



TESIS - RE092314

**MODEL SISTEM DINAMIK
PADA PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH
KECAMATAN GUBENG, KOTA SURABAYA**

**YEVI PUTRI AGUSTIA
3312201901**

**DOSEN PEMBIMBING
IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD.**

**PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**



THESIS - RE092314

**DYNAMIC SYSTEM MODEL
OF WASTE MANAGEMENT DEVELOPMENT
GUBENG DISTRICT, SURABAYA**

**YEVI PUTRI AGUSTIA
3312201901**

**SUPERVISOR
IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD.**

**MASTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014**

TESIS

MODEL SISTEM DINAMIK PADA PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH
KECAMATAN GUBENG KOTA SURABAYA

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

oleh :

YEVI PUTRI AGUSTIA
3312201901

Tanggal Ujian : 30 Januari 2014
Periode Wisuda : September 2014

Disetujui oleh:

1. IDAA Warmadewanthi, ST, MT, Ph.D

(Pembimbing)

NIP. 197502121999032001

2. Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M AppSc.

(Penguji)

NIP. 195307061984032004

3. Dr. Ir. Ellina Sitepu Pandebesie, MT

(Penguji)

NIP. 195602041992032001

4. Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., Mphil., Ph.D

(Penguji)

NIP. 198208042005011001

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.

NIP. 196404051990021001

MODEL SISTEM DINAMIK PADA PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Yevi Putri Agustia
NRP : 3312201901
Pembimbing : IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD

ABSTRAK

Potensi reduksi sampah di Kecamatan Gubeng hanya sebesar 5,17 %. Jumlah reduksi sampah sangat sedikit dibandingkan dengan target reduksi sampah sebesar 20% pada tahun 2020. Reduksi sampah dari sektor formal dan informal di Kecamatan Gubeng belum terukur secara keseluruhan sehingga perlu dilakukan penentuan persentase reduksi. Penelitian dilaksanakan dengan melakukan pengukuran komposisi sampah fasilitas selama 8 hari berturut-turut, pendataan gerobak masuk tiap TPS, pengukuran reduksi sampah di berbagai sektor, dan pengumpulan data sekunder. Penelitian mencakup perhitungan reduksi sampah, emisi gas rumah kaca, biaya pengelolaan sampah dengan menerapkan berbagai skenario. Skenario yang digunakan yaitu skenario TPA (tidak melakukan reduksi apapun), skenario Bank Sampah (reduksi sampah berdasarkan partisipasi masyarakat melalui bank sampah dan komposter) dan Skenario Daur Ulang (reduksi sampah berdasarkan potensi *recovery* material melalui bank sampah, komposter, rumah kompos dan pemulung). Ketiga skenario tersebut dipilih yang memiliki persentase reduksi sampah terbesar. Pengembangan skenario dilakukan pada skenario terpilih dan menghasilkan alternatif kebijakan yang paling memungkinkan untuk mencapai target reduksi. Penelitian menghasilkan struktur model dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya yang disimulasikan hingga tahun 2020. Hasil penelitian menunjukkan Skenario dengan reduksi sampah terbesar adalah skenario Daur Ulang. Reduksi sampah skenario Daur Ulang di Kecamatan Gubeng tahun 2013 sebesar 6,22% dan menurun menjadi 5,50% pada tahun 2020 (1,31%; 1,14% reduksi di rumah kompos, 1,90%; 1,72% reduksi di komposter, 0,16%; 0,18% reduksi di bank sampah dan 2,85%; 2,47% reduksi pemulung di TPS). Perbaikan skenario Daur Ulang yang paling realistis yaitu perbaikan skenario yang melibatkan peran masyarakat 22,81%, pemerintah 5,67%, sektor informal 12,29% dan pihak swasta 59,22% dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,73% tiap tahun. Skenario perbaikan menggunakan sistem dasawisma (1 komposter untuk 10 KK) untuk pemukiman serta penambahan komposter dan rumah kompos untuk fasilitas. Rumah kompos yang harus dibangun sebanyak 5 unit (3 unit di dekat pasar dan 2 unit di perguruan tinggi). Jumlah komposter sebanyak 4.621 unit yaitu 4.154 unit komposter pemukiman (8 unit/RT) dan 467 unit komposter fasilitas (1 unit/fasilitas) serta 26 unit Bank (jumlah nasabah 1.174 KK). Pada tahun 2020, penambahan fasilitas tersebut meningkatkan persentase reduksi sebesar 20,09% dengan reduksi sampah sebesar 6.149,43 ton/tahun (3,65 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting). Biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 8.436.659.400 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK sebesar 4.760.254 ton/tahun (4,52% dari skenario Daur Ulang).

Kata kunci : model dinamik, pengelolaan sampah, pengembangan skenario, reduksi sampah

DYNAMIC SYSTEM MODEL OF WASTE MANAGEMENT DEVELOPMENT GUBENG DISTRICT, SURABAYA

Name : Yevi Putri Agustia
ID Number : 3312201901
Supervisor : IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD

ABSTRACT

Waste reduction potential of Gubeng District was 5.17%. The waste reduction was very small compared with waste reduction target 20% in 2020. Waste reduction from the formal and informal sector in Gubeng District, Surabaya had not measured yet so it is necessary to determine the reduction percentage. The research was conducted by measuring waste composition of facilities at transfer depo for 8 days in a row, collected carts entrance data for each transfer depo, waste reduction measured in the various sectors and collected data base for the model. The study included waste reduction, greenhouse gas emissions, waste management costs calculation by various scenarios. The scenarios used are Landfill scenario (no reduction action), Solid Waste Bank scenario (waste reduction based on community participation by solid waste banks and individual composters) and Recycling Scenario (waste reduction based on material potential recovery through solid waste banks, individual composters, composting house and scavengers). Then a scenario was selected by the largest percentage of waste reduction. Improvement of the selected scenario performed to produced the best possible policy alternatives to achieve the reduction targets. The study's resulted in a dynamic model structure of waste management in Gubeng District, Surabaya and simulated until year 2020. The Recycling Scenario has the largest waste reduction. Waste reduction of Recycling scenario in Gubeng District in 2013 was 6.22 % and decreased to 5.50 % in 2020 (1.31 %; 1.14 % reduction in composting house, 1.90 %; 1.72 % reduction in individual composters, 0.16 %; 0.18 % reduction in solid waste banks and 2.85 %; 2.47% reduction from scavengers in transfer depo). The most realistic improvement of Recycling Scenario involved integrated participation from public (22.81 %), government (5.67 %), informal sector (12.29 %) and private sector (59,22%) with 1,73% annual increase of waste reduction. Improvement for the scenario was selected by *dasawisma* system (1 composter per 10 households) for residentials and added individual composters and composting houses for facilities. Composting House needed to be built was 5 units (3 units near market and 2 units in college). Individual composter needed as much as 4,621 units which consist of 4,154 units for residential composter (8 units/RT) and 467 units for facilities (1 unit/facility) and 26 units of Solid waste bank (1,174 households customers). In 2020, the addition of these facilities increased the reduction percentage by 20.09 % with 6149.43 tons/year (3.65 times greater than existing conditions) waste reduction. Approximated cost was Rp 8,436,659,400 for the extra facilities. GHG emission reductions was 4,760,254 tons/year (4.52 % of Recycling scenario).

Keywords : dynamic model, improvement scenario, waste management, waste reduction percentage

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga Laporan Tesis ini dapat terselesaikan. Laporan Tesis “Model Sistem Dinamik pada Pengembangan Pengelolaan Sampah di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya” ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan kelulusan program S2 Teknik Lingkungan ITS. Dalam penulisan laporan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis antara lain:

1. Dosen Pembimbing Tesis, Ibu IDAA Warmadewanthi, ST., M.Sc., P.hD. terima kasih atas segala ilmu, nasehat, arahan dan kesabarannya dalam membimbing penulis.
2. Dosen Penguji Tesis, Ibu Prof. Yulinah Trihadiningrum M AppSc. dan Ibu Dr. Ellina S. Pandebesie, ST., MT. Terima kasih atas bimbingan dan masukannya.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc. terima kasih atas waktu dan arahan diskusi lanjutan dalam penentuan topik dan analisis tesis.
4. Dosen Wali, Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE. M.Sc, Ph.D. atas segala pengarahan dan perhatian yang telah diberikan.
5. Mama, Ayah dan Icha yang selalu mengingatkan, menyemangati dan mendoakan penulis agar tahap ini segera terselesaikan dan dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya.
6. Sahabat-sahabatku, Fina, Sansika, Kiki, Ulvi, Siti, Yono, Dafit, Elita, Hasyim dan banyak lagi terimakasih atas semangat dan masukannya.
7. Teman-teman angkatan 2009 Ami, Jojo, Ella, Wawan yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan laporan ini.
8. Teman-teman S2 Teknik Lingkungan Mas Hendry, Mbak Adi, Mas Adam dan Mas Aziz yang memberikan masukan serta bantuan untuk perbaikan laporan ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Pengelola TPS Kecamatan Gubeng yaitu Pak Soleh (TPS Bratang), Ibu Giyanti dan Pak Legut (TPS Kalibokor), Pak Muni dan Pak Warsito (TPS Pucang), Bu Suminah (TPS Barata Jaya), Pak Kandar (TPS Srikana), Pak Dji (TPS Bakti Husada), Pak Susilo (TPS Kangean), Bu Dul (TPS Kaliwaron), Pak Riyadi (TPS Mojoarum) yang telah bersedia membantu kelancaran dalam proses penelitian.
10. Seluruh Bapak dan Ibu Pemulung di tiap TPS yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu karena telah bersedia meluangkan waktu bekerjanya untuk membantu proses penelitian ini.

11. Seluruh Bapak Sopir Truk Sampah TPS Kecamatan Gubeng, Pak Sabiq (TPS Bratang), Pak Supri (TPS Kalibokor), Pak Agus (TPS Pucang), Pak Widarmanto/Pak Ipin (TPS Barata Jaya), Pak Wirai, Pak Karnawi, Pak Sutris (TPS Srikana), Pak Mansur (TPS Bakti Husada), Pak Agus dan Pak Faisol (TPS Kangean), Pak Imam (TPS Kaliwaron), Pak Leiman (TPS Mojoarum) yang telah bersedia membantu kelancaran dalam proses penelitian.
12. Ketua Bank Sampah Bina Mandiri Surabaya, Mbak Rizka yang telah membantu dalam kelancaran proses pengambilan data. Terimakasih.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga nantinya dapat lebih baik dalam penulisan laporan maupun publikasi ilmiah. Terima kasih.

Surabaya, Februari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

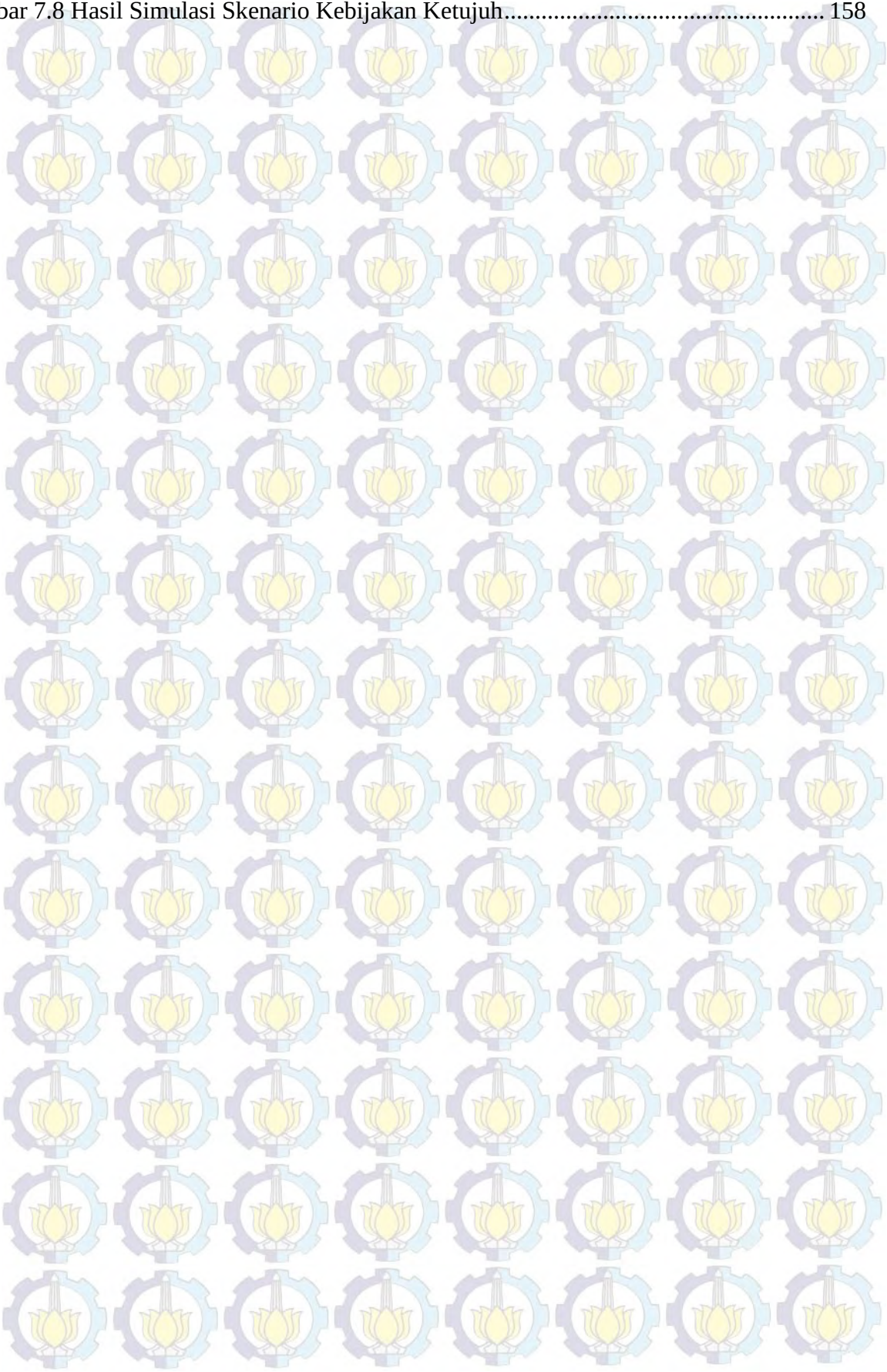
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Pengelolaan Sampah	5
2.1.1 Pengurangan Sampah	6
2.1.1.1 Pengomposan	6
2.1.1.2 Kegiatan 3R (<i>Reduce, Reuse dan Recycle</i>)	6
2.1.2 Penanganan Sampah.....	9
2.1.2.1 Pemilahan Sampah.....	10
2.1.2.2 Pengumpulan Sampah	10
2.1.2.3 Pengangkutan Sampah.....	11
2.1.2.4 Pengolahan Sampah.....	12
2.1.2.5 Pemrosesan Akhir Sampah	12
2.2 Emisi GRK.....	13
2.2.1 Emisi GRK Pengolahan Sampah.....	13
2.2.1.1 Sampah yang masuk TPA.....	13
2.2.1.2 Sampah yang Dikomposkan	16
2.2.2 Emisi GRK Pengangkutan Sampah.....	17
2.3 Model Dinamika Sistem	19
2.3.1 Kelebihan Dinamika Sistem.....	20
2.3.2 Elemen Inti Model Dinamik.....	20
2.3.3 Langkah Perumusan Model.....	20
2.3.4 Simulasi Model dengan Komputer.....	21
2.4 Model Dinamik Pengelolaan Sampah.....	23
2.5 Validasi Model.....	23
2.6 Penelitian Terdahulu	24
BAB 3 METODE PENELITIAN	27
3.1 Umum	27
3.2 Kerangka Alur Penelitian.....	28
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.3.1 Penentuan Wilayah Penelitian.....	28
3.3.2 Pengumpulan Data.....	28

3.3.2.1 Pengumpulan Data Sekunder	30
3.3.2.2 Pengumpulan Data Primer	32
3.3.3 Analisis Data dan Pembahasan	32
3.3.3.1 Elemen Inti Struktur Model Sistem Dinamik.....	33
3.3.3.2 Ruang Lingkup dan Batasan Model Sistem Dinamik.....	33
3.3.3.3 Identifikasi Variabel dan Konseptualisasi.....	36
3.3.3.4 Formulasi dan Simulasi Model	37
3.3.3.5 Penerapan dan Perbaikan Skenario	40
3.3.3.6 Analisis dan Interpretasi.....	41
3.3.3.7 Luaran Simulasi Model Sistem Dinamik	41
3.3.4 Penarikan Kesimpulan dan Saran	41
BAB 4 GAMBARAN UMUM KECAMATAN GUBENG	43
4.1 Gambaran Umum Kecamatan Gubeng.....	43
4.2 Demografi Kecamatan Gubeng	43
4.3 Fasilitas di Kecamatan Gubeng	45
4.4 Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah	47
4.4.1 TPS di Kecamatan Gubeng	47
4.4.2 Rumah Kompos dan Komposter di Kecamatan Gubeng	50
4.4.3 Bank Sampah dan Pemulung TPS di Kecamatan Gubeng.....	52
4.5 Kondisi Eksisting Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah	53
4.5.1 Pengumpulan Sampah dari Sumber ke TPS	53
4.5.2 Pengangkutan Sampah dari TPS ke TPA.....	54
BAB 5 PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG	55
5.1 Laju Pertumbuhan Penduduk dan Penambahan Fasilitas di Kecamatan Gubeng	55
5.2 Hasil Penelitian Pengelolaan Sampah di TPS	56
5.2.1 Timbulan, Densitas dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Gubeng.....	57
5.2.2 Timbulan dan Komposisi Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng	59
5.2.3 Perbandingan Pengukuran Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Rumah Tangga (Fasilitas).....	69
5.3 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng	70
5.4 Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng	72
5.4.1 Reduksi Sampah Rumah Kompos.....	72
5.4.2 Reduksi Sampah Komposter	73
5.4.3 Reduksi Sampah Bank Sampah	74
5.4.4 Reduksi Sampah Pemulung TPS.....	76
5.4.5 Total Reduksi Sampah	80
5.5 Emisi dan Reduksi Emisi GRK	81
5.5.1 Emisi GRK Pengolahan Sampah	82
5.5.2 Emisi GRK Pengangkutan Sampah	85
5.5.3 Total Emisi dan Reduksi Emisi GRK	87
5.6 Pembiayaan Pengelolaan Sampah	88
BAB 6 MODEL DINAMIK PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG, SURABAYA.....	91
6.1 Identifikasi Komponen Sistem Pengelolaan Sampah.....	92
6.1.1 Identifikasi Timbulan dan Komposisi Sampah di Sumber	92
6.1.2 Identifikasi Kegiatan Reduksi Sampah	92

6.1.3 Identifikasi Kegiatan Pengangkutan Sampah	93
6.1.4 Identifikasi Biaya Pengelolaan Sampah	93
6.1.5 Identifikasi Emisi dan Reduksi Emisi GRK	94
6.2 Konseptualisasi Model	94
6.2.1 Identifikasi Variabel	94
6.2.2 <i>Causal loop</i> Diagram	98
6.3 Stock-Flow Diagram	100
6.3.1 Model Utama Sistem	101
6.3.2 Submodel Sistem	102
6.4 Verifikasi dan Validasi Model	113
6.4.1 Verifikasi Model	113
6.4.2 Validasi Model	116
6.5 Simulasi Model	120
6.5.1 Skenario TPS	121
6.5.2 Skenario TPA	121
6.5.3 Skenario Bank Sampah	123
6.5.4 Skenario Daur Ulang	124
6.5.5 Perbandingan Skenario	125
6.6 Perancangan <i>Interface</i> Model	130
BAB 7 ALTERNATIF PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH	
KECAMATAN GUBENG, KOTA SURABAYA	133
7.1 Skenario 1 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal	134
7.2 Skenario 2 : Penambahan Nasabah Dan Unit Bank Sampah	137
7.3 Skenario 3 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (70%:30%)	139
7.4 Skenario 4 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (75%:25%)	142
7.5 Skenario 5 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (80%:20%)	144
7.6 Skenario 6 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (85%:15%)	147
7.7 Perbandingan Skenario Kebijakan	149
7.8 Skenario 7 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal (10 Unit/RT) Dan Reduksi Fasilitas	152
BAB 8 KESIMPULAN DAN SARAN	161
8.1 Kesimpulan	161
8.2 Saran	161
DAFTAR PUSTAKA	163
LAMPIRAN A PUBLIKASI ILMIAH.....	A-1
LAMPIRAN B DATA PERSAMPAHAN	B-1
LAMPIRAN C MODEL DINAMIK.....	C-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Daur Ulang oleh Sektor Informal	8
Gambar 2.2 Skema Pengembangan Model Sistem Dinamik.....	21
Gambar 2.3 Ikon pada <i>Software</i> Stella	22
Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian	29
Gambar 3.2 Rincian Jenis dan Metode Pengambilan Data	31
Gambar 3.3 Batasan Struktur Model Pengelolaan Sampah.....	34
Gambar 3.4 Ruang Lingkup Penelitian dan Skenario yang Digunakan	35
Gambar 3.5 <i>Causal loop</i> Model Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya..	36
Gambar 3.6 Struktur Model Pengelolaan Sampah Kota Surabaya.....	40
Gambar 3.7 Pola Penerapan Skenario pada Model Dinamik	41
Gambar 3.8 Diagram Alir Pembentukan Struktur Model Dinamik.....	42
Gambar 5.1 Persentase Berat Sampah Tiap Fasilitas	61
Gambar 5.2 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng.....	71
Gambar 6.1 <i>Causal loop</i> Diagram Model Dinamik	99
Gambar 6.2 Model Utama Sistem Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng	101
Gambar 6.3 Submodel Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga.....	103
Gambar 6.4 Submodel Timbulan Sampah Fasilitas	104
Gambar 6.5 Submodel Reduksi Sampah	105
Gambar 6.6 Submodel Pengangkutan Sampah.....	106
Gambar 6.7 Submodel Biaya Pengelolaan Sampah	107
Gambar 6.8 Submodel Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah	108
Gambar 6.9 Submodel Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah	109
Gambar 6.10 Submodel Emisi GRK Pengangkutan Sampah.....	110
Gambar 6.11 Submodel Reduksi Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah	111
Gambar 6.12 Submodel Reduksi Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah	112
Gambar 6.13 Submodel Reduksi Emisi N ₂ O Pengolahan Sampah.....	112
Gambar 6.14 Submodel Total Emisi GRK Kecamatan Gubeng	113
Gambar 6.15 Verifikasi Unit Model.....	114
Gambar 6.16 Verifikasi Struktur Model.....	115
Gambar 6.17 Uji Parameter Model	117
Gambar 6.18 Uji Kondisi Ekstrem.....	119
Gambar 6.19 Skenario TPA	122
Gambar 6.20 Hasil Simulasi Skenario TPA	123
Gambar 6.21 Skenario Bank Sampah.....	123
Gambar 6.22 Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah	124
Gambar 6.23 Skenario Daur Ulang	124
Gambar 6.24 Hasil Simulasi Skenario Daur Ulang.....	125
Gambar 6.25 Model Interface Sistem Dinamik Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya.....	130
Gambar 6.26 Output Hasil Simulasi.....	131
Gambar 7.1 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Pertama	136
Gambar 7.2 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kedua.....	138
Gambar 7.3 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketiga.....	141
Gambar 7.4 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keempat.....	144
Gambar 7.5 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kelima	146
Gambar 7.6 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keenam.....	148
Gambar 7.7 Perbaikan Struktur Model Skenario Kebijakan Ketujuh	155

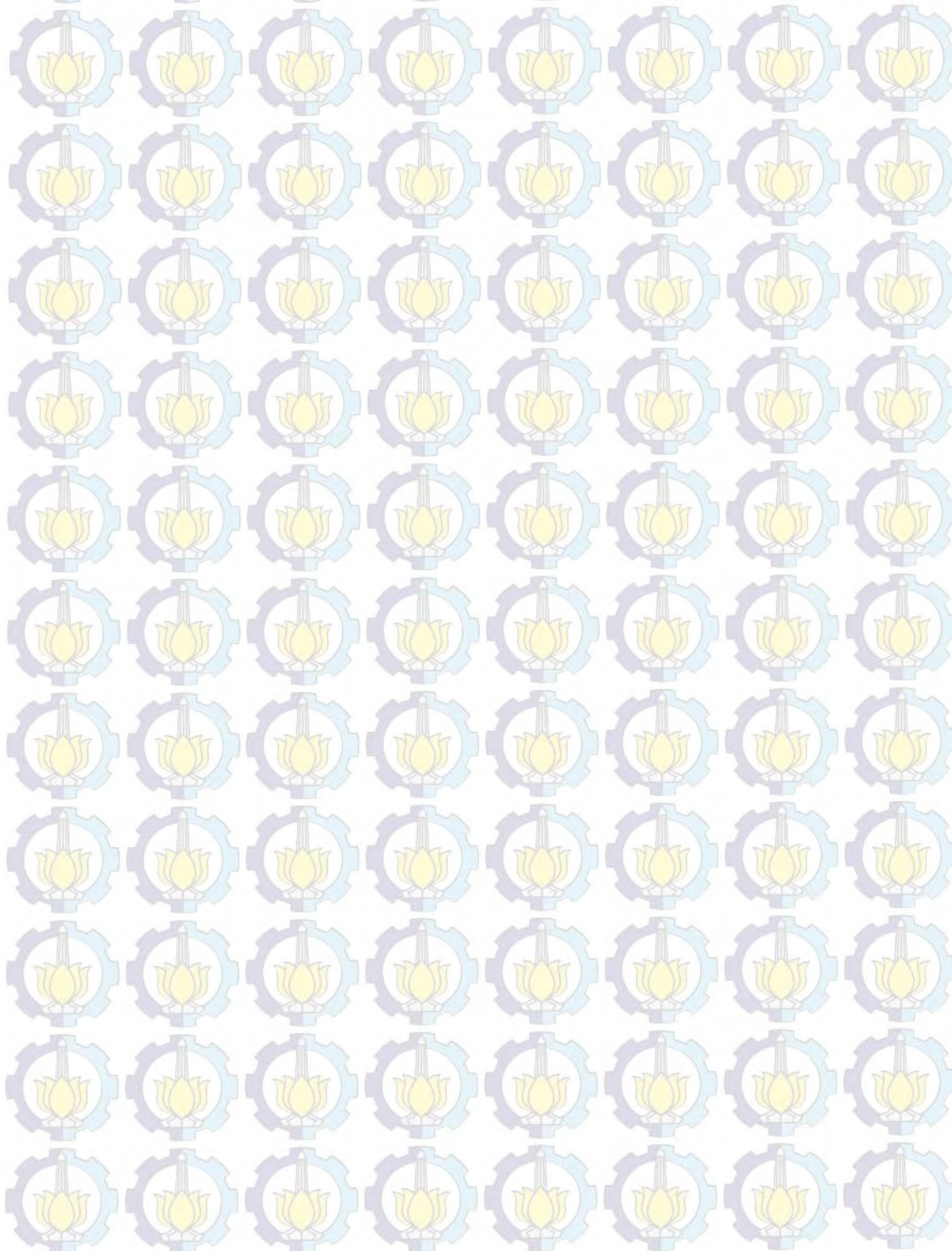


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai DOCi tiap jenis sampah.....	14
Tabel 2.2 Klasifikasi TPA dan Nilai MCF	15
Tabel 2.3 Nilai OX	16
Tabel 2.4 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O pengolahan biologis sampah	17
Tabel 2.5 Faktor Emisi CO ₂ tiap jenis bahan bakar	18
Tabel 2.6 Faktor Emisi CH ₄ dan N ₂ O tiap jenis teknologi kontrol emisi.....	19
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu.....	25
Tabel 3.1 Rancangan Formulasi Model Dinamik Pengelolaan Sampah Kota Surabaya.....	37
Tabel 4.1 Luas Wilayah, Jumlah dan Kepadatan Penduduk Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng pada Tahun 2010-2012.....	44
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Tiap Tahun di Kecamatan Gubeng	44
Tabel 4.3 Jumlah RW, RT, KK dan Anggota Keluarga Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng	45
Tabel 4.4 Jumlah Fasilitas Komersil di Kecamatan Gubeng	46
Tabel 4.5 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Gubeng	46
Tabel 4.6 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Gubeng.....	47
Tabel 4.7 Jumlah Fasilitas Sosial di Kecamatan Gubeng.....	47
Tabel 4.8 Lokasi TPS di Kecamatan Gubeng.....	48
Tabel 4.9 Area Pelayanan, Jumlah Ritasi dan Kontainer TPS di Kecamatan Gubeng	48
Tabel 4.10 Tipe dan Luas Lahan TPS	49
Tabel 4.11 Sarana dan Prasarana TPS Kecamatan Gubeng	49
Tabel 4.12 Upaya Perawatan dan Perbaikan TPS Kecamatan Gubeng.....	50
Tabel 4.13 Lokasi dan Kapasitas Rumah Kompos di Kota Surabaya	51
Tabel 4.14 Jumlah Komposter di Kecamatan Gubeng.....	51
Tabel 4.15 Nama dan Lokasi Bank Sampah di Kecamatan Gubeng.....	52
Tabel 4.16 Jumlah Gerobak dan Pemulung TPS Kecamatan Gubeng	53
Tabel 4.17 Jumlah armada dan ritasi pengangkutan sampah TPS Kecamatan Gubeng.....	54
Tabel 5.1 Laju Pertumbuhan Penduduk dan Penambahan Fasilitas di Kecamatan Gubeng ..	56
Tabel 5.2 Timbulan Sampah Rumah Tangga Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng	57
Tabel 5.3 Densitas dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Gubeng	58
Tabel 5.4 Timbulan Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng.....	59
Tabel 5.5 Jumlah Unit Fasilitas Kecamatan Gubeng	60
Tabel 5.6 Total Timbulan Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng	60
Tabel 5.7 Komposisi Sampah Hotel Kecamatan Gubeng	61
Tabel 5.8 Komposisi Sampah Sekolah Kecamatan Gubeng	62
Tabel 5.9 Komposisi Sampah Perguruan Tinggi Kecamatan Gubeng.....	63
Tabel 5.10 Komposisi Sampah Kantor Kecamatan Gubeng	64
Tabel 5.11 Komposisi Sampah Restoran Kecamatan Gubeng.....	65
Tabel 5.12 Komposisi Sampah Pertokoan Kecamatan Gubeng.....	66
Tabel 5.13 Densitas dan Komposisi Sampah Pasar Kecamatan Gubeng.....	67
Tabel 5.14 Densitas dan Komposisi Sampah Laboratorium Kecamatan Gubeng.....	68
Tabel 5.15 Perbandingan Komposisi Sampah Kecamatan Gubeng	69
Tabel 5.16 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng	70
Tabel 5.17 Persentase Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng	71
Tabel 5.18 Total Reduksi Sampah di Rumah Kompos	72
Tabel 5.19 Jumlah Unit Komposter Kecamatan Gubeng.....	74
Tabel 5.20 Total Reduksi Sampah di Komposter.....	74

Tabel 5.21 Jumlah Bank Sampah dan Nasabah Bank Sampah di Kecamatan Gubeng	75
Tabel 5.22 Komposisi Sampah Masuk Bank Sampah	75
Tabel 5.23 Laju Penambahan Nasabah Bank Sampah	76
Tabel 5.24 Total Reduksi Sampah di Bank Sampah	76
Tabel 5.25 Jumlah Penarik Gerobak, Pemulung dan Persentase pemulung TPS	77
Tabel 5.26 Komposisi Reduksi Sampah oleh Pemulung di TPS Secara Keseluruhan	77
Tabel 5.27 Berat Sampah Reduksi Pemulung di tiap TPS Kecamatan Gubeng	78
Tabel 5.28 Komposisi Sampah Reduksi Pemulung di tiap TPS Kecamatan Gubeng	79
Tabel 5.29 Total Reduksi Sampah oleh Pemulung di TPS Kecamatan Gubeng	80
Tabel 5.30 Total Persentase Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng	81
Tabel 5.31 Faktor Emisi tiap jenis Armada	87
Tabel 5.32 Emisi dan Reduksi Emisi GRK Tiap Skenario	88
Tabel 5.33 Satuan Biaya Pengelolaan Sampah	89
Tabel 5.34 Biaya Pengelolaan Sampah Tiap Skenario	90
Tabel 6.1 Identifikasi Variabel Terkait Model Sistem Dinamik	95
Tabel 6.2 Perhitungan Error antara Data Aktual dan Simulasi Jumlah Penduduk	120
Tabel 6.3 Data Simulasi Skenario TPS	121
Tabel 6.4 Hasil Simulasi Skenario TPA	122
Tabel 6.5 Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah	127
Tabel 6.6 Hasil Simulasi Skenario Daur Ulang	127
Tabel 6.7 Perbandingan Hasil Simulasi Reduksi dan Persentase Reduksi Sampah	128
Tabel 6.8 Perbandingan Hasil Simulasi Total Biaya Pengelolaan Sampah	128
Tabel 6.9 Perbandingan Hasil Simulasi Total Emisi GRK Pengelolaan Sampah	128
Tabel 6.10 Perbandingan Hasil Simulasi Kebutuhan Trip Pengangkutan Sampah	129
Tabel 6.11 Penghematan Biaya, Emisi GRK dan Trip Skenario Daur Ulang	129
Tabel 7.1 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Pertama	135
Tabel 7.2 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Pertama	135
Tabel 7.3 Output Skenario Kebijakan Pertama	135
Tabel 7.4 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kedua	137
Tabel 7.5 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Kedua	138
Tabel 7.6 Output Skenario Kebijakan Kedua	138
Tabel 7.7 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketiga	140
Tabel 7.8 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Ketiga	140
Tabel 7.9 Output Skenario Kebijakan Ketiga	140
Tabel 7.10 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keempat	142
Tabel 7.11 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Keempat	143
Tabel 7.12 Output Skenario Kebijakan Keempat	143
Tabel 7.13 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kelima	145
Tabel 7.14 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Kelima	145
Tabel 7.15 Output Skenario Kebijakan Kelima	145
Tabel 7.16 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keenam	147
Tabel 7.17 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Keenam	148
Tabel 7.18 Output Skenario Kebijakan Keenam	148
Tabel 7.19 Perbandingan Nilai Slider Keenam Skenario	150
Tabel 7.20 Perbandingan Output Skenario Kebijakan Keenam Skenario Tahun 2020	151
Tabel 7.21 Perbandingan Selisih Output Skenario Kebijakan Keenam Skenario Tahun 2020	151
Tabel 7.22 Perbandingan Nilai Slider Ketujuh Skenario	153
Tabel 7.23 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketujuh	154

Tabel 7.24 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Ketujuh	154
Tabel 7.25 Hasil Simulasi Total Reduksi Sampah Skenario Kebijakan Ketujuh.....	155
Tabel 7.26 Rencana Pengadaan Rumah Kompos dan Komposter untuk Fasilitas	156
Tabel 7.27 Hasil Simulasi Perbaikan Skenario Kebijakan Ketujuh	156
Tabel 7.28 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Perbaikan Skenario Kebijakan Ketujuh	157
Tabel 7.29 Output Perbaikan Skenario Kebijakan Ketujuh	157



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Total penduduk Kecamatan Gubeng tahun 2012 sebanyak 152.653 jiwa (BPS Kota Surabaya, 2013) dengan jumlah timbunan sampah 0,32 kg/orang. hari (Putri, 2010). Jumlah sampah Kecamatan Gubeng yang masuk Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Benowo sebanyak 48.849 kg/hari. Sampah yang masuk ke TPA terdiri atas sampah basah 57,42%, plastik 12,65%, diapers 9,18%, kertas 8,59%, sampah kebun 4,20%, kain 2,88%, kaca 1,37%, logam 0,95%, kayu 0,93%, sampah lain 0,79%, karet 0,60% dan B3 0,45% (Agustia, 2013). Jumlah sampah yang sangat besar tersebut tentunya memberikan dampak penting terhadap lingkungan dan bertambahnya beban sampah di TPA Benowo.

