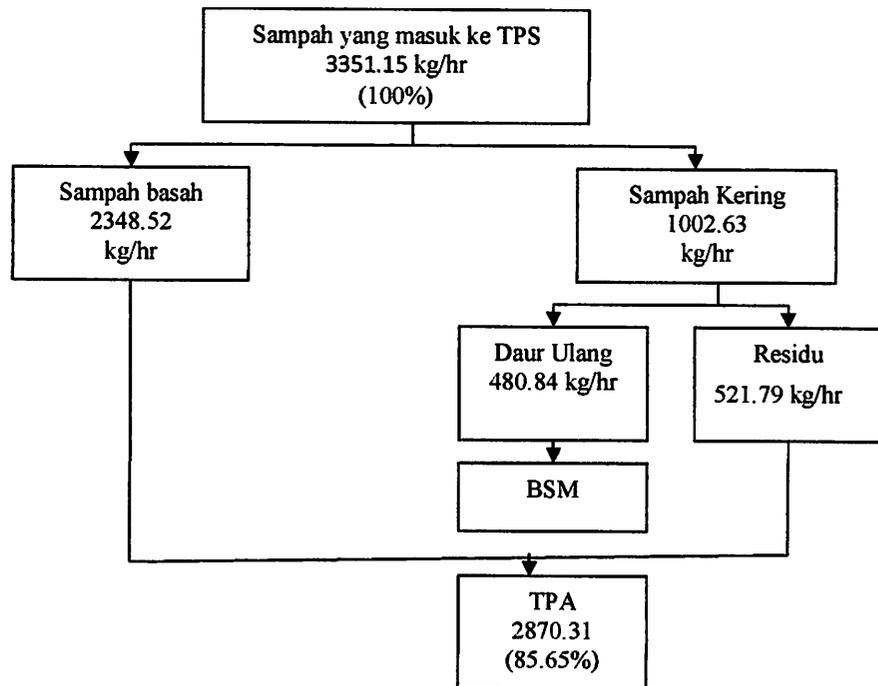
Komposisi		% Berat Rata-rata	Berat Sampah (kg)	Volume Sampah (m <sup>3</sup> )	Recovery Faktor (%)	Berat Recovery (Kg)	Volume Recovery (m <sup>3</sup> )	Berat Residu (Kg)	Volume Residu (M <sup>3</sup> )
B3		0.33	11.18	0.06	0.00	0.00	0.00	11.18	0.06
Kain/Tekstil		1.16	39.00	0.21	0.00	0.00	0.00	39.00	0.21
Kaca		1.05	35.15	0.19	100.00	35.15	0.19	0.00	0.00
Karet		0.32	10.81	0.06	100.00	10.81	0.06	0.00	0.00
Kaleng	Kaleng aluminium	0.37	12.45	0.07	100.00	12.45	0.07	0.00	0.00
	Kaleng baja	0.08	2.68	0.01	100.00	2.68	0.01	0.00	0.00
Logam		0.01	0.34	0.00	95.00	0.32	0.00	0.02	0.00
Kulit		0.32	10.64	0.06	82.10	8.74	0.05	1.90	0.01
Sterofoam		0.22	7.20	0.04	0.00	0.00	0.00	7.20	0.04
Batu		0.89	29.83	0.16	0.00	0.00	0.00	29.83	0.16
Besi		0.08	2.60	0.01	85.95	2.24	0.01	0.37	0.00
Tulang		0.13	4.31	0.02	0.00	0.00	0.00	4.31	0.02
<b>Total</b>		<b>100.0</b>	<b>3351.16</b>	<b>18.2</b>		<b>2829.36</b>	<b>15.40</b>	<b>521.804674</b>	<b>2.84</b>

Tabel 5.10 kesetimbangan material sampah menjelaskan bahwa total %berat rata-rata dari komposisi sampah sebesar 100 % dengan berat sampah sebesar 3351.16 kg dan volume sampah sebesar 18.2 m<sup>3</sup>, total berat recovery sebesar 2829.36 kg dan total volume recovery sebesar 15.40 m<sup>3</sup>, total berat residu sebesar 521.80 kg dan total volume residu sebesar 2.84 m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat menentukan potensi reduksi sampah. Potensi reduksi jenis sampah dapat dilihat pada gambar 5.5

**Skenario 1: daur ulang tanpa proses pengomposan di TPS Kesatrian.**

Skenario ini didasarkan pada kondisi di TPS, dimana proses daur ulang yang memungkinkan terjadi adalah reduksi sampah kering.

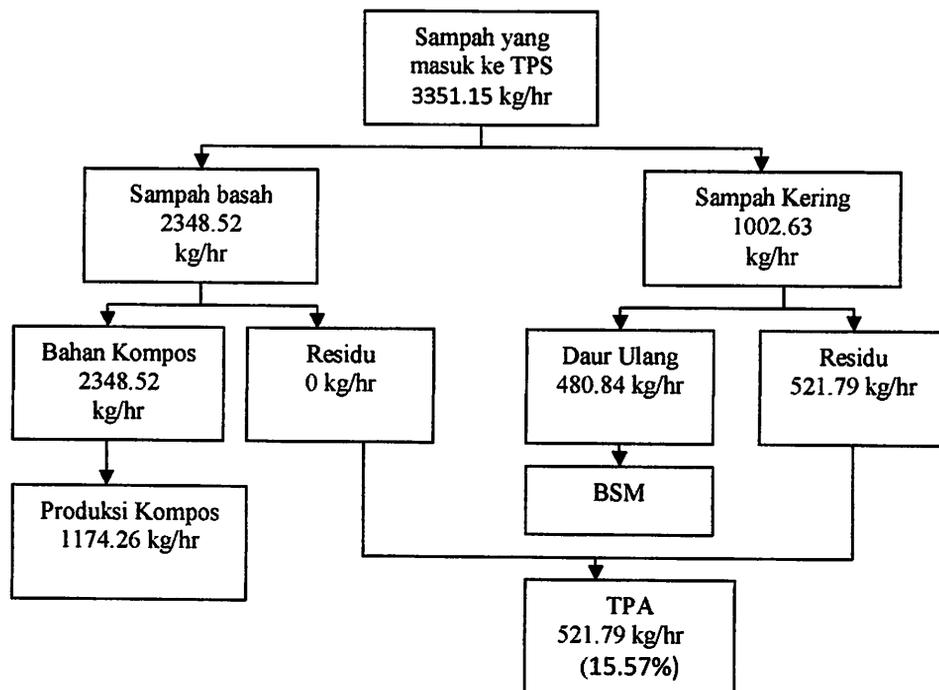


Gambar 5.5. Skema Reduksi Sampah skenario 1

Gambar 5.5 skenario reduksi sampah menunjukkan bahwa sampah yang ada di TPS Kesatrian belum dilakukan daur ulang tanpa proses pengomposan karena sampah basah pada TPS Kesatrian belum diolah semuanya sehingga sampah yang masuk ke TPA cukup besar.

### Skenario 2: Daur ulang dengan pengomposan.

Skenario ini merupakan gabungan reduksi sampah kering dan reduksi sampah basah yang melalui pengomposan.



Gambar 5.6. Skema Reduksi Sampah skenario 2

Gambar 5.6 skema reduksi sampah pada skenario 2 menunjukkan bahwa sampah sudah di daur ulang dengan proses pengomposan dengan mengolah sampah basah menjadi kompos sehingga sampah yang dibuang ke TPA menjadi lebih kecil.

#### 5.4.2 Keseimbangan Material Sampah Rencana di Unit Komposting Arjosari

**Tabel 5.11 Berat Jenis Sampah di gerobak TPS Arjosari**

Jenis Kendaraan	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg)
Gerobak	17.09	203.732	3481.78
Gerobak Motor	3.02	437	1319.74
Total	20.11		4801.52

Berat timbulan sampah di TPS Arjosari rata-rata adalah 4801.52 kg/hari. Berdasarkan jumlah penduduk tahun 2014 sebesar 8454 jiwa, didapatkan laju timbulan sampah sebesar 20.11 m<sup>3</sup>/hari : 8454 orang = 2.3 L/orang/hari atau 4801.52 kg/hari : 8454 orang = 0.56 kg/orang/hari. Potensi Berat timbulan sampah di TPS Arjosari tahun 2029 dengan proyeksi jumlah penduduk 10734 jiwa sebesar 0.56 kg/orng/hari x 10734= 6011.04 kg/hari atau 2.3 L/orang/hari x 10734 jiwa = 24.68 m<sup>3</sup>/hari. Hasil perhitungan keseimbangan material sampah dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Keketimbangan Material Sampah Rencana di Unit Komposting Arjosari

Komposisi		% Berat Rata-rata	Berat Sampah (kg)	Volume Sampah (m <sup>3</sup> )	Recovery Faktor (%)	Berat Recovery (Kg)	Volume Recovery (m <sup>3</sup> )	Berat Residu (Kg)	Volume Residu (3)
Sampah basah	Sisa makanan	19.22	1155.36	4.74	100	1155.36	4.74	0.00	0.00
	Sampah kebun	50.53	3037.12	12.47	100	3037.12	12.47	0.00	0.00
Plastik	HDPE	5.04	302.81	1.24	92.93	281.39	1.16	21.41	0.09
	LDPE	3.64	218.91	0.90	55.02	120.45	0.49	98.47	0.40
	PET	1.28	76.94	0.32	94.24	72.51	0.30	4.43	0.02
	Campuran	1.16	69.81	0.29	88.79	61.99	0.25	7.82	0.03
Kertas & kardus	Office paper (Kertas Kantor)	0.90	53.80	0.22	82.05	44.14	0.18	9.66	0.04
	Koran	1.09	65.67	0.27	86.27	56.65	0.23	9.02	0.04
	Majalah	0.01	0.60	0.00	50	0.30	0.00	0.30	0.00
	Buku	0.06	3.64	0.01	70.10	2.55	0.01	1.09	0.00
	Papan bahan kertas		0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Kertas campuran	4.13	248.48	1.02	53.37	132.62	0.54	115.86	0.48
	Kardus	0.21	12.74	0.05	27.73	3.53	0.01	9.20	0.04
Diapers		7.40	444.97	1.83	0	0.00	0.00	444.97	1.83
Kabel		0.02	0.91	0.00	0	0.00	0.00	0.91	0.00
Kayu		1.37	82.46	0.34	0	0.00	0.00	82.46	0.34