Kecamatan Gubeng memiliki 9 lokasi Tempat Penampungan Sementara (TPS), 2 unit rumah kompos, 1557 unit komposter, dan 14 unit bank sampah. Potensi reduksi sampah fasilitas pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng sebesar 5,17 %. Reduksi sampah sebesar 2,21%, 0,24%, 1,94%, dan 0,77% reduksi di pengepul, bank sampah, rumah kompos dan komposter individu/komunal (Agustia, 2013). Persentase reduksi tersebut masih sangat jauh dari yang ditargetkan sebesar 20% hingga akhir tahun 2020 (Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 2013). Selain itu, persentase reduksi tersebut masih sangat kecil dibandingkan dengan total jumlah sampah di Kecamatan Gubeng. Rendahnya persentase reduksi sampah mengakibatkan jumlah sampah yang masuk TPA dan beban TPA semakin besar. Di sisi lain, aktifitas pengelolaan sampah juga berkontribusi menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebanyak 4% (Papageorgiou *et al.*, 2009). Reduksi sampah dengan pengomposan dan kegiatan daur ulang dapat mereduksi emisi GRK sebesar 3,75% dan 5,81% (Hapsari, 2011). Untuk itu, perlu ditentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah guna meningkatkan jumlah reduksi sampah, emisi GRK dan biaya dengan simulasi sistem dinamik.

Sistem dinamik digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem yang rumit dan kompleks. Pengelolaan dan manajemen persampahan merupakan persoalan kompleks karena berhubungan secara keseluruhan (Kolikkathara *et al.*, 2010). Beberapa sektor pengelolaan sampah berkembang secara dinamik seiring berjalannya waktu. Simulasi model sistem

dinamik dapat membantu memahami perilaku sistem pada kondisi saat ini. Hasil simulasi skenario dapat dianalisis sehingga didapatkan alternatif pengelolaan yang berpotensi memperbaiki perilaku sistem saat ini (Yuan, 2012). Hal ini juga dapat diterapkan untuk menentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya.

Penerapan simulasi model dinamik pengelolaan sampah Kota Semarang telah dilakukan dengan menggunakan *software* Powersim. Struktur model yang dibuat mencakup timbulan sampah, reduksi sampah oleh pengepul dan komposting serta transportasi sampah. Model ini mensimulasikan pola dinamik jumlah sampah yang masuk ke TPS sesuai dengan input dan output sampah (Sasongko, 2008). Model sistem dinamik juga dikembangkan untuk memodelkan dinamisasi timbulan sampah, kapasitas pengumpulan sampah dan energi listrik yang dihasilkan di Kota Dhaka, Bangladesh. Pembangunan model dilakukan dengan menggunakan *software* Stella. Model juga dapat digunakan sebagai analisis kebijakan pengelolaan sampah perkotaan (Sufian dan Bala, 2007). Pengembangan model sistem dinamik juga digunakan untuk memprediksi jumlah timbulan sampah penduduk pertumbuhan ekonomi tinggi di San Antonio, Texas menggunakan *software* Stella. Model sistem dinamik dapat menunjukkan pola sistem dengan berbagai skenario yang ditentukan (Dyson dan Chang, 2005). Model sistem dinamik juga dapat digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari suatu kegiatan dengan metode analisis *causal loop*. Metode ini dapat memberikan gambaran *feedback loop* utama dan dapat dikonversi menjadi diagram stok dan aliran (Yuan, 2012). Berdasarkan keunggulan tersebut, perlu dilakukan simulasi sistem model dinamik untuk dapat menentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah. Model disimulasikan dalam beberapa waktu kedepan sesuai dengan perilaku sistem pada kondisi eksisting.

Kecamatan Gubeng dipilih sebagai wilayah penelitian karena telah terdapat penelitian sebelumnya yang mendasari struktur model dinamik. Selain itu, di Kecamatan Gubeng terdapat berbagai fasilitas pengelolaan sampah yang baik sehingga membantu dalam penentuan alternatif pengembangan pengelolaan sampah. Skenario yang digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting yaitu Skenario TPA, Bank Sampah dan Daur Ulang. Dari ketiga skenario tersebut, dipilih skenario yang memiliki persentase reduksi sampah terbesar kemudian dibuat struktur model dinamik. Dari hasil simulasi model dinamik, dapat ditentukan perbaikan skenario untuk meningkatkan persentase reduksi sampah.

1.2 Rumusan Masalah

Data besar reduksi sampah dari sektor formal dan informal di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya belum terukur secara keseluruhan. Tidak dapat diketahui besar peningkatan kegiatan reduksi yang harus dilakukan untuk mencapai target reduksi sampah hingga 20%. Berbagai skenario pengelolaan sampah digunakan untuk mengetahui potensi reduksi sampah terbesar pada kondisi eksisting. Dari skenario yang memiliki tingkat reduksi sampah yang paling besar dibuat struktur model sistem dinamik. Simulasi model dinamik akan digunakan untuk menentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya dengan melakukan perbaikan skenario eksisting.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu menentukan persentase reduksi sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Selain itu, juga menentukan peningkatan reduksi sampah yang harus dilakukan untuk mencapai target reduksi sebesar 20%. Persentase reduksi sampah dapat dihitung dengan skenario penimbunan di TPA tanpa daur ulang (Skenario TPA), skenario daur ulang dengan partisipasi masyarakat melalui program bank sampah dan komposter (Skenario Bank Sampah) serta skenario daur ulang berdasarkan potensi *recovery* material (Skenario Daur Ulang). Ketiga skenario tersebut dipilih yang memiliki persentase reduksi sampah terbesar. Perbaikan skenario dilakukan pada skenario terpilih dengan menggunakan simulasi model dinamis dan menghasilkan alternatif kebijakan yang paling memungkinkan untuk dilakukan dalam mencapai target reduksi.

1.4 Manfaat

Penelitian ini menghasilkan struktur model dinamik yang dapat digunakan untuk memprediksi jumlah timbulan sampah dan reduksi sampah dalam jangka waktu tertentu. Skenario pengelolaan sampah telah disesuaikan dengan tingkat kemampuan masyarakat dan ketersediaan prasarana dan sarana persampahan. Hasil analisis simulasi dan perbaikan skenario diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi penunjang untuk pertimbangan pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Hasil simulasi berupa alternatif pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya untuk mencapai target reduksi sampah sebesar 20% pada tahun 2020 mendatang.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain:

1. Lokasi penelitian dan sampling berada di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya.
2. Waktu penelitian ini antara bulan Oktober-Desember 2013.
3. Pengukuran timbulan dan komposisi sampah dilakukan untuk kawasan komersial seperti pasar, pertokoan, sekolah, kampus, laboratorium medis, restoran dan kantor.
4. Struktur model sistem dinamik mencakup aspek teknis (jumlah timbulan, reduksi sampah dan pengangkutan sampah). Selain itu, mencakup aspek emisi GRK (CO_2 , CH_4 dan N_2O) dan aspek biaya (biaya pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah). Model sistem dinamik menggunakan metode analisis *causal loop* dengan *software* Stella 9.1.3.
5. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu jumlah sampah yang tereduksi karena kegiatan pengomposan dan pemilahan di sektor formal maupun informal. Sektor formal meliputi kegiatan 3R berbasis masyarakat maupun pemerintah yaitu bank sampah (BS), komposter individu/komunal (IK) dan rumah kompos (RK). Sektor informal meliputi kegiatan 3R oleh pemulung (PM) di TPS.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah perkotaan merupakan bagian terintegrasi dari perencanaan lingkungan perkotaan. Karakteristik dan kuantitas timbunan sampah domestik, komersial dan aktivitas industri pada suatu negara dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, naiknya standart hidup dan perkembangan teknologi. Pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan penimbunan sampah perkotaan menengah dan besar telah menjadi masalah yang relatif sulit untuk dipecahkan (Zhang *et al.*, 2010). Pengelolaan sampah terdiri dari kegiatan pengurangan dan penanganan sampah. Kegiatan pengurangan sampah dapat dilakukan dengan melakukan pengomposan dan 3R (*reduce, reuse* dan *recycle*). Kegiatan penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

Pengelolaan sampah kota dianggap sebagai pelayanan publik dan harus ditangani dengan kerjasama berbagai disiplin ilmu. Pengelolaan sampah dilakukan minimal 3 tahap yaitu pengumpulan, transportasi dan pengolahan (Rives *et al.*, 2010). Proses pengelolaan sampah dapat membantu melestarikan sumber daya dan menjaga kelestarian lingkungan (Sandulescu, 2004). Di sisi lain, pengelolaan sampah yang kurang baik dapat menyebabkan dampak lingkungan yang merugikan dan bahaya kesehatan (Misra dan Pandey, 2005). Pengelolaan sampah yang tidak memadai dikarenakan kurangnya dana untuk pelayanan publik dan kurangnya sumber daya teknis serta sumber daya manusia. Di negara berkembang, sistem pengelolaan sampah masih kurang dan emisi karbon bukanlah prioritas (Couth dan Trois, 2011). Sampah perkotaan yang dihasilkan bersumber dari permukiman 79,19%, pasar 8,6%, pertokoan 1,64%, hotel 1,11%, rumah sakit 1,37%, jalan 0,62%, industri 6,86% dan lahan terbuka 0,61% (Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, 2012). Untuk itu, strategi pengelolaan sampah yang akan diterapkan harus didasarkan dari data timbunan sampah yang ada dan jumlah sampah yang masuk ke *landfill*. Reduksi sumber, timbunan sampah, *recovery* dan penimbunan sampah merupakan empat segmen yang saling terkait pada pengelolaan sampah terpadu (Chowdhury, 2009).

2.1.1 Pengurangan Sampah

Program pengurangan sampah harus diinisiasi dan dipromosikan karena merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah persampahan. Pengurangan merupakan pengalihan sampah dari aliran material sampah yang masuk ke TPA sehingga dapat berkontribusi untuk pengelolaan sampah berkelanjutan (Kum *et al.*, 2005). Pengurangan sampah dapat dilakukan melalui kegiatan komposting dan 3R. Di Kota Surabaya kegiatan pengomposan biasanya dilakukan di rumah kompos maupun komposter individual/komunal sedangkan kegiatan 3R diimplementasikan melalui program bank sampah, TPS 3R dan reduksi pemulung di TPS maupun TPA.

2.1.1.1 Pengomposan

Kegiatan pengomposan merupakan salah satu metode pengelolaan sampah yang bertujuan untuk mengurangi volume sampah atau merubah komposisi dan bentuk sampah menjadi produk yang bermanfaat. Pengomposan dapat dilakukan langsung pada sumbernya, pada tempat yang dirancang khusus (rumah kompos), Tempat Pembuangan Sementara (TPS) atau Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Yenie, 2010). Komposting rumah tangga merupakan salah satu cara unik pengolahan sampah karena penghasil sampah juga merupakan pihak yang memproses dan pengguna akhir sampah yang telah dikomposkan (Andersen *et al.*, 2010).

Kompos didefinisikan sebagai bahan partikel padat, yang telah disterilkan dan distabilkan sebagai hasil dari pengomposan. Pengomposan adalah proses dekomposisi terkendali dari bahan biodegradable yang dikelola pada kondisi aerobik (Couth *et al.*, 2011). Pengomposan sering digunakan di negara berkembang untuk mengurangi sampah yang masuk ke TPA karena investasi fasilitas pengelolaan yang lebih murah daripada pengolahan sampah lainnya (Troschinetz dan Mihelcic, 2009). Komposting dapat membantu menyelesaikan masalah penting yaitu dapat mengeliminasi produksi metana pada proses pengolahan sampah (Magrinho *et al.*, 2006). Kompos juga dapat digunakan sebagai kondisioner tanah dan mengurangi beban organik TPA (Shekdar, 2009).

2.1.1.2 Kegiatan 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*)

Pengurangan jumlah timbulan sampah dari sumbernya dapat dilakukan dengan peningkatan implementasi prinsip 3R. Upaya 3R diarahkan terutama kepada masyarakat sebagai sumber sampah, agar kesadaran, kepedulian, dan peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah

lebih meningkat (Riyanto, 2008). Prinsip 3R sebagai upaya pengurangan sampah pada sumbernya (Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, 2007) meliputi:

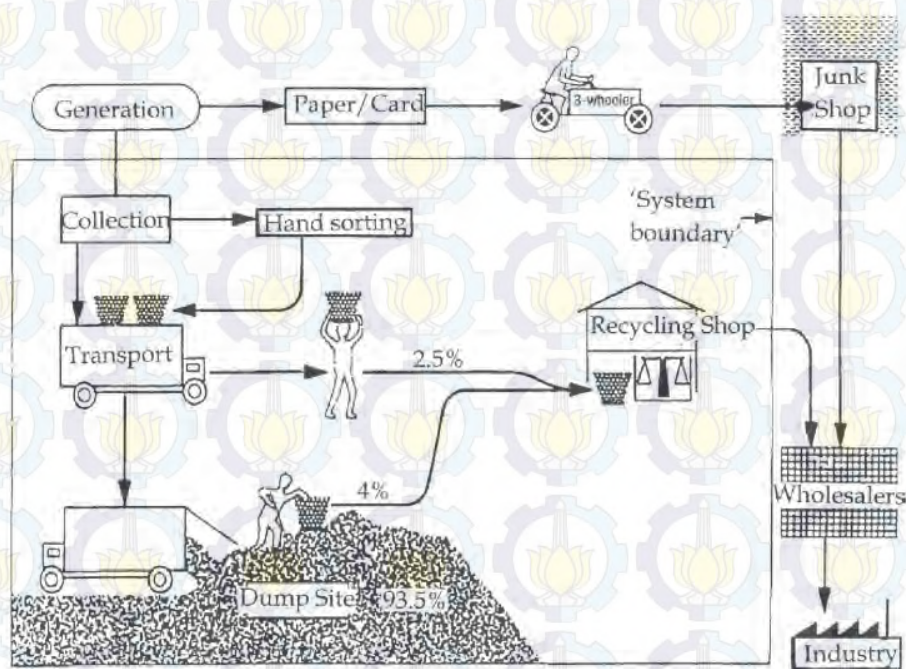
1. Reduksi (*Reduce*), yaitu upaya untuk mengurangi timbunan sampah di lingkungan sumber dan dapat dilakukan sejak sebelum sampah dihasilkan. Setiap sumber dapat melakukan upaya reduksi sampah dengan cara mengubah pola hidup konsumtif. Perubahan dapat dilakukan dengan mengubah kebiasaan boros dan menghasilkan banyak sampah menjadi hemat/efisien dan sedikit sampah.
2. Penggunaan kembali (*Reuse*) yang berarti menggunakan kembali bahan atau material agar tidak menjadi sampah (tanpa melalui proses pengolahan). Implementasi kegiatan dapat menggunakan kertas bolak balik dan menggunakan kembali botol bekas minuman untuk tempat air. Dengan demikian *reuse* akan memperpanjang usia penggunaan barang melalui perawatan dan pemanfaatan kembali barang secara langsung.
3. Pendaaur ulang (*Recycle*) berarti mendaur ulang suatu bahan yang sudah tidak berguna (sampah) menjadi bahan lain atau barang baru setelah melalui proses pengolahan. Barang-barang seperti besi, kaca, ban dan bahan lainnya memerlukan teknologi yang canggih, peralatan yang modern dan campur tangan pihak lain untuk didaur ulang. Tetapi, beberapa jenis sampah dapat didaur ulang secara langsung oleh masyarakat dengan menggunakan teknologi dan alat yang sederhana. Masyarakat dapat mengolah sisa kain perca menjadi selimut, kain lap, dan keset kaki.

Pemilahan sampah rumah tangga dan kegiatan daur ulang dapat dianggap sebagai bentuk lain dari praktek informal yang bisa menghasilkan pendapatan tambahan bagi masyarakat golongan ekonomi kurang mampu. Bank sampah telah dikembangkan di beberapa negara atas dasar partisipasi masyarakat dengan sistem pertukaran bahan daur ulang. Pertukaran dapat dilakukan dengan produk konsumsi maupun dibayar secara tunai atau kredit tergantung pada prosedur administrasi yang diterapkan (Singhirunnusorn *et al.*, 2011). Di Kota Surabaya telah terdapat 125 unit bank sampah yang tersebar di 5 wilayah Kota Surabaya.

Penelitian menunjukkan bahwa jenis kelamin, usia, dan pendapatan rumah tangga merupakan tiga faktor yang paling berpengaruh terhadap aktivitas daur ulang. Terutama untuk wanita usia lanjut yang bertanggung jawab atas tugas rumah tangga dan berpenghasilan rendah merupakan pihak yang paling mungkin untuk mendaur ulang. Selain itu, penduduk yang memiliki pengetahuan lingkungan lebih memiliki kemauan untuk berpartisipasi dalam

kegiatan daur ulang (Troschinetz dan Mihelcic, 2009). Penelitian membuktikan bahwa keluarga dengan pemasukan lebih besar juga memiliki kemauan daur ulang yang lebih tinggi (Dyson dan Chang, 2005). Kegiatan daur ulang sampah yang dilakukan secara efisien memungkinkan untuk menurunkan biaya penimbunan sampah perkotaan (Lavee dan Khatib, 2010). Proses daur ulang sampah negara maju berbeda dengan negara berkembang. Negara maju memfokuskan pendaurulangan sampah dengan alat dan teknologi yang canggih. Proses daur ulang di negara berkembang lebih difokuskan untuk memberikan kesadaran pada masyarakat (Troschinetz dan Mihelcic, 2009).

Pengepul berperan aktif dalam mendaur ulang sampah meskipun bantuan dari sektor informal tidak terasa nyata. Pemerintah Kota menganggap bahwa kegiatan pemulungan/pengepulan barang lapak merupakan hal yang sudah semestinya terjadi (Damanhuri dan Padmi, 2010). Pengepul termasuk dalam sektor informal yang mengumpulkan bahan yang dapat didaur ulang. Pengumpulan dapat melalui perantara, jaringan dealer utama, industri daur ulang atau pihak lain yang bergerak di sektor formal swasta/privat (Wilson *et al.*, 2009). Tipikal sistem daur ulang oleh pengepul di negara berkembang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Sistem Daur Ulang oleh Sektor Informal

Sumber : Wilson, *et al.*, 2009

Dari Gambar 2.1 dapat diketahui setidaknya terdapat empat kategori pengepul berdasarkan lokasi terjadi dan proses pemisahan antara lain (Wilson *et al.*, 2009):

1. Pembeli limbah keliling (Itinerant waste buyer IWBs)

Pemulung yang sering datang ke rumah warga dan mengumpulkan bahan daur ulang tertentu dan/atau limbah organik dari rumah tangga. Mereka membeli atau melakukan barter. Kegiatan ini tersebar luas di seluruh dunia dan IWBs individu cenderung mengkhususkan menerima satu atau dua jenis bahan.

2. Pengambil Sampah Jalan (Street waste picking)

Bahan yang dapat direcovery dari sampah campuran yang ada di jalan-jalan atau diambil dari tempat sampah komunal sebelum pengumpulan sampah ke TPS. Praktek ini terjadi di kebanyakan negara berkembang.

3. Pemulung TPS (Municipal waste collection crew)

Bahan direcovery di TPS oleh penarik gerobak yang mengangkut sampah dari rumah-rumah ke TPS. Sampah yang dapat dijual, dipilah dari gerobak sendiri maupun dipilah oleh pemulung lain.

4. Pemulung TPA (Waste picking from dump)

Limbah diambil pemulung sebelum ditimbun di tempat pembuangan akhir. Kegiatan ini banyak terjadi di TPA open dumping. Hal ini sering dilakukan oleh masyarakat yang tinggal di atau dekat tempat pembuangan sampah.

Variasi kategori pengepul tergantung pada jenis sistem dan tingkat kontrol oleh penyedia layanan resmi. Misalnya, jika sampah diangkut untuk dibuang melalui stasiun transfer, maka hal ini dapat memberikan kesempatan tambahan untuk pemulungan sampah. (Wilson *et al.*, 2009). Sebagaimana dikemukakan di atas, sektor informal di negara berkembang memainkan peran utama dalam meningkatkan sektor pengelolaan sampah. Kegiatan pemilahan sampah kadang-kadang satu-satunya pilihan untuk bertahan hidup (Binder dan Mosler, 2007). Di negara berkembang, aktivitas sektor informal tidak didukung dengan data kemampuan daur ulang yang spesifik untuk bahan-bahan tertentu (Beigl *et al.*, 2008).

2.1.2 Penanganan Sampah

Penanganan sampah merupakan pelayanan publik sehingga keuntungan bukan menjadi prioritas utama. Namun, penanganan sampah memerlukan biaya yang tinggi sehingga perlu mempertimbangkan investasi dalam hal lingkungan, kelayakan teknologi dan ekonomi

(Tavares *et al.*, 2009). Kegiatan penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

2.1.2.1 Pemilahan Sampah

Sistem pengelolaan sampah yang modern ditandai dengan tingginya tingkat daur ulang sampah yang telah dibersihkan dan telah terpisah di sumber (Wilson *et al.*, 2009). Kegiatan pemilahan sampah dapat dilakukan dengan mengelompokkan sampah menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah. Pengelompokkan sampah antara lain, sampah mengandung bahan B3 serta limbah B3, mudah terurai, dapat digunakan kembali, dapat didaur ulang dan sampah lainnya (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013). Pemilahan sampah dilakukan sebagai bagian dari penerapan 3R akan mempermudah teknik pengolahan sampah selanjutnya (Yolarita, 2011). Pemilahan sampah skala kawasan dilakukan di TPS 3R dengan berbagai kegiatan pengelolaan yaitu pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, dan pendauran ulang sampah. Pemilahan sampah juga harus didukung dengan pewadahan sampah yang baik dengan memberi label/tanda dan tutup serta membedakan bentuk, bahan dan warna wadah (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

2.1.2.2 Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah dari sumber ke TPS dikelola masyarakat dengan menggunakan gerobak sampah. Pengangkutan sampah dari TPS ke TPA menjadi tanggung jawab pemerintah kota. Sampah dari rumah ditampung dengan menggunakan bak sampah sementara maupun permanen kemudian sampah ditransfer menuju TPS yang telah ditentukan. Pengumpulan sampah biasanya dikoordinasikan oleh RT/RW maupun karang taruna. TPS yang disediakan pemerintah merupakan TPS landasan dan dalam sehari sampah akan diangkut oleh truk sampah menuju TPA (Agustia, 2013).

Pola pengumpulan sampah dapat dilakukan secara individual langsung, individual tidak langsung, komunal langsung, komunal tidak langsung dan penyapuan jalan. Pengumpulan sampah secara individu dapat menggunakan bak sampah dan secara komunal dapat berupa TPS. Jenis sarana pengumpulan sampah yang digunakan yaitu motor sampah, gerobak sampah, dan sepeda sampah. Pengumpulan sampah yang telah dipilah dilakukan dengan pengaturan jadwal pengumpulan sesuai dengan jenis sampah terpilah dan sumber sampah

yang didukung dengan penyediaan sarana pengumpul sampah terpilah (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

2.1.2.3 Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah adalah subsistem yang bertujuan untuk membawa sampah dari lokasi transfer/sumber sampah secara langsung menuju TPA (Damanhuri dan Padmi, 2010). Pengangkutan sampah merupakan tahap intensif dalam manajemen pengelolaan sampah. Sekitar 50-60% budget manajemen sampah digunakan pada sektor pengangkutan sampah (Maimoun *et al.*, 2013). Pengangkutan sampah adalah layanan kota yang membutuhkan pengeluaran besar dan masalah operasional yang sulit. Pengangkutan sampah terkait biaya investasi operasi (kendaraan armada), biaya operasional (bahan bakar, pemeliharaan) dan biaya lingkungan (emisi, kebisingan dan kemacetan lalu lintas). Kesulitan yang paling umum ditemui dalam pengelolaan pengangkutan sampah adalah optimalisasi sumber daya untuk sistem manajemen yang efisien (Faccio *et al.*, 2011).

Keseluruhan sistem pengangkutan sampah dimulai dengan jaringan kendaraan pengumpul yang dioperasikan oleh sektor publik/swasta menuju compactor mekanik, stasiun peralihan antara dan truk kontainer sebelum *sanitary landfill* (Zhang *et al.*, 2010). Biaya pengangkutan sampah perkotaan biasanya diukur dalam biaya per ton, dengan hubungan terbalik antara biaya pengumpulan sampah dan jumlah bahan dikumpulkan. Pengangkutan sampah perkotaan dapat memakan lebih dari 70% dari total anggaran pengelolaan sampah yang sebagian besar biaya digunakan untuk biaya bahan bakar. Oleh karena itu penting untuk mengoptimalkan jaringan rute pengangkutan. Angka tersebut bisa mencapai lebih dari 70%, tergantung pada lokasi geografis dan harga bahan bakar (Tavares *et al.*, 2009).

Pengangkutan sampah memiliki 2 jenis sistem pengangkutan yang berdasarkan pada pola pengambilan dan tersedianya jenis kontainer pada TPS. Sistem yang banyak digunakan adalah sistem kontainer angkat (*Hauled Container System*) dan sistem kontainer tetap (*Stationary Container System*) (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Sarana pengangkutan sampah dapat berupa *dump truck/tipper truck*, *armroll truck*, *compactor truck*, *street sweeper vehicle* dan *trailer* (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

2.1.2.4 Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah yang dapat dilakukan meliputi kegiatan pemadatan, pengomposan, daur ulang dan mengubah sampah menjadi sumber energi. Teknologi pengolahan yang diterapkan dapat berupa teknologi pengolahan secara fisik, kimia, biologis, termal maupun teknologi lainnya. Teknologi fisik berupa pengurangan ukuran sampah (pencacahan), pemadatan, pemisahan secara magnetis, massa-jenis dan optik. Teknologi pengolahan secara kimia berupa pembubuhan bahan kimia atau bahan lain agar memudahkan proses pengolahan selanjutnya. Teknologi pengolahan secara biologi berupa pengolahan secara aerobik dan/atau secara anaerobik seperti proses pengomposan dan biogasifikasi. Teknologi pengolahan secara termal berupa insenerasi, pirolisis dan gasifikasi serta pengolahan sampah dapat pula dilakukan dengan menggunakan teknologi lain sehingga dihasilkan bahan bakar (Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, PU, 2013).

2.1.2.5 Pemrosesan Akhir Sampah

Limbah padat yang tidak dapat diproses, residu dan bahan lainnya yang dibuang setelah pengolahan akan ditimbun di *landfill* (Shekdar, 2009). Pemrosesan akhir sampah dapat dilakukan dengan menerapkan metode lahan urug terkendali (*control landfill*), metode lahan urug saniter (*sanitary landfill*). Pemrosesan akhir sampah yang dilakukan di TPA meliputi kegiatan penimbunan/pemadatan sampah, penutupan sampah dengan tanah penutup, pengolahan lindi dan penanganan gas.

Beberapa sarana teknologi yang ada untuk mengalihkan sampah menuju TPA yaitu insinerasi dengan produksi energi, kompos dari sampah organik, dan pemulihan bahan melalui daur ulang. Semua metode memiliki potensi untuk menjadi metode yang lebih berkelanjutan untuk pengelolaan sampah kota selain melalui TPA (Troschinetz dan Mihelcic, 2009). Penimbunan sampah merupakan pilihan terakhir untuk pengelolaan sampah (Zhang *et al.*, 2010). *Sanitary landfill* bertindak sebagai bioreaktor dengan ukuran besar dan terjadi biodegradasi bahan organik dalam kondisi anaerobik (Loureiro *et al.*, 2013).

2.2 Emisi GRK

2.2.1 Emisi GRK Pengolahan Sampah

Perhitungan emisi GRK menggunakan metode IPCC. Faktor emisi ditentukan berdasarkan penelitian dan sangat spesifik untuk setiap bahan atau produk. Indonesia belum mempunyai faktor emisi yang spesifik sehingga digunakan faktor emisi yang sudah ditentukan oleh IPCC.

2.2.1.1 Sampah yang masuk TPA

Rumus yang digunakan untuk menghitung emisi CH_4 (IPCC, 2006) dapat dilihat pada persamaan (2.1), (2.2), (2.3) dan untuk emisi CO_2 pada persamaan (2.4) dan (2.5).

Emisi CH_4 (Waste)

1. Mass of decomposable DOCi

$$\text{DDOC}_{mi} = W_i \times \text{DOC}_i \times \text{DOC}_f \times \text{MCF} \quad (2.1)$$

Dimana:

- DDOC_{mi} = Massa DOC jenis sampah i yang terdekomposisi, Gg
 DOC_i = Degradasi organik karbon jenis sampah i dapat dilihat pada Tabel 2.1.
 W_i = Massa jenis sampah i yang dibuang, Gg
 DOC_f = fraksi DOC yang dapat terdekomposisi
 MCF = Faktor koreksi metana dapat dilihat pada Tabel 2.2.

2. Emisi CH_4 Setiap Jenis Sampah

$$L_o = \text{DDOC}_{mi} \times F \times (16/12) \quad (2.2)$$

Dimana:

- L_o = Potensi gas CH_4 yang terbentuk, Gg CH_4
 F = fraksi terbentuknya CH_4 di *landfill*
 $16/12$ = Rasio berat molekul CH_4/C

3. Total Emisi CH_4

$$\text{CH}_4 = [\sum_x \text{Jumlah } \text{CH}_{4\ x, T} - R_T] \times (1 - \text{OX}) \quad (2.3)$$

Dimana:

- Emisi CH_4 = Emisi CH_4 pada tahun T, Gg
 T = Tahun pembuangan sampah
 x = Kategori sampah atau jenis/bahan
 R_T = Gas CH_4 yang *direcovery* pada tahun T, Gg
 OX_T = Faktor oksidasi pada Tahun T (fraksi)

Emisi CO₂ (AFOLU)

1. Carbon stock di TPA

$$C\ HWP = \sum W_i \times M_{total} \times DOC_i \quad (2.4)$$

Dimana:

C HWP = Carbon stock di TPA dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

W_i = komposisi tiap jenis sampah (dari penelitian)

M total = jumlah sampah yang masuk (Gg/tahun)

DOC_i = nilai DOC tiap jenis sampah Tabel 2.1.

2. Total Emisi CO₂

$$CO_2\ AFOLU = \frac{44}{12} \times \sum C\ HWP\ in\ SWDS \quad (2.5)$$

Dimana:

C HWP = Carbon stock di TPA dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

44 = MR dari CO₂ (kg/kg-mol)

12 = MR dari C (kg/kg-mol)

Untuk perhitungan emisi gas rumah kaca juga diperhatikan nilai DOC, DOC_F, F, R dan OX.

1. DOC (Degradable Organic Carbon)

DOC adalah nilai dekomposisi karbon organik dalam sampah *bulky*. Menurut IPCC, nilai

DOC dapat dicari dengan persamaan (2.6).

$$DOC = \sum_i DOC_i \times W_i \quad (2.6)$$

Dimana :

DOC = Degradasi organik karbon dalam sampah *bulky* (Gg C/Gg Sampah)

DOC_i = Degradasi organik karbon tiap jenis sampah i.

Nilai DOC tiap jenis sampah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

W_i = Komposisi jenis sampah i (diperoleh dari penelitian).

Tabel 2.1 Nilai DOC_i tiap jenis sampah

No	Jenis Sampah	Nilai DOC _i
1	sampah kertas	0,4
2	sampah tekstil	0,24
3	sampah makanan	0,15
4	sampah kayu	0,43
5	sampah kebun dan taman	0,2
6	diapers	0,24
7	karet dan kulit	0,39
8	plastik, logam, kaca dan sampah lainnya	-

Sumber : IPCC, 2006

2. DOC_F (Fraction of Degradable Organic Dissimilated)

DOC_F adalah perkiraan fraksi karbon yang terdegradasi dan teremisikan dari TPA, serta menggambarkan kenyataan bahwa beberapa karbon organik tidak terdegradasi, atau terdegradasi sangat lambat dalam kondisi anaerobik di TPA. Nilai standar yang direkomendasikan untuk DOC_F adalah 0,5 (dengan asumsi bahwa lingkungan TPA adalah anaerobik). Nilai DOC_F tergantung pada banyak faktor seperti suhu, kelembaban, pH, komposisi sampah, dan lain-lain.

3. Fraksi CH_4 pada gas *landfill* yang dihasilkan (F)

Sebagian besar sampah di *landfill* menghasilkan gas CH_4 sekitar 50%. Hanya bahan seperti lemak atau minyak yang dapat menghasilkan gas CH_4 lebih dari 50%. Nilai standar yang direkomendasikan untuk fraksi CH_4 adalah 0,5.

4. MCF (Methane Correction Factors)

Nilai MCF tergantung pada pengelolaan metana yang dilakukan di TPA. Klasifikasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan Nilai MCF dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi TPA dan Nilai MCF

Tipe TPA	MCF
Terkelola-anaerobik ¹	1,0
Terkelola-semi-anaerobik ²	0,5
Tidak terkelola-dalam (tinggi sampah > 5m) dan/atau air tanah dangkal ³	0,8
Tidak terkelola-dangkal (tinggi sampah < 5m) ⁴	0,4
TPA tidak terkategori ⁵	0,6

Sumber : IPCC, 2006

Keterangan:

1. TPA terkelola-anaerobik : Tempat pembuangan yang terkontrol setidaknya meliputi salah satu dari berikut: (i) tertutup; (ii) pemadatan mekanik; atau (iii) perataan sampah.
2. TPA terkelola-semi anaerobik: Tempat pembuangan yang terkontrol dan semua struktur untuk mendapatkan udara pada setiap lapisan sampah: (i) bahan penutup

yang *permeable*; (ii) sistem drainase lindi; (iii) pengaturan umur kolam; (iv) sistem ventilasi gas.

3. TPA tidak terkelola-dalam atau air tanah dangkal: Semua TPA yang tidak ditemukan adanya kriteria TPA yang terkelola dan kedalaman lebih besar atau sama dengan 5 m dan atau air tanah dangkal.

4. TPA tidak terkelola-dangkal: Semua TPA yang tidak ditemukan adanya kriteria TPA yang terkelola dan memiliki kedalaman kurang dari 5 m.

5. TPA tidak memiliki kategori: Hanya jika negara tidak dapat mengkategorikan TPA ke dalam 4 kategori TPA yang telah disebutkan sebelumnya.

5. OX (*Oxidation Factor*)

OX mencerminkan sejumlah CH₄ dari TPA yang dioksidasi pada tanah atau bahan lainnya yang menutupi sampah. TPA yang dikelola dengan baik cenderung memiliki faktor oksidasi yang lebih tinggi dari pada TPA yang tidak dikelola. Nilai OX disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai OX

Tipe TPA	Nilai Standar OX
TPA terkelola ¹ , tidak terkelola, dan tidak terkategori	0
TPA terkelola yang tertutup material pengoksidasi CH ₄	0,1

Sumber : IPCC, 2006

Keterangan:

1. Terkelola tetapi tidak tertutup dengan bahan yang mampu beraerasi contohnya: tanah, kompos.

2.2.1.2 Sampah yang Dikomposkan

Pengomposan dapat mengurangi jumlah sampah yang masuk ke TPA sehingga dapat mereduksi emisi GRK. Selain itu, proses pengomposan menghasilkan emisi GRK tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit. Rumus perhitungan emisi sampah yang dikomposkan dapat dilihat pada persamaan (2.7) hingga (2.10).

Emisi CH₄ (*Waste*)

$$emisi\ CH_4 = \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \quad (2.7)$$

Dimana:

Emisi CH₄ = total emisi CH₄ (Gg CH₄)
 Mi = massa sampah yang dikomposkan (Gg)
 EF_i = faktor emisi pengomposan g CH₄/kg sampah yang diolah
 i = komposting/*anaerobic digestion*
 R = jumlah *recovery* CH₄ (Gg CH₄)

Emisi N₂O (Waste)

$$\text{emisi } N_2O = \sum (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} \quad (2.8)$$

Dimana:

Emisi N₂O = total emisi N₂O (Gg N₂O)
 Mi = massa sampah yang dikomposkan (Gg)
 EF_i = faktor emisi pengomposan g N₂O /kg sampah yang diolah
 i = komposting/*anaerobic digestion*

Faktor emisi CH₄ dan N₂O untuk sampah yang dikomposkan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O pengolahan biologis sampah

Tipe Pengolahan	Faktor Emisi CH ₄ (g CH ₄ /kg sampah)		Faktor Emisi N ₂ O (g N ₂ O/kg sampah)	
	berd. Berat kering	berd. Berat basah	berd. Berat kering	berd. Berat basah
Komposting	10 (0,08-20)	4 (0,03-8)	0,6 (0,2-1,6)	0,3 (0,06-0,6)
<i>Anaerobic Digestion</i>	2 (0-20)	1 (0-8)	diabaikan	diabaikan
<i>Moisture content 60%</i>				

Sumber : IPCC, 2006

Emisi CO₂ (AFOLU)

$$CO_2AFOLU = \frac{44}{12} \times C \text{ HWP in SWDS} \quad (2.9)$$

$$C \text{ HWP} = \sum W_i \times M_{total} \times DOC_i \quad (2.10)$$

Dimana:

C HWP = *Carbon stock* di komposter/rumah kompos dari jumlah sampah yang masuk
 Gg C/tahun
 W_i = komposisi sampah makanan/kebun dari penelitian)
 M total = jumlah sampah yang masuk (Gg/tahun)
 DOC_i = nilai DOC tiap jenis sampah Tabel 2.1.
 44 = Berat molekul dari CO₂ (kg/kg-mol)
 12 = Berat molekul dari C (kg/kg-mol)

2.2.2 Emisi GRK Pengangkutan Sampah

Emisi GRK pengangkutan sampah dapat diperkirakan dari bahan bakar yang dikonsumsi atau jarak yang ditempuh oleh kendaraan. Secara umum, pendekatan pertama (bahan bakar) sesuai untuk perhitungan emisi CO₂ dan pendekatan kedua (jarak) cocok untuk perhitungan emisi

CH₄ dan N₂O. Rumus yang digunakan untuk menghitung emisi GRK dapat dilihat pada persamaan (2.11), (2.12) dan (2.13).

Emisi CO₂

$$emisiCO_2(kg) = \sum_a[Fuel_a \times EF_a] \quad (2.11)$$

Dimana :
 Fuel_a = konsumsi bahan bakar (TJ)
 EF_a = faktor emisi (kg/TJ) sama dengan *carbon content* bahan bakar dikali 44/12.
 Faktor emisi dapat dilihat pada Tabel 2.5.
 a = tipe bahan bakar

Tabel 2.5 Faktor Emisi CO₂ tiap jenis bahan bakar

Fuel Type	Default (kg/TJ)
<i>Motor Gasoline</i>	69300
<i>Gas/Diesel Oil</i>	74100
<i>Liquefied Petroelum Gases (LPG)</i>	63100
<i>Kerosene</i>	71900
<i>Lumbricants</i>	73300
<i>Compressed Natural Gas (CNG)</i>	56100
<i>Liquefied Natural Gas (LNG)</i>	56100

Sumber : IPCC, 2006

Emisi CH₄

$$emisiCH_4(kg) = \sum_{a,b,c,d}[jarak_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d} \quad (2.12)$$

Dimana :
 EF_{a,b,c,d} = faktor emisi (kg/km)
 jarak_{a,b,c,d} = jarak perjalanan pada kondisi termal stabil (km)
 C_{a,b,c,d} = emisi pada saat *warming-up* (kg)
 a = tipe bahan bakar (bensin dan solar)
 b = tipe kendaraan (*light truck* dan *heavy duty truck*)
 c = teknologi pengendalian emisi kendaraan (catalitikconverter, tidak terkontrol)
 d = kondisi operasi (kondisi jalan, iklim dan faktor lingkungan lain)

Emisi N₂O

$$emisiN_2O(kg) = \sum_{a,b,c,d}[jarak_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d} \quad (2.13)$$

Dimana :
 EF_{a,b,c,d} = faktor emisi (kg/km)
 jarak_{a,b,c,d} = jarak perjalanan pada kondisi termal stabil (km)
 C_{a,b,c,d} = emisi pada saat *warming-up* (kg)
 a = tipe bahan bakar (bensin dan solar)

b = tipe kendaraan (*light truck* dan *heavy duty truck*)
 c = teknologi pengendalian emisi kendaraan (*catalitik converter*, tidak terkontrol)
 d = kondisi operasi (kondisi jalan, iklim dan faktor lingkungan lain)
 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Emisi CH₄ dan N₂O tiap jenis teknologi kontrol emisi

Tipe Kendaraan	Teknologi Kontrol Emisi	N ₂ O		CH ₄	
		<i>Running (hot)</i>	<i>Cold start</i>	<i>Running (hot)</i>	<i>Cold start</i>
		mg/km	mg/start	mg/km	mg/start
<i>Light Duty Diesel Vehicle (Car)</i>	<i>Advanced</i>	1	0	1	-3
	<i>Moderate</i>	1	0	1	-3
	<i>Uncontrolled</i>	1	-1	1	-3
<i>Light Duty Diesel Truck</i>	<i>Advanced and Moderate</i>	1	-1	1	-4
	<i>Uncontrolled</i>	1	-1	1	-4
<i>Heavy Duty Diesel Vehicle</i>	<i>All-advance, moderate, uncontrolled</i>	3	-2	4	-11

Sumber : IPCC, 2006

2.3 Model Dinamika Sistem

Model dinamika sistem mencakup seperangkat metode konseptual dan numerik yang digunakan untuk memahami struktur dan perilaku sistem yang kompleks. Sebuah dinamika sistem model merupakan hubungan kausal, loop umpan balik, dan penundaan/penghambat yang diperkirakan menghasilkan perilaku sistem. Dinamika sistem banyak digunakan untuk mengembangkan model lingkungan dan sistem pendukung keputusan. Metodologi dinamika sistem memiliki empat prinsip utama yaitu teori kontrol umpan balik, proses pengambilan keputusan, penggunaan model matematika untuk mensimulasikan proses yang kompleks, dan penggunaan teknologi berbasis komputer untuk mengembangkan model simulasi (ElSawah *et al.*, 2012).

Pemodelan sistem dinamik tidak hanya sederhana tetapi juga kuat karena ide sederhana dapat dikombinasikan menjadi model sistem yang kompleks dan proses. Selain itu, pemodelan berguna membuat integrasi pemodelan menjadi sederhana. Dan bersifat alami karena ide-ide sederhana di balik model sistem dinamik sesuai dengan bentuk dasar pemikiran manusia. Pemodelan sistem dinamik dapat membantu manusia untuk melihat sistem secara keseluruhan. Pemodelan dapat diterapkan dalam prototipe aplikasi kehidupan nyata yang kompleks dari ilmu pengetahuan dan rekayasa (Fuchs, 2006).

2.3.1 Kelebihan Dinamika Sistem

Alasan utama untuk memilih pendekatan dinamika sistem adalah kemampuannya untuk mewakili hubungan timbal balik yang kompleks antara tindakan manusia (pelaku ekonomi dan pemerintah) dan lingkungan sosio-biologis-fisik. Dinamika sistem merupakan metode yang mapan dan telah diterapkan untuk mempelajari sistem di beberapa bidang, seperti manajemen, analisis kebijakan, ekonomi, biologi, pengobatan dan perubahan iklim. Dalam sistem yang kompleks, interaksi antara proses penentuan umpan balik positif dan negatif ditentukan dari berbagai faktor yang mempengaruhi. Sistem model dinamik eksplisit merupakan loop umpan balik dan biasanya memiliki hubungan non linier sehingga perilaku sistem yang kompleks tetap berjalan secara alami. Selain itu, model dinamik juga dapat dihubungkan dengan aspek kualitatif dalam konteks waktu skala panjang sehingga dapat mewakili fenomena yang terjadi dibandingkan dengan model *time series* lainnya (Neto *et al.*, 2006).

2.3.2 Elemen Inti Model Dinamik

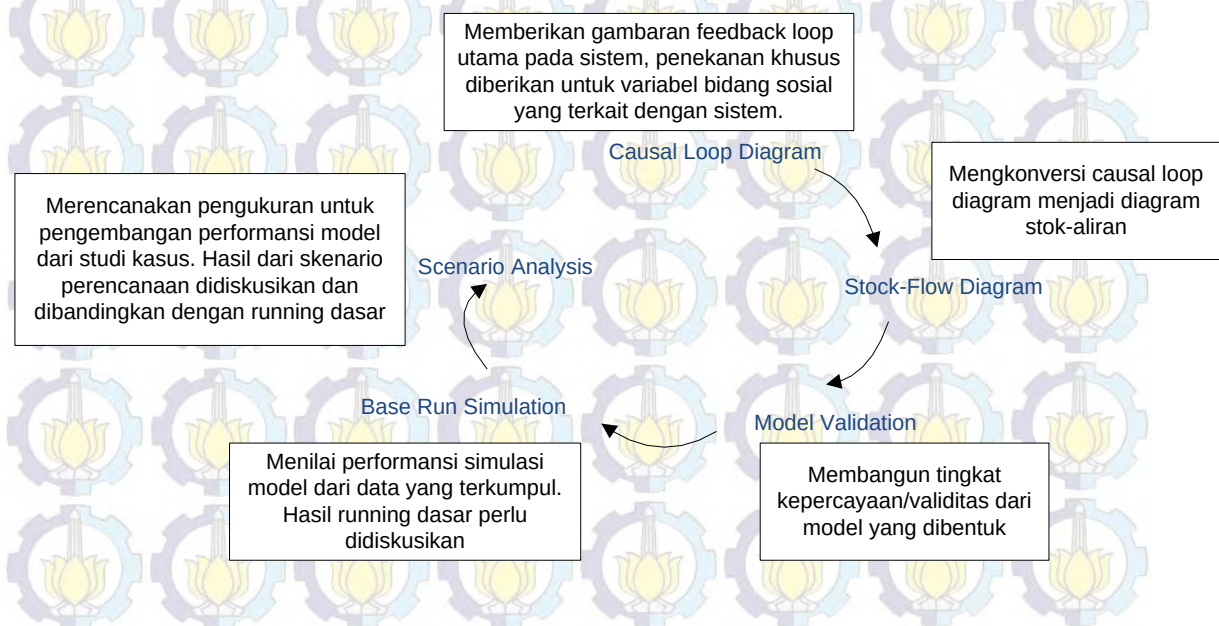
Metode sistem berpikir (*thinking system*) telah digunakan selama lebih dari 30 tahun (Forrester, 1961). Hal ini merupakan alat yang efektif untuk lebih memahami manajemen kompleks skala besar. Dinamika sistem dirancang berdasarkan sistem berpikir dengan metodologi mapan untuk mempelajari dan mengelola sistem umpan balik yang kompleks. Perlu dibuat diagram lingkaran yang unik *causal loop* atau *stock flow diagram* untuk mengaplikasikan dinamika sistem model.

Untuk membangun model dinamika sistem, peneliti harus mengidentifikasi masalah dan mengembangkan hipotesis dinamik yang menjelaskan rumusan masalah. Simulasi berjalan dalam model dinamika sistem diatur sepenuhnya oleh berlalunya waktu. Analisis *time series* simulasi tersebut mengambil sejumlah langkah simulasi sepanjang jangka waktu untuk memperbarui status variabel sistem yang menjadi perhatian sebagai akibat kegiatan sistem (Dyson dan Chang, 2005).

2.3.3 Langkah Perumusan Model

Umumnya, pemodelan sistem dinamik dapat memanfaatkan prosedur lima langkah untuk merumuskan model yaitu, (1) *causal loop diagram*, (2) *stock-flow diagram*, (3) membangun kepercayaan dalam model, (4) dasar menjalankan simulasi, dan (5) analisis skenario. Diagram

causal loop digunakan untuk mengurangi kompleksitas sistem dalam kajian dan sangat penting bagi perilaku keseluruhan sistem. Dalam hal ini, diagram *causal loop* bermaksud untuk mengedepankan sebuah model konseptual dari sistem dipelajari. *Stock-flow diagram* biasanya dikembangkan berdasarkan pada *causal loop diagram* dan divisualisasikan melalui perangkat lunak profesional untuk simulasi kuantitatif dan analisis. Sebelum model yang dibentuk dapat diadopsi untuk analisis kuantitatif, penting untuk membangun kepercayaan di dalamnya. Serangkaian tes karena itu telah disarankan untuk validasi model sistem dinamik (Coyle, 1996). Setelah melalui tiga langkah pengujian, disepakati bahwa model dapat diandalkan untuk analisis dasar menjalankan simulasi dan analisis skenario. Analisis simulasi untuk membantu memahami sistem apa adanya sedangkan analisis skenario menawarkan wawasan ke alternatif pengelolaan yang berpotensi akan memperbaiki perilaku sistem saat ini (Yuan, 2012). Langkah pembentukan struktur model sistem dinamik dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema Pengembangan Model Sistem Dinamik

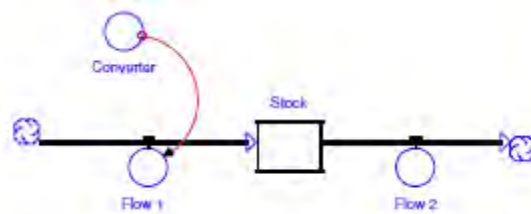
Sumber : Yuan, 2012

2.3.4 Simulasi Model dengan Komputer

Sebagian besar aplikasi simulasi komputer menggunakan sistem model dinamika bergantung pada penggunaan bantuan *software* Vensim dan Stella. Mekanisme dinamika sistem dapat diatur dengan interferensi antar muka sistem (model *interface*) yang mudah. Prosedur pengembangan model dirancang berdasarkan proses visualisasi yang memungkinkan pembuat

model membuat konsep, mendokumentasikan, mensimulasikan, dan menganalisis model sistem dinamik. *Software* ini menawarkan cara yang fleksibel untuk membangun berbagai model simulasi dari *causal loop* atau *stock-flow diagram*. Hubungan dinamik antara unsur-unsur, variabel, parameter, dan hubungannya dapat dibuat *interface* untuk mempermudah *user*.

Stella digunakan untuk melakukan simulasi yang didukung dengan ikonografi menggunakan blok bangunan dasar seperti *stock*, *flow* dan *converter* seperti pada Gambar 2.3. Ikonografi yang intuitif disusun untuk mensimulasikan proses dinamik dari suatu sistem. *Stock* mewakili penjumlahan dari sebuah komponen sistem, baik secara spasial maupun temporal (misalnya populasi, limbah yang dihasilkan). *Flow* menyatakan komponen mengalir ke dalam atau keluar dari *stock*, dan *converter* memodifikasi tingkat perubahan dan konversi satuan (Dyson dan Chang, 2005).



Gambar 2.3 Ikon pada *Software* Stella

Stock dan *flow* merupakan pembentuk struktur model dinamik. *Stock* merupakan variabel kunci pada model dan menggambarkan akumulasi/penyimpanan pada sistem. *Stock* cenderung untuk berubah secara cepat daripada variabel lain di dalam sistem. Cara lain untuk menentukan variabel *stock* adalah mendeteksi variabel yang tersisa dengan nilai tertentu apabila *flow* bernilai nol. *Flow* akan mempengaruhi langsung nilai *stock*. *Converter* menunjukkan aliran informasi dalam sistem. Apabila terdapat *converter* tanpa panah masuk, *converter* tersebut adalah penyusun model atau input model. *Stock*, *flow* dan *converter* dapat diumpamakan sebagai kata benda (*noun*), kata kerja (*verb*) dan kata keterangan (*adverb*). *Stock* menunjukkan keadaan sistem saat ini dan *flow* adalah perlakuan untuk mengubah sistem untuk menunjukkan keadaan sistem esok. Simbol awan dapat dianggap sebagai *stock* yang ada diluar batasan sistem sehingga tidak perlu diperhitungkan dalam struktur model (Ford, 1999).

2.4 Model Dinamik Pengelolaan Sampah

Simulasi timbulan sampah kota didasarkan berdasarkan faktor pertumbuhan penduduk, pendapatan rumah tangga, jumlah orang per rumah tangga, dan kegiatan ekonomi. Kegiatan ekonomi dan pertumbuhan penduduk mempengaruhi pendapatan rumah tangga dan timbulan sampah yang dihasilkan. Rumah tangga berpendapatan tinggi cenderung menghasilkan jumlah limbah yang lebih tinggi. Di China, rumah tangga berpendapatan tinggi cenderung untuk mencapai tingkat partisipasi yang lebih tinggi dari kegiatan daur ulang. Situasi bisa menjadi lebih rumit jika ada program daur ulang yang berlangsung dan diamanatkan oleh peraturan. Mempertimbangkan interaksi antara sejumlah faktor sosial, ekonomi, lingkungan, manajerial, geografis, dan peraturan terkait lebih lanjut dapat menambah pemahaman kompleksitas sistem. Sistem yang kompleks tidak hanya karena semua faktor terlibat secara bersamaan dan terpengaruh oleh satu sama lain tetapi karena bersifat dinamik dan berubah dari waktu ke waktu (Dyson dan Chang, 2005).

2.5 Validasi Model

Validasi adalah proses penting untuk membangun kepercayaan dalam model. Berdasarkan tinjauan kritis, tes berlaku untuk pemodelan sistem dinamik. Beberapa tes yang harus dilalui model sistem dinamik sebagai berikut (Qudrat-Ullah dan Seong, 2010):

1. Uji 1 - Test batas: apakah model tersebut berisi semua variabel yang penting untuk masalah penelitian?
2. Test 2 - Verifikasi struktur: apakah struktur model konsisten dengan pengetahuan deskriptif relevan dengan sistem yang dimodelkan?
3. Test 3 - Konsistensi dimensi: model harus valid dimensi/satuannya, yaitu dimensi (unit pengukuran) dari variabel di sisi kanan tiap persamaan harus dapat dikonversi menjadi dimensi dari variabel di sisi kiri dari persamaan.
4. Test 4 - Kondisi ekstrim: apakah model tersebut menunjukkan perilaku yang tepat ketika mengalami kondisi ekstrim?

Tes diatas bukan merupakan tes yang lengkap tetapi telah mencakup inti tes untuk model sistem dinamik. Oleh karena itu, tes ini diterapkan pada model sistem dinamik yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan ketahanan dan kehandalan model. Validasi model juga dapat dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan keadaan

riil. Apabila hasil simulasi menunjukkan *trend* sesuai dengan keadaan eksisting maka model dapat dianggap sesuai, sebaliknya apabila tidak maka perlu dilakukan perbaikan dari model simulasi (Sasongko, 2008).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian pernah dilakukan untuk mengembangkan model sistem dalam prediksi jumlah timbulan sampah kota. Studi ini menyarankan bahwa model dengan menggunakan sistem dinamik dapat menangkap sifat dinamik dari interaksi antar komponen utama sampah perkotaan (Dyson dan Chang, 2005). Penelitian lain pernah dilakukan dengan mensimulasikan pengelolaan sampah di Kota Semarang menggunakan Powersim. Struktur model pengelolaan sampah yang mencakup timbulan sampah, reduksi sampah oleh pengepul dan kegiatan komposting serta transportasi sampah (Sasongko, 2008). Model sistem dinamik juga dikembangkan untuk memodelkan dinamisasi timbulan sampah, kapasitas pengumpulan sampah dan energi listrik yang dihasilkan di Dhaka, Bangladesh dengan *software* Stella (Sufian dan Bala, 2007). Pengembangan model sistem dinamik juga digunakan untuk memprediksi jumlah timbulan sampah untuk penduduk pertumbuhan ekonomi tinggi di San Antonio, Texas menggunakan *software* Stella (Dyson dan Chang, 2005). Penelitian lain dengan menerapkan sistem dinamik untuk pengelolaan limbah rumah sakit juga pernah dilakukan dan mampu menunjukan bahwa sistem dapat melacak keterkaitan yang kompleks dan loop umpan balik antar komponen dalam sistem dipelajari (Chaerul *et al.*, 2008). Selain itu, *Clean Waste Management* (CWM) pada penelitian sebelumnya disajikan sebagai model berbasis sistem dinamik untuk menganalisis biaya-manfaat kegiatan CWM. Peneliti berpendapat bahwa sistem dinamik menyediakan kemampuan untuk memeriksa keterkaitan komponen CWM dari sudut pandang dinamik (Yuan dan Shen, 2011). Pembuatan struktur model dinamik harus diperkuat dengan ketersediaan data base yang baik dan lengkap. Data base yang akan diinputkan pada struktur model didapatkan dari inventarisasi data dari penelitian-penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Jenis Data	Nilai	Referensi
1	Jumlah komposter tiap RT	3 unit/RT	Agustia, 2013
2	Jumlah nasabah bank sampah		Agustia, 2013
3	Rata-rata jarak tempuh truk	74,39 km	Agustia, 2013
4	Rata-rata persentase pelayanan TPS	61 %	Agustia, 2013
5	Rata-rata volume sampah RK Bratang	11,7 m ³ /hari	Agustia, 2013
6	Rata-rata volume sampah RK Srikana	1,282 m ³ /hari	Agustia, 2013
7	Komposisi sampah rumah tangga		Agustia, 2013
8	Densitas sampah rumah tangga		Agustia, 2013
9	Komposisi sampah rumah kompos		Agustia, 2013
10	Persentase pelayanan RK Bratang	27,2 %	Agustia, 2013
11	Timbulan sampah rumah tangga	0,32 kg/orang.hari	Putri, 2010

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian merupakan inti suatu penelitian yang menjadi penentu hasil dari penelitian tersebut. Penyusunan metode penelitian bertujuan untuk memperoleh gambaran langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian. Metode penelitian yang baik, sistematis dan terstruktur akan mendukung hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan penelitian. Selain itu, metode penelitian juga akan membantu memperkecil kesalahan yang terjadi sehingga didapatkan hasil penelitian yang valid dan dapat dipercaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar reduksi sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya dari berbagai sektor. Analisis aliran sampah dibagi menjadi 3 skenario. Pertama, skenario penimbunan sampah di TPA tanpa daur ulang (Skenario TPA). Kedua, skenario daur ulang dengan partisipasi masyarakat melalui fasilitas bank sampah dan komposter (Skenario Bank Sampah). Ketiga, skenario daur ulang berdasarkan potensi *recovery* material melalui fasilitas bank sampah, komposter, rumah kompos dan pemulung (Skenario Daur Ulang). Skenario dengan persentase reduksi sampah terbesar digunakan sebagai skenario eksisting. Dari skenario eksisting dilakukan simulasi sistem dinamik. Hasil simulasi dapat menunjukkan alternatif yang paling memungkinkan untuk pengembangan pengelolaan sampah dengan pencapaian target reduksi sampah sebesar 20%. Metode perhitungan emisi GRK yaitu metode IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) untuk mengestimasi emisi karbondioksida (CO_2), metana (CH_4) dan nitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari skenario yang telah ditentukan. Penelitian ini didasarkan pada kerangka penelitian yang terdiri dari “GAP” antara kondisi ideal dan kondisi realita sehingga dapat dirumuskan elemen penelitian. Penentuan elemen penelitian meliputi masalah yang dikaji, ditentukan tujuan penelitian, dilakukan pengumpulan data sekunder dan primer, dilakukan formulasi dan simulasi model, penerapan, analisis dan perbaikan skenario. Dari serangkaian tahapan penelitian maka dapat ditentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah dan kemudian dapat dirumuskan kesimpulan serta saran dari penelitian ini.

3.2 Kerangka Alur Penelitian

Kerangka alur penelitian merupakan rangkaian pokok kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Kerangka alur penelitian ini diharapkan akan mempermudah proses pengerjaan penelitian ini dan dapat mencapai tujuan yang telah direncanakan. Kerangka Alur Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

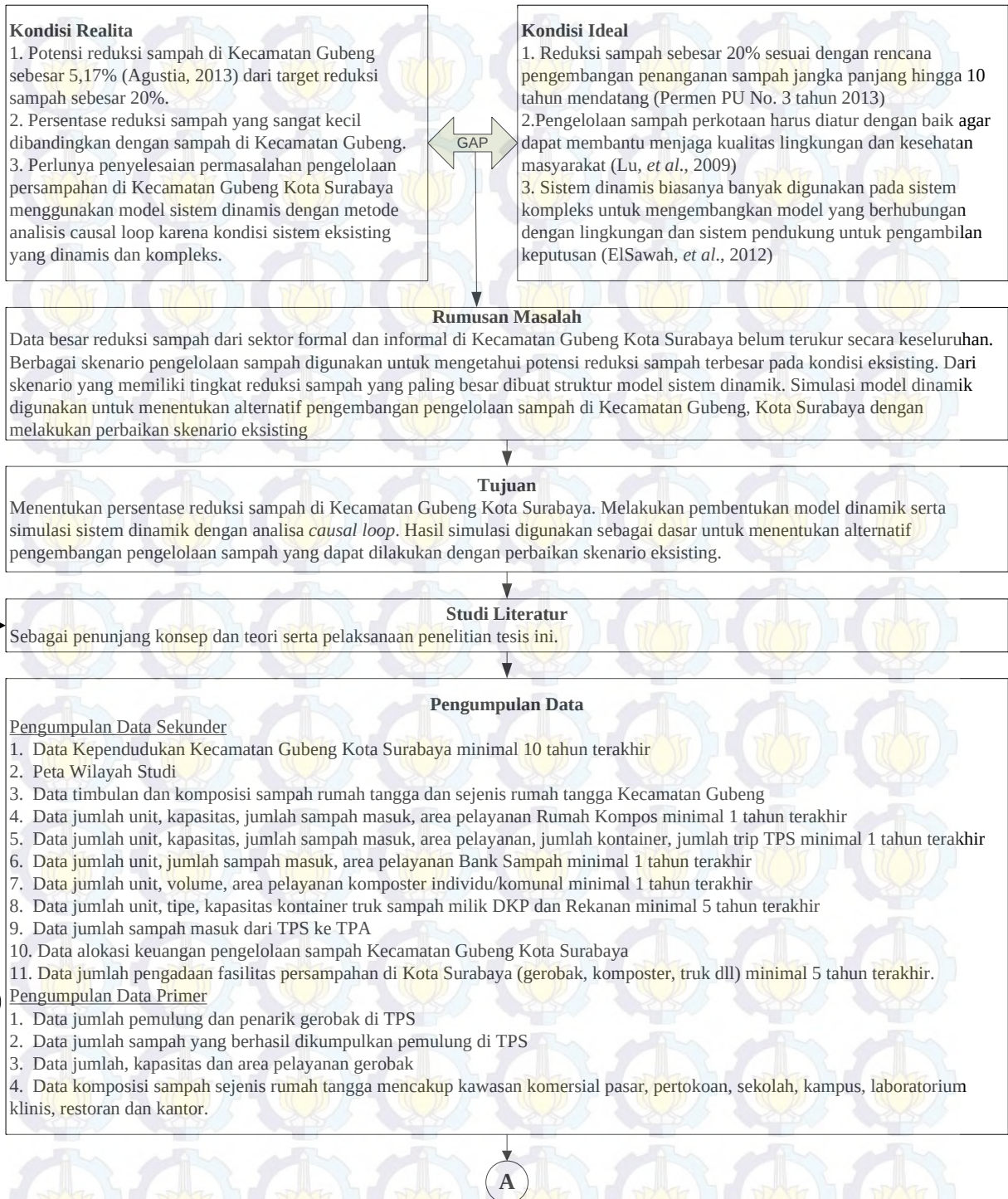
3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Penentuan Wilayah Penelitian

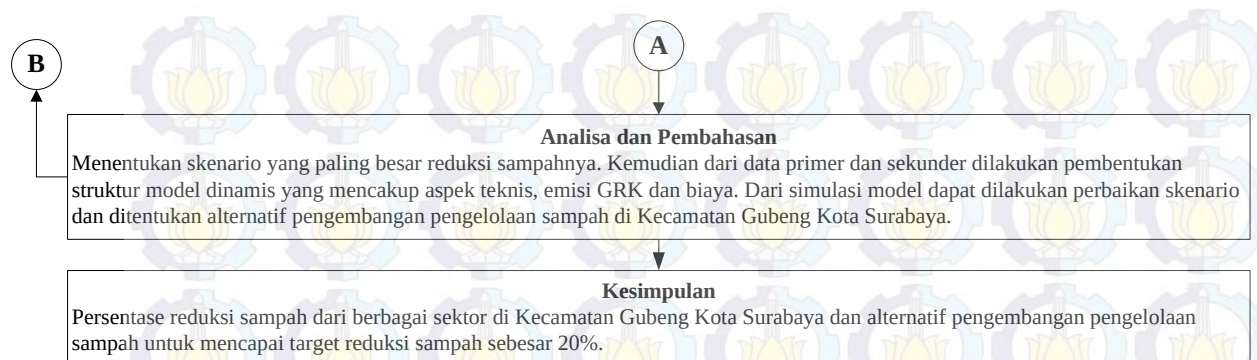
Penentuan wilayah penelitian disesuaikan dengan persyaratan lingkup tesis Jurusan Teknik Lingkungan dan kondisi eksisting Kota Surabaya. Selain itu, penelitian terdahulu tentang pengelolaan sampah dapat dijadikan acuan untuk penentuan wilayah penelitian. Wilayah penelitian adalah Kecamatan Gubeng yang memiliki jumlah penduduk lebih dari 100.000 jiwa dan merupakan kecamatan dengan jumlah penduduk terbanyak kedua di Surabaya Timur. Penentuan wilayah ini didasarkan pada penelitian persampahan sebelumnya yang pernah dilakukan di Kecamatan Gubeng sehingga tersedia data sekunder yang digunakan memperkuat pembentukan struktur model. Selain itu, di Kecamatan Gubeng terdapat fasilitas pengelolaan sampah yang cukup baik sehingga mempermudah menentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah. Fasilitas pengelolaan sampah yaitu rumah kompos, komposter, dan bank sampah. Di Kecamatan Gubeng juga terdapat fasilitas yang lengkap yaitu, rumah sakit, sekolah, kantor, restoran dan hotel. Berbagai jenis fasilitas tersebut dapat mempermudah dalam pengumpulan data komposisi sampah sejenis rumah tangga.

3.3.2 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer. Beberapa pengumpulan data sekunder dapat dilakukan sebelum maupun pada saat penelitian berlangsung. Sedangkan pengumpulan data primer dilakukan pada saat penelitian berlangsung. Detail metode pengumpulan data dapat dilihat pada Gambar 3.2. untuk menunjang terlaksananya penelitian ini.



Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian

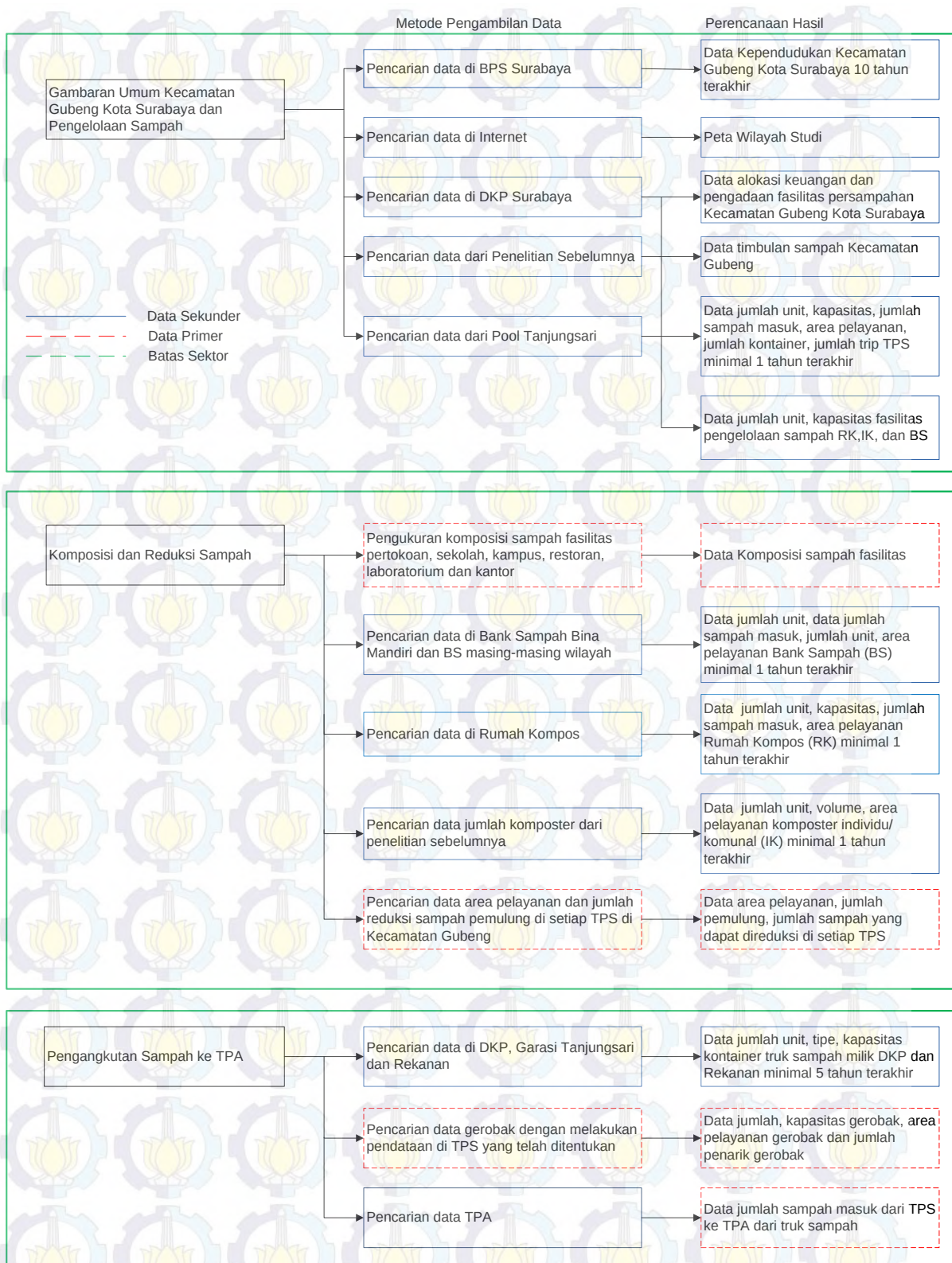


Lanjutan Gambar 3.1 Kerangka Alur Penelitian

3.3.2.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang telah terkumpul digunakan sebagai data base dalam pembuatan struktur model dinamik pengelolaan sampah. Semakin lengkap data base maka akan menghasilkan model yang lebih baik dan teliti. Data sekunder diusahakan didapat dalam range waktu lebih dari satu tahun. Data sekunder dapat diperoleh dari penelitian sebelumnya, BPS Kota Surabaya, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya serta Bank Sampah Bina Mandiri Surabaya.