Lanjutan

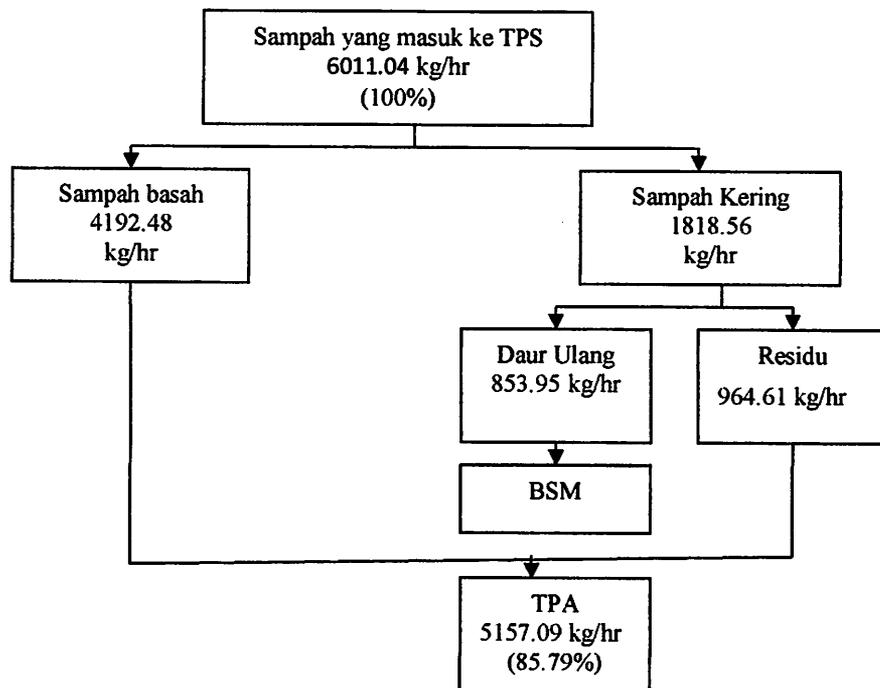
Komposisi		% Berat Rata-rata	Berat Sampah (kg)	Volume Sampah (m <sup>3</sup> )	Recovery Faktor (%)	Berat Recovery (Kg)	Volume Recovery (m <sup>3</sup> )	Berat Residu (Kg)	Volume Residu (m <sup>3</sup> )
B3		0.38	22.65	0.09	0	0.00	0.00	22.65	0.09
Kain/Tekstil		1.50	90.35	0.37	0	0.00	0.00	90.35	0.37
Kaca		0.79	47.52	0.20	81.03	38.51	0.16	9.02	0.04
Karet		0.18	10.86	0.04	61.94	6.73	0.03	4.13	0.02
Kaleng	Kaleng aluminium	0.29	17.40	0.07	85.96	14.95	0.06	2.44	0.01
	Kaleng baja	0.02	1.20	0.00	81.25	0.98	0.00	0.23	0.00
Logam		0.01	0.68	0.00	100	0.68	0.00	0.00	0.00
Kulit		0.30	18.15	0.07	87.99	15.97	0.07	2.18	0.01
Sterofoam		0.15	8.79	0.04	0	0.00	0.00	8.79	0.04
Batu		0.30	18.00	0.07	0	0.00	0.00	18.00	0.07
Besi		0.01	0.38	0.00	0	0.00	0.00	0.38	0.00
Tulang		0.01	0.79	0.00	0	0.00	0.00	0.79	0.00
	<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>6011.0</b>	<b>24.7</b>		<b>5046.43</b>	<b>20.72</b>	<b>964.57</b>	<b>3.96</b>

Tabel 5.12 kesetimbangan material sampah menjelaskan bahwa total %berat rata-rata dari komposisi sampah sebesar 100 % dengan berat sampah sebesar 6011 kg dan volume sampah sebesar 24.7 m<sup>3</sup>, total berat recovery sebesar 5046.43 kg dan total volume recovery sebesar 20.72 m<sup>3</sup>, total berat residu sebesar 964.57 kg dan total volume residu sebesar 3.96 m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat menentukan potensi reduksi sampah. Potensi reduksi jenis sampah dapat dilihat pada gambar 5.7

**Skenario 1: daur ulang tanpa proses pengomposan.**

Skenario ini didasarkan pada kondisi di TPS, dimana proses daur ulang yang memungkinkan terjadi adalah reduksi sampah kering.

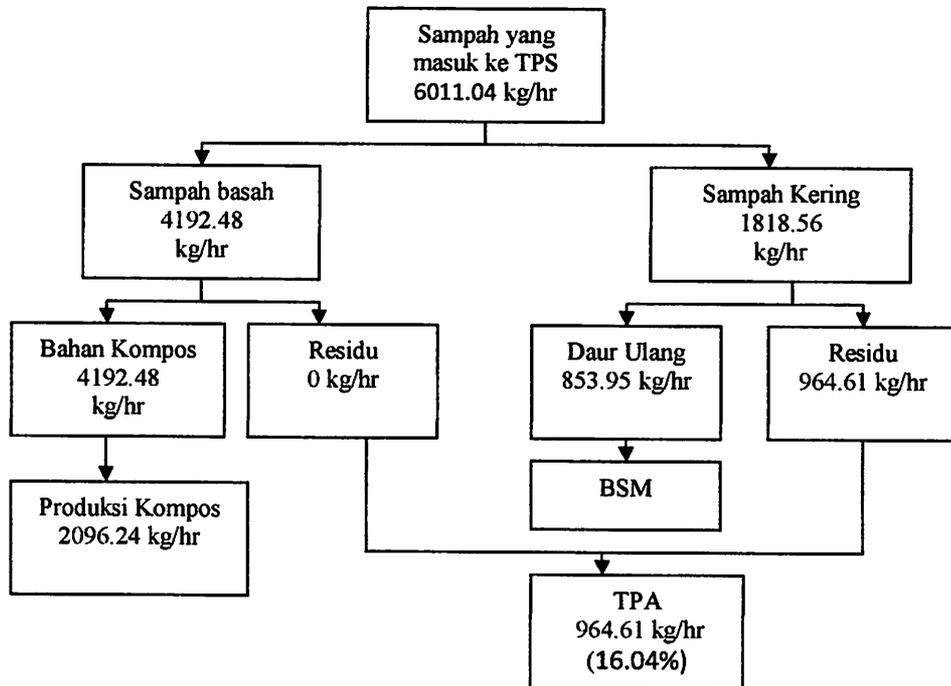


Gambar 5.7. Skema Reduksi Sampah skenario 1

Gambar 5.7 skenario reduksi sampah menunjukkan bahwa sampah yang ada di TPS Arjosari belum dilakukan daur ulang tanpa proses pengomposan karena sampah basah pada TPS Arjosari belum diolah semuanya sehingga sampah yang masuk ke TPA cukup besar.

### Skenario 2: Daur ulang dengan pengomposan.

Skenario ini merupakan gabungan reduksi sampah kering dan reduksi sampah basah yang melalui pengomposan.



Gambar 5.8. Skema Reduksi Sampah skenario 2

Gambar 5.8 skema reduksi sampah pada skenario 2 menunjukkan bahwa sampah sudah di daur ulang dengan proses pengomposan dengan mengolah sampah basah menjadi kompos sehingga sampah yang dibuang ke TPA menjadi lebih kecil.

## 5.5 Analisis Teknis Operasional

Unit Komposting Kesatrian mempunyai luas lahan sebesar 112 m<sup>2</sup> sedangkan Unit Komposting Arjosari mempunyai luas lahan sebesar 200 m<sup>2</sup>, dengan mempertimbangkan kriteria berdasarkan Petunjuk Teknis No: CT/S/Op-TC/003/98 maka kedua unit komposting tersebut tidak memenuhi kriteria yaitu luas lahan (minimal 500 m<sup>2</sup>). Mempertimbangkan skenario maka analisis hanya dilakukan pada Unit Komposting Kesatrian dengan potensi skenario 2 lebih tinggi sebesar =100% - 15.57%= 84.43%.

### A. Unit Komposting Kesatrian

Kondisi eksisting Unit Komposting Kesatrian, dapat diketahui kemampuan Unit Komposting tersebut dalam usahanya. Menentukan optimalisasi Unit Komposting Kesatrian dalam melakukan usaha daur ulang dan produksi kompos perlu dilakukan redesain fasilitas Unit Komposting dengan memperhatikan potensi sampah yang ada. Adapun kriteria perencanaan sebagai berikut :

1. Kapasitas Unit Komposting direncanakan sesuai dengan lahan yang sudah tersedia. Perencanaan ini dihitung dahulu kebutuhan lahan untuk mengolah sampah sebesar 18.24 m<sup>3</sup>/hari. Kondisi maksimal dari timbulan sampah yang dihasilkan kemudian disesuaikan dengan kondisi lahan yang ada, bila melebihi kapasitas lahan yang ada maka perlu penambahan lahan baru.
2. Lahan pemilahan sampah direncanakan menerima sampah untuk pengambilan dua rit. Tujuannya adalah untuk memperkecil luas lahan pemilahan sampah.
3. Pemilahan yang terjadi di dalam Unit Komposting dilakukan secara manual oleh tenaga manusia, mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan ketrampilan khusus bagi pekerjaanya.
4. Jenis Unit Komposting yang digunakan adalah *single stage* (terjadi pemilahan satu kali).

Adapun komponen yang diperlukan pada Unit Komposting antara lain :

Komponen utama :

- Lahan pemilahan.
- Lahan pengomposan.

- Lahan pengemasan bahan lapak.
- Gudang penyimpanan barang lapak dan kompos.

Komponen pendukung :

- Area parkir kendaraan pengangkut sampah.
- Kantor.
- Toilet.
- Gudang peralatan.

### 5.5.1 Lahan Pemilahan

Lahan pemilahan adalah lahan yang diperlukan untuk menampung sampah yang berasal dari gerobak yang akan dipilah. Lahan pemilahan memiliki dua fungsi yaitu sebagai tempat untuk menampung sampah dari gerobak sampah dan sekaligus sebagai tempat untuk pemilahan. Pemilahan yang dimaksud adalah memisahkan sampah basah dari residunya dan pemisahan sampah kering berdasarkan komponen sampah yang direncanakan dari residunya.

Jika diketahui volume sampah yang masuk ke TPS sebesar  $18.24 \text{ m}^3/\text{hari}$  yang terbagi dalam dua rit, sehingga volume sampah masing-masing rit sebesar  $9.12 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Perhitungan dimensi lahan pemilahan dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

Unit Komposting Kesatrian:

Bila diketahui :

Volume sampah	= $9.12 \text{ m}^3$
Tinggi rencana	= $0,5 \text{ m}$
Luas	= $(9.12 \text{ m}^3) / (0,5 \text{ m})$ = $18.24 \text{ m}^2$
Panjang rencana	= $7,5 \text{ m}$
Maka Lebar	= $18.24 \text{ m}^2 / 7,5 \text{ m}$ = $2.43 \text{ m}$ .

Penambahan ruang gerak untuk pekerja sebesar 0,5 m, maka :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 7,5 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 8 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2.43 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 2.93 \text{ m} \\ \text{Luas} &= 23.44 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Proses pemilahan dilakukan secara manual oleh tenaga manusia. Sampah basah yang telah dipisahkan dari residu diproses untuk dilakukan pencacahan agar mudah untuk dikomposkan. Sampah kering diambil komponen sampah yang memiliki nilai ekonomis, sedangkan semua residu diangkut ke TPA.

### 5.5.2 Kebutuhan Lahan Proses Komposting

Metode pengomposan yang dipilih sesuai dengan metode Unit Komposting dari CPIS yaitu *open windrow* dengan penambahan EM4. Pemilihan metode ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk proses pengomposan sekitar 25 hari dengan waktu pematangan kompos selama 14 hari, kemudahan dalam operasional dan pemeliharaan, kebutuhan tenaga kerja yang tidak banyak, dan peralatan yang dibutuhkan tidak banyak merupakan alasan lain pemilihan metode pengomposan ini.

Proses yang terjadi selama proses pengomposan meliputi persiapan sampah, pencacahan sampah, penyeragaman sampah/bahan baku sebelum penumpukan, proses pengomposan, pematangan kompos, pemanenan, pengayaan dan pengemasan kompos, serta penyimpanan kompos di gudang. Proses yang terjadi selama proses pengomposan sangat mempengaruhi kebutuhan lahan. Kebutuhan lahan pada setiap proses pengomposan dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

### 5.5.2.1 Lahan Pencacahan

Sampah yang akan dikomposkan merupakan sampah basah. Sampah basah yang masuk ke fasilitas Unit Komposting memiliki ukuran yang berbeda. Kemudahan proses pengomposan, pencacahan perlu dilakukan. Sampah yang terkumpul dicacah dahulu dengan menggunakan mesin pencacah. Pencacahan dilakukan dengan memanfaatkan mesin pencacah berkapasitas 250 kg/jam.

Unit Komposting Kesatrian:

Mesin pencacah memiliki dimensi :

Panjang = 1,5 m

Lebar = 0,75 m

Tinggi = 1,5 m

Penambahan jarak dengan dinding 0,3 m dan ruang gerak 0,5 m, maka:

Panjang = 1,5 m + 0,3 m + 0,5 m = 2,3 m

Lebar = 0,75 + 0,3 m + 0,5 m = 1,55 m

Luas lahan untuk pencacahan = 3,57 m<sup>2</sup>.