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain data kependudukan di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya dan peta wilayah studi. Selain itu, data timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga. Data jumlah unit, kapasitas, jumlah sampah masuk, area pelayanan rumah kompos. Data jumlah unit, kapasitas, jumlah sampah masuk, area pelayanan, jumlah kontainer, jumlah trip TPS. Data jumlah unit, jumlah sampah masuk, area pelayanan bank sampah. Data jumlah unit, volume, area pelayanan komposter individu/komunal. Data jumlah unit, tipe, kapasitas kontainer truk sampah milik DKP dan Rekanan. Data jumlah sampah dan sumber sampah yang masuk ke TPA. Data alokasi keuangan pengelolaan sampah Kota Surabaya dan data jumlah pengadaan fasilitas persampahan di Kota Surabaya (gerobak, komposter, truk dll).



Gambar 3.2 Rincian Jenis dan Metode Pengambilan Data

3.3.2.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer dapat diperoleh dari penelitian dan pengamatan langsung di lapangan. Kecamatan Gubeng terdiri dari 6 kelurahan dan memiliki 9 unit TPS. Data primer yang dibutuhkan yaitu, data jumlah pemulung dan penarik gerobak di TPS; data jumlah reduksi sampah pemulung di TPS; data jumlah, kapasitas dan area pelayanan gerobak TPS, dan data komposisi sampah sejenis rumah tangga mencakup kawasan komersial antara lain pasar, pertokoan, restoran, sekolah, kampus, laboratorium dan kantor. Rencana pengumpulan data secara detail dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Sampling TPS dilakukan untuk mendapatkan data primer jumlah pemulung dan penarik gerobak di TPS (1), jumlah, kapasitas, area pelayanan gerobak TPS (2), jumlah reduksi sampah pemulung di TPS setiap gerobak/hari (3), komposisi sampah fasilitas (4). Data 1, 2 dan 3 didapatkan dari pendataan gerobak dan penimbangan hasil pengambilan sampah oleh pemulung di seluruh TPS selama 4 hari berturut-turut. Pendataan gerobak ditentukan selama 4 hari karena rata-rata sampah diambil dalam waktu 2 hari sekali sehingga frekuensi pengambilan dapat terulang untuk validasi hasil sampling. Data 4 didapatkan dengan pengukuran selama 8 hari di TPS terpilih dengan metode yang mengacu pada SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. TPS yang dipilih adalah TPS yang menerima sampah dari rumah tangga dan fasilitas yaitu TPS Srikana. Sampah diambil dari satu unit gerobak yang mengambil sampah fasilitas. Satuan yang digunakan dalam pengukuran timbulan sampah adalah volume basah ($m^3/hari$) dan berat basah ($kg/hari$).

3.3.3 Analisis Data dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah reduksi sampah kondisi eksisting dan berbagai alternatif pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Pengembangan pengelolaan sampah dapat berupa ekspansi fasilitas persampahan di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Sistem pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya dituangkan dalam struktur model sistem dinamik analisis *causal loop* dengan menggunakan *software* Stella 9.1.3. *Software* Stella dapat diunduh secara trial maupun berbayar di website www.iseesystem.com. Skenario pengelolaan sampah yang digunakan yaitu Skenario TPA, Skenario Bank Sampah dan Skenario Daur Ulang. Skenario yang memiliki jumlah reduksi sampah paling besar akan dibuat struktur model dinamikanya.

3.3.3.1 Elemen Inti Struktur Model Sistem Dinamik

Struktur model sistem dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya menggunakan dasar analisis diagram *causal loop*. Struktur model mencakup jumlah timbulan sampah, jumlah reduksi sampah, pengangkutan sampah, emisi GRK dan biaya pengelolaan sampah. Elemen inti dalam struktur model dijelaskan dengan simbol yang tersedia untuk mempermudah memahami karakteristik sistem. Simbol yang digunakan yaitu simbol persegi empat (*stock*), simbol valve (*flow*), simbol lingkaran (*converter*) dan simbol arah panah (*arrow*). Elemen inti model diwakili oleh simbol *stock* yang dipengaruhi oleh *flow*, *converter* dan *arrow*. Data base yang telah berhasil dikumpulkan dan formulasi yang telah dirumuskan dimasukkan sebagai *stock*, *flow* maupun *converter*. Dari hasil simulasi model dinamik dapat diketahui kondisi eksisting pengelolaan sampah maupun untuk prediksi jangka panjang. Setiap elemen inti model mengarah pada pencapaian tujuan dari penelitian ini.

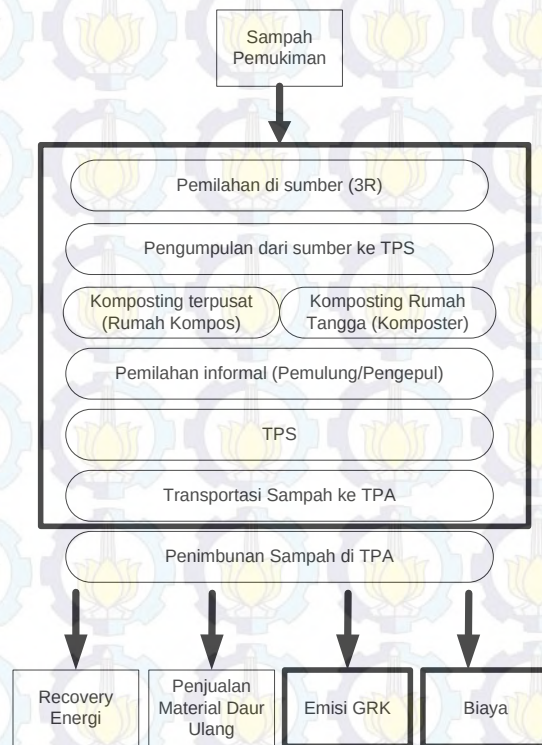
3.3.3.2 Ruang Lingkup dan Batasan Model Sistem Dinamik

Kompleksitas struktur model dinamik pada penelitian ini didasarkan pada faktor yang mempengaruhi jumlah timbulan sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Struktur model mencakup beberapa sektor pada pengelolaan sampah yang dapat dilihat pada Gambar 3.3. Gari tebal berwarna hitam merupakan batasan struktur model dalam penelitian. Struktur model sistem dinamik pada penelitian ini disimulasikan pada 3 skenario berbeda. Skenario yang digunakan yaitu Skenario TPA, Skenario Bank dan Skenario Daur Ulang yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

Pada Gambar 3.3 dapat diketahui bahwa model mencakup pemilahan 3R di sumber melalui bank sampah. Pengumpulan dari sumber ke TPS menggunakan gerobak, komposting terpusat (RK) dan komposting rumah tangga (IK). Pemilahan informal pemulung (PM) dan transportasi sampah. Dinamisasi sistem dilakukan pada populasi penduduk, jumlah timbulan sampah, jumlah reduksi sampah dan transportasi sampah.

Pada Gambar 3.4. dapat diketahui bahwa pada skenario pertama, sampah yang masuk ke TPA tidak mengalami reduksi dalam perjalanan menuju TPA (Skenario TPA). Skenario kedua memperhatikan kegiatan reduksi sampah berbasis masyarakat yaitu bank sampah dan komposter individu/komunal (Skenario Bank Sampah). Skenario ketiga merupakan skenario yang memperhatikan fasilitas pemerintah untuk mereduksi jumlah sampah. Pada skenario

ketiga dilakukan perhitungan persentase reduksi sampah pada setiap fasilitas pengolahan sampah. Fasilitas pengolahan sampah yang termasuk pada skenario 3 yaitu rumah kompos, komposter individu/komunal, bank sampah dan pemulung di TPS.



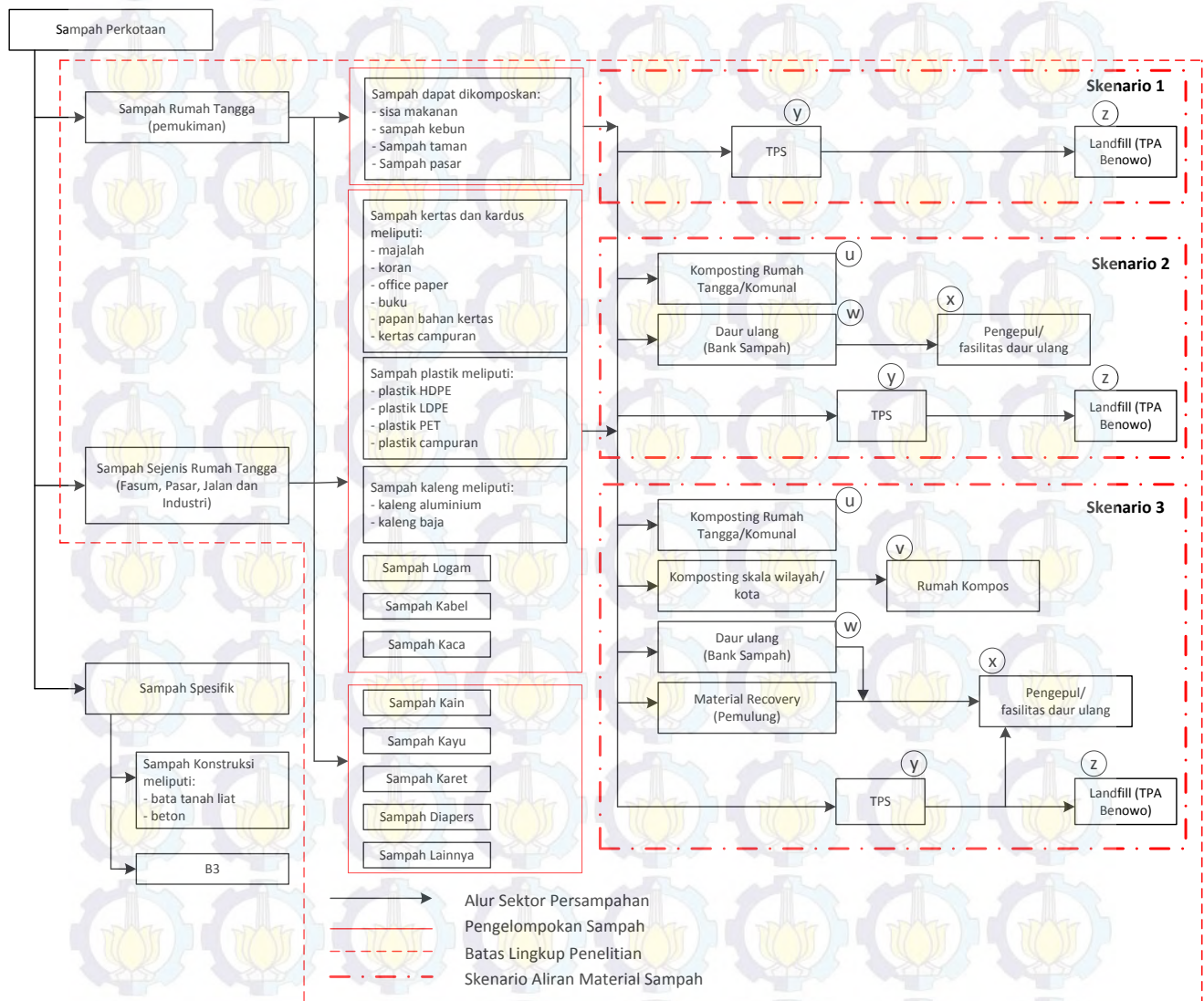
Gambar 3.3 Batasan Struktur Model Pengelolaan Sampah
Diadaptasi dari (Ljunggren, 2000)

Pada Gambar 3.4 ditunjukkan alur pengelolaan sampah masing-masing skenario. Simbol yang digunakan untuk memahami alur pengelolaan sampah antara lain u, v, w, x, y, z dimana u = komposter, v = rumah kompos, w = bank sampah, x = pemulung, y = TPS dan z = *landfill* (TPA Benowo). Pengangkutan sampah yang masuk dalam lingkup penelitian ini hanya pengangkutan sampah ke TPA Benowo menggunakan truk berat. Ketentuan simbol tersebut digunakan untuk mempermudah memahami aliran material sampah pada skenario yang digunakan pada penelitian ini. Dari Gambar 3.4 dapat dibuat persamaan aliran sampah untuk setiap skenario sebagai berikut :

1. Skenario TPA (1) $z = y$
2. Skenario Bank Sampah (2) $z = y - (u + w)$
3. Skenario Daur Ulang (3) $z = y - (u + v + w + x)$

Alur skenario tersebut digunakan untuk menghitung jumlah timbunan sampah dan jumlah sampah yang dapat direduksi dan emisi GRK yang dihasilkan. Alur skenario telah disesuaikan dengan kondisi realita pengelolaan sampah Kota Surabaya secara umum.

Struktur model sistem dinamik pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya diharapkan dapat digunakan dalam membantu pengambilan keputusan untuk pengembangan pengelolaan sampah. Model dinamik ini dapat disempurnakan dan ditambahkan sesuai dengan kebutuhan dalam perjalanannya mengikuti perkembangan waktu. Tantangan dalam pembuatan model sistem dinamik yaitu penambahan data base dan formulasi dinamik dari kondisi eksisting pengelolaan sampah.

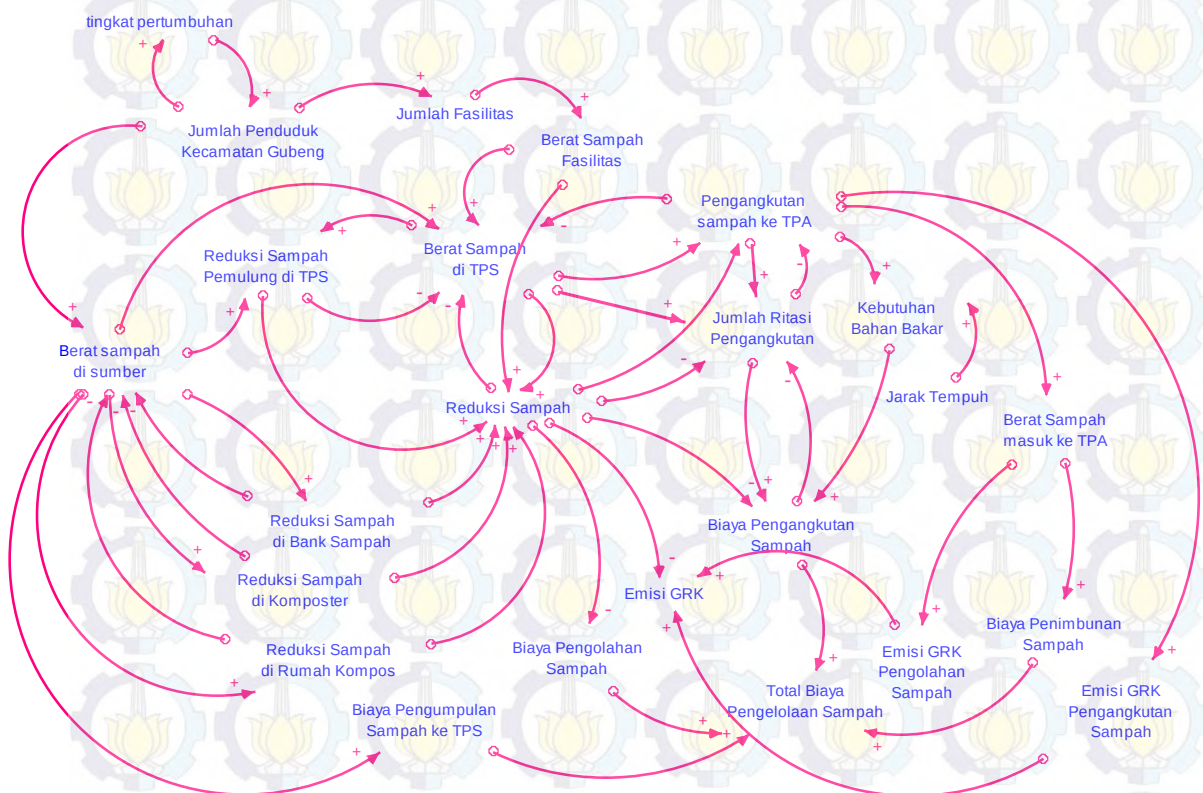


Gambar 3.4 Ruang Lingkup Penelitian dan Skenario yang Digunakan

Diadaptasi dari (IPCC, 2006; Kementrian Pekerjaan Umum, 2013; Agustia, 2013)

3) Identifikasi Variabel dan Konseptualisasi

Tahap awal pembuatan struktur model dinamik adalah mengidentifikasi variabel dan konseptualisasi model dari sistem yang akan dimodelkan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan variabel dan parameter apa yang digunakan dalam model. Identifikasi dimulai dengan mengidentifikasi variabel dari keseluruhan sistem yang terkait dengan pengelolaan sampah perkotaan sesuai dengan batasan sistem yang telah ditentukan. Sedangkan, konseptualisasi model dilakukan dengan membuat diagram *causal loop* yang menunjukkan hubungan sebab akibat dari variabel tersebut sehingga mampu merepresentasikan sistem yang diidentifikasi. Variabel dapat berupa *stock*, *flow* dan *converter*. Model dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya hanya memodelkan sistem yang ditinjau dari tiga aspek yaitu aspek teknik, emisi GRK dan biaya. Model *causal loop* model dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Causal loop* Model Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya

3.3.3.4 Formulasi dan Simulasi Model

Formulasi dan simulasi model dilakukan dengan berdasar pada konseptualisasi model yang telah dibuat. Kemudian diformulasikan secara matematis hubungan antar variabel tersebut sesuai *stock* dan *flow*. Formulasi struktur model sistem dinamik sangat tergantung dari penentuan variabel yang dihitung (*stock*), variabel penentu (*flow*) dan input data (*converter*) yang dirangkai menjadi suatu alur sistem. Formulasi model disesuaikan dengan pencapaian tujuan setelah simulasi model dilakukan. Rancangan umum input dan output formulasi model dinamik pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Bagian model yang didinamisasikan yaitu populasi penduduk, jumlah timbulan sampah, jumlah reduksi sampah dan transportasi sampah. Dinamisasi timbulan sampah ditentukan oleh dinamisasi jumlah populasi penduduk. Dinamisasi pengangkutan sampah ditentukan oleh jenis dan jumlah alat transportasi sampah. Dinamisasi jumlah reduksi sampah ditentukan dari laju peningkatan reduksi sampah tiap tahun. Rancangan umum formulasi dan *causal loop* tersebut dapat digunakan sebagai dasar pembentukan struktur model dinamik sehingga lebih mudah dalam pengerjaannya. *Stock*, *flow* dan *converter* merupakan input yang dimasukkan dalam struktur model. Contoh struktur model dapat dilihat pada Gambar 3.6.

Tabel 3.1 Rancangan Formulasi Model Dinamik Pengelolaan Sampah Kota Surabaya

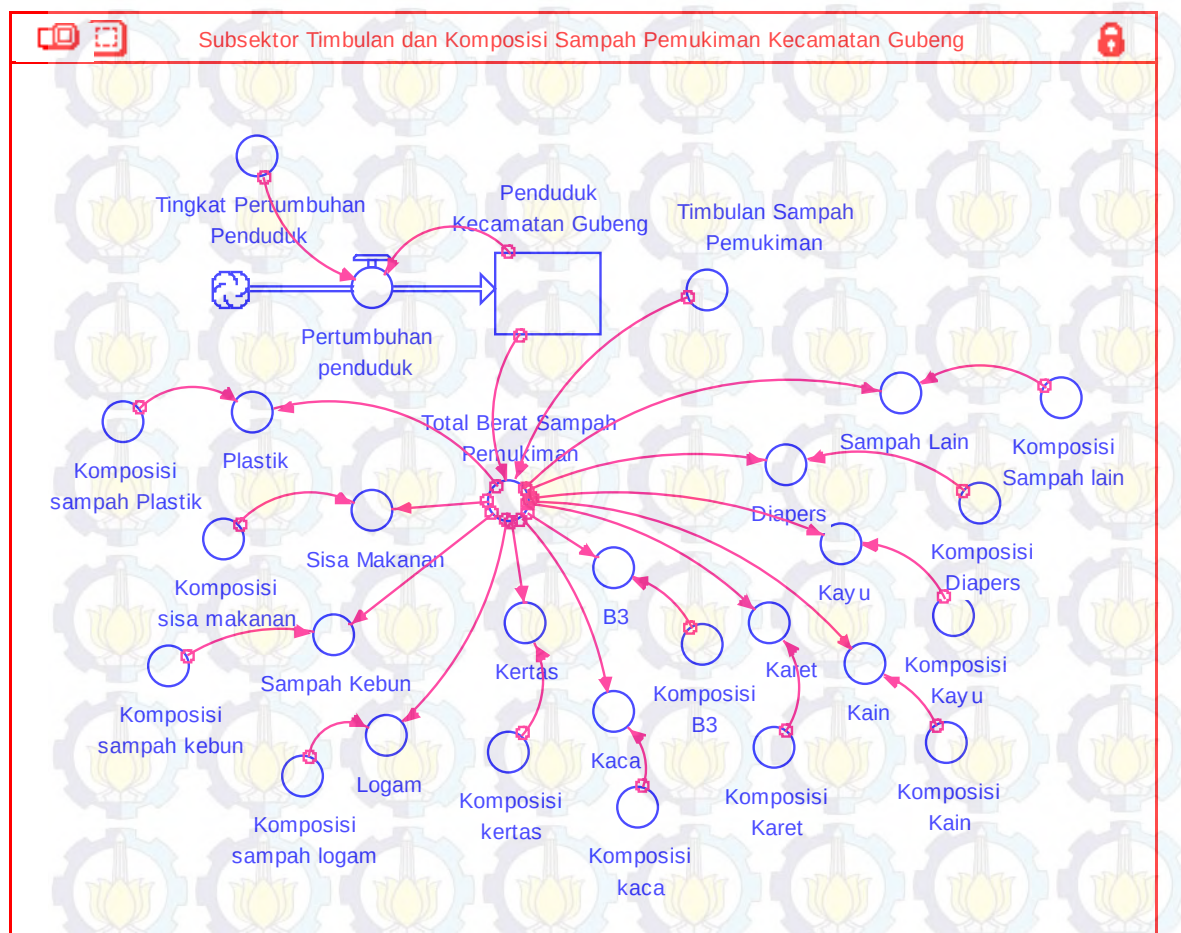
Aspek Teknis	
<i>Stock</i>	<i>Flow</i>
Jumlah penduduk Kecamatan Gubeng (orang)	Pertumbuhan penduduk (orang/tahun)
Jumlah Restoran Kecamatan Gubeng (unit)	Pertumbuhan restoran (unit/tahun)
Jumlah siswa sekolah Kecamatan Gubeng (siswa)	Pertumbuhan sekolah (siswa/tahun)
Jumlah kamar hotel Kecamatan Gubeng (unit)	Pertumbuhan Hotel (unit/tahun)
Perkantoran Kecamatan Gubeng (unit)	Pertumbuhan perkantoran (unit/tahun)
Pasar Kecamatan Gubeng (m ²)	Pertumbuhan pasar (m ² /tahun)
Laboratorium Kecamatan Gubeng (unit)	Pertumbuhan Laboratorium (unit/tahun)
Luas Pertokoan kecamatan Gubeng (m ²)	Pertumbuhan toko (m ² /tahun)
Mahasiswa Kecamatan Gubeng (mhs)	Pertumbuhan kampus (mhs/tahun)
Jumlah nasabah BS (KK)	Penambahan nasabah BS (KK/tahun)
Jumlah komposter tiap RT (unit)	Penambahan jumlah komposter (unit/tahun)
Jumlah truk (unit)	Penambahan truk (unit/tahun)
	Pengurangan truk (unit/tahun)

Lanjutan Tabel 3.1 Rancangan Formulasi Model Dinamik Pengelolaan Sampah Kota Surabaya

Aspek Teknis	
Converter	
Timbulan Sampah rumah tangga (ton/org/tahun)	Average reduksi sampah BS tiap orang (ton/org/tahun)
Tingkat pertumbuhan penduduk (/tahun)	Reduksi Sampah BS (ton/tahun)
Total berat sampah rumah tangga (ton/tahun)	Komposisi sampah di BS (%)
Komposisi sampah rumah tangga (%)	Berat sampah tiap jenis di BS (ton/tahun)
Berat sampah rumah tangga tiap jenis (ton/tahun)	Tingkat penambahan komposter (/tahun)
Tingkat pertumbuhan restoran (/tahun)	Jumlah RT Kecamatan Gubeng (RT)
Average jumlah meja restoran (unit)	Lama waktu pengomposan (hari)
Timbulan sampah restoran (ton/meja/tahun)	Kapasitas komposter (m ³)
Berat sampah Restoran (ton/tahun)	IK Densitas sampah kebun (ton/m ³)
Komposisi sampah restoran (%)	IK Densitas sisa makanan (ton/m ³)
Berat sampah restoran tiap jenis (ton/tahun)	IK Densitas campuran (ton/m ³)
Tingkat pertumbuhan sekolah (/tahun)	IK Komposisi sampah kebun (%)
Timbulan sampah sekolah (ton/siswa/tahun)	IK Komposisi sampah makanan (%)
Berat sampah sekolah (ton/tahun)	Reduksi sampah komposter (ton/tahun)
Komposisi sampah sekolah (%)	IK Berat sampah makanan (ton/tahun)
Berat sampah sekolah tiap jenis (ton/tahun)	IK Berat sampah kebun (ton/tahun)
Tingkat pertumbuhan hotel (/tahun)	Average volume sampah masuk RK (m ³ /tahun)
Jumlah kamar hotel Kecamatan Gubeng (unit)	RK Komposisi sampah dapat dikompos (%)
Timbulan sampah hotel (ton/kamar/tahun)	RK Komposisi sampah residu (%)
Berat sampah hotel (ton/tahun)	RK Densitas sampah kebun (ton/m ³)
Komposisi sampah hotel (%)	RK average berat sampah masuk (ton/tahun)
Berat sampah hotel tiap jenis (ton/tahun)	Reduksi sampah rumah kompos (ton/tahun)
Tingkat pertumbuhan kantor (/tahun)	Kemampuan reduksi tiap orang (ton/org/tahun)
Average jumlah pegawai (orang)	Jumlah TPS (unit)
Timbulan sampah kantor (ton/pegawai/tahun)	Average jumlah penarik gerobak (orang)
Berat sampah kantor (ton/tahun)	Persentase average penarik gerobak memilah (%)
Komposisi sampah kantor (%)	Jumlah pemulung di TPS (orang)
Berat sampah kantor tiap jenis (ton/tahun)	Reduksi sampah di TPS (ton/tahun)
Tingkat pertumbuhan pasar (/tahun)	Komposisi reduksi sampah di TPS (%)
Average timbulan sampah pasar (ton/m ² /tahun)	Berat reduksi sampah tiap jenis di TPS (ton/tahun)
Berat sampah pasar (ton/tahun)	Reduksi sampah total (ton/tahun)
Komposisi sampah pasar (%)	Persentase reduksi IK (%)
Berat sampah pasar tiap jenis (ton/tahun)	Persentase reduksi BS (%)
Tingkat pertumbuhan Lab (/tahun)	Persentase reduksi RK (%)
Timbulan sampah Lab (ton/unit/tahun)	Persentase reduksi PM (%)
Berat sampah Lab (ton/tahun)	Rate pengangkutan eksisting (%)
Komposisi Sampah Lab (%)	Sampah di TPS (ton/tahun)
Berat sampah Lab tiap jenis (ton/tahun)	Sisa Sampah di TPS (ton/tahun)
Tingkat pertumbuhan toko (/tahun)	Average persentase pelayanan (%)
Timbulan sampah toko (ton/m ² /tahun)	Jumlah trip (trip)
Berat sampah toko (ton/tahun)	Average berat sampah tiap kontainer (ton)
Komposisi sampah toko (%)	Sampah TPS terangkut ke TPA (ton/tahun)
Berat sampah toko tiap jenis (ton/tahun)	Kapasitas truk (m ³)
Tingkat pertumbuhan kampus (/tahun)	Densitas sampah di truk (ton/m ³)
Timbulan sampah kampus (ton/mhs/tahun)	Beban sampah tiap trip (ton)
Berat sampah kampus (ton/tahun)	Kebutuhan trip (trip/hari)
Komposisi sampah kampus (%)	Beban trip tiap truk (trip/hari)
Berat sampah kampus tiap jenis (ton/tahun)	Kebutuhan truk (unit/hari)

Lanjutan Tabel 3.1 Rancangan Formulasi Model Dinamik Pengelolaan Sampah Kota Surabaya

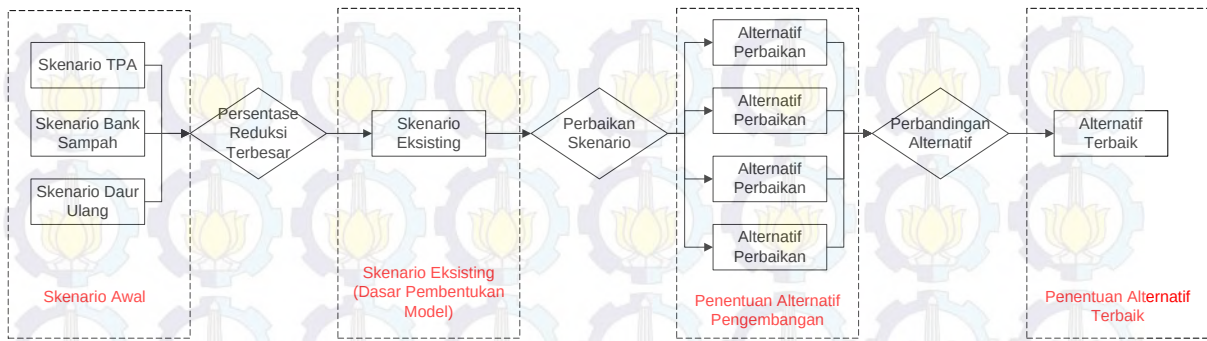
Aspek Teknis	
<i>Converter</i>	
Total berat sampah fasilitas (ton/tahun)	Total jumlah truk (unit)
Total berat sampah Kecamatan Gubeng di sumber (ton/tahun)	Tingkat penambahan truk per tahun (/tahun)
Tingkat penambahan nasabah BS (/tahun)	Tingkat pengurangan truk per tahun (/tahun)
Average jumlah anggota keluarga (orang/KK)	
Aspek Biaya	
<i>Converter</i>	
Biaya Pengolahan (IDR/tahun)	Biaya pengumpulan tiap ton (IDR/ton)
Biaya BS (IDR/tahun)	Biaya pemindahan (IDR/tahun)
Average jumlah nasabah tiap BS (orang)	Biaya pemindahan tiap ton (IDR/ton)
Biaya stimulan tiap BS (IDR/unit/tahun)	Biaya pengangkutan (IDR/tahun)
Jumlah unit BS (unit)	Biaya pengangkutan tiap ton (IDR/ton)
Biaya IK (IDR/tahun)	Biaya pemrosesan akhir (IDR/tahun)
Biaya investasi unit IK (IDR/unit)	Biaya pemrosesan tiap ton (IDR/ton)
Jumlah unit IK (unit)	Rate pengangkutan
Biaya RK (IDR/tahun)	Sampah diangkut ke TPA (ton/tahun)
Biaya sampah masuk RK tiap ton (IDR/ton)	Total biaya (IDR/tahun)
Biaya pengumpulan (IDR/tahun)	
Aspek Lingkungan	
<i>Stock</i>	<i>Flow</i>
Total Emisi GRK (ton/tahun)	Penambahan emisi GRK (ton/tahun)
	Pengurangan emisi GRK (ton/tahun)
<i>Converter</i>	
Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah (ton/tahun)	DOC tiap jenis sampah
Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah (ton/tahun)	DOC _f
Emisi CH ₄ Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	MCF
Emisi CO ₂ Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	OX
Emisi N ₂ O Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	F
Reduksi Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah (ton/tahun)	Lo tiap jenis sampah
Reduksi Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah (ton/tahun)	DDOC tiap jenis sampah
Reduksi Emisi N ₂ O Pengolahan Sampah (ton/tahun)	Recovery CH ₄ (ton/tahun)
Emisi CH ₄ Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	Carbon stock (ton/tahun)
Emisi CO ₂ Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	EF Pengomposan
Emisi N ₂ O Pengangkutan Sampah (ton/tahun)	EF pengangkutan
GWP N ₂ O , CH ₄ , CO ₂	



Gambar 3.6 Struktur Model Pengelolaan Sampah Kota Surabaya

3.3.3.5 Penerapan dan Perbaikan Skenario

Penerapan skenario TPA, Bank Sampah dan Daur Ulang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persentase reduksi sampah eksisting. Pada tahap penerapan skenario, variabel diatur sedemikian rupa sehingga hanya variabel yang ditentukan pada setiap skenario saja yang mempengaruhi sistem. Dari hasil simulasi, ditentukan skenario yang paling besar persentase reduksi sampahnya. Kemudian, skenario eksisting terpilih tersebut dijadikan dasar perbaikan skenario untuk mencapai reduksi sampah sebesar 20%. Perbaikan skenario dapat dilakukan dengan menambahkan fasilitas pengolahan sampah seperti rumah kompos, komposter dan bank sampah. Perbaikan skenario juga memperhatikan aspek biaya dan emisi GRK. Analisis alternatif perbaikan skenario melibatkan kemungkinan dari realisasi alternatif pengembangan itu sendiri. Pola penerapan skenario pada model dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pola Penerapan Skenario pada Model Dinamik

3.3.3.6 Analisis dan Interpretasi

Tahapan terakhir adalah analisis permasalahan dan interpretasi dari hasil simulasi yang dilakukan. Tahap ini mendefinisikan variabel kritis yang mempengaruhi sistem dan hasil *running* simulasi skenario dan perbaikan skenario yang dilakukan. Analisis dan interpretasi dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Analisis dilakukan dengan bantuan grafik maupun data hasil simulasi.