### 5.5.2.2 Lahan Pengomposan

Proses pengomposan dilakukan dengan menumpuk/menimbun sampah yang telah dicacah diatas lahan yang tersedia. Ukuran tumpukan yang ideal dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5.13 Ukuran Tumpukan Ideal**

Tumpukan	Ukuran (m)
Lebar	1,50 – 1,75
Tinggi	1,50 – 1,75
Panjang	1,75 – 2,00

(Sumber : CPIS, 1992)

### Unit Komposting Kesatrian:

Bila diketahui :

Volume sampah	= 9.12 m <sup>3</sup> /hari
Volume sampah basah	= 12.79 m <sup>3</sup>
Tinggi rencana	= 1,65 m
Panjang rencana	= 2 m
Lebar	= 1,65 m
Jarak antar tumpukan	= 0,5 m

Perencanaan penumpukan bahan yang dikomposkan seperti diatas, bertujuan untuk menjamin tercapainya suhu 45 – 65 °C serta mempermudah pembalikan. Ukuran tumpukan yang terlalu kecil tidak mampu menyimpan panas dengan baik sehingga suhunya terlalu rendah. Sebaliknya, tumpukan yang terlalu besar akan mencegah mengalirnya panas buangan hasil kegiatan jasad renik terhambat. Penyebaran oksigen di dalam tumpukan cenderung terlalu tinggi sehingga memperlambat proses pelapukan.

Antar tumpukan yang satu dengan tumpukan yang lain terdapat saluran penyalur lindi yang direncanakan sebesar 0,05 m. Direncanakan sampah satu hari diletakkan pada satu tumpukan. Pembalikan dilakukan setiap hari, maka jumlah tumpukan total adalah 25 buah. Perhitungan luas lahan total untuk proses pengomposan dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

Panjang	= panjang tumpukan + lebar saluran lindi + ruang gerak
	= 2 m + 0,05 m + 0,5 m
	= 2,55 m
Lebar	= lebar tumpukan + lebar saluran lindi + ruang gerak
	= 1,60 m + 0,05 m + 0,5 m
	= 2,15 m.
Luas lahan	= panjang x lebar x jumlah sel
	= 2,55 m x 2,15 m x 25
	= 137.06 m <sup>2</sup> .

Proses pengomposan aktif, yaitu selama bahan sampah basah membentuk tumpukan dan sebelum mencapai kematangan, dilakukan pemantauan terhadap kelembaban dan suhu tumpukan. Kelembaban tumpukan sangat penting bagi proses pengomposan. Tingkat kelembaban yang ideal adalah antara 50 – 60 % (berat). Prakteknya, jika terlalu kering maka ditambahkan air dan jika terlalu basah dilakukan pembalikan atau penambahan bahan yang lebih kering. Kontrol kelembaban dilakukan bersamaan dengan kontrol suhu.

Selain kelembaban, kontrol suhu juga diperlukan. Kisaran optimum suhu tumpukan adalah 45 - 65 °C. Pengecekan suhu dilakukan setiap hari. Dalam prakteknya, jika suhu tumpukan diatas 65 °C, diperlukan pembalikan, dan jika suhu tumpukan dibawah 45 °C menunjukkan bahwa kegiatan jasad renik tidak terjadi secara optimum serta bisa jadi kompos telah matang.

### 5.5.3 Lahan Pematangan Kompos

Proses pematangan kompos akan berlangsung selama 14 hari. Perlakuan selama proses pematangan kompos adalah pemantauan suhu tumpukan, pemantauan kelembaban tumpukan, pembalikan jika diperlukan. Direncanakan dibuat pada lahan terbuka untuk pematangan kompos yang memungkinkan pekerja bebas bergerak dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang	= 2 m
Lebar	= 1,65 m
Tinggi tumpukan	= 1,65 m
Luas lahan pematangan kompos	= 2 m x 1,73 m x 14 = 46,2 m <sup>2</sup> .

### 5.5.4 Lahan Pengayakan dan Pengemasan Kompos

Pengayakan dan pengemasan kompos dilakukan setiap hari. Untuk menentukan luas lahan yang dibutuhkan, tergantung pada kuantitas kompos yang dihasilkan. Menurut Yuwono (2005), terjadi penyusutan berat hingga 50 % pada proses pengomposan, sedangkan volume juga mengalami penyusutan hingga  $\frac{3}{4}$  selama proses pengomposan (CPIS,1998). Maka kuantitas kompos yang dihasilkan adalah :

Berat sampah basah = 2348.52 (kg/hari)  
 Berat kompos = 50% x total berat sampah  
 = 50% x 2348.52 kg/hari  
 = 1174.26 kg/hari

Berat kompos yang dihasilkan = 1174.26 kg/hari

Kompos yang dihasilkan direncanakan mempunyai komposisi sebagai berikut :

Kompos halus :

- Kemasan 2 kg = 5%
- Kemasan 3 kg = 10%
- Kemasan 40 kg = 15%
- Kemasan 60 kg = 30%

Kompos sedang :

- Kemasan 60 kg = 20%

Kompos kasar :

- Kemasan 60 kg = 20%

Maka dapat dihitung jumlah kemasan yang dihasilkan adalah :

- Kompos halus :

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 2 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 5\% : 2 \text{ kg} \\ &= 29 \text{ kemasan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 3 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 10\% : 3 \text{ kg} \\ &= 39 \text{ kemasan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 40 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 15\% : 40 \text{ kg} \\ &= 4 \text{ kemasan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 60 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 30\% : 60 \text{ kg} \\ &= 6 \text{ kemasan} \end{aligned}$$

- Kompos sedang :

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 60 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 20\% : 60 \text{ kg} \\ &= 4 \text{ kemasan} \end{aligned}$$

- Kompos kasar :

$$\begin{aligned} \text{Kemasan 60 kg} &= (1174.26 \text{ kg/hari}) \times 20\% : 60 \text{ kg} \\ &= 4 \text{ kemasan.} \end{aligned}$$

### 5.5.5 Lahan Penampung Lindi

Saluran penampung lindi dibuat di tepi lahan komposting. Lindi yang terkumpul ditampung di saluran penampung lindi. Lindi dapat digunakan untuk penyiraman kompos agar kelembabannya terjaga. Perhitungan kuantitas lindi adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$\text{Kadar air rata-rata} = 66.5 \% \text{ (Hardianto, 2014)}$$

$$\text{Kadar air kompos} = 30 \% \text{ (CPIS, 1992)}$$

$$\text{Berat sampah basah} = 2348.52 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat air lindi} &= \text{berat sampah} \times (\text{kadar air sampah} - \text{kadar air kompos}) \\ &= 2348.52 \text{ kg} \times (66.5 - 30) \% \\ &= 857.20 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Berat jenis lindi} = 1300 \text{ kg/m}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Volume lindi} &= (857.20 \text{ kg/hari}) / (1300 \text{ kg/m}^3) \\ &= 0.65 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Direncanakan dimensi bak penampung lindi :

$$\text{Kedalaman penampung} = 1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} = \text{lebar} &= \sqrt{0.65 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}} \\ &= 1.48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Luas bak penampung} = 0.81 \text{ m}^2.$$

Luas bak penampung lindi untuk menampung lindi selama 25 hari pengomposan adalah :

$$\text{Luas total bak penampung} = 0.81 \text{ m}^2 \times 25 = 20.25 \text{ m}^2.$$

Maka dimensi bak

$$\text{Tinggi} = 1 \text{ m.}$$

$$\text{Panjang} = \text{Lebar} = 2,4 \text{ m.}$$

### 5.5.6 Gudang Penyimpanan Kompos

Kompos yang sudah dikemas, selanjutnya akan disimpan di dalam gudang. Perhitungan kebutuhan lahan untuk gudang penyimpan kompos dapat dilihat pada uraian di bawah ini.

$$\text{Total volume sampah basah} = 12.79 \text{ m}^3/\text{hari.}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kompos} &= \frac{1}{4} \times \text{total volume sampah} \\ &= \frac{1}{4} \times 12.79 \text{ m}^3/\text{hari} = 3.19 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu penyimpanan} = 3 \text{ hari}$$

$$\text{Volume kompos 3 hari} = 3 \times 3.19 \text{ m}^3/\text{hari} = 9.57 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Tinggi tumpukan} = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} = \text{lebar} &= \sqrt{9.57 \text{ m}^3 : 3 \text{ m}} \\ &= 1.03 \text{ m} \end{aligned}$$

Dengan penambahan ruang gerak sebesar 0,5 m, maka :

$$\text{Panjang} = 1,03 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 1.53 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1,03 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 1.53 \text{ m}$$

$$\text{Luas gudang penyimpanan kompos} = 2.34 \text{ m}^2.$$

### 5.5.7 Lahan dan Pengemasan Barang Lapak

Lahan pengemasan barang lapak berfungsi untuk mengemas barang-barang lapak yang telah dipilah. Pengemasan ini bertujuan untuk menaikkan harga jual, selain itu memudahkan untuk diolah lebih lanjut. Proses pengemasan juga dilakukan penimbangan agar mudah dalam proses penjualan. Luas lahan pengemasan direncanakan sebesar 5 m x 2 m atau 10 m<sup>2</sup>.

Pengemasan barang lapak direncanakan berupa gelangsing/karung plastik untuk mengemas plastik (botol air mineral, HDPE, PVC, gelas air mineral). Plastik jenis plastik lemas dan kresek dilakukan pemadatan dengan cara di pres didalam kotak kayu dahulu hingga menyerupai balok kemudian disimpan digudang. Pengemasan kertas juga sama dengan pengemasan plastik lemas. Pengemasan logam dengan cara memasukkan kedalam karung plastik/gelangsing. Sedangkan untuk pengemasan gelas/kaca dilakukan dengan cara menyimpannya

di dalam kardus. Pengemasan karet dilakukan dengan meletakkannya di dalam karung plastik kemudian disimpan di gudang penyimpanan barang lapak.

### 5.5.8 Gudang Penyimpanan Barang Lapak

Gudang ini berfungsi menyimpan barang lapak/sortir yang sudah ditimbang dan barang lapak dalam kondisi bersih/baik. Kondisi baik yang dimaksud misalnya komposisi plastik/tas kresek bening, kertas sortir telah dikompaksi dan ditata rapi. Direncanakan lama penyimpanan barang sortir dalam gudang selama 3 hari. Hal ini dikarenakan pertimbangan luas lahan yang tersedia sehingga membutuhkan penataan yang baik.

Perhitungan kebutuhan lahan untuk gudang melalui perhitungan volume tiap komponen barang sortir dengan waktu penyimpanan 3 hari dapat dilihat pada Tabel 5.14.

**Tabel 5.14 Kebutuhan lahan pada masing-masing komponen Sampah**

Jenis Sampah	Volume 1 hari m <sup>3</sup>	Volume 3 hari m <sup>3</sup>	Tinggi tumpukan (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Lebar (m)	Panjang (m)
HDPE	0.95	2.84	3	1.90	1.5	1.26
LDPE	0.94	2.81	3	1.87	1.5	1.25
PET	0.28	0.83	3	0.55	1.5	0.37
Campuran	0.18	0.54	3	0.36	1.5	0.24
Office paper (Kertas Kantor)	0.16	0.48	3	0.32	1.5	0.21
Koran	0.17	0.52	3	0.35	1.5	0.23
Majalah	0.00	0.01	3	0.01	1.5	0.01
Buku	0.01	0.02	3	0.01	1.5	0.01
Papan bahan kertas	0.00	0.00	3	0.00	1.5	0.00
Kertas campuran	0.73	2.20	3	1.47	1.5	0.98
Kardus	0.08	0.23	3	0.16	1.5	0.10
Diapers	0.94	2.83	3	1.89	1.5	1.26
Kabel	0.00	0.00	3	0.00	1.5	0.00
Kayu	0.11	0.33	3	0.22	1.5	0.15
B3	0.06	0.18	3	0.12	1.5	0.08
Kain/Tekstil	0.21	0.64	3	0.42	1.5	0.28
Kaca	0.19	0.57	3	0.38	1.5	0.26

Jenis Sampah	Volume 1 hari m <sup>3</sup>	Volume 3 hari m <sup>3</sup>	Tinggi tumpukan (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Lebar (m)	Panjang (m)
Karet	0.06	0.18	3	0.12	1.5	0.08
Kaleng aluminium	0.07	0.20	3	0.14	1.5	0.09
Kaleng baja	0.01	0.04	3	0.03	1.5	0.02
Logam	0.00	0.01	3	0.00	1.5	0.00
Kulit	0.06	0.17	3	0.12	1.5	0.08
Sterofoam	0.04	0.12	3	0.08	1.5	0.05
Batu	0.16	0.49	3	0.32	1.5	0.22
Besi	0.01	0.04	3	0.03	1.5	0.02
Tulang	0.02	0.07	3	0.05	1.5	0.03

Rencana penambahan 0,5 m sebagai tempat berjalan, sehingga luas keseluruhan dari masing-masing komponen sampah seperti terlihat pada Tabel 5.15.

**Tabel 5.15 Kebutuhan Lahan Gudang Penyimpanan Barang Lapak**

Jenis Sampah	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
HDPE	1.5	1.26	2.40
LDPE	1.5	1.25	2.37
PET	1.5	0.37	1.05
Campuran	1.5	0.24	0.86
Office paper (Kertas Kantor)	1.5	0.21	0.82
Koran	1.5	0.23	0.85
Majalah	1.5	0.01	0.00
Buku	1.5	0.01	0.51
Papan bahan kertas	1.5	0.00	0.00
Kertas campuran	1.5	0.98	1.97
Kardus	1.5	0.10	0.66
Diapers	1.5	1.26	2.39
Kabel	1.5	0.00	0.00
Kayu	1.5	0.15	0.00
B3	1.5	0.08	0.00
Kain/Tekstil	1.5	0.28	0.00
Kaca	1.5	0.26	0.88
Karet	1.5	0.08	0.62
Kaleng aluminium	1.5	0.09	0.64
Kaleng baja	1.5	0.02	0.53

Jenis Sampah	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
Logam	1.5	0.00	0.50
Kulit	1.5	0.08	0.62
Sterofoam	1.5	0.05	0.00
Batu	1.5	0.22	0.00
Besi	1.5	0.02	0.53
Tulang	1.5	0.03	0.00

Gudang penyimpanan barang lapak berupa gudang los. Peletakan barang-barang lapak yang siap dijual dengan cara menyusunnya keatas dan ditata sedemikian rupa sehingga gudang mampu menampung semua barang lapak. Pengemasan barang lapak sangat mempengaruhi penataannya di dalam gudang.

#### 5.5.9 Fasilitas Pendukung

Lokasi Unit Komposting sendiri sudah terdapat fasilitas pendukung yang memadai. Luas bangunan komposting 112 m<sup>2</sup> terletak di dekat jalan masuk lokasi Unit Komposting. Kantor yang ada berfungsi sebagai tempat mengorganisasi semua kegiatan yang dilakukan selama operasional Unit Komposting. Kantor tersebut terdiri dari ruang administrasi, toilet, gudang kompos, dan gudang peralatan. Gudang peralatan berfungsi untuk menyimpan peralatan yang digunakan selama proses pengolahan sampah.

Perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui luas optimum lahan berdasarkan potensi sampah. Dengan dikurangi luas eksisting maka dapat diketahui luas lahan yang perlu dikembangkan. Luas lahan untuk usaha daur ulang dan produksi kompos dapat dilihat pada Tabel 5.16, dan Lay-out hasil pengembangan dapat dilihat pada lampiran.

**Tabel 5.16 Lahan Pengolahan Sampah di Unit Komposting**

No	Kebutuhan Lahan	Luas Optimum (m <sup>2</sup> )	Total Luas Optimum (m <sup>2</sup> )	Luas Eksisting (m <sup>2</sup> )	Kekurangan Lahan (m <sup>2</sup> )
1	Pemilihan	18.24	156.86	52.27	104.59
2	Pencacahan	3.57			
3	Pengomposan	137.05			
4	Pematangan	46.2			
5	Pengayakan dan Pengemasan	11	57.2	27.54	29.66
6	Penampung Lindi	0.81	23.15	0	
7	Gudang Penyimpan Kompos	2.34			7.15
8	Ruang Administrasi, toilet, dan gudang peralatan	20		16	
9	Lahan Pengemasan Barang Lapak	10	28.19	12.19	16
10	Gudang penyimpanan barang lapak	18.19			

#### 5.5.10 Kebutuhan Pekerja

Proses yang terjadi di Unit komposting hampir semuanya mengandalkan tenaga manusia, kecuali pencacahan bahan baku kompos yang direncanakan menggunakan mesin pencacah. Pekerja yang direncanakan pada lokasi Unit komposting terdiri atas pengawasan, tenaga administrasi, tenaga pemilah sampah dan pengemas barang lapak, dan tenaga komposting. Jumlah pekerja ditentukan berdasarkan kemampuan pekerja untuk memilah sampah, jumlah alat yang digunakan dan proses komposting. Jumlah pekerja digunakan untuk menentukan biaya yang dikeluarkan untuk gaji pekerja tiap bulannya. Waktu operasi selama 8 jam setiap harinya mulai pukul 7.00 – 15.00 WIB.

### A. Pekerja Pemilah Sampah

Pekerjaan memilah sampah dilakukan secara manual dengan tenaga manusia. Sesuai dengan perhitungan dan data sebelumnya, maka perhitungan kebutuhan jumlah pekerja adalah :

$$\text{Berat sampah basah} = 2348.52 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Volume sampah basah} = 12.78 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Menurut pengamatan di lapangan, pemilahan sampah seberat 100 kg dilakukan selama 1,5 jam, sehingga kemampuan memilah tiap orang dapat dilihat pada uraian berikut :

$$\text{Kemampuan memilah} = 100 \text{ kg}/1,5 \text{ jam} = 66,67 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pekerja} &= \frac{\text{Berat sampah (kg/hari)}}{\text{Waktu operasi} \times \text{kemampuan memilah}} \\ &= \frac{2348.52 \text{ kg/hari}}{8 \text{ jam/hari} \times 66.67 \text{ kg/orang.jam}} \\ &= 4.40 \approx 4 \text{ orang pekerja} \end{aligned}$$

Tugas keempat orang pekerja pemilah sampah selain memilah juga memasukkan barang sortir ke dalam karung plastik dan memasukkan residu ke dalam truk/kendaraan pengangkut residu. Barang sortir perlu dilakukan pengemasan agar lebih mudah dikelompokkan dan menaikkan harga jual. Tugas pekerja pemilah dan pengemas sampah juga bertugas menyimpan barang sortir ke gudang penyimpanan barang lapak.

### B. Proses pencacahan, Pengomposan dan Pematangan kompos.

Alat pencacah sampah basah direncanakan terdapat 2 unit sehingga memerlukan pekerja sebanyak 1 orang, sedangkan untuk proses pengomposan, pekerja yang diperlukan adalah 1 orang. Petugas pengomposan juga bertugas memantau kematangan kompos.

### C. Proses pengayakan, pengemasan dan penyimpanan kompos di gudang.

Pekerja yang dibutuhkan dalam proses pengayakan, pengemasan dan penyimpanan kompos di gudang direncanakan sebanyak 2 orang. Tugas pengayak kompos juga melakukan pengemasan kompos dan menyimpannya di gudang.

Semua petugas pengolah sampah dapat saling membantu dalam setiap pekerjaan dengan petugas lain. Dalam arti kata, memungkinkan setiap petugas mengerjakan lebih dari satu macam pekerjaan.

### D. Pekerja kantor (Administrasi)

Petugas administrasi direncanakan 2 orang, selain bertugas mengelola administrasi Unit Komposting juga bertugas mengawasi kinerja petugas yang lain. Perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui kebutuhan pekerja untuk operasional Unit Komposting seperti terlihat pada Tabel 5.17.

**Tabel 5.17 Kebutuhan pekerja untuk operasional Unit Komposting**

Pekerja	Kebutuhan Pekerja Optimal (orang)	Kondisi Exsisting (orang)	Kekurangan (orang)
Pemilah sampah	4	4	4
Komposting	4		
Administrasi	2		
Total Pekerja	10	6	4

## 5.6 Analisis Finansial

Menghitung biaya pengeluaran dan pemasukan Unit Komposting

### 5.6.1 Perhitungan Jumlah Pengeluaran

Perhitungan jumlah pengeluaran terdiri dari:

#### A. Modal tetap

Modal tetap terdiri dari modal peralatan yang belum ada dan bangunan fisik yang direncanakan akan diperluas. Penambahan bangunan fisik menggunakan lahan milik Pemerintah Kota Malang, yang berada di belakang bangunan Unit Komposting saat ini, sehingga mempermudah redesainnya. Rincian modal tetap dapat dilihat pada Tabel 5.18.

**Tabel 5.18 Rincian Modal tetap**

Rincian	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Total (Rp)
<b>Modal Peralatan</b>				
Mesin Pencacah	2	unit	15.000.000	30.000.000
Timbangan Duduk 150 kg	1	unit	550.000	550.000
Timbangan gantung 100 kg	1	unit	150.000	150.000
Timbangan digital 40 kg	1	unit	75.000	75.000
Pompah Air Bersih	1	unit	450.000	450.000
			Jumlah	31.225.000

<sup>\*)</sup> Berdasarkan hasil survey, 2014

## B. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan meliputi biaya pembelian peralatan dan perlengkapan yang mendukung pengoperasian Unit Komposting. Gaji pekerja dan pengeluaran untuk pembelian peralatan pendukung operasi Unit Komposting juga akan dihitung.

### 1) Biaya Pembelian alat pendukung

Biaya operasional diperlukan untuk pembelian peralatan pendukung yang dilakukan setiap 3 bulan sekali dan 1 tahun sekali. Biaya pembelian peralatan pendukung dapat dilihat pada Tabel 5.19.

**Tabel 5.19 Biaya Pembelian Peralatan Pendukung**

Nama Peralatan	Jumlah (buah)	Harga Satuan <sup>)</sup> (Rp)	Jumlah per 3 bulan (Rp)	Jumlah per tahun (Rp)
<b>Pembelian per 3 bulan</b>				
Masker	16	6000	96000	384000
Kaos tangan	16	9000	144000	576000
Keranjang	3	5000	15000	60000
<b>Pembelian per tahun</b>				
Pakaian kerja	16	75000		1200000
Sepatu kerja	16	30000		480000
Sekop	5	25000		125000
Garpu	3	15000		45000
Termometer	2	10000		20000
Kawat ayakan	3	25000		75000
Papan nama	17	3000		51000
Ember plastik	6	5000		30000
Cetakan kayu	2	50000		100000
Alat tulis kantor		30000		30000
<b>Total Biaya Pembelian Peralatan</b>				<b>3.176.000</b>

<sup>)</sup> Berdasarkan hasil survey, 2014.

## 2) Perhitungan gaji pekerja

Gaji pekerja akan dibayar dengan sistem gaji bulanan. Gaji pekerja ditetapkan berdasarkan upah minimum Kota Malang Tahun 2014 sebesar Rp. 1.587.000 (Pergub Jatim No. 78 Tahun 2013) setiap bulannya. Khusus untuk pekerja administrasi digaji diatas UMK dikarenakan tugasnya merangkap sebagai koordinator UDPK. Perhitungan gaji pekerja dapat dilihat pada Tabel 5.20.

**Tabel 5.20 Pembayaran Gaji Pekerja TPS Kesatrian**

Pekerja	Jumlah (orang)	Gaji/bulan saat ini (Rp)	Jumlah per bulan ideal (Rp)
Tenaga Pemilah Sampah	4	1.587.000	6.348.000
Tenaga komposting	4	1.587.000	6.348.000
Administrasi	2	1.587.000	3.174.000
	10		15.870.000

Sumber : Hasil Survey, 2014

## 3. Pembelian kemasan produk kompos

Biaya operasional juga diperlukan untuk pembelian kemasan produk kompos. Kebutuhan biaya pembelian kemasan produk kompos dapat dilihat pada Tabel 5.21.