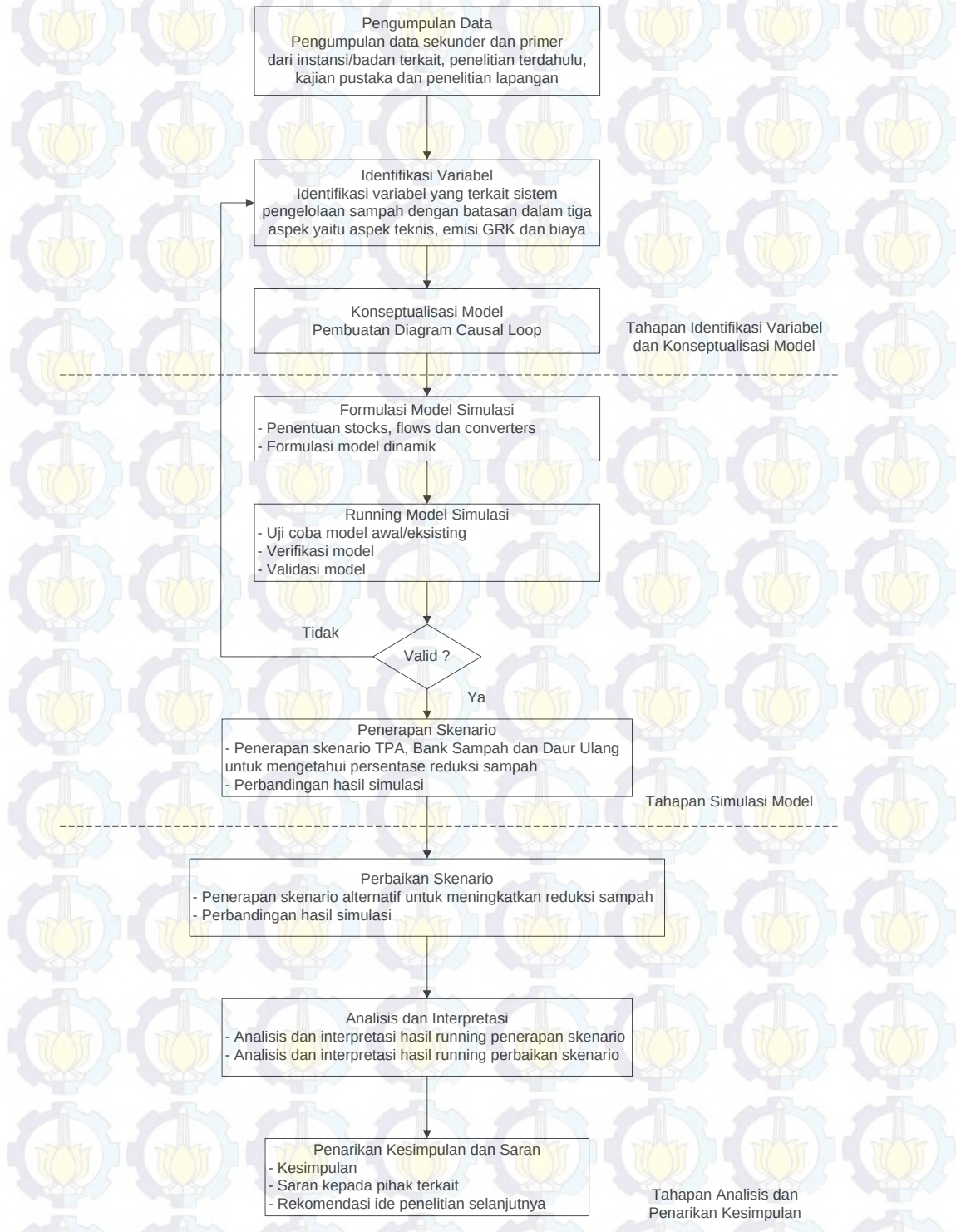
3.3.3.7 Luaran Simulasi Model Sistem Dinamik

Luaran yang diharapkan dari simulasi model sistem dinamik yaitu mengetahui dinamisasi jumlah timbulan sampah dan persentase reduksi sampah dari berbagai sektor. Dari simulasi model diharapkan juga dapat ditentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah seperti melakukan ekspansi fasilitas pengelolaan sampah untuk mencapai target reduksi sampah sebesar 20%.

3.3.4 Penarikan Kesimpulan dan Saran

Dari analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka diambil kesimpulan yang menjawab masalah penelitian. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai informasi jumlah reduksi sampah di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Kesimpulan merupakan langkah terakhir dalam penulisan tesis. Saran diberikan untuk mengevaluasi serta memberikan perbaikan penelitian dan ide pelaksanaan penelitian lebih lanjut. Penelitian juga dapat memberi saran berupa alternatif pengembangan pengelolaan sampah untuk peningkatan reduksi sampah hingga 20%. Alternatif pengembangan yang dihasilkan telah disesuaikan dengan tingkat kemampuan masyarakat dan ketersediaan prasarana dan sarana persampahan. Alternatif pengembangan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi penunjang untuk

pertimbangan dalam pengelolaan persampahan di Kota Surabaya. Dari keseluruhan tahapan pembentukan struktur model dinamik yang telah dijelaskan, dapat digambarkan dalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram Alir Pembentukan Struktur Model Dinamik

BAB 4

GAMBARAN UMUM KECAMATAN GUBENG

4.1 Gambaran Umum Kecamatan Gubeng

Kecamatan Gubeng, Surabaya Timur terletak pada 7°12-21°21 LS dan 112,54° BT. Kecamatan Gubeng terletak di ketinggian 4 m diatas permukaan laut dan termasuk dalam daerah dengan topografi menengah. Kemiringan tanah berkisar antara 0-15% dengan curah hujan rata-rata mencapai 1572 mm/tahun. Suhu rata-rata daerah Kecamatan Gubeng berkisar antara 23-33°C. Jumlah hari hujan Kecamatan Gubeng Kota Surabaya 10-18 hari (BPS Kota Surabaya, 2012). Kecamatan Gubeng terdiri dari 6 kelurahan yaitu Kelurahan Baratajaya, Pucang Sewu, Kertajaya, Gubeng, Airlangga dan Mojo (BPS Kota Surabaya, 2011). Batas administratif Kecamatan Gubeng yaitu :

1. Batas Utara : Kecamatan Tambaksari
2. Batas Timur : Kecamatan Sukolilo dan Kecamatan Tenggilis Mejoyo
3. Batas Selatan : Kecamatan Wonokromo dan Kecamatan Wonocolo
4. Batas Barat : Kecamatan Tegal Sari

4.2 Demografi Kecamatan Gubeng

Kecamatan Gubeng termasuk daerah padat penduduk kedua di Surabaya Timur dengan jumlah penduduk sebesar 152.653 jiwa dan kepadatan penduduk 20.042 jiwa/km² (BPS Kota Surabaya, 2013). Kecamatan Gubeng memiliki luas wilayah 7,48 Km² dengan laju pertumbuhan penduduk 0,54% tiap tahun. Detail luas wilayah, jumlah penduduk dan kepadatan penduduk untuk setiap kelurahan pada tahun 2010-2012 di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.1. Detail jumlah penduduk total Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.2. Kecamatan Gubeng terdiri dari 63 RW dan 519 RT. Jumlah Keluarga di Kecamatan Gubeng sebanyak 43.045 KK dan rata-rata anggota keluarga sebanyak 3,22 orang. Detail jumlah RW, RT, KK dan rata-rata anggota keluarga tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.1 Luas Wilayah, Jumlah dan Kepadatan Penduduk Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng pada Tahun 2010-2012

Kelurahan	Luas Wilayah (km ²)	Jumlah Penduduk			Kepadatan penduduk (jiwa/km ²)
		2010	2011	2012	
Barata Jaya	0,76	18.499	18.948	18.683	24.583
Pucang Sewu	0,94	15.348	16.136	15.285	16.261
Kertajaya	1,30	24.780	28.085	25.225	19.404
Gubeng	1,10	16.758	16.341	16.839	15.308
Airlangga	1,62	23.788	22.661	23.604	14.570
Mojo	1,76	51.771	49.224	53.017	30.123
Total	7,48	150.944	151.395	152.653	20.042

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2011, 2012, 2013

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Tiap Tahun di Kecamatan Gubeng

Tahun	Jumlah Penduduk
1980	161097
1990	156428
1996	142612
1997	142034
1998	141699
1999	142441
2000	143759
2001*	-
2002*	-
2003*	-
2004	149076
2005	151365
2006	152827
2007	150882
2008	151561
2009	153067
2010	150944
2011	151395
2012	152653

* data tidak tersedia

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

Jumlah penduduk terbesar dengan kepadatan penduduk yang tinggi terletak di Kelurahan Mojo. Jumlah RT, RW dan KK terbanyak juga terdapat di Kelurahan Mojo. Rata-rata jumlah anggota keluarga terbanyak terdapat pada Kelurahan Pucang Sewu. Data kependudukan Kecamatan Gubeng mempengaruhi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan. Selain itu, semakin banyak jumlah penduduk maka potensi pemberdayaan masyarakat akan semakin meningkat.

Tabel 4.3 Jumlah RW, RT, KK dan Anggota Keluarga Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng

Kelurahan	Jumlah RT	Jumlah RW	Jumlah KK	Rata-rata Anggota Keluarga
Barata Jaya	74	9	5.590	3,34
Pucang Sewu	83	10	3.010	5,08
Kertajaya	100	13	7.928	3,18
Gubeng	60	11	4.590	3,67
Airlangga	87	8	6.852	3,44
Mojo	115	12	15.182	3,49
Total	519	63	43.152	3,22

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

4.3 Fasilitas di Kecamatan Gubeng

Kecamatan Gubeng memiliki kawasan yang menghasilkan sampah sejenis rumah tangga. Kawasan ini mencakup kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum dan fasilitas lainnya. Kawasan komersial yaitu pusat perdagangan, pasar, pertokoan, hotel, perkantoran, restoran, dan tempat hiburan. Kawasan industri merupakan kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana penunjang. Kawasan ini dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan yang telah memiliki izin usaha kawasan industri. Kawasan khusus merupakan wilayah yang bersifat khusus yang digunakan untuk kepentingan nasional/berskala nasional seperti cagar budaya, taman nasional, pengembangan industri strategis, dan teknologi tinggi.

Selain itu, fasilitas sosial meliputi rumah ibadah, panti asuhan, dan panti sosial. Fasilitas umum meliputi terminal angkutan umum, stasiun kereta api, pelabuhan laut dan udara, tempat pemberhentian kendaraan umum, taman, jalan, dan trotoar. Fasilitas lain merupakan fasilitas yang tidak termasuk kawasan komersial, industri, khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum. Fasilitas ini meliputi rumah tahanan, lembaga pemasyarakatan, rumah sakit, klinik, pusat kesehatan masyarakat, kawasan pendidikan, kawasan pariwisata, kawasan berikat, dan pusat kegiatan olah raga (Pemerintah RI, 2008).

Fasilitas komersial di Kecamatan Gubeng meliputi pertokoan (minimarket dan rumah toko), pasar, hotel, perkantoran (bank umum dan BPR), dan restoran. Fasilitas kesehatan di Kecamatan Gubeng meliputi Rumah Sakit Umum dan Bersalin, Poliklinik, Puskesmas dan Puskesmas Pembantu, Laboratorium Medis, tempat praktek dokter, Apotek dan Toko Jamu. Fasilitas pendidikan meliputi jenjang TK, SD, SMP dan Perguruan Tinggi. Fasilitas sosial meliputi tempat ibadah setiap agama. Jumlah fasilitas komersial, pendidikan, kesehatan dan

sosial di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.4, Tabel 4.5, Tabel 4.6, dan Tabel 4.7. Jumlah fasilitas mempengaruhi jumlah timbulan sampah Kecamatan Gubeng. Komposisi sampah fasilitas berbeda dengan komposisi sampah rumah tangga sehingga dapat mempengaruhi potensi reduksi sampah Kecamatan Gubeng.

Tabel 4.4 Jumlah Fasilitas Komersil di Kecamatan Gubeng

Kelurahan	Minimarket	Rumah Toko	Pasar	Hotel	Bank Umum	BPR	Restoran
Barata Jaya	8	1	3	5	23	2	4
Pucang Sewu	3	1	-	5	3	1	1
Kertajaya	6	-	2	1	14	1	4
Gubeng	1	-	-	2	3	0	9
Airlangga	6	-	-	0	10	0	3
Mojo	19	-	-	3	14	0	13
Total	43	2	5	16	67	4	34

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

Tabel 4.5 Jumlah Fasilitas Pendidikan di Kecamatan Gubeng

Jenis Fasilitas Pendidikan	Jumlah Fasilitas Pendidikan (unit)	Jumlah Siswa/Mahasiswa
Sekolah TK	72	6.360
SD Negeri	28	8.640
SD Swasta	19	6.000
Ibtidaiyah Negeri	-	-
Ibtidaiyah Swasta	5	1.040
SLTP Negeri	1	3.760
SLTP Swasta	10	960
Tsanawiyah Negeri	-	-
Tsanawiyah Swasta	-	-
SMA Negeri	-	-
SMA Swasta	8	2.320
SMK Negeri	1	960
SMK Swasta	8	4.240
Total	152	34.280
Perguruan Tinggi Negeri		
- UNAIR	1	26.544
Perguruan Tinggi Swasta		
- Universitas Teknologi Surabaya	1	2.079
- Universitas Surabaya	1	6.566
- Universitas Tri Tunggal	1	1.295
Sekolah Tinggi		
Sekolah Tinggi Teknik Surabaya	1	859
STIE IEU Surabaya	1	158
Akademi		
Akademi Kuliner Monas Pacific Surabaya	1	139
Total	7	37.640

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2012

Tabel 4.6 Jumlah Fasilitas Kesehatan di Kecamatan Gubeng

Jenis Fasilitas Kesehatan	Jumlah Fasilitas Kesehatan
Rumah Sakit	6
Rumah Bersalin	10
Poliklinik	8
Puskesmas	2
Puskesmas Pembantu	2
Laboratorium Medis	4
Tempat Praktek Dokter	127
Apotek	55
Toko Jamu	5

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

Tabel 4.7 Jumlah Fasilitas Sosial di Kecamatan Gubeng

Kelurahan	Jumlah Fasilitas Sosial					
	Masjid	Langgar	Gereja Protestan	Gereja Katolik	Pura	Wihara
Barata Jaya	12	12	2	1	0	0
Pucang Sewu	9	10	4	0	0	1
Kertajaya	15	13	6	0	0	1
Gubeng	6	14	3	0	0	1
Airlangga	13	10	9	0	0	0
Mojo	19	27	3	2	0	0
Total	74	86	27	3	0	3

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

4.4 Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng meliputi kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah. Kegiatan pengumpulan sampah dari sumber dikelola oleh masyarakat. Kegiatan pengangkutan dan pemrosesan akhir sampah dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Kegiatan pemilahan dan pengolahan sampah dapat dikelola oleh masyarakat dan pemerintah kota secara mandiri maupun komunal. Pengelolaan sampah dilakukan di TPS, rumah kompos, bank sampah, komposter rumah tangga dan sektor informal (pemulung/pengepul). Kondisi eksisting pengelolaan sampah diketahui dengan mengumpulkan data sekunder dan survei langsung ke lapangan.

4.4.1 TPS di Kecamatan Gubeng

Kecamatan Gubeng memiliki 9 unit TPS yang tersebar di 6 kelurahan. TPS yang tersedia di Kecamatan Gubeng antara lain TPS Bratang, Barata Jaya-Nginden, Kalibokor, Kangean, Pasar Pucang Anom, Srikana, Kaliwaron, Mojoarum, dan Bakti Husada. Detail lokasi TPS dapat dilihat pada Tabel 4.8. Setiap TPS melayani satu kelurahan atau lebih. Jumlah ritasi

pengangkutan sampah di TPS tergantung dari jumlah sampah yang masuk dan kapasitas kontainer yang tersedia. Detail area pelayanan, jumlah ritasi dan jumlah kontainer tiap TPS dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.8 Lokasi TPS di Kecamatan Gubeng

No	Nama TPS/Depo	Lokasi	Kelurahan
1	Bratang	Jl. Bratang Binangun	Kel. Barata Jaya
2	Barata Jaya - Nginden	Jl. Barata Jaya XXVII	Kel. Barata Jaya
3	Kalibokor	Jl. Kalibokor	Kel. Pucang Sewu
4	Depo Kangean	Jl. Kangean	Kel. Gubeng
5	Pasar Pucang Anom	Jl. Pasar Pucang Anom	Kel. Gubeng
6	Depo Srikana	Jl. Srikana	Kel. Airlangga
7	Kaliwaron	Jl. Kaliwaron	Kel. Mojo
8	Mojoarum	Jl. Mojoarum	Kel. Mojo
9	Bakti Husada	Jl. Dharmahusada II	Kel. Mojo

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Tabel 4.9 Area Pelayanan, Jumlah Ritasi dan Kontainer TPS di Kecamatan Gubeng

No	Nama TPS/Depo	Area Pelayanan	Jumlah Ritasi/hari	Jumlah truk dan kapasitas
1	Bratang	Kel. Barata jaya, Nginden Jangkungan, Menur Pumpungan	4	2 (14 m ³)
2	Barata Jaya - Nginden	Kel Barata jaya, Nginden Jangkungan	1	2 (14 m ³)
3	Kalibokor	Kel. Pucang, Kertajaya, Keputran	1	2 (14 m ³)
4	Depo Kangean	Kel. Gubeng, Embong Kaliasin	2	2 (14 m ³)
5	Pasar Pucang Anom	Psr. Pucang	0,5	1 (14 m ³)
6	Depo Srikana	Kel. Airlangga, Mojo, Manyar Sabrangan, Gubeng	4-5	3 (14 m ³)
7	Kaliwaron	Kel. Mojo, Kel. Pacar Keling, Kel. Tambaksari	2	2 (14 m ³)
8	Mojoarum	Kel. Mojo	1-2	2 (14 m ³)
9	Bakti Husada	Kel. Pacar Kembang, Mojo, Gubeng	2	2 (14 m ³)

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

TPS yang tersedia merupakan TPS tipe 1 dan tipe 2 sesuai dengan kriteria TPS pada SNI 19-2454-2002 tentang Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan. Tipe dan luas TPS yang ada di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.10. TPS dapat berupa TPS landasan yang dibangun di pinggir jalan, di dekat sungai dan di dekat Pasar. Tipe TPS dipengaruhi oleh luas TPS dan sarana yang dimiliki TPS. Sarana dan prasarana yang tersedia di tiap TPS dapat dilihat pada Tabel 4.11. Seluruh TPS tidak memiliki penampung dan pengolah lindi. Lindi dari TPS langsung dialirkan ke saluran drainase terdekat melalui selokan lindi. Di sisi lain, pemerintah melakukan upaya perbaikan TPS secara berkala dengan

melakukan penyemprotan lantai TPS sebanyak 2-3 kali setiap bulan, pengecatan TPS setiap 3 bulan sekali, perbaikan dinding dan lantai paving serta penambahan ruang terbuka hijau. Berbagai permasalahan juga terjadi di tiap TPS. Masalah yang terjadi yaitu tidak adanya fasilitas air bersih dan listrik, terdapat sampah liar yang dibuang ke TPS, kerusakan kontainer, kerusakan kantor TPS dan tersumbatnya selokan lindi. Frekuensi perawatan dan perbaikan tiap TPS per tahun dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.10 Tipe dan Luas Lahan TPS

No	Nama TPS/Depo	Tipe TPS	Luas TPS
1	Bratang	TPS Tipe II	17,3 x 13 m
2	Barata Jaya - Nginden	TPS Tipe I	18,5 x 7 m
3	Kalibokor	TPS Tipe II	19 x 10 m
4	Depo Kangean	TPS Tipe II	30 x 5 m
5	Pasar Pucang Anom	TPS Tipe I	8,5 x 9,5 m
6	Depo Srikana	TPS Tipe I	27 x 9 m
7	Kaliwaron	TPS Tipe II	40 x 4 m
8	Mojoarum	TPS Tipe II	23,5 x 4,5 m
9	Bakti Husada	TPS Tipe III	16 x 7 m

Sumber : Agustia, 2013

Tabel 4.11 Sarana dan Prasarana TPS Kecamatan Gubeng

No	Sarana dan Prasarana TPS	Bratang	Barata Jaya	Kali bokor	Depo Kangean	Pasar Pucang	Depo Srikana	Kali waron	Mojo arum	Bakti Husada
1	Tempat parkir gerobak	√	-	-	√	-	√	√	√	-
2	Tempat barang lapak	√	√	√	√	-	√	√	-	-
3	Tempat cuci air bersih	-	√	√	√	√	√	√	√	√
4	Selokan lindi	√	√	√	√	√	√	√	√	√
5	Tempat unloading gerobak	√	√	√	√	√	√	√	√	√
6	Kantor/ruang permanen	√	-	-	-	-	√	-	-	-
7	Tempat parkir truk	√	-	√	-	-	√	√	-	-
8	Ruang Terbuka Hijau	√	-	-	-	-	√	√	-	-
9	Rumah Jaga	-	√	√	√	-	√	-	-	-
10	Rumah Kompos	√	-	-	-	-	√	-	-	-

Sumber : Agustia, 2013

Tabel 4.12 Upaya Perawatan dan Perbaikan TPS Kecamatan Gubeng

Upaya Perawatan/Perbaikan	Frekuensi Kegiatan Tiap Tahun								
	Bratang	Bakti Husada	Srikana	Kali bokor	Pucang	Kali waron	Mojo arum	Barata Jaya	Kangean
Penyemprotan	30-35	12	12	12	12	24	12	24	12
Pengecatan	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penambahan Peralatan TPS (Sapu, Keranjang, Ganco)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Penggantian Paving	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Penambahan RTH	-	2	4	-	-	2	-	-	2

Sumber : Agustia, 2013

4.4.2 Rumah Kompos dan Komposter di Kecamatan Gubeng

Kota Surabaya memiliki 18 unit rumah kompos. Rumah kompos yang berada di Kecamatan Gubeng sebanyak 2 unit yaitu rumah kompos Bratang kapasitas 12 m³/hari dan rumah kompos Srikana kapasitas 4 m³/hari. Rumah kompos Bratang terletak di dekat TPS Bratang dan menerima sampah sapuan jalan sekitar Jalan Barata Jaya, Pasar Keputran, sampah instansi (PLN, GM, Kertajaya). Rumah kompos Srikana terletak di dekat TPS Srikana dan menerima sampah dari masyarakat sekitar Kecamatan Gubeng. Area pelayanan meliputi daerah Kertajaya, Karang Menjangan, Karang Menur, Karang Wismo, Karang Asem, Airlangga, Dharmawangsa, Manyar dan Gubeng. Detail lokasi dan kapasitas rumah kompos dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Selain kegiatan komposting komunal di rumah kompos, sebagian masyarakat Kota Surabaya khususnya di Kecamatan Gubeng juga melakukan pengomposan dengan menggunakan komposter individu/komunal. Komposter yang digunakan merupakan komposter aerob. Komposter aerob yang ada berupa komposter drum dan keranjang takakura. Volume tipikal komposter drum sebesar 110 liter dan keranjang takakura sebesar 15 liter. Pola pembagian komposter ini dilakukan dengan membagi menurut jumlah dasa wisma, jumlah RT, dan kesanggupan dari Fasilitator lingkungan kelurahan (Faskel) atau kesanggupan berpartisipasi dalam lomba SGC. Komposter dapat berasal dari pemerintah (DKP Kota Surabaya), swadaya masyarakat maupun LSM/Instansi tertentu (Agustia, 2013). Komposter aerob diletakkan didepan rumah dan diberikan tanah resapan dibawahnya. Beberapa lokasi komposter juga dilengkapi dengan standar prosedur operasional penggunaan komposter dengan tujuan untuk mengedukasi warga sekitar. Pemanenan kompos dilakukan 2 bulan sekali dan digunakan

untuk pupuk tanaman disekitarnya. Data jumlah dan volume komposter tiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Lokasi dan Kapasitas Rumah Kompos di Kota Surabaya

No.	Lokasi	Kapasitas Rumah Kompos (m ³ /hari)	Kelurahan/Kecamatan
1.	Bratang	12	Bratajaya/Gubeng
2.	Bibis Karah	3,5	Karah/Jambangan
3.	Keputran	4	Keputran/Tegalsari
4.	Tenggilis Utara	4	Tenggilis Mejoyo/Bulak
5.	Wonorejo	7	Wonorejo/Rungkut
6.	Rungkut Asri	6	Medokan Ayu/Rungkut
7.	Menur	10	Menur Pumpungan/Sukolilo
8.	Tenggilis Rayon Taman	8	Tenggilis Mejoyo/Tenggilis
9.	Sonokwijenan	12	Sonokwijenan/Asemrowo
10.	Gayungsari	3	Gayungan/Gayungan
11.	Putat Jaya	10	Putat Jaya/Sawahan
12.	Sumber Rejo	5	Sumberejo/Benowo
13.	Jambangan	5	Karah/Jambangan
14.	Srikana	4	Airlangga/Gubeng
15.	Liponsos Keputih	4	Keputih/Sukolilo
16.	Gunungsari	6	Gunungsari/Dukuh Pakis
17.	Balas Klumprik	12	Balas Klumprik/Wiyung
18.	Benowo	12	Benowo/Benowo

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Tabel 4.14 Jumlah Komposter di Kecamatan Gubeng

No	Kelurahan	Jumlah Komposter	Ukuran Komposter (L)	Volume komposter (m ³)
1	Mojo	13	110	1,43
2	Kertajaya	6	110	0,66
		24	15	0,36
3	Pucang Sewu	300	15	4,5
4	Barata Jaya	16	110	1,56
5	Gubeng	23	110	2,53
6	Airlangga	49	110	5,39
		Total		16,43

Sumber: Agustia, 2013

4.4.3 Bank Sampah dan Pemulung TPS di Kecamatan Gubeng

Pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng juga dilakukan dengan prinsip 3R melalui bank sampah. Sebagian masyarakat Kecamatan Gubeng telah mendirikan bank sampah baik secara mandiri maupun dengan dukungan instansi tertentu/LSM lingkungan. Di Kecamatan Gubeng terdapat 20 unit bank sampah yang telah memiliki nasabah dan melakukan 3R secara kontinyu. Pemilahan dilakukan secara rutin setiap 2 minggu hingga 1 bulan sekali. Lingkup bank sampah dapat melalui RT atau RW sesuai dengan kesepakatan masyarakat terkait. Pendirian bank sampah di Kecamatan Gubeng didasari oleh berbagai alasan. Bank sampah didirikan karena akan mengikuti lomba Surabaya *Green and Clean*, menerima pendampingan dari instansi/LSM, atau untuk menambah penghasilan dan kesadaran mendaur ulang sampah dari masyarakat daerah itu sendiri. Pendampingan pendirian dan operasional bank sampah dilakukan oleh beberapa instansi dan LSM lingkungan antara lain Unilever, PJB dan LSM We-Hasta. Di Kecamatan Gubeng juga terdapat bank sampah LSM/swasta yaitu Bank Sampah Bina Mandiri yang menerima sampah dari pemulung, pengepul dan bank sampah lainnya di Kota Surabaya (Agustia, 2013). Data nama dan lokasi bank sampah di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Nama dan Lokasi Bank Sampah di Kecamatan Gubeng

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	Alamat
1	BS Juwingan Gemilang	Kertajaya	Juwingan No 136
2	BS Makmur Jaya	Barata Jaya	Jl.Barata Jaya 2a /10
3	BS Soka Lestari	Barata Jaya	Bratang Binangun VB-16
4	BS Barata Berjaya	Barata Jaya	Barata Jaya VI
5	BS Sekar jaya	Pucang Sewu	Pucangan 1
6	BS Pilah Jaya	Kertajaya	Gubeng kertajaya gg VI/5
7	BS Gubeng Jaya Mandiri	Gubeng	Gubeng jaya
8	BS Klinsingan Jaya	Gubeng	Gubeng Klinsingan V-72
9	BS Binangun Karya	Barata Jaya	Bratang binangun VA
10	BS Gotong Royong	Barata Jaya	Bratang Binangun V
11	BS Edelweis	Pucang Sewu	Ngagel jaya Barat I-18
12	BS Bina Bhakti	Barata Jaya	Bratang binangun
13	BS Kawan	Mojo	Jojoran Baru III/30
14	BS Kertajaya RW 12 RT 01	Kertajaya	Jalan Kertajaya 8 Raya
15	BS Kertajaya RW 12 RT 07	Kertajaya	Jalan Kertajaya IV Raya/33
16	BS Sartika Jaya	Kertajaya	Jalan Manyar Sambongan 67
17	BS Gubeng Kertajaya Mandiri	Gubeng	Gubeng Kertajaya I/2
18	BS Gubsi Jaya	Gubeng	Gubeng Klingsingan III/21
19	BS Ijo Royo-Royo	Gubeng	Gubeng Jaya Langgar 8B
20	BS Airlangga	Airlangga	Gubeng Kertajaya 9 Buntu/31 A

Reduksi sampah juga dilakukan di TPS oleh pemulung. Jumlah pemulung di TPS tidak berbeda jauh dengan jumlah gerobak di TPS. Setiap penarik gerobak umumnya memilah sampah gerobak sebelum masuk ke kontainer tetapi beberapa penarik gerobak tidak melakukan pemilahan sampah. Jumlah gerobak dan pemulung untuk tiap TPS Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Jumlah Gerobak dan Pemulung TPS Kecamatan Gubeng

Nama TPS	Jumlah Penarik Gerobak	Jumlah Pemulung	Persentase Pemulung
TPS Bratang	42	30	71,43%
TPS Kangean	14	12	85,71%
TPS Kalibokor	15	11	73,33%
TPS Srikana	55	39	70,91%
TPS Mojoarum	25	16	64,00%
TPS Kaliwaron	31	30	96,77%
TPS Barata Jaya	12	6	50,00%
TPS Bakti Husada	18	16	88,89%
Total	212	160	
Rata-rata	27	20	75,13%

4.5 Kondisi Eksisting Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah

Pengumpulan sampah dari sumber ke TPS di Kecamatan Gubeng menggunakan gerobak, becak maupun truk ringan (tossa). Sampah ditampung pada bak sampah dan dikumpulkan ke TPS terdekat. Pengumpulan sampah dari sumber dikelola oleh masyarakat. Pengangkutan sampah TPS ke TPA di Kecamatan Gubeng menggunakan *armroll truck* dengan sistem *Hauled Container System* (HCS). Pengangkutan sampah menjadi tanggung jawab pemerintah Kota Surabaya.

4.5.1 Pengumpulan Sampah dari Sumber ke TPS

Pengangkutan Sampah dari sumber ke TPS dikelola oleh masyarakat menggunakan gerobak sampah. Sampah dari rumah ditampung dengan menggunakan bak sampah sementara maupun permanen kemudian sampah ditransfer menuju TPS yang telah ditentukan. Pengumpulan sampah biasanya dikoordinasikan oleh RT/RW maupun karang taruna. Sampah TPS akan diangkut ke TPA setiap hari. Gerobak sampah yang digunakan didapatkan dari bantuan pengadaan DKP, RT/RW terkait maupun milik pribadi dari penarik gerobak. Gerobak sampah dapat berupa rangka besi, rangka kayu maupun truk ringan (tossa) dengan kapasitas gerobak sampah berkisar antara 1-2 m³. Jumlah ritasi gerobak mencapai 2-4 rit/hari. Frekuensi pengambilan sampah berkisar antara 2-3 kali dalam seminggu. Iuran sampah dibayarkan

setiap bulan untuk membayar biaya pengangkutan sampah ini. Setiap bulan penarik gerobak menerima Rp. 200.000-500.000,- dari setiap RT yang diambil sampahnya. Jumlah gerobak untuk setiap TPS dapat dilihat pada Tabel 4.16.

4.5.2 Pengangkutan Sampah dari TPS ke TPA

Armada pengangkutan sampah yang tersedia di Kota Surabaya yaitu *compactor truck*, *dump truck*, *armroll truck* 6 m³, 8 m³ dan 14 m³. Armada pengangkutan yang digunakan di Kecamatan Gubeng yaitu *armroll truck* 14 m³. Pemerintah Kota Surabaya bekerja sama dengan rekanan untuk melaksanakan kegiatan pengangkutan. Sampah di beberapa TPS diangkut oleh truk DKP dan sisanya diangkut oleh rekanan. Rekanan yang bertanggung jawab untuk mengangkut sampah di Kecamatan Gubeng adalah PT. Riwana dan PT. Entrophhi.

Jumlah ritasi pengangkutan sampah disesuaikan dengan jumlah sampah yang masuk dan banyaknya kontainer sampah yang tersedia. Jumlah ritasi pengangkutan sampah TPS Kecamatan Gubeng berkisar antara 2-4 kali sehari. Garasi untuk truk sampah terletak di beberapa tempat. Garasi truk DKP berada di Tanjung sari, garasi truk PT. Riwana berada di Rangkah dan garasi truk PT. Entrophhi berada di Bratang. Jumlah armada dan ritasi pengangkutan sampah TPS Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Jumlah armada dan ritasi pengangkutan sampah TPS Kecamatan Gubeng

No	Nama TPS/Depo	Jumlah armada (unit) dan kapasitas (m ³)	Jumlah rit/hari	Kepemilikan truk	Lokasi Pool
1	Bratang	1unit (14 m ³)	4	Rekanan	Pool Bratang
2	Barata Jaya - Nginden	1unit (14 m ³)	1	DKP	Pool Tanjungsari
3	Kalibokor	1 unit (14 m ³)	1	DKP	Pool Kalibokor
4	Depo Kangean	1 unit (14 m ³)	2	Rekanan	Pool Bratang
5	Pasar Pucang Anom	1 unit (14 m ³)	0,5	Rekanan	Pool Rangkah
6	Depo Srikana	2 unit (14 m ³)	4	DKP	Pool Tanjungsari
7	Kaliwaron	1 unit (14 m ³)	2	DKP	Pool Tanjungsari
8	Mojoarum	1 unit (14 m ³)	1-2	DKP	Pool Tanjungsari
9	Bakti Husada	1 unit (14 m ³)	2	DKP	Pool Tanjungsari

Sumber: Agustia, 2013

BAB 5

PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG

Pengelolaan sampah dilakukan untuk mengurangi dan menangani timbunan sampah perkotaan. Pengelolaan sampah yang baik ditunjukkan dengan minimnya residu sampah yang masuk ke TPA. Timbunan sampah dapat dihasilkan dari kawasan pemukiman dan fasilitas. Kawasan pemukiman dan fasilitas menghasilkan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga. Jumlah timbunan sampah dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan jumlah unit fasilitas di Kecamatan Gubeng. Laju pertumbuhan penduduk dan laju penambahan fasilitas menjadi variabel penting dalam dinamisasi timbunan sampah di Kecamatan Gubeng. Data pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng digunakan untuk pembentukan struktur model dinamik sehingga menghasilkan model yang handal dan valid. Data yang didapat apabila dalam bentuk persentase dapat dinyatakan dalam desimal pada saat input data model.

Penelitian pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng dilakukan dalam rentang waktu Oktober-Desember 2013. Penelitian membutuhkan data primer yang terbagi menjadi beberapa bagian. Bagian pertama yaitu, (1) pendataan area pelayanan TPS, jumlah gerobak sampah masuk TPS dan pemulung TPS. Bagian kedua yaitu, (2) pengukuran kemampuan reduksi pemulung TPS. Bagian ketiga yaitu, (3) pengukuran timbunan, komposisi dan densitas sampah fasilitas. Pengambilan data (1) dan (2) dilakukan dengan melakukan pendataan di seluruh TPS Kecamatan Gubeng selama 4 hari berturut-turut. Pengambilan data (3) dilakukan dengan pengukuran sampah di TPS yang telah ditentukan selama 8 hari berturut-turut.

5.1 Laju Pertumbuhan Penduduk dan Penambahan Fasilitas di Kecamatan Gubeng

Jumlah penduduk di Kecamatan Gubeng mengalami pertumbuhan setiap tahun. Fluktuasi jumlah penduduk disebabkan oleh kelahiran, kematian dan migrasi penduduk. Penambahan fasilitas sebanding dengan peningkatan jumlah penduduk. Penentuan laju pertumbuhan penduduk dan penambahan fasilitas digunakan untuk dinamisasi model sehingga perilaku model sesuai dengan kondisi eksisting sistem. Laju pertumbuhan penduduk dan penambahan fasilitas ditentukan dengan mengetahui data *time series* jumlah penduduk dan jumlah fasilitas di Kecamatan Gubeng.