**Tabel 5.21 Pembelian Kemasan Produk Kompos**

Jenis Kemasan	Jumlah (buah)	Harga satuan <sup>*)</sup> (Rp)	Jumlah per hari (Rp)	Jumlah per bulan (Rp)
Kemasan 2 kg	29	500	14.500	435.000
Kemasan 3 kg	39	1000	39.000	1.170.000
Kemasan 40kg	4	10000	40.000	1.200.000
Kemasan 60 kg	6	20000	120.000	3.600.000
<b>Total</b>				<b>6.405.000</b>

<sup>\*)</sup> Berdasarkan hasil survey, 2014.

#### 4. Biaya perawatan peralatan

Biaya operasional juga mempertimbangkan perhitungan biaya perawatan peralatan. Asumsi biaya perawatan peralatan sebesar 0,46 % (CPIS, 1992). Maka biaya total perawatan per tahun

$$= \text{Rp. } 31.225.000 \times 0,46\% \times 12$$

$$= \text{Rp. } 1.723.620$$

#### 5. Biaya pembelian EM4

Biaya operasional juga diperlukan untuk pembelian EM4. Untuk 1 liter EM4 bisa digunakan untuk 1 ton campuran bahan kompos (Simamora dan Salundik, 2006).

Total berat sampah basah = 2348.52 kg/hari.  
 Kebutuhan EM4 = (2348.52 kg/hari) / (1000 kg/1 liter)  
 = 2.34 liter/hari.  
 Harga per liter = Rp. 17.000 ( Hasil Survey. 2014)  
 Biaya per bulan = Rp. 17.000 x 2.34 x 30 hari  
 = Rp. 1.193.400

#### 6. Biaya pembelian bahan bakar minyak

Proses pengomposan digunakan mesin pencacah berkapasitas 250 kg /jam. Mesin pencacah adalah mesin diesel dengan kapasitas tangki bahan bakar sebanyak 1,5 liter. Setiap pengoperasian mesin selama 1 jam diperlukan bahan bakar 1 liter per jam, maka untuk mencacah sampah basah sebesar 2348.52 kg membutuhkan waktu :

Waktu yang dibutuhkan = 2348.52 kg/ 250 kg/jam  
 = 9.39 jam  
 Kebutuhan BBM = 9.39 jam/hari x 1 liter/jam x 2  
 = 18.78 liter/hari  
 Biaya pembelian BBM/hari = 18.78 liter/hari x Rp.6.500  
 = Rp. 122.070  
 Biaya pembelian BBM/bulan = Rp. 122.070 x 30 hari x 2  
 = Rp. 7.324.200

### 7. Biaya rekening listrik

Kegiatan didalam fasilitas UDPK diperkirakan tidak membutuhkan listrik dalam jumlah besar. Listrik hanya digunakan untuk fasilitas penerangan di malam hari dan untuk pompa air bersih, untuk daya 900 VA diperkirakan listrik yang dibayarkan tiap bulan sebesar Rp. 150.000.

Berdasarkan hasil analisis, total pengeluaran pertahun dapat dilihat pada Tabel 5.22.

**Tabel 5.22 Total Pengeluaran per Tahun**

<b>Uraian</b>	<b>Total Pengeluaran (Rp)</b>
Biaya Pendukung	3176000
Pembayaran Gaji pekerja	190440000
Pembelian kemasan produk	76860000
Biaya perawatan peralatan	1723620
Pembiayaan EM4	14320800
Pembelian BBM	87890400
Listrik	1800000
<b>Jumlah Pertahun</b>	<b>4.460.634.020</b>
<b>Jumlah Perbulan</b>	<b>371.719.502</b>

### 5.6.2 Perhitungan Penerimaan

Perhitungan Penerimaan terdiri dari:

#### 1. Penjualan barang lapak

Harga barang lapak yang terkumpul didasarkan pada informasi harga yang didapat dari pemulung. Pendapatan dari penjualan barang lapak dapat dilihat pada Tabel 5.23.

**Tabel 5.23 Kisaran Harga Barang Lapak**

<b>Jenis Sampah</b>	<b>Kisaran Harga (Rp)</b>
HDPE	300 - 400
LDPE	1000 - 3000
PET	3500 - 4500
Campuran	700 - 1000
Office paper (Kertas Kantor)	2100 - 2500
Koran	2000 - 2500

Jenis Sampah	Kisaran Harga (Rp)
Majalah	1000 - 2500
Buku	2500 - 3500
Papan bahan kertas	1000 - 1500
Kertas campuran	700 - 1000
Kardus	1500 - 2500
Diapers	0
Kabel	0
Kayu	0
B3	0
Kain/Tekstil	0
Kaca	200 - 800
Karet	300 - 900
Kaleng aluminium	10.000 - 14.000
Kaleng baja	3700 - 3900
Logam	2500 - 4000
Kulit	1500 - 2700
Sterofom	0
Batu	0
Tulang	2800 - 4000
Rambut	0

(Hasil Survei, 2014)

**Tabel 5.24 Pendapatan dari penjualan barang lapak**

Jenis Sampah	Berat (kg/hari)	Persen (%)	Harga per Kg	Pendapatan Perhari (Rp)	Pendapatan perbulan (Rp)
HDPE	149.01	85.55	500	74503.79309	2235113.793
LDPE	70.36	40.86	2500	175909.6759	5277290.276
PET	41.07	80.82	4000	164264.4254	4927932.763
Campuran	16.86	50.81	800	13485.53697	404566.1092
Office paper (Kertas Kantor)	24.19	82.6	2500	60464.59	1813937.7
Koran	28.92	90.38	2000	57849.49497	1735484.849
Majalah	0.00	0	1500	0	0
Buku	1.17	92.86	3000	3500.862626	105025.8788
Papan bahan kertas	0.00	0	1000	0	0
Kertas campuran	66.20	49.08	900	59580.86661	1787425.998
Kardus	10.70	74.45	2000	21394.03483	641821.0448

Jenis Sampah	Berat (kg/hari)	Persen (%)	Harga per Kg	Pendapatan Perhari (Rp)	Pendapatan perbulan (Rp)
Diapers	0.00	0	0	0	0
Kabel	0.00	0	0	0	0
Kayu	0.00	0	0	0	0
B3	0.00	0	0	0	0
Kain/Tekstil	0.00	0	0	0	0
Kaca	35.15	100	500	17572.59281	527177.7844
Karet	10.81	100	600	6486.988613	194609.6584
Kaleng aluminium	12.45	100	12000	149343.9998	4480319.993
Kaleng baja	2.68	100	3500	9383.22	281496.6
Logam	0.32	95	3000	955.07775	28652.3325
Kulit	8.74	82.1	2000	17470.71785	524121.5356
Sterofoam	0.00	0	0	0	0
Batu	0.00	0	0	0	0
Besi	2.24	85.95	2400	5366.023911	160980.7173
Tulang	0.00	0	0	0	0
<b>Total Perbulan</b>					<b>25.125.957</b>

## 2. Penjualan Kompos

Kompos yang telah jadi akan dikemas. Direncanakan harga dari produksi kompos tiap-tiap kemasan adalah sebagai berikut :

Kompos halus :

- Kemasan 2 kg = Rp. 500
- Kemasan khusus 3 kg = Rp. 100
- Kemasan 40 kg = Rp. 10.000
- Kemasan 60 kg = Rp. 20.000

Kompos sedang :

- Kemasan 60 kg = Rp. 18.000

Kompos kasar :

- Kemasan 60 kg = Rp. 15.000

Perhitungan pendapatan dari penjualan kompos dapat dilihat pada Tabel 5.27.

**Tabel 5.25 Pendapatan dari penjualan Kompos**

Jenis Kemasan	Jumlah (buah)	Harga satuan <sup>*)</sup> (Rp)	Jumlah per hari (Rp)	Jumlah per bulan (Rp)
Kemasan halus 2 kg	29	500	14500	435000
Kemasan halus 3 kg	39	1000	39000	1170000
Kemasan halus 4 kg	4	10000	40000	1200000
Kemasan halus 60 kg	6	20000	120000	3600000
Kemasan sedang 60 kg	4	18000	72000	2160000
Kemasan kasar 60 kg	4	15000	60000	1800000
<b>Total perbulan</b>				<b>10.365.000</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Perencanaan diatas dapat dihitung jumlah pemasukan setiap tahunnya seperti terlihat pada Tabel 5.26.

**Tabel 5.26 Jumlah pemasukan tiap tahun**

Uraian	Pendapatan per bulan (Rp)	Pendapatan per tahun (Rp)
Penjualan barang lapak	25125957	301511484
Penjualan kompos	10365000	124380000
	Jumlah pendapatan	425.891.484

Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.6.3 Analisis Investasi

Analisis investasi dilakukan untuk mengetahui kondisi kelayakan pengembangan fasilitas yang akan ditambahkan pada sistem yang lama, dimana akan dilihat bagaimana keseimbangan pendapatan yang dihasilkan oleh sistem baru dengan biaya operasional yang harus ditanggung apabila telah dioperasikan sistem yang baru.

Analisis investasi terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dan pada penelitian ini hanya akan dianalisis dengan metode NPV. Nilai NPV positif menunjukkan bahwa investasi yang telah dikeluarkan akan memberikan keuntungan/manfaat dan sebaliknya apabila bernilai negatif maka akan mengalami kerugian

### **5.6.3.1 Modal Investasi**

Modal investasi adalah modal awal secara keseluruhan yang dikeluarkan pada saat akan dimulai suatu pekerjaan. Perencanaan proyek ini modal awal peralatan Rp 31.225.000 dan modal yang dikeluarkan pada operasional bulan pertama produksi sebesar Rp 57.834.562.

### **5.6.3.2 Pemasukan**

Besar pendapatan yang ditaksir untuk penambahan fasilitas baru dari keseluruhan sistem yang ada dengan anggapan bahwa fasilitas baru menjadi satu kesatuan fungsi dengan sistem lama. Pendapatan tahun pertama ditaksir berbeda dengan tahun-tahun sesudahnya karena perhitungan produksi belum dapat dikatakan genap selama satu tahun. Setiap tahunnya besar pemasukan ditaksir terpengaruh faktor inflasi, sehingga ditaksir mengalami kenaikan sebesar 5 % untuk setiap tahunnya. Sebagai contoh untuk tahun ke-3, maka pendapatannya adalah : pendapatan tahun ke-2 + (5% x pendapatann tahun ke-2), demikian seterusnya. Besar taksiran pendapatan dapat dilihat pada Tabel 5.27

**Tabel 5.27 Perhitungan pendapatan Tiap Tahun**

Tahun	Penjualan Barang Lapak	Penjualan Kompos	Jumlah	Inflasi (5%)	Total Pendapatan (Rp)
1	301511484	124380000	425891484		425891484
2	316587058.2	130599000	447186058.2	22359303	469545361.1
3	332416411.1	137128950	469545361.1	23477268	493022629.2
4	349037231.7	143985398	493022629.2	24651131	517673760.6
5	366489093.2	151184667	517673760.6	25883688	543557448.7
6	384813548	158743901	543557448.7	27177872	570735321.1
7	404054225	166681095.8	570735321.1	28536766	599272087.1
8	424256937	175015150.6	599272087.1	29963604	629235691.5
9	445469783	183765908.1	629235691.5	31461785	660697476.1
10	467743273	192954203.5	660697476.1	33034874	693732349.9
11	491130436	202601913.7	693732349.9	34686617	728418967.4
12	515686958	212732009.4	728418967.4	36420948	764839915.7
13	541471306	223368609.8	764839915.7	38241996	803081911.5
14	568544871	234537040.3	803081911.5	40154096	843236007.1
15	596972114.8	246263892.3	843236007.1	42161800	885397807.5

### 5.6.3.3 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Nilai operasional dan pemeliharaan diambil dari biaya-biaya yang dikeluarkan untuk pembelian peralatan, gaji pegawai, dan biaya bahan bakar serta transportasi. Seperti halnya dengan pendapatan, perhitungan pengeluaran pada tahun pertama juga tidak sebanyak tahun berikutnya karena produksi belum optimal selama satu tahun penuh. Besar pengeluaran tiap tahun berubah karena dianggap biaya operasional dan pemeliharaan mengalami kenaikan setiap tahunnya. Besar kenaikan biaya ditaksir sebesar 5 % setiap tahunnya. Pengeluaran secara keseluruhan dapat dilihat dalam Tabel 5.28.