Penentuan laju pertumbuhan penduduk menggunakan data sekunder penduduk tiap tahun. Penentuan hanya dilakukan untuk pertumbuhan/pertambahan jumlah penduduk karena jumlah pengurangan penduduk Indonesia, khususnya Kecamatan Gubeng sangat kecil. Selain itu, Indonesia termasuk negara populasi padat dan mengalami pertumbuhan setiap tahun (Shekdar, 2009). Hal ini dibuktikan dengan angka kematian penduduk tidak begitu besar. Penentuan laju penambahan fasilitas dilakukan pada fasilitas komersial meliputi pertokoan (minimarket dan toko), pasar, hotel, perkantoran (bank umum dan BPR), dan restoran. Fasilitas kesehatan yaitu laboratorium medis dan fasilitas pendidikan meliputi TK, SD, SMP, SMA dan Perguruan Tinggi. Laju pertumbuhan dan penambahan fasilitas di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 5.1. Sebagian besar fasilitas tidak bertambah karena terbatasnya lahan dan kapasitas fasilitas eksisting yang masih memadai.

Tabel 5.1 Laju Pertumbuhan Penduduk dan Penambahan Fasilitas di Kecamatan Gubeng

Parameter	Laju Pertumbuhan/ Peningkatan
Jumlah Penduduk	0,54%
Jumlah Pertokoan	1,29%
Luas lahan Pasar	0,00%
Jumlah Kamar Hotel	3,46%
Jumlah Kantor	9,24%
Jumlah Restoran	2,75%
Jumlah Lab Medis	0,00%
Jumlah Murid Sekolah	5,25%
Jumlah Mahasiswa	9,26%

5.2 Hasil Penelitian Pengelolaan Sampah di TPS

Penelitian pengelolaan sampah di TPS Kecamatan Gubeng dilakukan untuk mendapatkan data komposisi sampah fasilitas. Data timbulan, densitas dan komposisi sampah rumah tangga didukung dengan menggunakan data sekunder. Penelitian dilakukan di TPS Srikana selama 8 hari berturut-turut. Pengukuran sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Pemilihan pengukuran komposisi sampah dilakukan di TPS Srikana karena TPS menerima sampah fasilitas dengan jumlah yang cukup banyak dan bervariasi. Dalam kurun waktu 8 hari diusahakan seluruh sampah dari fasilitas dapat terukur. Setiap jenis sampah fasilitas diukur sebanyak dua kali pengukuran untuk validasi data.

5.2.1 Timbulan, Densitas dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Gubeng

Timbulan, densitas dan komposisi sampah rumah tangga Kecamatan Gubeng didapatkan dari data sekunder penelitian terdahulu. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan sampling timbulan sampah rumah tangga di 91 titik rumah dengan *metode stratified random sampling*. Sampling dilakukan pada rumah permanen, semi permanen dan non permanen di Kecamatan Gubeng. Timbulan dan volume sampah Kecamatan Gubeng sebesar 0,32 kg/orang.hari dan 2,26 L/orang.hari (Putri, 2010). Perhitungan total jumlah timbulan sampah tiap kelurahan dapat dilihat pada Tabel 5.2. Penelitian pengukuran densitas dan komposisi sampah Kecamatan Gubeng telah dilakukan pada lima TPS yang ditentukan. Pengukuran dilakukan di TPS Bakti Husada, Srikana, Pasar Pucang Anom, Kalibokor dan Bratang. Pemilihan TPS didasarkan pada area pelayanan TPS dan fasilitas pengolahan sampah (rumah kompos, komposter dan bank sampah) pada kondisi eksisting (Agustia, 2013). Data densitas dan komposisi sampah rumah tangga Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.2 Timbulan Sampah Rumah Tangga Tiap Kelurahan di Kecamatan Gubeng

Kelurahan	Jumlah Penduduk	Jumlah Timbulan Sampah (kg/hari)
Barata Jaya	18.683	5.978,6
Pucang Sewu	15.285	4.891,2
Kertajaya	25.225	8.072,0
Gubeng	16.839	5.388,5
Airlangga	23.604	7.553,3
Mojo	53.017	16.965,4
Total	152.653	48.849,0

Komposisi sampah di TPS merupakan komposisi sampah yang telah tereduksi oleh kegiatan pengelolaan sampah sebelum masuk ke TPS (RK, IK, BS). Sampah dipilah menurut jenisnya antara lain sampah plastik, sisa makanan, sampah kebun, kertas, logam, kaca, kain, karet, kayu, diapers, B3 dan sampah lainnya. Data pengukuran komposisi sampah digunakan untuk menghitung reduksi sampah rumah tangga dan digunakan sebagai data base dalam model dinamik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi terbesar sampah rumah tangga yaitu sampah sisa makanan 57,42%, plastik 12,65% dan diapers 9,18%. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan sampah dapat dikomposkan di Kecamatan Gubeng belum maksimal terutama reduksi sampah melalui rumah kompos dan komposter (Agustia dan Herumurti, 2013). Selain itu, tingginya komposisi sampah sisa makanan menunjukkan tingkat ekonomi masih rendah

(Shekdar, 2009). Densitas sampah diukur menggunakan kotak volume 500 L dan 40 L. Kotak densitas sampah telah diisi sampah yang beratnya diketahui. Kotak berisi sampah diangkat kemudian dihentakkan ke tanah sebanyak tiga kali. Kemudian diukur tinggi dan volume akhir dari sampah yang ada di kotak densitas. Langkah pengukuran densitas dapat dilihat pada penelitian Agustia, 2013.

Tabel 5.3 Densitas dan Komposisi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Volume (m ³)	Densitas (kg/m ³)	Komposisi (%)
Plastik	14,019		124,293	12,65%
HDPE plastik	2,093	0,0320	65,468	1,89%
HDPE Botol	0,409	0,0030	135,305	0,37%
HDPE Aluminium	0,899	0,0090	100,132	0,81%
LDPE plastik	7,981	0,0515	155,024	7,20%
PET botol	1,013	0,0252	40,228	0,91%
PET gelas	0,149	0,0062	24,040	0,13%
PS sterofom	0,336	0,0109	30,900	0,30%
PP bag	0,336	0,0014	241,619	0,30%
others plastik	0,803	0,0025	326,742	0,72%
Dapat dikomposkan	68,310		359,689	61,62%
sisa makanan/karak	63,651	0,1260	505,217	57,42%
sampah kebun/taman	4,659	0,0218	214,161	4,20%
Kertas	9,523		194,010	8,59%
koran	1,534	0,0070	218,625	1,38%
duplek	1,555	0,0070	221,908	1,40%
tetra pack	0,225	0,0022	104,551	0,20%
others paper	3,113	0,0119	260,859	2,81%
Karton/kardus	3,096	0,0189	164,106	2,79%
Logam	1,055		301,617	0,95%
Kaleng Baja	0,408	0,0022	189,751	0,37%
Kaleng Aluminium	0,088	0,0009	93,071	0,08%
Non Kaleng	0,316	0,0007	459,852	0,29%
Non Besi	0,072	0,0003	246,736	0,06%
Kabel (tembaga)	0,171	0,0003	518,674	0,15%
Kaca	1,519		603,261	1,37%
botol kaca	0,793	0,0015	525,158	0,72%
kaca lain	0,726	0,0011	681,364	0,65%
Kain	3,188	0,0124	256,156	2,88%
Karet	0,664	0,0018	375,805	0,60%
Kayu	1,026	0,0084	121,787	0,93%
Diapers	10,176	0,0251	405,894	9,18%
Lainnya	0,880	0,0024	373,525	0,79%
B3	0,496	0,0016	308,201	0,45%
Total	110,858	0,3949		100,00%

Sumber: Agustia, 2013

Nilai densitas sampah lepas di sumber sebesar 141,59 kg/m³ (Putri, 2010). Nilai *bulky density* sampah rumah tangga dari gerobak sebesar 363,549 kg /m³ (Agustia, 2013). Hal ini

menunjukkan adanya faktor kompaksi sampah di gerobak sebesar 2,56. Dalam arti lain, sampah mengalami pemadatan di gerobak dalam perjalanannya dari sumber menuju TPS sebesar 2,56 kali lebih padat.

5.2.2 Timbulan dan Komposisi Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng

Pengukuran timbulan dan komposisi sampah fasilitas Kecamatan Gubeng dilakukan pada beberapa jenis fasilitas. Fasilitas yang diukur komposisi sampahnya yaitu sekolah, perguruan tinggi, pertokoan, perkantoran, laboratorium medis, restoran dan pasar. Pengukuran komposisi sampah fasilitas perlu dilakukan karena termasuk dalam sampah perkotaan (Choudhury dan Savoikar, 2009). Selain itu, hampir seluruh fasilitas di Kecamatan Gubeng tidak memiliki TPS tersendiri sehingga harus membuang di TPS pemukiman. Pengukuran timbulan, densitas dan komposisi sampah pasar menggunakan data sekunder yang telah dilakukan di TPS Pasar Pucang Anom (Agustia, 2013). Data pengukuran sampah fasilitas lainnya didapatkan dengan melakukan pengukuran selama 8 ha ri berturut-turut di TPS Srikana. Pengukuran sampah dilakukan minimal 2 kali untuk setiap jenis fasilitas. Pemilihan TPS Srikana sebagai lokasi pengukuran sampah karena TPS Srikana menerima banyak sampah dari berbagai fasilitas dibandingkan dengan TPS Kecamatan Gubeng lainnya.

Timbulan sampah fasilitas didapatkan dari data sekunder penelitian terdahulu. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pengukuran timbulan sampah di berbagai fasilitas meliputi sekolah, kampus, kantor, hotel, restoran, supermarket, terminal, pasar dan jalan (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012). Data timbulan tiap jenis fasilitas dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Timbulan Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng

Jenis Fasilitas	Volume Timbulan sampah	Berat Timbulan sampah
Sekolah	0,23 L/murid/hari	0,02 kg/murid/hari
Perguruan Tinggi	0,70 L/mahasiswa/hari	0,11 kg/mahasiswa/hari
Kantor	1,91 L/pegawai/hari	0,11 kg/pegawai/hari
Hotel	4,63 L/kamar/hari	2,18 kg/kamar/hari
Restoran	4,88 L/stand/hari	0,05 kg/stand/hari
Supermarket	0,14 L/m ² /hari	0,05 kg/m ² /hari
Terminal	0,09 L/m ² /hari	0,42 kg/m ² /hari
Pasar	0,68 L/m ² /hari	0,42 kg/m ² /hari
Jalan	0,35 L/m/hari	0,03 kg/m/hari

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Densitas sampah fasilitas menggunakan data densitas sampah rumah tangga karena jenis sampah yang sama (Agustia, 2013). Total timbulan sampah fasilitas dapat dihitung dengan mengetahui jumlah dan luas setiap fasilitas yang tersedia. Jumlah unit fasilitas Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 5.5. Hasil perhitungan timbulan sampah tiap fasilitas dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Jumlah Unit Fasilitas Kecamatan Gubeng

No	Jenis Fasilitas	Jumlah Unit
1	Sekolah	152
2	Perguruan Tinggi	7
3	Kantor ^a	62
4	Hotel	16
5	Restoran ^b	34
6	Supermarket/Toko ^c	477
7	Pasar	7
8	Laboratorium	4

Sumber: BPS Kota Surabaya, 2013

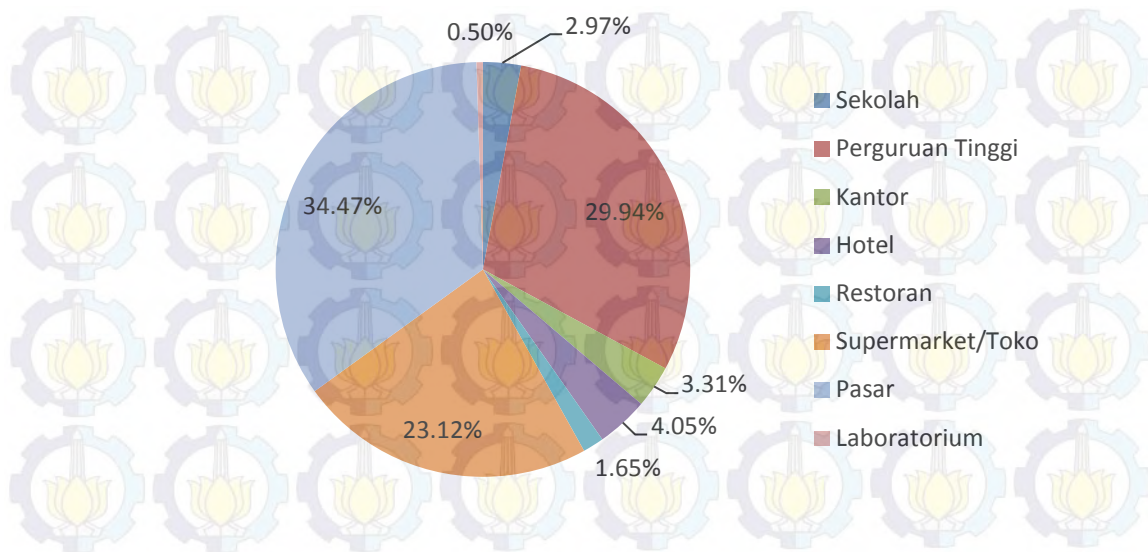
Tabel 5.6 Total Timbulan Sampah Fasilitas Kecamatan Gubeng

No	Jenis Fasilitas	Jumlah Unit	Total Luas/ JumlahSiswa/ Penghuni/Kamar/ Stand	Berat Timbulan sampah	Total Timbulan sampah (kg/hari)
1	Sekolah	152	30585	0,02 kg/murid/hari	611,7
2	Perguruan Tinggi	7	56148	0,11 kg/mahasiswa/hari	6.176,3
3	Kantor ^a	62	6200	0,11 kg/pegawai/hari	682,0
4	Hotel	16	383	2,18 kg/kamar/hari	834,9
5	Restoran ^b	34	6800	0,05 kg/stand/hari	340,0
6	Supermarket/Toko ^c	477	95400	0,05 kg/m ² /hari	4.770,0
7	Pasar	7	16930	0,42 kg/m ² /hari	7.110,6
8	Laboratorium medis	4	-	25,58 kg/unit.hari	102,3
Total					20.627,8

^a Asumsi setiap kantor memiliki 100 pegawai, ^b asumsi restoran memiliki 200 stand, ^c asumsi luas toko 200 m²

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Persentase berat sampah fasilitas dapat dilihat pada Gambar 5.1. Di Kecamatan Gubeng, fasilitas yang paling banyak menghasilkan sampah adalah pasar, 34,47%, perguruan tinggi 29,94%, dan pertokoan 23,12%. Fasilitas tersebut berpotensi untuk melakukan reduksi sampah dengan kegiatan komposting maupun daur ulang sesuai dengan komposisi sampah.



Gambar 5.1 Persentase Berat Sampah Tiap Fasilitas

Komposisi sampah sejenis rumah tangga memiliki persentase jumlah sampah yang berbeda dengan sampah rumah tangga. Untuk itu, dilakukan pengukuran komposisi sampah pada setiap fasilitas yang ada di Kecamatan Gubeng. Langkah pemilahan sampah dan penentuan jenis sampah yang dipilah selengkapnya dapat dilihat pada penelitian yang dilakukan Agustia, 2013. Perbedaan komposisi sampah setiap fasilitas dikarenakan perbedaan jenis kegiatan pada sumber penghasil sampah. Potensi reduksi beberapa jenis sampah fasilitas lebih besar daripada sampah rumah tangga seperti sampah plastik, kertas, logam dan B3. Komposisi sampah setiap fasilitas dapat dilihat pada Tabel 5.8 hingga Tabel 5.14. Untuk data komposisi sampah hotel didapatkan dari data sekunder yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Komposisi Sampah Hotel Kecamatan Gubeng

Komponen	Komposisi (%)
Plastik	7,87%
sisa makanan	63,78%
sampah kebun	15,94%
Kertas	5,66%
Logam	0,80%
Kaca	1,49%
Kain	0,80%
Karet	2,39%
Kayu	0,69%
Diapers	0,58%
Lainnya	0,00%
B3	0,00%
Total	100,00%

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Tabel 5.8 Komposisi Sampah Sekolah Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	41,850	41,88%
HDPE plastik	35,893	35,90%
HDPE Aluminium	1,925	1,92%
LDPE plastik	1,180	1,19%
PET	0,630	0,61%
PS sterofoam	0,320	0,32%
PP bag	0,033	0,03%
others plastik	1,870	1,90%
Dapat dikomposkan	37,870	37,52%
sisa makanan/karak	37,650	37,29%
sampah kebun/taman	0,220	0,23%
Kertas	18,143	18,27%
koran	1,785	1,85%
duplek	11,488	11,59%
HVS putih	1,863	1,87%
HVS warna	0,000	0,00%
tetra pack	2,165	2,13%
Others paper	0,580	0,58%
Karton/kardus	0,263	0,25%
Logam	0,060	0,06%
besi	0,060	0,06%
kaleng	0,000	0,00%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	2,178	0,04%
botol kaca	0,000	0,00%
kaca lain	0,035	0,04%
Kain	1,090	1,09%
Karet	0,200	0,21%
Kayu	0,550	0,53%
Diapers	0,303	0,29%
Lainnya	0,000	0,00%
B3	0,000	0,10%
B3 medis	0,000	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%
Total	100,193	100,00%

Tabel 5.9 Komposisi Sampah Perguruan Tinggi Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	21,745	32,60%
HDPE plastik	15,113	22,64%
HDPE Aluminium	0,210	0,33%
LDPE plastik	0,648	0,99%
PET botol	2,150	3,10%
PET gelas	2,620	3,93%
PS sterofoam	0,270	0,45%
PP bag	0,000	0,00%
others plastik	0,735	1,17%
Dapat dikomposkan	21,585	33,92%
sisa makanan/karak	21,585	33,92%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%
Kertas	18,378	31,51%
koran	0,143	0,19%
duplek	14,113	25,31%
HVS putih	2,173	3,14%
HVS warna	0,000	0,00%
tetra pack	0,628	1,00%
others paper	0,768	1,02%
Karton/kardus	0,555	0,85%
Logam	0,135	0,19%
besi	0,000	0,00%
kaleng	0,135	0,19%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	1,233	0,68%
botol kaca	0,440	0,68%
kaca lain	0,000	0,00%
Kain	0,488	0,66%
Karet	0,040	0,05%
Kayu	0,120	0,16%
Diapers	0,145	0,24%
Lainnya	0,000	0,00%
B3	0,000	0,00%
B3 medis	0,000	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%
Total	63,075	100,00%

Tabel 5.10 Komposisi Sampah Kantor Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	22,138	24,02%
HDPE plastik	18,185	19,92%
HDPE Aluminium	0,325	0,33%
LDPE plastik	0,608	0,62%
PET botol	0,790	0,81%
PET gelas	1,328	1,40%
PS sterofom	0,230	0,24%
PP bag	0,023	0,03%
others plastik	0,650	0,67%
Dapat dikomposkan	49,173	50,38%
sisa makanan/karak	44,848	45,91%
sampah kebun/taman	4,325	4,47%
Kertas	21,140	21,92%
koran	0,573	0,58%
duplek	15,385	16,12%
HVS putih	2,603	2,55%
HVS warna	0,000	0,00%
tetra pack	0,190	0,20%
others paper	2,085	2,15%
Karton/kardus	0,305	0,33%
Logam	0,095	0,10%
besi	0,043	0,05%
kaleng	0,053	0,05%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	0,215	0,23%
botol kaca	0,210	0,23%
kaca lain	0,005	0,00%
Kain	0,330	0,35%
Karet	0,265	0,27%
Kayu	0,408	0,44%
Diapers	0,480	0,48%
Lainnya	0,000	0,00%
B3	1,708	1,81%
B3 medis	1,270	1,35%
e waste/non medis	0,438	0,45%
Total	95,950	100,00%

Tabel 5.11 Komposisi Sampah Restoran Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	3,768	3,41%
HDPE plastik	2,123	1,93%
HDPE Aluminium	0,110	0,10%
LDPE plastik	1,043	0,94%
PET	0,000	0,00%
PS sterofoam	0,000	0,00%
PP bag	0,265	0,24%
others plastik	0,228	0,21%
Dapat dikomposkan	101,415	91,21%
sisa makanan/karak	101,415	91,21%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%
Kertas	4,563	4,05%
koran	0,543	0,49%
duplek	0,430	0,39%
HVS putih	0,145	0,13%
HVS warna	0,070	0,07%
tetra pack	0,000	0,00%
Others paper	2,453	2,17%
Karton/ kardus	0,923	0,81%
Logam	0,113	0,10%
besi	0,000	0,00%
kaleng	0,113	0,10%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	1,368	1,14%
botol kaca	1,268	1,14%
kaca lain	0,000	0,00%
Kain	0,000	0,00%
Karet	0,100	0,09%
Kayu	0,000	0,00%
Diapers	0,000	0,00%
Lainnya	0,000	0,00%
B3	0,000	0,00%
B3 medis	0,000	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%
Total	111,225	100,00%

Tabel 5.12 Komposisi Sampah Pertokoan Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	7,725	7,54%
HDPE plastik	4,475	4,37%
HDPE Botol	0,135	0,13%
HDPE Aluminium	0,138	0,13%
LDPE plastik	1,863	1,82%
PET botol	0,150	0,15%
PET gelas	0,065	0,06%
PS sterofoam	0,168	0,16%
PP bag	0,545	0,53%
others plastik	0,188	0,18%
Dapat dikomposkan	68,583	66,93%
sisa makanan/karak	63,860	62,36%
roti	4,723	4,58%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%
Kertas	19,455	18,98%
koran	0,000	0,00%
duplek	14,498	14,15%
HVS putih	0,223	0,22%
HVS warna	0,000	0,00%
tetra pack	0,318	0,31%
Others paper	1,215	1,18%
Karton/kardus	3,203	3,12%
Logam	2,465	2,41%
besi	0,138	0,13%
kaleng	2,328	2,27%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	0,073	0,07%
botol kaca	0,073	0,07%
kaca lain	0,000	0,00%
Kain	0,198	0,19%
Karet	0,000	0,00%
Kayu	0,120	0,12%
Diapers	0,000	0,00%
Lainnya	3,880	3,76%
B3	0,000	0,00%
B3 medis	0,000	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%
Total	102,498	100,00%

Tabel 5.13 Densitas dan Komposisi Sampah Pasar Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Volume (m ³)	Densitas (kg/m ³)	Komposisi (%)
Plastik	4,845		189,226	4,24%
HDPE plastik	0,338	0,0053	63,680	0,30%
HDPE Botol	0,034	0,0007	51,278	0,03%
HDPE Aluminium	0,089	0,0007	119,396	0,08%
LDPE plastik	3,761	0,0285	132,076	3,29%
PET botol	0,100	0,0013	76,019	0,09%
PET gelas	0,085	0,0004	194,167	0,07%
PS sterofoam	0,123	0,0017	71,469	0,11%
PP bag	0,148	0,0002	878,000	0,13%
others plastik	0,167	0,0006	264,896	0,15%
Dapat dikomposkan	102,886		277,706	90,08%
sisa makanan/karak	83,930	0,1929	435,171	73,48%
sampah kebun/taman	18,956	0,1577	120,240	16,60%
Kertas	2,903		190,787	2,54%
koran	1,346	0,0074	182,044	1,18%
duplek	0,172	0,0007	247,854	0,15%
tetra pack	0,027	0,0002	117,500	0,02%
others paper	0,725	0,0052	140,327	0,63%
Karton/kardus	0,633	0,0024	266,210	0,55%
Logam	0,238		289,501	0,21%
Kaleng Baja	0,069	0,0002	326,667	0,06%
Kaleng Aluminium	0,040	0,0004	89,667	0,04%
non kaleng	0,099	0,0003	366,670	0,09%
Kabel (tembaga)	0,030	0,0001	375,000	0,03%
Kaca	0,168		705,000	0,15%
botol kaca	0,099	0,0001	1237,500	0,09%
kaca lain	0,069	0,0004	172,500	0,06%
Kain	0,697	0,0026	264,973	0,61%
Karet	0,047	0,0002	252,917	0,04%
Kayu	1,312	0,0032	404,130	1,15%
Diapers	0,559	0,0012	455,229	0,49%
Lainnya	0,544	0,0023	239,500	0,48%
B3	0,022	0,000014	1596,667	0,02%
Total	114,220	0,4169		100,00%

Sumber : Agustia, 2013

Tabel 5.14 Densitas dan Komposisi Sampah Laboratorium Kecamatan Gubeng

Komponen	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	13,665	28,20%
HDPE plastik	9,375	19,67%
HDPE Aluminium	0,253	0,50%
LDPE plastik	0,653	1,31%
PET botol	0,635	1,26%
PET gelas	2,000	3,95%
PS sterofoam	0,278	0,53%
PP bag	0,000	0,00%
others plastik	0,473	0,98%
Dapat dikomposkan	16,183	30,44%
sisa makanan/karak	16,183	30,44%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%
Kertas	18,343	35,52%
Koran	0,195	0,45%
Duplek	7,225	14,04%
HVS putih	3,435	6,57%
HVS warna	0,325	0,75%
tetra pack	0,130	0,24%
Others paper	5,365	10,54%
Karton/kardus	1,668	2,94%
Logam	0,080	0,18%
besi	0,000	0,00%
kaleng	0,080	0,18%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%
Kaca	0,995	1,86%
botol kaca	0,138	0,32%
kaca lain	0,000	0,00%
Kain	0,260	0,44%
Karet	0,000	0,00%
Kayu	0,290	0,49%
Diapers	0,308	0,61%
Lainnya	0,000	0,00%
B3	1,898	3,80%
B3 medis	1,273	2,74%
e waste/non medis	0,625	1,06%
Total	51,163	100,00%

5.2.3 Perbandingan Pengukuran Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Rumah Tangga (Fasilitas)

Dari hasil pengumpulan data sekunder, perhitungan dan pengukuran sampah di lapangan dapat diketahui perbandingan jumlah timbulan sampah dari rumah tangga dan fasilitas. Selain itu, dapat diketahui perbedaan komposisi sampah rumah tangga dan fasilitas. Timbulan sampah Kecamatan Gubeng 70,31% sampah berasal dari rumah tangga dan 29,69% sampah berasal dari fasilitas. Total timbulan sampah Kecamatan Gubeng sebesar 69.476,8 kg /hari setara dengan 25.359 ton/tahun. Perbandingan komposisi sampah rumah tangga dan fasilitas dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Perbandingan Komposisi Sampah Kecamatan Gubeng

No	Komponen	Komposisi Sampah								
		Rumah tangga	Sekolah	Kampus	Kantor	Pasar	Restoran	Toko	Lab	Hotel
1	Plastik	12,65%	41,88%	32,60%	24,02%	4,24%	3,41%	7,54%	28,20%	7,87%
2	sisa makanan	57,42%	37,29%	33,92%	45,91%	73,48%	91,21%	66,93%	30,44%	63,78%
3	sampah kebun	4,20%	0,23%	0,00%	4,47%	16,60%	0,00%	0,00%	0,00%	15,94%
4	Kertas	8,59%	18,27%	31,51%	21,92%	2,54%	4,05%	18,98%	35,52%	5,66%
5	Logam	0,95%	0,06%	0,19%	0,10%	0,21%	0,10%	2,41%	0,18%	0,80%
6	Kaca	1,37%	0,04%	0,68%	0,23%	0,15%	1,14%	0,07%	0,32%	1,49%
7	Kain	2,88%	1,09%	0,66%	0,35%	0,61%	0,00%	0,19%	0,44%	0,80%
8	Karet	0,60%	0,21%	0,05%	0,27%	0,04%	0,09%	0,00%	0,00%	2,39%
9	Kayu	0,93%	0,53%	0,16%	0,44%	1,15%	0,00%	0,12%	0,49%	0,69%
10	Diapers	9,18%	0,29%	0,24%	0,48%	0,49%	0,00%	0,00%	0,61%	0,58%
11	Lainnya	0,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	0,00%	3,76%	0,00%	0,00%
12	B3	0,45%	0,10%	0,00%	1,81%	0,02%	0,00%	0,00%	3,80%	0,00%
Total		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Komposisi sampah rumah tangga terdiri dari lebih banyak sampah yang dapat dikomposkan. Sampah fasilitas lebih banyak terdiri dari sampah yang dapat dikomposkan kecuali untuk sampah sekolah. Hal ini mengindikasikan bahwa pengolahan sampah dengan komposting cocok untuk diterapkan pada sebagian besar jenis fasilitas. Pada Tabel 5.15 dapat diketahui bahwa persentase jumlah sampah plastik terbesar terdapat pada fasilitas sekolah karena aktivitas kantin/penjual makanan yang cukup banyak. Persentase sisa makanan terbesar terdapat pada fasilitas restoran karena aktivitas restoran yang banyak menghasilkan sisa makanan dari sisa pelayanan pelanggan. Selain itu, restoran juga menghasilkan sampah sisa makanan dari bahan baku olahan masakan. Persentase sampah kertas terdapat pada fasilitas laboratorium medis karena aktifitas administrasi dan kertas kardus pembungkus obat/peralatan yang digunakan dalam operasional. Persentase sampah B3 tertinggi terdapat

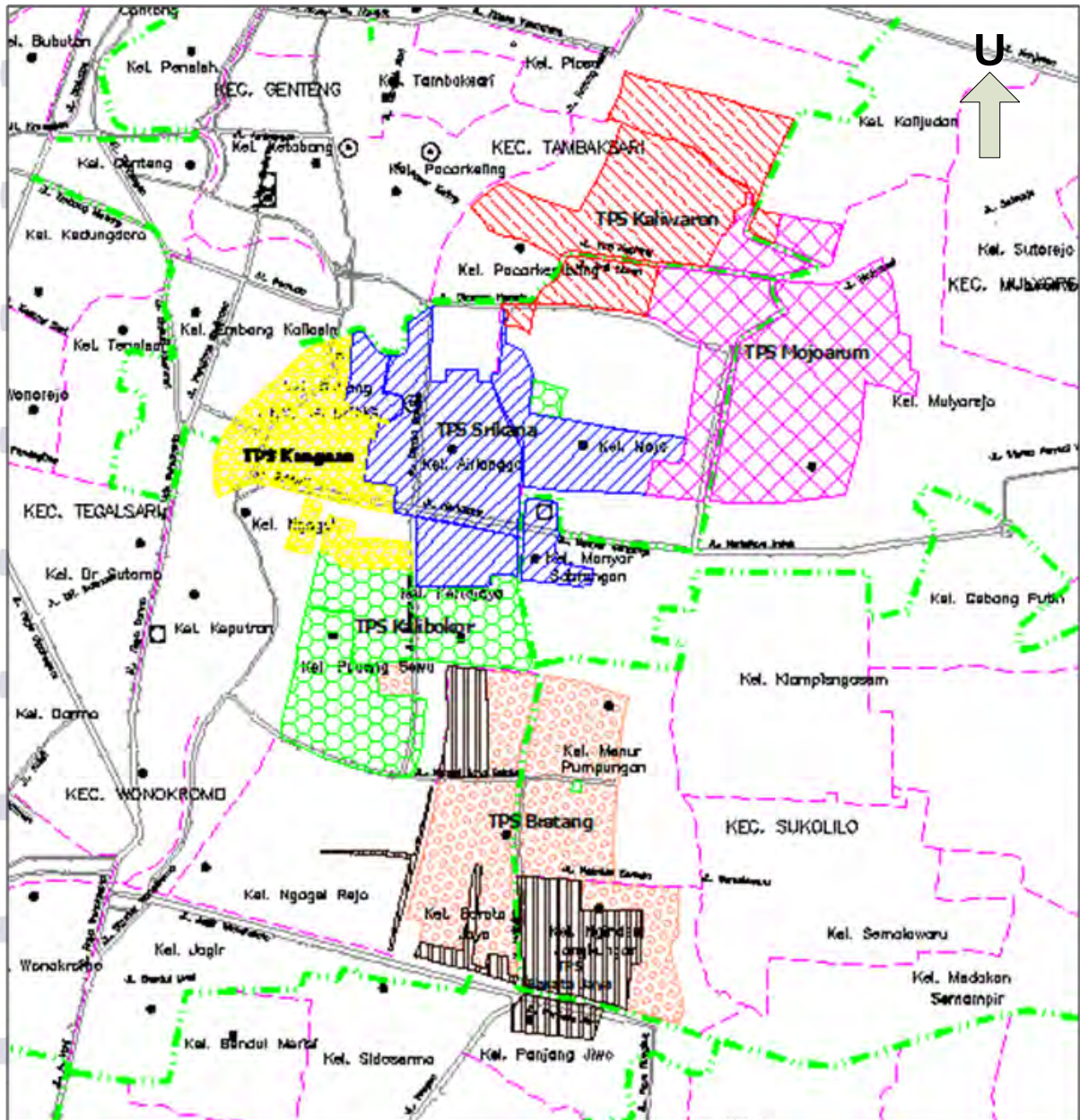
pada fasilitas laboratorium dan kantor. Jenis B3 yang mendominasi pada fasilitas laboratorium adalah B3 medis seperti masker, sarung tangan, sisa obat. Jenis B3 yang mendominasi pada fasilitas perkantoran adalah e-waste dan B3 non medis seperti catridge bekas, tinta, lampu dsb. Komposisi sampah sangat terkait dengan aktifitas sumber sampah sehingga akan bervariasi dan memiliki potensi reduksi yang cukup besar. UU No. 18 tentang pengelolaan sampah telah mengisyaratkan penghasil sampah sejenis rumah tangga harus mengelola sampahnya sendiri, hal ini merupakan peluang untuk mengembangkan potensi reduksi sampah fasilitas.