Tabel 5.28 Perhitungan pengeluaran Tiap Tahun

Tahun	Biaya Pembelian Peralatan	Pembayaran Gaji Pekerja	Pembelian Kemasan Kompos	Biaya Berawatan	Biaya Pembelian EM4	Biaya BBM	Biaya Listrik	Jumlah	Inflasi (5%)	Total Pengeluaran (Rp)
1	3176000	190440000	76860000	1723620	14320800	87890400	1800000	376210820		376210820
2	3334800	199962000	80703000	1809801	15036840	92284920	1890000	395021361	19751068.05	414772429.1
3	3501540	209960100	84738150	1900291.1	15788682.0	96899166.0	1984500	414772429.1	20738621.45	435511050.5
4	3676617	220458105	88975058	1995305.6	16578116.1	101744124.3	2083725.0	435511050.5	21775552.53	457286603.0
5	3860447.85	231481010.3	93423810	2095070.9	17407021.9	106831330.5	2187911.3	457286603.0	22864330.15	480150933.2
6	4053470.243	243055060.8	98095001	2199824.4	18277373.0	112172897.0	2297306.8	480150933.2	24007546.66	504158479.8
7	4256143.755	255207813.8	102999751	2309815.6	19191241.7	117781541.9	2412172.2	504158479.8	25207923.99	529366403.8
8	4468950.942	267968204.5	108149738	2425306.4	20150803.7	123670619.0	2532780.8	529366403.8	26468320.19	555834724.0
9	4692398.489	281366614.7	113557225	2546571.8	21158343.9	129854149.9	2659419.8	555834724.0	27791736.20	583626460.2
10	4927018.414	295434945.5	119235087	2673900.3	22216261.1	136346857.4	2792390.8	583626460.2	29181323.01	612807783.2
11	5173369.335	310206692.7	125196841	2807595.4	23327074.2	143164200.3	2932010.3	612807783.2	30640389.16	643448172.4
12	5432037.801	325717027.4	131456683	2947975.1	24493427.9	150322410.3	3078610.8	643448172.4	32172408.62	675620581.0
13	5703639.691	342002878.7	138029517	3095373.9	25718099.3	157838530.8	3232541.4	675620581.0	33781029.05	709401610.1
14	5988821.676	359103022.7	144930993	3250142.6	27004004.2	165730457.4	3394168.5	709401610.1	35470080.50	744871690.6
15	6288262.76	377058173.8	152177543	3412649.7	28354204.4	174016980.2	3563876.9	744871690.6	37243584.53	782115275.1

#### **5.6.3.4 Depresiasi dan Pajak**

Depresiasi diperhitungkan dalam suatu investasi terkait dengan pajak yang akan dibayarkan akibat adanya proyek yang dibangun tersebut. Terdapat beberapa metode penyusutan yang dapat digunakan untuk menganalisis tingkat penyusutan suatu investasi namun dalam penelitian ini digunakan metode yang umum digunakan yaitu metode garis lurus dimana metode ini mempunyai prinsip bahwa besar penyusutan disamaratakan untuk setiap tahunnya selama umur investasi. Besar depresiasi diambil 5 % dari biaya fisik bangunan dengan anggapan bahwa bangunan adalah permanen dengan umur ekonomis selama 20 tahun. Besar pajak yang harus dibayarkan adalah pajak pendapatan sebesar 10 % per tahun.

#### **5.6.3.5 Aliran Kas**

Aliran kas ditinjau untuk 5 tahun dengan asumsi satu periode anggaran dan digunakan tingkat bunga yang berlaku sesuai tingkat bunga bank sebesar 12 % per tahun.

#### **5.6.3.6 Analisis Kelayakan NPV**

Berdasar tinjauan waktu 15 tahun dan bunga yang berlaku 12 % tahun dan arus kasnya maka didapat nilai NPV dari proyek adalah Rp.93.922.747,56 , sehingga nilai NPV adalah positif berarti proyek tambahan tersebut layak dilaksanakan. Perhitungan nilai NPV dapat dilihat pada Lampiran 6.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Hasil pengamatan dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil analisis timbulan sampah di TPS Kesatrian diperoleh volume sampah sebesar  $18.58 \text{ m}^3/\text{hr}$  timbulan atau  $3514.22 \text{ kg/hari}$ . Timbulan sampah pada TPS kesatrian berasal dari 2 kelurahan yaitu Kelurahan Kesatrian dan Kelurahan Bunulrejo. Kelurahan Kesatrian mencakup 7 RW sedangkan Kelurahan Bunulrejo mencakup 3 RW. Berat jenis rata-rata  $189.14 \text{ kg/m}^3$  sehingga berat timbulan sampah sebesar  $1336.45 \text{ kg/hari}$ . Komposisi sampah terdiri 70.08 % sampah basah dan 29.92 % sampah kering, dan berdasarkan skenario 2 potensi reduksi 84.42%. Hasil penelitian di TPS Arjosari diperoleh volume timbulan sampah sebesar  $20.11 \text{ m}^3/\text{hr}$  atau  $4801.52 \text{ kg/hari}$ . Berat jenis rata-rata  $203.732 \text{ kg/m}^3$ , berat timbulan sampah sebesar  $1667.78 \text{ kg/hari}$ . Komposisi sampah terdiri atas 69.75 % sampah basah dan 30.25 % sampah kering, dan berdasarkan skenario 2 potensi reduksi 83.95%.
2. Berdasarkan kriteria teknis operasional serta mempertimbangkan skenario 2 maka hasil analisis dilakukan pada Unit Komposting Kesatrian yang mempunyai luas lahan  $112 \text{ m}^2$  dan Unit Komposting Arjosari yang mempunyai luas lahan  $200 \text{ m}^2$  yang tidak sesuai dengan kriteria UDPK yaitu bahan baku yang tersedia minimal  $15 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan luas lahan  $500 \text{ m}^2$ .
3. Berdasarkan hasil analisis finansial Unit Komposting Kesatrian perlu dilakukan pemindahan lahan baru dengan modal peralatan Rp 31.225.000 dan biaya pengeluaran pertahun 376.210.820 dengan *Net Present Value* NPV dari proyek adalah Rp. 93.922.747,56 menghasilkan nilai positif, sehingga layak dikembangkan.

## 6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penambahan atau pemindahan lokasi Unit Komposting Kesatrian dan Arjosari karena tidak memungkinkan untuk dikembangkan mengingat lokasi yang sempit.
2. Perlu dilakukan penambahan kendaraan pengangkut sampah dari TPS ke TPA karena timbulan sampah perhari meningkat sehingga tidak menumpuk atau ditimbun di TPS.
3. Perlu dikembangkan seperti model IPST Mulyoagung Kabupaten Malang yang telah berhasil mengelola sampah secara swadaya masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (2011). Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. D5231-92 (Reapproved 2008), ASTM International, West Conshohocken, PA.
- CPIS, (1992), *Buku panduan Teknik Pembuatan Kompos dari Sampah Teori dan Aplikasinya*, CPIS (Central for Policy Implementation Studies).
- Damanhuri,E., Padi, (2004), *Pengelolaan Sampah*, Diktat Kuliah ITB Bandung.
- Damanhuri, E., (2006), *Perolehan Kembali Materi-Energi Dari Sampah*, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV*, Surabaya, 25 Juli 2006.
- Djajadiningrat, S,T, (1997), *Pengantar Ekonomi Lingkungan*, LP3ES, Jakarta.
- DKP Kota Malang, (2014). *Profil UPT Pengolahan Sampah dan Air Limbah*, *Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang*.
- Franchetti, M. J. (2009). Case study: Determination of the economic and operational feasibility of a material recovery facility for municipal recycling in Lucas County, Ohio, USA. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(9), 535-543.
- Giatman, M, (2006), *Ekonomi Teknik*, RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Hardianto, (2007), *Evaluasi Pengoperasian UDPK Tlogomas Dalam Menunjang Upaya Reduksi Sampah Di Kota Malang*, *Laporan Tesis*, Program Magister, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya.
- Hardianto (2010), *Evaluasi Teknis dan Finansial UDPK Gadang Kota Malang Untuk Meningkatkan Potensi Reduksi Sampah*, *Jurnal Teknologi Media Perspektif*, Samarinda.
- Hardianto, 2014, *Model pengambilan keputusan untuk optimasi usaha daur ulang sampah di Malang Raya dengan Life Cycle Assessment dan Analytic Network Process*, *Laporan Proposal Disertasi*, Program Doktor, Jurusan Teknik Lingkungan, ITS Surabaya.

- Ngoc, U. N., & Schnitzer, H. (2009). Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian countries. *Waste management*, 29(6), 1982-1995.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 18 Tahun 2012 tentang *Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 78 Tahun 2013 tentang Upah Minimum Kabupaten/Kota di Jawa Timur.
- Petunjuk Teknis No: CT/S/Op-TC/003/98, *Tata Cara Pengoperasian UDPK*, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia.
- Pujawan, I.N, (1995), *Ekonomi Teknik*, Edisi 1, Penerbit : PT Guna Widya, Jakarta.
- Simamora, S., Salundik (2006), *Meningkatkan Kualitas Kompos*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- SNI 19-2454-2002, *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*, Departemen Pekerjaan Umum, Republik Indonesia.
- US EPA. (2012), <http://www.epa.gov/climatechange/waste/lifecycle.html>, diunduh tanggal 21 juni 2012, pukul 14:13 WIB.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. McGraw-Hill, Inc.
- Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008 tentang *Pengelolaan Sampah*.
- Weng, Y. C., & Fujiwara, T. (2011). Examining the effectiveness of municipal solid waste management systems: An integrated cost-benefit analysis perspective with a financial cost modeling in Taiwan. *Waste management*, 31(6), 1393-1406.
- Yuwono, D. (2005), *Kompos*, Swadaya, Jakarta.

# LAMPIRAN









No	Jenis Angkutan	Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3		Hari ke-4		Hari ke-5		Hari ke-6		Hari ke-7		Hari ke-8	
		P (cm)	L (cm)	T (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )												
1	Gerobak 1a	145	80	79	0.92		80.5	0.93		83.5	0.97		81	0.94			
	Gerobak 1b																
2	Gerobak 2a	142	80	88	1.00		127	1.44	98	1.11		136	1.54	88	1.00	110	1.25
	Gerobak 2b	142	80	0										116	1.32		
3	Gerobak 3a	125	71	80.4	0.71	81	0.72	82	0.73	84	0.75	93	0.83	87.5	0.78	78	0.69
	Gerobak 3b																
4	Gerobak 4a	155	79	84.6	1.04	72.4	0.89	82	1.00	74	0.91	66	0.81	63	0.77	78.5	0.96
	Gerobak 4b	155	79	0		54	0.66					47.5	0.58	53	0.65		
5	Gerobak 5a	155	80	87.1	1.08	94	1.17	110.2	1.37	109	1.35			98	1.22	111	1.38
	Gerobak 5b	155	80	101	1.25	97	1.20	94.5	1.17	101	1.25			102	1.26	92	1.14
6	Gerobak 6a	150	81	78.2	0.95	84.6	1.03	74.4	0.90	85.5	1.04	77	0.94	76	0.92	78	0.95
	Gerobak 6b						0.00										
7	Gerobak 7a	143	79	55.8	0.63	73	0.82	71.7	0.81			104	1.17	63	0.71	80	0.90
	Gerobak 7b	143	79	0								51	0.58				
8	Gerobak 8a	158	83	63.5	0.83					109	1.43	53	0.70			83	1.09
	Gerobak 8b																
9	Gerobak 9a	141	85	126	1.51	146.4	1.75	136	1.63			137.9	1.62			142	1.70
	Gerobak 9b																
10	Gerobak 10a	124	80	112	1.11					119	1.18					104.6	1.04
	Gerobak 10b	124	80	0												60	0.60
11	Gerobak 11a	122	71	103	0.89	122	1.06	88.6	0.77	107	0.93					99	0.86
	Gerobak 11b																
12	Gerobak 12a	121	62	51	0.38	78	0.59					67	0.50	71	0.53		
	Gerobak 12b																
13	Gerobak 13a	138	72	85	0.84	91	0.90	100	0.99			97	0.96	91	0.90		
	Gerobak 13b																
14	Gerobak 14a	124	80	100	0.99			123	1.22							111	1.10
	Gerobak 14b																
15	Gerobak 15a	130	85	125.5	1.39			99	1.09			108	1.19				
	Gerobak 15b																
16	Gerobak 16a	153	80	78	0.95	81	0.99	79	0.97	81	0.99	110	1.35	76	0.93	77	0.94
	Gerobak 16b	153	80	80	0.98	87	1.06	67	0.82	88	1.08	98	1.20	89	1.09		
17	Gerobak 17a	150	80	0		86	1.03			67.5	0.81			89	1.07	71	0.85
	Gerobak 17b																
18	Gerobak 18a	150	80	0		84	1.01			97	1.16			89	1.07		
	Gerobak 18b																
19	Gerobak 19a	150	81	0		82	1.00					90	1.09	60	0.73		
	Gerobak 19b																
20	Gerobak 20a	142	80	0		61	0.69										
	Gerobak 20b																
21	Gerobak 21a	153	80	0		84	1.03			94.5	1.16			109	1.33	96	1.18
	Gerobak 21b																
22	Gerobak 22a	122	65	0		67.5	0.54					75	0.59	78	0.62	65	0.52
	Gerobak 22b																
23	Gerobak 23a	134	78	0				99.7	1.04			102	1.07	99.5	1.04	97	1.01
	Gerobak 23b	134	78	0				99.5	1.04								
	Total				17.46	18.14	17.93	12.54	18.21	18.85	15.39	18.15					
24	Tossa 1a	152	111	97	1.64	59	1.00										
	Tossa 1b																
25	Tossa 2a	182	124	0		99.7	2.25	77	1.74	86	1.94	94	2.12	78	1.76	80.5	1.82
	Tossa 2b	182	124	0		99.5	2.25	99	2.23	76.5	1.73	85	1.81	80	1.81	85	1.92
	Total				1.64	1.00	4.50	3.97	1.94	3.85	3.57	3.74					





Lampiran 4 Komposisi Sampah 100 Kg yang bisa di daur Ulang TPS Kesatrian

Komposisi	Berat Sampah (kg)								Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5	Hari-6	Hari-7	Hari-8		
Sampah basah	23.12	12.97	12.19	14.03	13.32	4.69	17.44	14.34	14.01	100
Sisa makanan	58.81	63.35	52.43	52.86	56.11	70.7	56.29	38.00	56.07	100
Sampah kebum	2.47	3.49	5.52	4.29	5.16	4	4.04	9.11	4.76	91.58
Plastik										
HDPPE										
LDPE	2.5	2.85	2.72	1.4	3.23	2.26	2.02	3.61	2.57	50.09
PET	0.61	1.92	1.11	0.78	0.83	0.41	1.28	2.84	1.22	80.63
Campuran	0.1	0.87	1.19	0.91	0.97	0.35	0.56	1.23	0.77	78.03
Office paper (Kertas Kantor)	0.1	0.56	0.36	1.19	1.35	0.47	0.23	0.46	0.59	67.53
Koran	0.35	0.32	0.43	0.85	0.38	0.53	0.78	0.98	0.58	60.47
Majalah	0.00	0.00	0.03	0.09	0.02	0.00	0.001	0.00	0.02	70.15
Buku	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.13	350.00
Papan bahan kertas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kertas campuran	1.49	2.93	1.93	0.79	1.81	3.38	1.91	4.32	2.32	57.64
Kardus	0.41	0.17	0.15	0.19	0.13	0.21	0.14	0.67	0.26	60.35
Diapers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kabel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kayu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kain/Tekstil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kaca	0.1	0.4	1.47	0.42	0.77	0.43	0.99	0.46	0.63	60.07
Karet	0.35	0.06	0.29	0.17	0.00	0.19	0.16	0.56	0.22	68.97
Kaleng	0.1	0.1	0.170	0.00	0.00	0.001	1.87	0.32	0.32	86.20
Kaleng aluminium	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.04	0.12	0.00	0.06	79.69
Kaleng baja	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	100.00
Logam	0.00	0.39	0.26	0.00	0.00	0.03	0.00	1.21	0.24	74.41
Kulit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sterfoam	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Batu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Besi	0.03	0.00	0.00	0.15	0.11	0.00	0.00	0.19	0.06	77.29
Tulang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>90.54</b>	<b>91.36</b>	<b>80.29</b>	<b>78.47</b>	<b>84.19</b>	<b>87.74</b>	<b>87.89</b>	<b>78.3</b>	<b>84.85</b>	<b>84.85</b>

Lampiran 4 Komposisi Sampah 100 Kg yang bisa di daur Ulang TPS Arjosari

Komposisi	Berat Sampah (kg)								Rata-rata (kg/hr)	Recovery Factor (%)
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5	Hari-6	Hari-7	Hari-8		
Sampah basah	19.08	16.695	21.94	26.61	11.18	16.29	26.73	15.24	19.22	100
Sampah kebum	45.17	59.40	48.19	45.34	64.50	48.64	43.38	49.58	50.53	100
Plastik	5.10	4.2	6.1	4.40	2.2	5	4.3	6.15	4.68	92.93
LDPE	1.65	2.25	1.78	1.67	1.11	2.76	2.125	2.685	2.00	55.02
PET	1.95	0.5	1.00	0.75	1.15	1.25	1.7	1.35	1.21	94.24
Campuran	0.5	0.7	0.8	0.95	0.5	1.4	1.35	2.05	1.03	88.79
Office paper (Kertas Kantor)	0.6	0.54	0.78	0.88	0.65	1.045	0.435	0.945	0.73	82.05
Koran	1.13	0.86	1.13	1.15	0.425	0.35	0.99	1.505	0.94	86.27
Majalah	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	50.00
Buku	0.00	0.10	0.00	0.10	0.05	0.09	0.00	0.00	0.04	70.10
Papan bahan kertas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kertas campuran	1.38	1.76	1.76	1.97	1.445	2.79	5.19	1.36	2.21	53.37
Kardus	0.21	0.04	0.07	0.04	0.03	0.03	0.00	0.05	0.06	27.73
Diapers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kabel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kayu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kain/Tekstil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kaca	0.88	0.82	0.45	0.41	0.42	0.45	0.86	0.835	0.64	81.03
Karet	0.12	0.10	0.05	0.325	0.27	0.02	0.01	0.0001	0.11	61.94
Kaleng	0.115	0.07	0.025	0.00	1.56	0.08	0.0001	0.14	0.25	85.96
Kaleng aluminium	0.000	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	81.25
Kaleng baja	0.001	0.00	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	100.00
Logam	0.00	0.00	0.00	1.815	0.08	0.20	0.00	0.03	0.27	87.99
Kulit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sterofom	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Batu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tulang	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rambut	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>77.92</b>	<b>88.11</b>	<b>84.13</b>	<b>86.47</b>	<b>85.60</b>	<b>80.40</b>	<b>87.07</b>	<b>81.92</b>	<b>83.95</b>	<b>83.95</b>

**Lampiran 6**

**Analisis Investasi Pengembangan Unit komposting Kesatrian**

**Modal Investasi**

Peralatan	31225000
Operasional bulan pertama	57834562
<b>TOTAL</b>	<b>89,059,562.00</b>

**Pemasukan**

Tahun 1	425891484
Tahun 2	469545361.1
Tahun 3	493022629.2
Tahun 4	517673760.6
Tahun 5	543557448.7
Tahun 6	570735321.1
Tahun 7	599272087.1
Tahun 8	629235691.5
Tahun 9	660697476.1
Tahun 10	693732349.9
Tahun 11	728418967.4
Tahun 12	764839915.7
Tahun 13	803081911.5
Tahun 14	843236007.1
Tahun 15	885397807.5

**Operasional dan Maintenance**

Tahun 1	376210820
Tahun 2	414772429.1
Tahun 3	435511050.5
Tahun 4	457286603
Tahun 5	480150933.2
Tahun 6	504158479.8
Tahun 7	529366403.8
Tahun 8	555834724
Tahun 9	583626460.2
Tahun 10	612807783.2
Tahun 11	643448172.4
Tahun 12	675620581
Tahun 13	709401610.1
Tahun 14	744871690.6
Tahun 15	782115275.1

**Penyusutan**

bangunan 20 thn (5%)	0.00
depresiasi / thn	0.00

**NPV (MARR 12%)**

Tahun	sum	0	1	2	3	4	5
Investasi	89,059,562.00	(89,059,562.00)					
Pemasukan			425,891,484.00	469,545,361.11	493,022,629.17	517,673,760.62	543,557,448.65
Operasional dan maintenance			(376,210,820.00)	(414,772,429.05)	(435,511,050.50)	(457,286,603.03)	(480,150,933.18)
Depresiasi			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pendapatan terkena pajak			49,680,664.00	54,772,932.06	57,511,578.66	60,387,157.60	63,406,515.48
Pajak 10 %			4,968,066.40	5,477,293.21	5,751,157.87	6,038,715.76	6,340,651.55
Pemasukan setelah pajak			44,712,597.60	49,295,638.85	51,760,420.80	54,348,441.84	57,065,863.93
Depresiasi			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arus kas setelah pajak	(89,059,562.00)		44,712,597.60	49,295,638.85	51,760,420.80	54,348,441.84	57,065,863.93
Faktor bunga		1.00	1.12	1.25	1.40	1.57	1.76
Nilai saat ini (PV)	(89,059,562.00)		39,921,962.14	39,298,181.48	36,842,045.14	34,539,417.32	32,380,703.74
NPV		93,922,747.83					

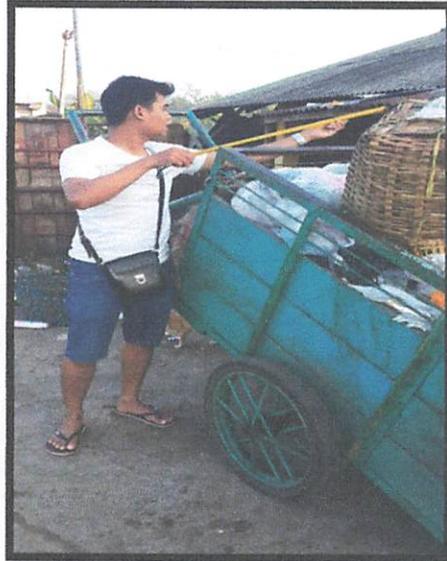
**PBP**

Investment	(89,059,562.00)	waktu payback	(49,137,599.86)	(14.77)	bulan
Thn 1	39,921,962.14		39,921,962.14		
	(49,137,599.86)				