5.3 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng

Area pelayanan TPS mencakup antar kelurahan maupun antar kecamatan. TPS dapat melayani lebih dari 3 kelurahan. Untuk TPS yang memiliki kontainer lebih dari 2 unit akan memiliki area pelayanan yang lebih luas. Area pelayanan TPS digunakan untuk memetakan rasio sampah Kecamatan Gubeng yang masuk ke tiap TPS. Penelitian area pelayanan TPS dilakukan dengan pendataan gerobak masuk ke TPS selama 4 hari berturut-turut yang dilakukan mulai pukul 06.00 s.d.17.00. Pendataan dilakukan dengan mencatat jam datang, jam *unloading* gerobak, ukuran gerobak, dan daerah pengambilan sampah termasuk lokasi, RT dan RW. Area pelayanan tiap TPS dapat dilihat pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.2. Persentase pelayanan tiap TPS terhadap Kecamatan Gubeng tidak selalu 100% tetapi TPS tersebut juga menerima sampah dari daerah selain Kecamatan Gubeng. TPS Bratang hanya melayani 50% Kecamatan Gubeng dan 50% lainnya melayani Kecamatan Ngagel Rejo, Nginden Jangkungan, Menur Pumpungan dan Manyar Sabrangan. Persentase pelayanan tiap TPS dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.16 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng

No	Nama TPS	Kelurahan Dilayani
1	TPS Bratang	Barata Jaya, Nginden Jangkungan, Menur Pumpungan, Ngagel Rejo, Pucang Sewu, Manyar Sabrangan
2	TPS Barata Jaya	Barata Jaya, Nginden Jangkungan, Panjang Jiwo
3	TPS Kalibokor	Kertajaya, Pucang Sewu, Mojo, Manyar Sabrangan, Menur Pumpungan
4	TPS Kangean	Kertajaya, Gubeng, Ngagel, Airlangga
5	TPS Srikana	Mojo, Airlangga, Manyar Sabrangan, Kertajaya, Gubeng Airlangga
6	TPS Kaliwaron	Mojo, Mulyorejo, Pacarkembang, Kalijudan, Ploso
7	TPS Mojoarum	Mojo, Mulyorejo, Pacarkembang, Kalijudan
8	TPS Bakti Husada	Mojo, Airlangga, Pacarkembang



Gambar 5.2 Area Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng

Tabel 5.17 Persentase Pelayanan TPS Kecamatan Gubeng

Nama TPS	Persentase Pelayanan di Kecamatan Gubeng
TPS Bratang	50%
TPS Bakti Husada	67%
TPS Pasar Pucang	100%
TPS Kalibokor	66%
TPS Srikana	75%
TPS Barata Jaya	50%
TPS Kaliwaron	33%
TPS Mojoarum	100%
TPS Kangean	50%

Sumber : Agustia, 2013

5.4 Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng

Reduksi sampah di Kecamatan Gubeng dilakukan dengan kegiatan pengomposan dan 3R. Kegiatan pengomposan dilakukan secara terpusat di rumah kompos dan secara mandiri dengan menggunakan komposter rumah tangga. Kegiatan 3R dilakukan melalui kegiatan bank sampah dan reduksi pemulung di TPS. Reduksi sampah dihitung sesuai dengan kondisi ekisting Kecamatan Gubeng tahun 2013.

5.4.1 Reduksi Sampah Rumah Kompos

Kecamatan Gubeng memiliki 2 unit rumah kompos yaitu RK Bratang kapasitas 12 m³/hari dan RK Srikana kapasitas 4 m³/hari. Sampah yang masuk ke rumah kompos adalah sampah kebun dengan densitas sebesar 214,161 kg/m³ (Agustia, 2013). Perhitungan total reduksi sampah di rumah kompos dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 Total Reduksi Sampah di Rumah Kompos

Bulan	Rumah Kompos Bratang		Rumah Kompos Srikana	
	rata-rata volume sampah yang masuk (m ³ /hari)	rata-rata volume sampah residu (m ³ /hari)	rata-rata volume sampah yang masuk (m ³ /hari)	rata-rata volume sampah residu (m ³ /hari)
Jan-13	14,586	2,867	2,167	0,467
Feb-13	9,909	1,200	1,287	0,267
Mar-13	12,720	1,967	1,050	0,233
Apr-13	11,385	3,233	0,933	0,167
Mei-13	9,900	3,216	0,974	0,325
rata-rata volume sampah (m ³ /hari)	11,700	2,497	1,282	0,292
Komposisi (%)	78,66%	21,34%	77,25%	22,75%
Densitas sampah kebun	214,161	kg/m ³		
Persentase Pelayanan	27,20%		100%	
Total Berat sampah masuk RK	914,573	ton/tahun	100,226	ton/tahun
Berat sampah masuk RK	248,764	ton/tahun	100,226	ton/tahun
Total Reduksi Sampah RK	348,980	ton/tahun		

Sumber: Agustia, 2013

Tabel 5.18 menunjukkan jumlah volume sampah yang dapat diolah di RK Bratang dan Srikana sebesar 11,7 m³/hari dan 1,282 m³/hari. Berat sampah yang dapat diolah di RK Bratang dan Srikana sebesar 914,573 ton/tahun dan 100,226 ton/tahun. Persentase pelayanan RK Bratang terhadap sampah kebun dari pemukiman sebesar 27,2% sedangkan RK Srikana sebesar 100%. RK Bratang memiliki persentase pelayanan lebih kecil karena RK

Bratang lebih banyak menerima sampah kebun dari fasilitas lain. RK Bratang merupakan RK skala kota sehingga daerah pelayanannya lebih luas. Persentase pelayanan RK mempengaruhi berat sampah yang direduksi.

Kompos yang dihasilkan dari RK akan digunakan untuk taman-taman Kota Surabaya maupun penghijauan di sekitar TPS. Residu sampah dari RK berupa batang kayu yang akan diambil oleh Dinas Pekerjaan Umum sebagai bahan bakar pembakaran aspal. Residu sampah dari RK berupa kertas, plastik dan logam dijual ke pengepul.

5.4.2 Reduksi Sampah Komposter

Reduksi sampah juga dilakukan dengan menggunakan IK. IK menggunakan sistem aerob dengan menggunakan drum kapasitas 110 L. Lama pematangan kompos sekitar 2 bulan atau enam puluh hari. Berdasarkan penelitian sebelumnya, jumlah komposter tiap RT di Kecamatan Gubeng sebanyak 3 unit (Agustia, 2013). Jumlah RT di Kecamatan Gubeng pada tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebanyak 519 RT. Densitas campuran untuk sampah yang masuk komposter sebesar $485,203 \text{ kg/m}^3$. Nilai densitas campuran dihitung dengan dengan membandingkan komposisi dan densitas sampah sisa makanan dan sampah kebun dengan total komposisi kedua sampah tersebut. Komposisi sisa makanan rumah tangga sebesar 57,42% dengan densitas sampah sisa makanan $505,217 \text{ kg/m}^3$. Komposisi sampah kebun sebesar 4,42 % dengan densitas sampah kebun sebesar $214,161 \text{ kg/m}^3$. Komposisi dan densitas sampah rumah tangga dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Untuk mengetahui laju penambahan jumlah komposter di Kecamatan Gubeng, perlu diketahui tingkat penambahan komposter tiap tahun. Data penambahan komposter menggunakan data sekunder (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2013). Jumlah unit komposter dilihat pada Tabel 5.19. Laju penambahan jumlah komposter sebesar 0,483% setiap tahun dan akan terus meningkat. Dengan kondisi eksisting tahun 2013, Reduksi sampah IK sebesar 0,505 ton/tahun. Perhitungan total reduksi sampah IK dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Berdasarkan data Agustia (2013), jumlah komposter untuk setiap RT pada tahun 2013 sebanyak 3 unit/RT. Dengan kapasitas drum IK 110 L, lama pematangan kompos selama 60 hari, dan densitas campuran dapat dihitung volume dan berat kompos yang dihasilkan (ton/tahun). Hasil perhitungan menunjukkan, dengan 3 unit IK/RT dapat mereduksi sampah sebesar 505,53 ton/tahun.

Tabel 5.19 Jumlah Unit Komposter Kecamatan Gubeng

Tahun	Jumlah Unit	Laju Penambahan (%)
2006	1506	-
2007	1524	1,181%
2008	1529	0,327%
2009	1532	0,196%
2010	1535	0,195%
2011	1550	0,968%
2012	1557	0,450%
2013	1558	0,064%
Rata-rata		0,483%

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2013

Tabel 5.20 Total Reduksi Sampah di Komposter

Parameter	Jumlah	Satuan
Jumlah Komposter	3	unit/RT
Jumlah RT	519	RT
Jumlah total IK	1557	unit
Kapasitas IK	0,11	m ³
Kapasitas total IK	171,27	m ³
Lama pematangan	60	hari
Volume kompos IK	1041,89	m ³ /tahun
Densitas campuran	485,203	kg/m ³
Reduksi Kompos	505,53	ton/tahun

5.4.3 Reduksi Sampah Bank Sampah

Reduksi sampah di Kecamatan Gubeng juga dilakukan dengan melaksanakan program BS. Jumlah BS dan nasabah BS Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 5. 21. Nasabah yang terdaftar biasanya mencakup satu keluarga yang terdiri dari 3,22 orang (BPS Kota Surabaya, 2013). Rata-rata tiap BS memiliki nasabah sebanyak 45 KK atau setara dengan 144 orang. Dari penelitian sebelumnya, rata-rata reduksi sampah di BS sebesar 1,19 kg/orang/bulan (Agustia, 2013) dengan komposisi sampah masuk BS sesuai dengan Tabel 5.22.

Tabel 5.21 Jumlah Bank Sampah dan Nasabah Bank Sampah di Kecamatan Gubeng

No	Nama BS	Kelurahan	Berat Sampah (kg/bulan)	Jumlah Nasabah (KK)
1	BS Juwingan Gemilang	Kertajaya	321,48	80
2	BS Makmur Jaya	Barata Jaya	178,00	40
3	BS Soka Lestari	Barata Jaya	128,05	24
4	BS Barata Berjaya	Barata Jaya	314,16	20
5	BS Sekar jaya	Pucang Sewu	343,10	30
6	BS Pilah Jaya	Kertajaya	139,27	25
7	BS Gubeng Jaya Mandiri	Gubeng	211,36	36
8	BS Klinsingan Jaya	Gubeng	156,00	69
9	BS Binangun Karya	Barata Jaya	132,00	26
10	BS Gotong Royong	Barata Jaya	108,09	120
11	BS Edelweis	Pucang Sewu	110,00	30
12	BS Bina Bhakti	Barata Jaya	120,00	46
13	BS Kawan	Mojo	231,35	45
18	BS Gubsi Jaya	Gubeng	162,16	89
20	BS Airlangga	Airlangga	118,95	34
Rata-rata			173,37	45

Tabel 5.22 Komposisi Sampah Masuk Bank Sampah

Komponen Sampah	Berat (kg)	Komposisi (%)
Plastik	44,72	25,24%
kertas	108,61	61,31%
logam	12,69	7,16%
kaca	9,80	5,53%
karet	1,33	0,75%
Total	177,15	100,00%

Sumber: Agustia, 2013

Untuk menunjang dinamisasi model, perlu diketahui laju penambahan jumlah nasabah BS. Laju penambahan BS dihitung dari data sekunder nasabah BS Kota Surabaya selama beberapa tahun kebelakang dan dapat dilihat pada Tabel 5.23 (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2013). Laju penambahan nasabah bank sampah sebesar 3,386 % dan akan terus meningkat setiap tahunnya. Total reduksi sampah di bank sampah dihitung dengan mempertimbangkan jumlah nasabah dan kemampuan reduksi per orang. Dengan kondisi eksisting tahun 2013, reduksi sampah BS sebesar 41,38 ton/tahun. Perhitungan total reduksi sampah BS dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.23 Laju Penambahan Nasabah Bank Sampah

Tahun	Pertambahan Jumlah Nasabah (KK)	Jumlah Nasabah	Laju Penambahan Jumlah nasabah (%)
Mar-12	2549	2549	-
Apr-12	102	2651	4,002%
Mei-12	81	2732	3,055%
Jun-12	98	2830	3,587%
Jul-12	115	2945	4,064%
Agust-12	79	3024	2,683%
Sep-12	58	3082	1,918%
Okt-12	50	3132	1,622%
Nop-12	219	3351	6,992%
Des-12	217	3568	6,476%
Jan-13	106	3674	2,971%
Feb-13	147	3821	4,001%
Mar-13	98	3919	2,565%
Apr-13	75	3994	1,914%
Mei-13	88	4082	2,203%
Jun-13	112	4194	2,744%
Rata-rata			3,386%

Sumber: Dinas Kebersihan dan Pertamanan, 2013

Tabel 5.24 Total Reduksi Sampah di Bank Sampah

Parameter	Jumlah	Satuan
Ave Jumlah Nasabah	45	KK
Jumlah BS	20	unit
Jumlah Nasabah BS	900	KK
Jumlah anggota keluarga	3,22	orang/KK
Total jumlah nasabah	2898	orang
Ave reduksi sampah BS	1,19	kg/org/bulan
Reduksi sampah BS	41,38	ton/tahun

5.4.4 Reduksi Sampah Pemulung TPS

Reduksi sampah di Kecamatan Gubeng juga mengandalkan kontribusi sektor informal yaitu pemulung di TPS. Pemulung TPS merupakan penarik gerobak yang memilah sampahnya sebelum sampah dimasukkan ke kontainer sampah untuk diangkut ke TPA. Tidak semua penarik gerobak bersedia memilah sampahnya. Sampah yang dipilah yaitu sampah kering meliputi plastik, kertas, kain, karet dan B3. Berdasarkan penelitian lapangan, 74,59% penarik gerobak telah melakukan pemilahan sampah di gerobak sebelum dimasukkan ke kontainer.

Rata-rata jumlah penarik gerobak, pemulung dan persentase pemulung TPS dapat dilihat pada Tabel 5.25. Kecamatan Gubeng memiliki 8 unit TPS umum dan 1 unit TPS khusus pasar. Pemulung TPS Pasar tidak banyak melakukan pemilahan sampah karena karakteristik sampah

yang didominasi oleh sampah sisa makanan dan sampah kebun. Kemampuan reduksi tiap orang dalam sekali *unloading* gerobak sebesar 11,97 kg . Komposisi reduksi sampah pemulung di TPS secara umum dapat dilihat pada Tabel 5.26. Berat dan komposisi sampah yang direduksi di tiap TPS dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Tabel 5.28.

Tabel 5.25 Jumlah Penarik Gerobak, Pemulung dan Persentase pemulung TPS

Nama TPS	Jumlah Penarik Gerobak	Jumlah Pemulung	Persentase Pemulung
TPS Bratang	42	30	71,43%
TPS Kangean	17	15	88,24%
TPS Kalibokor	18	12	66,67%
TPS Srikana	55	39	70,91%
TPS Mojoarum	25	16	64,00%
TPS Kaliwaron	31	30	96,77%
TPS Barata Jaya	15	7	46,67%
TPS Bakti Husada	25	23	92,00%
Total	228	172	74,59%
Rata-rata	29	22	

Tabel 5.26 Komposisi Reduksi Sampah oleh Pemulung di TPS Secara Keseluruhan

Komponen	Komposisi (%)
Plastik	52,78%
Kertas	36,66%
Logam	4,03%
Kaca	1,98%
B3	1,00%
Karet	3,54%
Kain	0,002%
Total	100,00%

Reduksi sampah di TPS dihitung dengan mempertimbangkan jumlah pemulung dan kemampuan reduksi tiap orang. Reduksi sampah di TPS pada kondisi eksisting tahun 2013 sebesar 714,92 t on/tahun. Jumlah reduksi di TPS cukup besar dibandingkan fasilitas pengolahan sampah lainnya. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.29.

Tabel 5.27 Berat Sampah Reduksi Pemulung di tiap TPS Kecamatan Gubeng

Komponen	TPS Bratang	TPS Kangean	TPS Mojoarum	TPS Bakti Husada	TPS Barata Jaya	TPS Kaliwaron	TPS Kalibokor	TPS Srikana	Rata-Rata Reduksi Berat (kg/orang)
Berat Rata-rata (kg)									
HDPE	0,717	0,440	2,397	1,123	0,424	2,572	4,072	1,735	1,685
HDPE botol	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,438	0,000	0,180
LDPE	0,000	0,000	2,339	0,487	0,000	0,000	1,280	0,561	0,583
PET botol	1,666	1,023	1,632	2,610	0,573	2,213	1,310	3,005	1,754
PET gelas	1,169	0,718	1,088	1,830	0,402	1,552	0,873	2,107	1,217
Other plastik	0,209	0,128	2,862	0,328	0,072	2,095	1,117	0,377	0,898
HVS	0,102	0,693	1,043	1,674	0,115	0,896	0,000	1,760	0,786
Duplek	0,132	1,129	8,836	2,473	0,573	4,606	5,302	2,600	3,206
Koran	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	0,010
Kaleng Al	0,124	0,068	0,036	0,008	0,000	0,503	0,022	0,348	0,139
Kaleng Baja	0,225	0,123	0,065	0,014	0,000	0,911	0,040	0,632	0,251
Logam	0,396	0,269	0,004	0,000	0,000	0,000	0,012	0,054	0,092
Botol kaca	0,143	0,105	0,000	0,233	0,313	0,122	0,947	0,035	0,237
B3	0,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,680	0,009	0,084	0,120
Karet	0,044	0,000	0,178	0,000	0,000	3,172	0,000	0,000	0,424
Kardus	0,043	1,527	1,019	0,000	0,300	0,156	0,047	0,000	0,386
Kain	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kabel	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	5,161	6,224	21,500	10,780	2,850	19,478	16,469	13,300	11,970

Tabel 5.28 Komposisi Sampah Reduksi Pemulung di tiap TPS Kecamatan Gubeng

Komponen	TPS Bratang	TPS Kangean	TPS Mojoarum	TPS Bakti Husada	TPS Barata Jaya	TPS Kaliwaron	TPS Kalibokor	TPS Srikana	Rata-rata Komposisi Reduksi (%)
Komposisi (%)									
HDPE	13,89%	7,07%	11,15%	10,41%	14,88%	13,21%	24,73%	13,05%	14,08%
HDPE botol	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,73%	0,00%	1,50%
LDPE	0,00%	0,00%	10,88%	4,52%	0,00%	0,00%	7,77%	4,22%	4,87%
PET botol	32,29%	16,44%	7,59%	24,21%	20,09%	11,36%	7,95%	22,59%	14,65%
PET gelas	22,64%	11,53%	5,06%	16,98%	14,09%	7,97%	5,30%	15,85%	10,17%
Other plas	4,05%	2,06%	13,31%	3,04%	2,52%	10,75%	6,79%	2,84%	7,51%
HVS	1,98%	11,14%	4,85%	15,53%	4,04%	4,60%	0,00%	13,24%	6,56%
Duplek	2,55%	18,14%	41,10%	22,94%	20,09%	23,65%	32,19%	19,55%	26,79%
Koran	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,08%
Kaleng Al	2,40%	1,09%	0,17%	0,07%	0,00%	2,58%	0,13%	2,62%	1,16%
Kaleng Baja	4,36%	1,98%	0,30%	0,13%	0,00%	4,68%	0,24%	4,75%	2,10%
Logam	7,68%	4,33%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,40%	0,77%
Botol kaca	2,78%	1,68%	0,00%	2,16%	10,96%	0,63%	5,75%	0,26%	1,98%
B3	3,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,49%	0,05%	0,63%	1,00%
Karet	0,84%	0,00%	0,83%	0,00%	0,00%	16,29%	0,00%	0,00%	3,54%
Kardus	0,84%	24,53%	4,74%	0,00%	10,53%	0,80%	0,29%	0,00%	3,23%
kain	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,002%
kabel	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,004%
Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabel 5.29 Total Reduksi Sampah oleh Pemulung di TPS Kecamatan Gubeng

Parameter	Jumlah	Satuan
Ave jumlah penarik gerobak tiap TPS	29	orang
Jumlah TPS	8	unit
Total jumlah penarik gerobak	232	orang
Persentase pemulung	74,59%	
Jumlah pemulung	173	orang
Ave reduksi sampah	11,97	kg/orang
Reduksi sampah pemulung di TPS	756,06	ton/tahun

5.4.5 Total Reduksi Sampah

Indikator performansi kegiatan daur ulang dapat dilihat dari tingkat pengumpulan (*collection rate*), tingkat daur ulang (*recycling rate*), tingkat pengembalian (*return rate*) dan tingkat *recovery* (*recovery rate*). Pada penelitian ini, digunakan indikator *recycling rate*. *Recycling rate* dapat dihitung dengan membagi jumlah sampah yang didaur ulang dan sampah yang dikomposkan dengan total timbunan sampah kota dalam periode tertentu (Wen *et al.*, 2009). Teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi sampah sebelum ke *landfill* yaitu insenerasi dengan *recovery* energi, komposting sampah organik dan *recovery material* dengan daur ulang. Semua teknologi tersebut berpotensi lebih berkelanjutan dibandingkan dengan mengolah sampah dengan *landfill*. Selain itu, kegiatan daur ulang juga dapat mempertahankan keseimbangan energi aliran sampah dibandingkan dengan teknologi lain (Troschinetz dan Mihelcic, 2009).

Kecamatan Gubeng memiliki fasilitas RK, IK, BS dan PM di TPS untuk membantu mereduksi sampah. Total reduksi sampah Kecamatan Gubeng dari kegiatan komposting di RK dan IK, kegiatan 3R di BS dan PM pada tahun 2013 sebesar 6,22% yang terdiri dari 1,31% reduksi di RK, 1,90% reduksi di IK, 0,16% reduksi di BS dan 2,85% reduksi pemulung di TPS. Persentase reduksi setiap fasilitas pengolahan sampah di Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Tabel 5.30.

Persentase reduksi sampah paling besar terjadi TPS dibandingkan dengan fasilitas pengolahan sampah lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa, sektor informal sangat berkontribusi untuk mereduksi sampah Kecamatan Gubeng (Agustia, 2013). Metode daur ulang yang dilakukan pemulung terbatas pada pemilahan sampah. Potensi reduksi di TPS jauh lebih besar dari potensi reduksi BS karena lokasinya yang dekat dengan sumber (TPS) serta frekuensi pemilahan yang lebih banyak (hampir setiap hari). Potensi reduksi barang lapak ini dapat

ditingkatkan dengan menjaga harga barang lapak tetap stabil sehingga para pemulung tetap dapat menjual sampah secara kontinyu. Bantuan dari sektor informal ini tidak terasa nyata karena anggapan Pemerintah Kota bahwa kegiatan pemulungan barang lapak merupakan hal yang sudah semestinya terjadi (Damanhuri dan Padmi, 2010). Di sisi lain, bantuan dari sektor informal ini sangat membantu untuk menjaga kebersihan Kota Surabaya dan meringankan beban Pemerintah dalam pengelolaan sampah.

Tabel 5.30 Total Persentase Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng

Sektor	Berat Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)
Total Sampah di Sumber	26.540,91	-
Reduksi RK	348,99	1,31%
Reduksi IK	505,53	1,90%
Reduksi BS	41,38	0,16%
Reduksi di TPS	756,06	2,85%
Total Sampah Masuk TPA	24.888,95	6,22%

Rendahnya persentase reduksi sampah Kecamatan Gubeng dapat dikarenakan kegiatan daur ulang tidak terjadi di setiap bagian sistem pengelolaan sampah (Shekdar, 2009) dan kurang maksimalnya partisipasi masyarakat. Keberhasilan daur ulang tidak hanya tergantung pada tingkat partisipasi masyarakat atau efektivitas program daur ulang, tetapi juga pada efisiensi program tersebut (Suttibak dan Nitivattanano, 2008). Kegiatan daur ulang tidak terjadi secara maksimal karena masih banyak fasilitas yang tidak melakukan daur ulang terhadap sampah yang dihasilkan. Selain itu, kegiatan daur ulang terpusat hanya dilakukan oleh industri kecil maupun perseorangan dengan cara yang kurang terorganisir sehingga persentase daur ulang menjadi lebih rendah (Kofoworola, 2007). Untuk itu perlu dilakukan integrasi sistem pengelolaan sampah untuk mengoptimalkan reduksi sampah. Integrasi sistem dapat dilakukan dengan menyelaraskan kegiatan reduksi sampah di rumah tangga maupun fasilitas. Integrasi sistem dapat mengurangi biaya pemrosesan sampah dan biaya transportasi untuk memperpanjang masa hidup *landfill* (Suttibak dan Nitivattanano, 2008).

5.5 Emisi dan Reduksi Emisi GRK

Estimasi emisi dan reduksi emisi GRK pengolahan dan pengangkutan sampah dengan menggunakan IPCC 2006 volume 2 *Energy*, volume 4 *AFOLU* dan volume 5 *Waste*. Emisi GRK pengolahan sampah dihasilkan dari *landfill* dan proses komposting. Komposting merupakan proses aerobik yang mencakup proses konversi gas CO₂ dari sampah yang

memiliki fraksi DOC besar. CH₄ terbentuk pada sebagian kondisi anaerobik pada saat pengomposan dan dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah kurang dari 1% dari kandungan karbon pada sampah yang dikomposkan (IPCC, 2006). N₂O terbentuk tergantung dari komposisi sampah dan tipe komposting (Loureiro *et al.*, 2013). Selain itu, emisi GRK yang dapat direduksi dari kegiatan pengolahan sampah lainnya seperti kegiatan daur ulang di BS dan PM serta kegiatan komposting di RK dan IK.

Emisi GRK utama yang dihasilkan dari kegiatan pengangkutan sampah adalah CH₄, CO₂ dan N₂O (Maimoun *et al.*, 2013). Emisi ini dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar karbon yang diemisikan sebagai CO₂ dan gas non CO₂ seperti gas CO, CH₄ atau NMVOCs (IPCC, 2006). Nilai *Global Warming Potential* pada batasan waktu 100 tahun untuk gas CO₂, CH₄ dan N₂O sebesar 1, 25 dan 298. Hal ini berarti ketika 1 kg CH₄ dilepaskan ke atmosfer maka akan ekuivalen dengan melepaskan 25 kg CO₂ ke atmosfer (Calabro, 2009).

Perhitungan didasarkan pada 3 skenario yang telah ditentukan yaitu Skenario TPA, Skenario Bank Sampah, dan Skenario Daur Ulang. Skenario TPA hanya memperhitungkan emisi CH₄ dan CO₂ karena tidak terdapat aktivitas pengomposan. Skenario Bank Sampah dan Daur Ulang memperhitungkan emisi CH₄, CO₂ dan N₂O karena terdapat aktivitas pengomposan. Emisi GRK kegiatan pengangkutan sampah dibatasi hanya pada pengangkutan sampah menuju TPA menggunakan truk berat (*heavy duty truck*).

5.5.1 Emisi GRK Pengolahan Sampah

Perhitungan emisi GRK pengolahan sampah mencakup emisi CH₄, CO₂ *biogenic* dan N₂O. Acuan yang digunakan adalah IPCC 2006 volume 5 *Waste* untuk menghitung emisi CH₄ dan N₂O serta IPCC volume 4 A FOLU untuk menghitung emisi CO₂ *biogenic*. Total *carbon content* sampah dibagi menjadi 2 kategori utama yaitu *biogenic carbon* dan *fossil carbon*. *Biogenic carbon* terkandung dalam fraksi sampah *biodegradable* seperti sampah dapur, kardus dan kertas. *Fossil carbon* secara umum terkandung fraksi sampah *non-biodegradable* seperti plastik dan kain sintetis. Material sampah kering yang dapat didaur ulang yaitu logam dan kaca mengandung sangat sedikit/tidak mengandung karbon (Couth *et al.*, 2011). CO₂ *biogenic* merupakan CO₂ yang dihasilkan dari material biogenik karena proses degradasi maupun proses kimia lainnya. Rumah kompos dan komposter menghasilkan dan mereduksi emisi CH₄, CO₂ *biogenic* dan N₂O, sedangkan kegiatan daur ulang mereduksi emisi CH₄ dan CO₂.

Skenario *baseline* adalah skenario TPA yang menghasilkan emisi GRK yang paling besar sehingga dapat dibandingkan dengan dua skenario lainnya. Skenario *baseline* dapat digunakan untuk mengetahui jumlah reduksi emisi GRK dari pengelolaan sampah yang dilakukan. Data yang tersedia adalah data jumlah sampah dan komposisi sampah Kecamatan Gubeng. Untuk faktor emisi lain menggunakan data *default* dari IPCC. Hasil perhitungan emisi GRK dapat dikaji dan dikorelasikan dengan kondisi tertentu untuk menentukan skenario yang memiliki emisi GRK paling kecil. Perhitungan emisi GRK menggunakan rumus berikut :

A. Emisi CH₄

1. *Mass of decomposable DOC_i*

$$DDOC_{mi} = W_i \times DOC_i \times DOC_f \times MCF$$

Dimana:

$DDOC_{mi}$ = Massa DOC jenis sampah i yang terdekomposisi, Gg

DOC_i = Degradasi organik karbon jenis sampah i dapat dilihat pada Tabel 2.1.

W_i = Massa jenis sampah i yang dibuang, Gg

DOC_f = fraksi DOC yang dapat terdekomposisi

MCF = Faktor koreksi metana dapat dilihat pada Tabel 2.2.

2. Emisi CH₄ Setiap Jenis Sampah

$$L_o = DDOC_{mi} \times F \times (16/12)$$

Dimana:

L_o = Potensi gas CH₄ yang terbentuk, Gg CH₄

F = fraksi terbentuknya CH₄ di *landfill*

$16/12$ = Rasio berat molekul CH₄/C

3. Total Emisi CH₄

$$CH_4 = \left[\sum_x \text{Jumlah } CH_{4\ x,T} - R_T \right] \times (1 - OX)$$

Dimana:

Emisi CH₄ = Emisi CH₄ pada tahun T, Gg

T = Tahun pembuangan sampah

x = Kategori sampah atau jenis/bahan

RT = Gas CH₄ yang *direcovery* pada tahun T, Gg

OX_T = Faktor oksidasi pada Tahun T (fraksi)

Ditentukan bahwa nilai $MCF = 0,8$ karena TPA Benowo termasuk kategori TPA tidak terkelola dan tinggi tumpukan >5 m. Nilai $DOC_f = 0,5$ karena diasumsikan TPA dalam kondisi anaerobik dan $F = 0,5$ karena kebanyakan TPA menghasilkan gas dimana 50% nya adalah CH₄. Nilai DOC_f dan F mengikuti standart IPCC. Nilai $OX = 0$ karena TPA Benowo termasuk dalam kategori TPA yang tidak terkelola.

B. Emisi CO₂

1. Carbon stock di TPA

$$C_{HWP} = \sum W_i \times M_{total} \times DOC_i$$

Dimana:

C_{HWP} = Carbon stock di TPA dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

W_i = komposisi tiap jenis sampah(dari penelitian)

M_{total} = jumlah sampah yang masuk (Gg/tahun)

DOC_i = nilai DOC tiap jenis sampah Tabel 2.1.

2. Total Emisi CH₄

$$CO_2AFOLU = \frac{44}{12} \times \sum C_{HWP} \text{ in } SWDS \times (1 - MCF) \times DOC_f$$

Dimana:

C_{HWP} = Carbon stock di TPA dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

44 = MR dari CO₂ (kg/kg-mol)

12 = MR dari C (kg/kg-mol)

MCF = Faktor koreksi metana dapat dilihat pada Tabel 2.2.

DOC_f = fraksi DOC yang dapat terdekomposisi

C. Emisi CH₄, N₂O dan CO₂ pada proses pengomposan

1. Total Emisi CH₄ Pengomposan

$$CH_4 = \left[\sum M_i \times EF_i \right] \times 10^{-3} - R$$

Dimana:

Emisi CH₄ = Emisi CH₄ pada tahun T, GgCH₄

M_i = massa bahan organik i yang dikomposkan, Gg

EF = Faktor emisi pengolahan i g CH₄/kg sampah diolah dapat dilihat pada Tabel 2.4.

i = komposting atau anaerobic digestion

R = jumlah total CH₄ yang di recovery Gg CH₄

2. Total Emisi N₂O Pengomposan

$$N_2O = \left[\sum M_i \times EF_i \right] \times 10^{-3}$$

Dimana:

Emisi N₂O = Emisi N₂O pada tahun T, GgN₂O

M_i = massa bahan organik i yang dikomposkan, Gg

EF = Faktor emisi pengolahan i g N₂O/kg sampah diolah dapat dilihat pada Tabel 2.4.

i = komposting atau anaerobic digestion

Ditentukan bahwa nilai EF CH₄ = 4, EF N₂O = 0,3 karena sampah dihitung dengan berat basah dengan pengolahan menggunakan komposting. M_i disesuaikan dengan berat sampah yang masuk rumah kompos maupun komposter per tahun. Selain itu juga diestimasi jumlah emisi CO₂ pengomposan menggunakan langkah perhitungan IPCC (AFOLU) berikut:

3. *Carbon stock* di komposter/rumah kompos

$$C_{HWP} = \sum W_i \times M_{total} \times DOC_i$$

Dimana:

C_{HWP} = *Carbon stock* di komposter/rumah kompos dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

W_i = komposisi sampah makanan/kebun dari penelitian)

M_{total} = jumlah sampah yang masuk (Gg/tahun)

DOC_i = nilai DOC tiap jenis sampah Tabel 2.1.

Total Emisi CO_2

$$CO_2AFOLU = \frac{44}{12} \times \sum C_{HWP} \text{ in } SWDS$$

Dimana:

C_{HWP} = *Carbon stock* di komposter/rumah kompos dari jumlah sampah yang masuk Gg C/tahun

44 = MR dari CO_2 (kg/kg-mol)

12 = MR dari C (kg/kg-mol)

5.5.2 Emisi GRK Pengangkutan Sampah

Perhitungan emisi GRK mencakup emisi CH_4 , CO_2 serta emisi N_2O . Acuan yang digunakan adalah IPCC 2006 volume 2 *Energy* untuk menghitung emisi CH_4 , CO_2 dan N_2O . Emisi CO_2 yang diestimasi adalah CO_2 non *biogenic* yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar armada pengangkutan. Berdasarkan IPCC (*Energy*), metode perhitungan emisi CO_2 menggunakan Tier 1 karena diketahui data konsumsi bahan bakar diesel untuk truk sampah sebesar 3,58 km/L (Agustia, 2013). Data ini didapatkan dari jarak tempuh dan kebutuhan bahan bakar truk sampah pihak rekanan yang memiliki nilai konsumsi bahan bakar yang paling kecil dan hemat. Data perhitungan lain menggunakan default data IPCC agar *error* pada hasil perhitungan tetap dalam batas normal/yang diijinkan. Faktor emisi CO_2 yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Selain itu, emisi CH_4 dan N_2O pada penelitian ini diestimasi menggunakan Tier 3 karena terdapat data jarak pengangkutan dan jenis teknologi kontrol emisi yang digunakan. Pada Tier 3, terdapat kondisi *cold (start)* dan *running hot*. *Cold (start)* terjadi pada saat beberapa menit pertama mesin dinyalakan. Dan menghasilkan emisi CH_4 , CO dan HC yang lebih tinggi dari keadaan normal/*running*. Hal ini terjadi karena mesin belum mencapai temperatur normal untuk beroperasi (300°C) (IPCC, 2006). *Running hot* merupakan keadaan normal dan stabil pada saat mengemudi dimana mesin telah mencapai suhu optimum untuk beroperasi (Maimoun *et al.*, 2013). Faktor emisi CH_4 dan N_2O dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Armroll truck termasuk kedalam jenis *heavy duty diesel truck* dengan berat truk lebih dari 3900 kg untuk mengangkut sampah ke TPA. Hasil perhitungan emisi GRK dapat dikaji dan dikorelasikan dengan kondisi tertentu untuk menentukan skenario yang menghasilkan emisi terendah dari ketiga skenario yang telah ditentukan. Perhitungan emisi CO₂, CH₄ dan N₂O tiap skenario menggunakan langkah perhitungan IPCC (*Energy*) berikut:

1. Konsumsi bahan bakar (L/hari)

$$\text{konsumsi bahan bakar (L/hari)} = \text{jarak tempuh (km/hari)} / 3,58 \text{ km/L}$$

Dimana:
3,58 km/L merupakan standart konsumsi bahan bakar diesel oil untuk truk sampah dari penelitian ini.
2. Massa bahan bakar Diesel (Gg)

$$\text{massa diesel} = \rho \text{ diesel (kg/m}^3) \times \text{konsumsi bahan bakar m}^3/10^6$$

Dimana:
 ρ diesel = densitas minyak diesel 850 kg/m³
3. Konsumsi bahan bakar (TJ)

$$\text{konsumsi bahan bakar (TJ)} = \text{NCV diesel (TJ/Gg)} \times \text{massa diesel (Gg)}$$

Dimana:
NCV = Net Caloric Value (TJ/Gg), NCV diesel = 43

Emisi CO₂

$$\text{emisi CO}_2(\text{kg}) = \sum_a [\text{Fuel}_a \times \text{EF}_a]$$

Dimana :
Fuel_a = konsumsi bahan bakar (TJ)
EF_a = faktor emisi (kg/TJ) sama dengan *carbon content* bahan bakar dikali 44/12 (diesel=74100) dapat dilihat pada Tabel 2.5.
a = tipe bahan bakar (diesel oil)

Emisi CH₄ dan N₂O

Emisi CH₄

$$\text{emisi CH}_4(\text{kg}) = \sum_{a,b,c,d} [\text{jarak}_{a,b,c,d} \times \text{EF}_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

Dimana :
EF_{a,b,c,d} = faktor emisi (kg/km)
jarak_{a,b,c,d} = jarak perjalanan pada kondisi termal stabil (km)
C_{a,b,c,d} = emisi pada saat *warming-up* (kg)
a = tipe bahan bakar (diesel oil)
b = tipe kendaraan (*light truck dan heavy duty truck*)
c = teknologi pengendalian emisi kendaraan (catalitik converter, tidak terkontrol)
d = kondisi operasi (kondisi jalan, iklim dan faktor lingkungan lain)

Emisi N₂O

$$\text{emisi } N_2O(kg) = \sum_{a,b,c,d} [\text{jarak}_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

Dimana:

$EF_{a,b,c,d}$ = faktor emisi (kg/km)

$\text{jarak}_{a,b,c,d}$ = jarak perjalanan pada kondisi termal stabil (km)

$C_{a,b,c,d}$ = emisi pada saat *warming-up* (kg)

a = tipe bahan bakar (bensin dan solar)

b = tipe kendaraan (*light truck* dan *heavy duty truck*)

c = teknologi pengendalian emisi kendaraan (catalitik converter, tidak terkontrol)

Untuk menghitung emisi CH₄ dan N₂O menggunakan faktor emisi yang terdapat pada Tabel 5.31.