B/C =  $\frac{182,982,309.83}{89,059,562.00} = 2.05$

## LAMPIRAN GAMBAR

### PERHITUNGAN VOLUME



## PERHITUNGAN BERAT JENIS

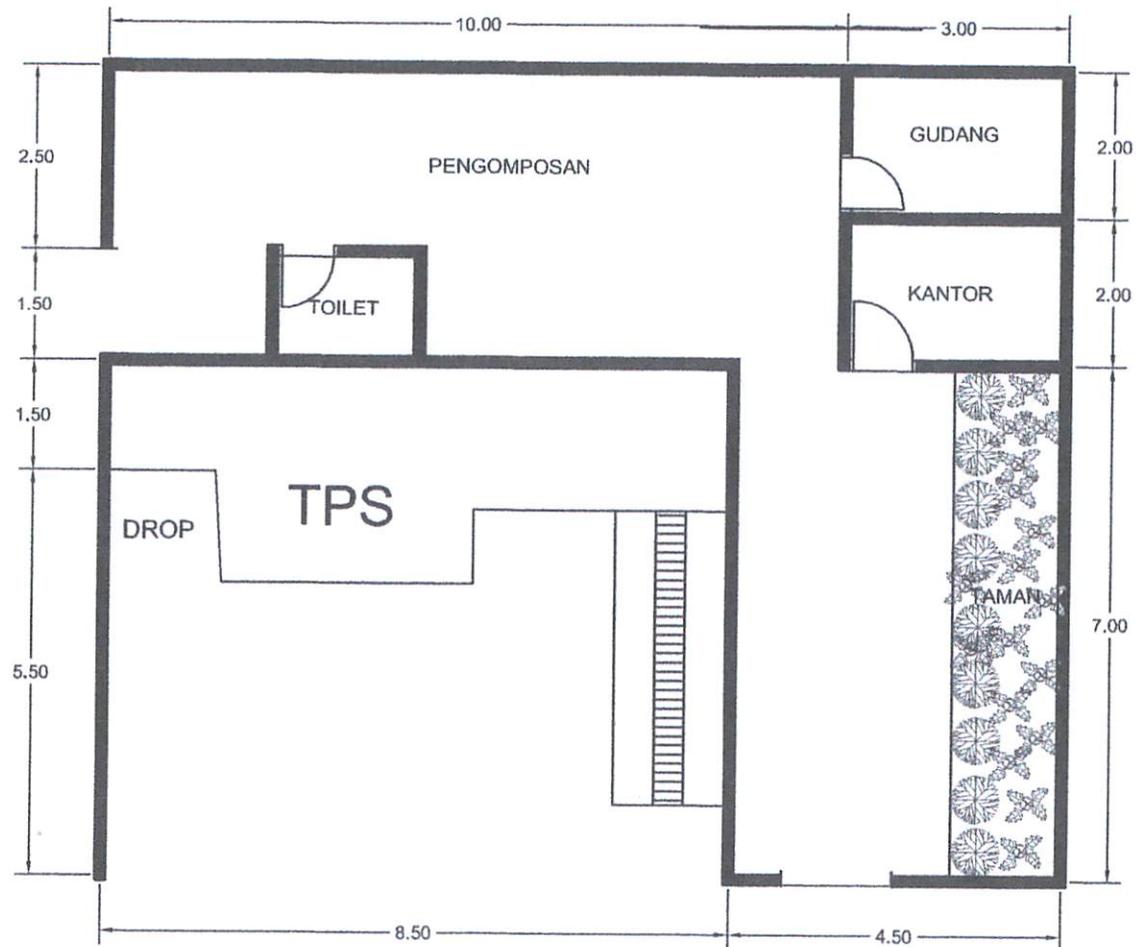


## METODE PEREMPATAN



## PEMILAHAN





NAMA GAMBAR

**DENAH UNIT  
KOMPOSTING  
KESATRIAN**

DIGAMBAR OLEH/

**MARIA KATARINA  
THADEUS  
( 10.26.024 )**

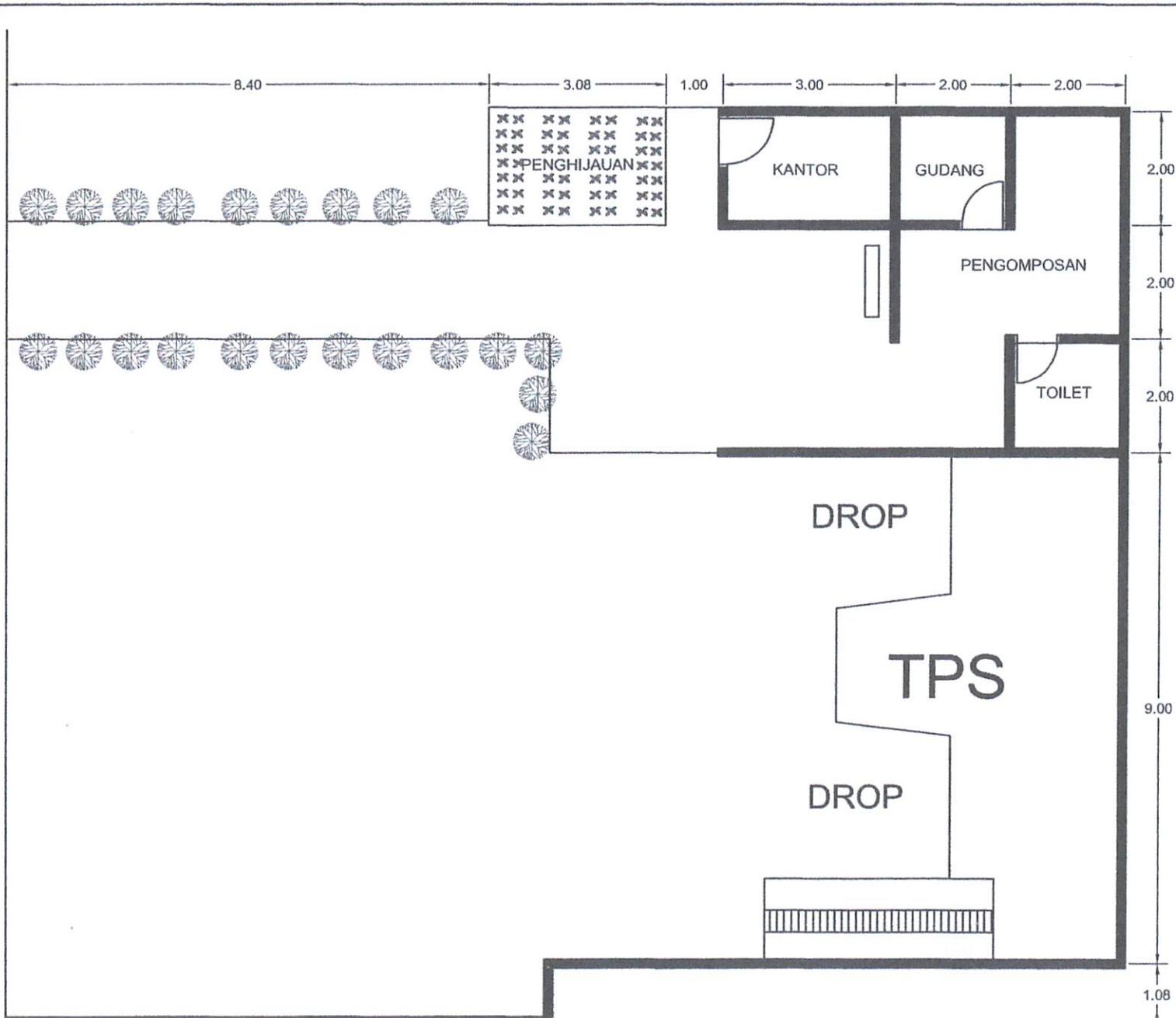
DOSEN PEMBIMBING I

**CANDRA DWI RATNA, ST. MT**

DOSEN PEMBIMBING 2

**HARDIANTO, ST. MT**

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG



NAMA GAMBAR

**DENAH UNIT  
KOMPOSTING  
ARJOSARI**

DIGAMBAR OLEH

**MARIA KATARINA  
THADEUS  
( 10.26.024 )**

DOSEN PEMBIMBING I

**CANDRA DWI RATNA, ST. MT**

DOSEN PEMBIMBING 2

**HARDIANTO, ST. MT**

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Maria Katarina Thadeus  
 Nim : 10 26. 024  
 Jurusan : Teknik Lingkungan S-1  
 Dosen Pembimbing I : Candra Dwi Ratna ST.MT  
 Judul : Kajian Pengelolaan Daur Ulang Sampah di UDPK Kesatrian dan UDPK Arjosari Kecamatan Blimbing Kota Malang (Tinjauan Teknis Operasional dan Finansial)

No	Tanggal	Catatan / keterangan	Tanda Tangan
1.	18-7-2014	Bab I → Tambak referensi Bab II → → cek redactional → tambak referensi Bab III - acc Bab IV → → diberi data → pertumbuhan penduduk. → Tata letak wjn.	
2.	22-7-2014	Bab I, II dan IV acc → tambah of evaluasi Kondisi Eksting	

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Maria Katarina Thadeus  
 Nim : 10 26. 024  
 Jurusan : Teknik Lingkungan S-1  
 Dosen Pembimbing I : Candra Dwi Ratna ST.MT  
 Judul : Evaluasi dan Pengembangan Daur Ulang Sampah di UDPK  
 Kesatrian dan UDPK Arjosari Kecamatan Blimbing Kota  
 Malang

No	Tanggal	Catatan / keterangan	Tanda Tangan
3.	23-7-2014	Bab IV Imbuah ds penjelasan kondisi ekristiy	
4.	24-7-2014	ACC semi war	



# LEMBAR ASISTENSI

## SKRIPSI / KERJA PRAKTEK

Nama : Marta Katarina Thadeus  
NIM : 10-26-024  
Jurusan : Teknik Lingkungan, FTSP – ITN MALANG  
Dosen Pembimbing : Hardianto, ST, MT

Hari, Tanggal	Uraian	Tanda Tangan
19 Mei 2024	Mulai sampling	
26 Juni 2024	Revisi laporan Bab I, II, III	
Kamis 19 Juli 2024 (pagi)	Bab IV	
Kamis 17 Juli 2024 (pale)	Bab V	
Bab VI 19 Juli 2024	Lengkap semua Lampiran dan	

Dosen Pembimbing

---

**BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**Seminar Skripsi** untuk mahasiswa/i :

**Nama** : **Maria Katarina Thadeus**

**NIM** : **1026024**

yang dilaksanakan pada : **Jumat, 8 Agustus 2014**

dengan Judul Makalah :

Kajian pengelolaan daur ulang sampah di unit komposting Kesatrian dan unit komposting Arjosari kota malang (tinjauan aspek Teknis operasional dan finansial)

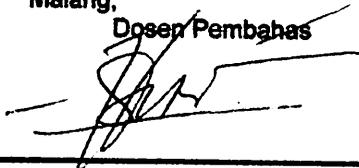
Dinyatakan \*):

- a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi.
- b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

\*) bulati salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan dengan perbaikan sebagai berikut :

1. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi.
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Malang,  
Dosen Pembahas



**BERITA ACARA DAN PERBAIKAN SEMINAR SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**Ujian Skripsi** untuk mahasiswa/i :

**Nama** : **Maria Katarina Thadeus**

**NIM** : **1026024**

**Ujian dilaksanakan pada : Jumat, 8 Agustus 2014**

**Judul Makalah :**

**Ujian pengelolaan daur ulang sampah di unit komposting Kesatrian dan unit komposting  
Kecamatan Kertosari kota malang (tinjauan aspek Teknis operasional dan finansial)**

**Keputusan \*):**

- a. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi.
- b. Disetujui untuk ikut Ujian Skripsi, dengan perbaikan
- c. Tidak disetujui untuk ikut ujian dan harus melakukan seminar ulang

**Perbaikan dilakukan pada salah satu point dan langsung diberitahukan pada yang bersangkutan  
untuk melakukan perbaikan sebagai berikut :**

Lihat di catatan di laporan  
di bawa saat bimbingan / konsultasi

Malang,  
Dosen Pembahas



Selamat - 15/8/14.  
Tata-

 An Saes Cep  
15/8/14

**PERBAIKAN SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**Seminar Skripsi** untuk mahasiswa/i :

**Nama** : **Maria Katarina Thadeus**

**NIM** : **1026024**

**yang dilaksanakan pada : 18 Agustus 2014**

**dengan Judul Skripsi :**

**Kajian pengelolaan daur ulang sampah di unit komposting Kesatrian dan unit komposting Arjosari kota malang (tinjauan aspek Teknis operasional dan finansial)**

**Dengan perbaikan sebagai berikut :**

Revisional cek lagi di- paragraf → tema 1 paragraf

Dosen Penguji



**PERBAIKAN SKRIPSI**  
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**Seminar Skripsi** untuk mahasiswa/i :

**Nama** : ***Maria Katarina Thadeus***

**NIM** : ***1026024***

yang dilaksanakan pada : ***18 Agustus 2014***

dengan Judul Skripsi :

**Kajian pengelolaan daur ulang sampah di unit komposting Kesatrian dan unit komposting Arjosari kota malang (tinjauan aspek Teknis operasional dan finansial)**

Dengan perbaikan sebagai berikut :

1. ....  
.....
2. ....  
.....
3. ....  
.....
4. ....  
.....
5. ....  
.....

**Dosen Penguji**

---