Tabel 5.31 Faktor Emisi tiap jenis Armada

Faktor Emisi	Heavy Duty Diesel Vehicle (Arm roll truck)
EF CO ₂ (kg/TJ)	74100
EF <i>running</i> N ₂ O (mg/km)	3
EF <i>running</i> CH ₄ (mg/km)	4
EF N ₂ O Cold start (mg/start)	-2
EF CH ₄ Cold start (mg/start)	-11

Sumber: IPCC, 2006

5.5.3 Total Emisi dan Reduksi Emisi GRK

Dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan yang telah ditampilkan pada sub bab sebelumnya, dapat dihitung emisi dan reduksi emisi GRK masing-masing skenario. Estimasi dilakukan untuk mengetahui emisi GRK pada kondisi eksisting menggunakan data tahun 2012. Emisi GRK dinyatakan dengan satuan ton/tahun CO₂ equivalen. Dengan mengalikan dengan GWP masing masing GRK maka hasil estimasi emisi GRK dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Dari Tabel 5.32 dapat diketahui emisi GRK, reduksi emisi GRK dan total emisi GRK masing-masing skenario. Emisi GRK terendah, reduksi emisi GRK terbesar dan total emisi GRK terendah dihasilkan oleh skenario Daur Ulang sebesar 11.162.413,24 ton/tahun. Rendahnya emisi GRK dikarenakan sampah banyak mengalami pengolahan sebelum masuk ke TPA. Dengan berkurangnya jumlah sampah yang masuk ke TPA karena kegiatan pengolahan sampah maka jumlah ritasi pengangkutan juga akan menurun pada skenario Daur Ulang.

Tabel 5.32 Emisi dan Reduksi Emisi GRK Tiap Skenario

Emisi dan Reduksi Emisi	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah	1.175,49	1.175,49	1.175,49
Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah	1.616,29	1.616,29	1.616,29
Emisi CH ₄ Pengangkutan	4.463,40	4.463,40	4.165,84
Emisi CO ₂ Pengangkutan	10.819.182,18	10.819.182,18	10.097.903,37
Emisi N ₂ O Pengangkutan	3.347,55	3.347,55	3.124,38
Emisi GRK	11.959.340,19	11.959.340,19	11.164.117,72
Reduksi Emisi CH ₄ BS	0,00	2,83	2,83
Reduksi Emisi CH ₄ PM	0,00	0,00	29,57
Reduksi Emisi CH ₄ RK	0,00	0,00	255,92
Reduksi Emisi CH ₄ IK	0,00	0,00	1,40
Reduksi Emisi CO ₂ RK	0,00	0,00	255,92
Reduksi Emisi CO ₂ IK	0,00	176,22	176,22
Reduksi Emisi N ₂ O RK	0,00	0,00	0,10
Reduksi Emisi N ₂ O IK	0,00	0,15	0,15
Reduksi Emisi GRK	0,00	166,96	1.228,24
Total Emisi GRK	23.917.722,40	23.917.722,40	22.327.277,46

5.6 Pembiayaan Pengelolaan Sampah

Aspek pembiayaan pengelolaan sampah merupakan aspek yang penting dalam menunjang keberhasilan suatu sistem pengelolaan. Pembiayaan sangat berpengaruh dalam menjalankan pola operasi maupun untuk mengembangkan kualitas pelayanannya. Kebutuhan biaya pengelolaan sampah akan meningkat sesuai dengan berat sampah yang harus dikelola. Dengan demikian alokasi biaya yang harus disediakan setiap tahun oleh pihak institusi sehingga harus direncanakan secara lebih memadai sesuai dengan kebutuhan teknis operasional pada kondisi eksisting.

Berdasarkan SNI-3242-2008 tentang pengelolaan sampah di pemukiman, sumber biaya investasi per komponen pembiayaan tergantung dari jenis peralatan yang digunakan. Untuk wadah sampah, alat pengomposan, gerobak/becak/motor/mobil bak terbuka alat angkut tidak langsung lainnya, sumber biaya dapat berasal dari masyarakat atau swasta. Untuk pengadaan kendaraan pengumpul secara langsung, TPS, alat pengangkut sampah, biaya bersumber dari pemerintah atau developer (Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Mursito *et al.*, 2013).

Perhitungan biaya pengelolaan sampah menggunakan satuan biaya dengan depresiasi. Sampai saat ini, Kota Surabaya belum melibatkan pihak lain selain pemerintah untuk menangani

persampahan kota. Pada tahun 2012, TPA Benowo dialih tangankan ke pihak swasta agar fasilitas TPA lebih terawat dan bersih. Perhitungan biaya didasarkan pada berat sampah yang dihasilkan di sumber hingga yang diangkut ke TPA. Pengumpulan sampah dari sumber menggunakan gerobak sampah. Pemindahan sampah menggunakan tipe III dan pengangkutan menggunakan *armroll truk*. Pemrosesan akhir dilakukan pada TPA *control landfill* dengan menggunakan biaya per ton sampah masuk. Biaya pengelolaan dinyatakan dalam satuan ribuan (Rp. 000). Satuan Biaya Pengelolaan Sampah dapat dilihat pada Tabel 5.33.

Tabel 5.33 Satuan Biaya Pengelolaan Sampah

Tahapan	Tanpa Depresiasi	Depresiasi
Pengumpulan	tiap ton sampah	
Dengan Gerobak	Rp 72.222	Rp 74.444
Dengan Becak	Rp 93.750	Rp 97.917
Dengan Becak Motor	Rp 74.815	Rp 88.148
Dengan Pick Up	Rp 87.114	Rp 113.569
Dengan Dumptruck	Rp 95.883	Rp 142.130
Pemindahan		
Tipe I	Rp 7.556	Rp 11.111
Tipe III	Rp 6.667	Rp 7.500
Pengangkutan		
Dengan Dumptruck	Rp 88.404	Rp 119.268
Dengan <i>Armroll</i>	Rp 41.984	Rp 65.794
Dengan Kompaktor	Rp 82.870	Rp 149.008
Pengolahan (Pengomposan)		
Tanpa pemilahan	Rp 95.084	Rp 103.973
Dengan pemilahan	Rp 79.084	Rp 87.973
Pemrosesan Akhir		
<i>Controlled Landfill</i>		
sampah masuk	Rp 51.794	Rp 141.684
sampah organik	Rp 73.991	Rp 202.406
kompos	Rp 103.588	Rp 283.369
residu ditimbun	Rp 172.646	Rp 472.281
<i>Sanitary Landfill</i>		
sampah masuk	Rp 94.835	Rp 184.725
sampah organik	Rp 135.478	Rp 263.893
kompos	Rp 189.670	Rp 369.450
residu ditimbun	Rp 316.116	Rp 615.751
Investasi tiap unit		
Komposter komunal (tiap 5 tahun)	Rp 2.000.000	
Bank Sampah (tiap tahun)	Rp 2.000.000	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013

Dengan menggunakan satuan biaya yang telah ditentukan, dapat dihitung biaya pengelolaan sampah pada kondisi eksisting saat ini. Perhitungan dilakukan berdasarkan skenario yang telah ditentukan yaitu skenario TPA, Bank Sampah dan Daur Ulang. Hasil perhitungan biaya pengelolaan sampah tiap skenario dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5.34 Biaya Pengelolaan Sampah Tiap Skenario

Jenis Biaya	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Total Berat Sampah	26.947,79	26.947,79	26.947,79
Sampah diangkut ke TPA	22.905,62	22.437,48	21.498,20
Jumlah Unit BS	0	21,00	21,00
Jumlah Unit IK	0	1.557,00	1.557,00
Biaya Pengumpulan	2.006.101,50	2.006.101,50	2.006.101,50
Biaya Pemindahan	202.108,45	202.108,45	202.108,45
Biaya Pengolahan	0,00	45.200,00	75.900,52
Biaya Pengangkutan	1.507.052,62	1.476.251,77	1.414.452,77
Biaya Pemrosesan Akhir	3.245.360,43	3.179.032,36	3.045.951,39
Biaya BS	0	42000	42000
Biaya IK	0,00	3.200,00	3.200,00
Biaya RK	0,00	0,00	30.700,52
Total Biaya	6.960.623,00	6.908.694,07	6.744.514,62

Dari perhitungan pada Tabel 5.34 dapat diketahui masing-masing kebutuhan biaya tiap skenario. Skenario dengan kebutuhan biaya terendah adalah skenario Daur Ulang. Pada skenario ini, biaya pengangkutan dan pemrosesan akhir berkurang karena jumlah sampah yang masuk ke TPA lebih kecil. Hal ini dikarenakan adanya kegiatan pengolahan sampah melalui BS, PM, IK dan RK. Pada skenario Daur Ulang, biaya pengelolaan juga bertambah karena biaya investasi pengadaan komposter dan bank sampah untuk meningkatkan reduksi sampah di Kecamatan Gubeng. Biaya penambahan fasilitas ini nilainya lebih kecil dari biaya pemrosesan akhir sampah sehingga skenario Daur Ulang tetap lebih menguntungkan dibandingkan skenario lainnya.

BAB 6

MODEL DINAMIK PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG, SURABAYA

Pembuatan struktur model dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng terdiri dari beberapa tahapan. Untuk mempermudah pembuatan struktur model, tahap yang harus dilakukan meliputi perancangan model konseptual, pembuatan model simulasi, *running* model, verifikasi dan validasi model. Model dinamik yang telah terbentuk dan telah dilakukan serangkaian pengujian dapat dimodifikasi sesuai dengan skenario model yang telah ditentukan. Pada bagian ini diuraikan mengenai tahap pembuatan model dinamik dan analisis hasil simulasi model sesuai dengan skenario yang telah ditentukan.

Pendekatan sistem dinamik mencakup seperangkat metode konseptual dan numerik yang digunakan untuk memahami struktur dan perilaku sistem yang kompleks (Dyson dan Chang, 2005; Udono dan Sitte, 2008; Zia dan Devadas, 2008; Kolikkathara *et al.*, 2010; ElSawah *et al.*, 2012). Pendekatan sistem dinamik dipilih karena mampu mewakili hubungan timbal balik kompleks antara tindakan manusia (ekonomi dan pemerintah) dan lingkungan sosio-fisikbiologis (Neto *et al.*, 2006). Sistem dinamik juga kuat, berguna dan alami (Fuchs, 2006) untuk mengeksplorasi, menilai, dan meramalkan dampak secara terpadu secara holistik (Kolikkathara *et al.*, 2010). Model dinamik mencakup 3 aspek penting pengelolaan sampah yaitu, aspek teknis meliputi pengolahan dan pengangkutan sampah, aspek biaya pengelolaan sampah dan aspek lingkungan emisi GRK. Model dinamik terbagi menjadi 8 submodel yaitu (1) submodel timbulan sampah rumah tangga, (2) timbulan sampah sejenis rumah tangga, (3) total timbulan sampah di sumber Kecamatan Gubeng, (4) pengangkutan sampah, (5) biaya pengelolaan sampah, (6) emisi GRK pengelolaan sampah, (7) reduksi emisi GRK pengelolaan sampah, dan (8) total emisi GRK Kecamatan Gubeng. Pembagian sektor model menjadi beberapa submodel dimaksudkan untuk mempermudah pengerjaan, pemahaman perilaku sistem, dan lebih teliti dalam menganalisis serangkaian hubungan kausal dalam konteks tertentu. Selain itu, dengan membagi beberapa sektor, keterkaitan antara sektor untuk kondisi eksisting pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng dapat terlihat secara jelas.

6.1 Identifikasi Komponen Sistem Pengelolaan Sampah

Pemodelan sistem dengan pendekatan sistem dinamik memerlukan pemahaman mendalam pada sistem yang akan dimodelkan. Permodelan yang dihasilkan harus dapat menggambarkan kondisi eksisting perilaku sistem sehingga dapat dimodifikasi sesuai dengan tujuan tanpa mempengaruhi perilaku sistem. Pemahaman mendalam dapat dilakukan dengan melakukan kajian literatur kemudian dilanjutkan dengan identifikasi variabel-variabel yang berkaitan dan berkontribusi pada sistem pengelolaan sampah. Dari hasil identifikasi dapat diketahui kaitan tiap parameter yang menghasilkan hubungan sebab akibat dalam sistem yang dapat mencerminkan kondisi eksisting sistem. Identifikasi dilakukan pada komponen sistem pengelolaan sampah yaitu timbulan dan komposisi sampah di sumber, reduksi sampah, pengangkutan sampah, pembiayaan pengelolaan sampah, emisi dan reduksi emisi GRK.

6.1.1 Identifikasi Timbulan dan Komposisi Sampah di Sumber

Dalam pengelolaan sampah, timbulan sampah di sumber berasal dari rumah tangga maupun sejenis rumah tangga (fasilitas). Sampah yang dihasilkan berupa sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga. Timbulan sampah terbesar dihasilkan dari rumah tangga dibandingkan dengan fasilitas. Rasio berat timbulan sampah rumah tangga dan fasilitas sebesar 7:3. Timbulan dan komposisi sampah di sumber mempengaruhi potensi reduksi sampah yang dapat dilakukan. Kegiatan reduksi sampah sebaiknya dilakukan di sumber untuk mendapatkan hasil yang signifikan.

Pembagian jenis timbulan dan komposisi berdasarkan sumber sampah rumah tangga dan fasilitas digunakan untuk menunjang pembentukan struktur model sesuai dengan perilaku sistem eksisting. Pada kondisi eksisting, sampah yang masuk ke TPS tidak hanya sampah rumah tangga tetapi juga sampah dari fasilitas komersial, sosial, khusus dan fasilitas lain di Kecamatan Gubeng. Pada penelitian ini, timbulan sampah difokuskan dinyatakan dalam satuan berat (ton) dan komposisi sampah dinyatakan dengan persentase dan berat (ton). Perhitungan menggunakan skala waktu per tahun dan dilakukan simulasi dengan jangka waktu delapan tahun. *Initial* data yang dalam ada model adalah data terbaru tahun 2012.

6.1.2 Identifikasi Kegiatan Reduksi Sampah

Kegiatan reduksi sampah Kecamatan Gubeng dilakukan dengan aktifitas komposting melalui IK dan RK serta kegiatan 3R melalui BS dan PM di TPS. Kegiatan reduksi sampah dilakukan

secara bertahap pada masing-masing fasilitas pengolahan sampah. Kegiatan reduksi sampah RK dan PM dilakukan secara konstan dan cenderung bertambah karena ekspansi fasilitas RK dan jumlah PM yang terus meningkat. Kegiatan reduksi sampah melalui BS dan IK dilakukan secara kontinyu dan sangat tergantung dari partisipasi masyarakat. Pemerintah Kota Surabaya mengadakan program *Surabaya Green and Clean* untuk menunjang partisipasi masyarakat tetap meningkat. Untuk saat ini, jumlah nasabah BS dan jumlah IK terus bertambah, hal ini menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat masih terus berkembang dan cenderung meningkat. Kegiatan reduksi sampah RK dan IK hanya dilakukan pada sampah kebun dan sampah sisa makanan. Reduksi sampah BS dan PM dilakukan pada sampah plastik, kertas, logam, kaca dan B3. Arah pengembangan kegiatan reduksi sampah akan cenderung menjadikan masyarakat dan pengelola fasilitas sebagai penggerak karena terbatasnya pengembangan di sektor informal.

6.1.3 Identifikasi Kegiatan Pengangkutan Sampah

Kegiatan pengangkutan sampah dari TPS ke TPA sangat tergantung dari jumlah timbulan dan reduksi sampah yang telah dilakukan. Semakin meningkat jumlah timbulan sampah yang tidak diimbangi dengan peningkatan reduksi sampah akan menambah frekuensi pengangkutan sampah. Pengangkutan sampah pada model berfokus pada pengangkutan sampah dari TPS ke TPA dengan parameter jumlah trip dan jumlah truk yang harus disediakan. Pengangkutan sampah menggunakan *armroll truk* dengan sistem *HCS*. Reduksi sampah dapat mengurangi jumlah ritasi yang harus dilakukan dan persentase penghematan biaya pengangkutan.

6.1.4 Identifikasi Biaya Pengelolaan Sampah

Kegiatan pengelolaan sampah tidak pernah terlepas dari biaya yang harus disediakan baik oleh Pemerintah Kota maupun dari pajak retribusi warga Kota Surabaya. Biaya pengelolaan sampah berfokus pada biaya pengelolaan sampah di BS, IK dan RK, biaya pengumpulan, biaya pemindahan, biaya pengangkutan dan biaya pemrosesan akhir sampah. Biaya pengelolaan sampah menggunakan standart operasional biaya yang ditentukan oleh Dinas Pekerjaan Umum. Model dinamik pada aspek biaya sangat dinamik karena berhubungan dengan nilai uang yang turun setiap jangka waktu tertentu. Model dinamik tidak hanya memodelkan biaya yang harus disediakan saat ini tetapi juga memperhitungkan depresiasi sesuai dengan usia pakai peralatan/fasilitas. Pengguna dapat menyesuaikan sesuai kebutuhan didalam model.

6.1.5 Identifikasi Emisi dan Reduksi Emisi GRK

Model dinamik emisi dan reduksi emisi GRK mengikuti metode perhitungan IPCC 2006 volume 2 *Energy* dan volume 5 *Waste*. Parameter GRK yang digunakan adalah CO₂, CH₄ dan N₂O yang kemudian dinyatakan dalam CO₂ eq sesuai GWP masing-masing GRK. Nilai GWP GRK CO₂, CH₄ dan N₂O pada batasan waktu 100 tahun berturut-turut sebesar 1, 25 dan 298. Hal ini berarti ketika 1 kg CH₄ dilepaskan ke atmosfer maka akan ekuivalen dengan melepaskan 25 kg CO₂ ke atmosfer (Calabro, 2009). Emisi GRK dihitung dari kegiatan pengolahan, pengangkutan dan penimbunan sampah di TPA. Model emisi GRK dapat digunakan untuk menyesuaikan target reduksi emisi GRK pemerintah Kota Surabaya sehingga akan mempermudah menentukan arah pengembangan sistem pengelolaan sampah.

6.2 Konseptualisasi Model

Perancangan model konseptual dilakukan setelah mengidentifikasi variabel yang terkait dan saling mempengaruhi komponen sistem. Model konseptual dibuat untuk memberikan gambaran umum simulasi sistem dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng. Untuk mempermudah identifikasi dan pemodelan, disusun sebuah diagram interaksi antar variabel. Selanjutnya dibentuk *causal loop diagram* serta *stock and flow diagram* dari model pengelolaan sampah.

6.2.1 Identifikasi Variabel

Identifikasi variabel yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah merupakan tahap awal konseptualisasi sistem. Tujuan identifikasi variabel yaitu untuk memperdalam pemahaman terhadap sistem yang akan dimodelkan. Variabel-variabel yang akan diidentifikasi adalah variabel yang terkait aliran berat sampah dalam sistem. Model sistem dinamik mencakup aspek teknis, aspek biaya dan aspek lingkungan. Identifikasi variabel sistem yang terkait dengan tiga aspek penting dapat dilihat pada Tabel 6.1. Definisi, nilai dan unit satuan variabel lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 6.1 Identifikasi Variabel Terkait Model Sistem Dinamik

No	Nama Variabel Teknis	Satuan
1	Timbulan sampah rumah tangga	ton/org/tahun
2	Jumlah penduduk Kecamatan Gubeng	orang
3	Tingkat pertumbuhan penduduk	/tahun
4	Pertumbuhan penduduk	orang/tahun
5	Total berat sampah rumah tangga	ton/tahun
6	Komposisi sampah rumah tangga	%
7	Berat sampah rumah tangga tiap jenis	ton/tahun
8	Tingkat pertumbuhan restoran	/tahun
9	Restoran Kecamatan Gubeng	unit
10	Pertumbuhan restoran	unit/tahun
11	Average jumlah stand restoran	unit
12	Timbulan sampah restoran	ton/meja/tahun
13	Berat sampah Restoran	ton/tahun
14	Komposisi sampah restoran	%
15	Berat sampah restoran tiap jenis	ton/tahun
16	Tingkat pertumbuhan sekolah	/tahun
17	Jumlah siswa sekolah Kecamatan Gubeng	siswa
18	Pertumbuhan sekolah	siswa/tahun
19	Timbulan sampah sekolah	ton/siswa/tahun
20	Berat sampah sekolah	ton/tahun
21	Komposisi sampah sekolah	%
22	Berat sampah sekolah tiap jenis	ton/tahun
23	Tingkat pertumbuhan hotel	/tahun
24	Jumlah kamar hotel Kecamatan Gubeng	unit
25	Pertumbuhan Hotel	unit/tahun
26	Timbulan sampah hotel	ton/kamar/tahun
27	Berat sampah hotel	ton/tahun
28	Komposisi sampah hotel	%
29	Berat sampah hotel tiap jenis	ton/tahun
30	Tingkat pertumbuhan kantor	/tahun
31	Perkantoran Kecamatan Gubeng	unit
32	Pertumbuhan perkantoran	unit/tahun
33	Average jumlah pegawai	orang
34	Timbulan sampah kantor	ton/pegawai/tahun
35	Berat sampah kantor	ton/tahun
36	Komposisi sampah kantor	%
37	Berat sampah kantor tiap jenis	ton/tahun
38	Tingkat pertumbuhan pasar	/tahun
39	Pasar Kecamatan Gubeng	m ²
40	Pertumbuhan pasar	m ² /tahun
41	Average timbulan sampah pasar	ton/m ² /tahun
42	Berat sampah pasar	ton/tahun
43	Komposisi sampah pasar	%
44	Berat sampah pasar tiap jenis	ton/tahun
45	Tingkat pertumbuhan Lab	/tahun
46	Laboratorium Kecamatan Gubeng	unit
47	Pertumbuhan Laboratorium	unit/tahun
48	Timbulan sampah Lab	ton/unit/tahun
49	Berat sampah Lab	ton/tahun

Lanjutan Tabel 6.1 Identifikasi Variabel Terkait Model Sistem Dinamik

No	Nama Variabel	Satuan
	Teknis	
50	Komposisi Sampah Lab	%
51	Berat sampah Lab tiap jenis	ton/tahun
52	Tingkat pertumbuhan toko	/tahun
53	Luas Pertokoan kecamatan Gubeng	m ²
54	Pertumbuhan toko	m ² /tahun
55	Timbulan sampah toko	ton/m ² /tahun
56	Berat sampah toko	ton/tahun
57	Komposisi sampah toko	%
58	Berat sampah toko tiap jenis	ton/tahun
59	Tingkat pertumbuhan kampus	/tahun
60	Mahasiswa Kecamatan Gubeng	mhs
61	Pertumbuhan kampus	mhs/tahun
62	Timbulan sampah kampus	ton/mhs/tahun
63	Berat sampah kampus	ton/tahun
64	Komposisi sampah kampus	%
65	Berat sampah kampus tiap jenis	ton/tahun
66	Total berat sampah fasilitas	ton/tahun
67	Total berat sampah Kecamatan Gubeng di sumber	ton/tahun
68	Tingkat penambahan nasabah BS	/tahun
69	Jumlah nasabah BS	KK
70	Penambahan nasabah BS	KK/tahun
71	Average jumlah anggota keluarga	orang/KK
72	Average reduksi sampah BS per orang	ton/org/tahun
73	Reduksi Sampah BS	ton/tahun
74	Komposisi sampah di BS	%
75	Berat sampah tiap jenis di BS	ton/tahun
76	Tingkat penambahan komposter	/tahun
77	Jumlah komposter tiap RT	unit
78	Penambahan jumlah komposter	unit/tahun
79	Jumlah RT Kecamatan Gubeng	RT
80	Lama waktu pengomposan	hari
81	Kapasitas komposter	m ³
82	IK Densitas sampah kebun	ton/m ³
83	IK Densitas sisa makanan	ton/m ³
84	IK Densitas campuran	ton/m ³
85	IK Komposisi sampah kebun	%
86	IK Komposisi sampah makanan	%
87	Reduksi sampah komposter	ton/tahun
88	IK Berat sampah makanan	ton/tahun
89	IK Berat sampah kebun	ton/tahun
90	Total unit komposter	unit
91	Average volume sampah masuk RK	m ³ /tahun
92	RK Komposisi sampah dapat dikomposkan	%
93	RK Komposisi sampah residu	%
94	RK Densitas sampah kebun	ton/m ³
95	RK average berat sampah masuk	ton/tahun
96	Reduksi sampah rumah kompos	ton/tahun

Lanjutan Tabel 6.1 Identifikasi Variabel Terkait Model Sistem Dinamik

No	Nama Variabel	Satuan
Teknis		
97	Kemampuan reduksi tiap orang	ton/org/tahun
98	Jumlah TPS	unit
99	Average jumlah penarik gerobak	orang
100	Persentase average penarik gerobak memilah	%
101	Jumlah pemulung di TPS	orang
102	Reduksi sampah di TPS	ton/tahun
103	Komposisi reduksi sampah di TPS	%
104	Berat reduksi sampah tiap jenis di TPS	ton/tahun
105	Reduksi sampah rumah tangga	ton/tahun
106	Persentase reduksi IK	%
107	Persentase reduksi BS	%
108	Persentase reduksi RK	%
109	Persentase reduksi PM	%
110	Rate pengangkutan eksisting	%
111	Sampah di TPS	ton/tahun
112	Sisa Sampah di TPS	ton/tahun
113	Average persentase pelayanan	%
114	Jumlah trip	trip
115	Average berat sampah tiap kontainer	ton
116	Sampah TPS terangkut ke TPA	ton/tahun
117	Kapasitas truk	m ³
118	Densitas sampah di truk	ton/m ³
119	Beban sampah tiap trip	ton
120	Kebutuhan trip	trip/hari
121	Beban trip tiap truk	trip/hari
122	Kebutuhan truk	unit/hari
123	Total jumlah truk	unit
124	Tingkat penambahan truk per tahun	/tahun
125	Penambahan truk	unit/tahun
126	Jumlah truk	unit
127	Tingkat pengurangan truk per tahun	/tahun
128	Pengurangan truk	unit/tahun
Biaya		
1	Biaya Pengolahan	IDR/tahun
2	Biaya BS	IDR/tahun
3	Average jumlah nasabah tiap BS	orang
4	Biaya stimulan tiap BS	IDR/unit/tahun
5	Jumlah unit BS	unit
6	Biaya IK	IDR/tahun
7	Biaya investasi unit IK	IDR/unit
8	Jumlah unit IK	unit
9	Biaya RK	IDR/tahun
10	Biaya sampah masuk RK tiap ton	IDR/ton
11	Biaya pengumpulan	IDR/tahun
12	Biaya pengumpulan tiap ton	IDR/ton
13	Biaya pemindahan	IDR/tahun
14	Biaya pemindahan tiap ton	IDR/ton
15	Biaya pengangkutan	IDR/tahun

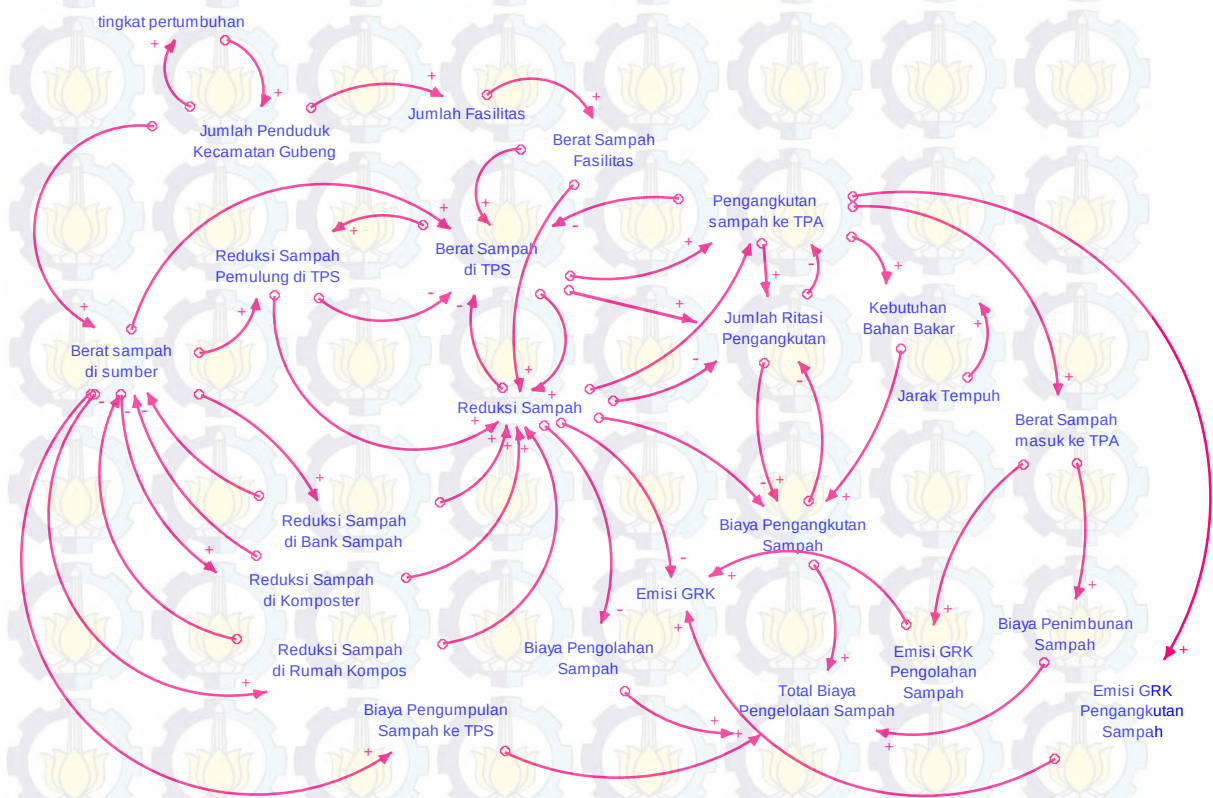
Lanjutan Tabel 6.1 Identifikasi Variabel Terkait Model Sistem Dinamik

No	Nama Variabel	Satuan
Biaya		
16	Biaya pengangkutan tiap ton	IDR/ton
17	Biaya pemrosesan akhir	IDR/tahun
18	Biaya pemrosesan tiap ton	IDR/ton
19	Rate pengangkutan	-
20	Sampah diangkut ke TPA	ton/tahun
21	Total biaya	IDR/tahun
Lingkungan		
1	Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah	ton/tahun
2	Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah	ton/tahun
3	Emisi CH ₄ Pengangkutan Sampah	ton/tahun
4	Emisi CO ₂ Pengangkutan Sampah	ton/tahun
5	Emisi N ₂ O Pengangkutan Sampah	ton/tahun
6	Reduksi Emisi CH ₄ Pengolahan Sampah	ton/tahun
7	Reduksi Emisi CO ₂ Pengolahan Sampah	ton/tahun
8	Reduksi Emisi N ₂ O Pengolahan Sampah	ton/tahun
9	Emisi CH ₄ Pengangkutan Sampah	ton/tahun
10	Emisi CO ₂ Pengangkutan Sampah	ton/tahun
11	Emisi N ₂ O Pengangkutan Sampah	ton/tahun
12	GWP CH ₄	-
13	GWP CO ₂	-
14	GWP N ₂ O	-
15	DOC tiap jenis sampah	-
16	DOCf	-
17	MCF	-
18	OX	-
19	F	-
20	Lo tiap jenis sampah	-
21	DDOC tiap jenis sampah	-
22	Recovery CH ₄	ton/tahun
23	Carbon stock	ton/tahun
24	EF Pengomposan	-
25	EF pengangkutan	-
26	Total Emisi GRK	ton/tahun
27	Penambahan emisi GRK	ton/tahun
28	Pengurangan emisi GRK	ton/tahun

6.2.2 Causal loop Diagram

Causal loop diagram merupakan diagram yang menunjukkan hubungan sebab akibat dan keterkaitan variabel utama yang akan dimasukkan dalam struktur model. Variabel utama disusun berdasarkan variabel awal yang sudah teridentifikasi pada Tabel 6.1. Hubungan sebab-akibat pada *causal loop* digambarkan dengan anak panah. Anak panah yang bertanda positif menunjukkan hubungan variabel tersebut berbanding lurus. Artinya, jika terjadi penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan penambahan nilai pada variabel

yang dipengaruhi (Saysel dan Barlas, 2001). Semakin besar jumlah penduduk, maka jumlah sampah disumber juga meningkat. Sebaliknya, anak panah yang bertanda negatif menunjukkan hubungan berbanding terbalik. Artinya, penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan pengurangan nilai pada variabel yang dipengaruhi (Saysel dan Barlas, 2001). Semakin besar reduksi sampah yang dilakukan maka timbunan sampah menurun. *Causal loop* diagram dari sistem pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng ditunjukkan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 *Causal loop* Diagram Model Dinamik

Causal loop diagram dapat mempermudah memahami keterkaitan dan seberapa jauh pengaruh variabel terhadap perilaku sistem. *Causal loop* diagram memuat semua variabel yang berpengaruh terhadap permasalahan dan akan dilibatkan di dalam model. Beberapa variabel dalam *causal loop* diagram menunjukkan hubungan *feedback* yang dengan dua anak panah bolak-balik. Variabel ini akan digambarkan sebagai level pada saat simulasi. Dari konseptualisasi model melalui *causal loop* diagram terlihat tujuan utama pemodelan. Tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan reduksi sampah yang dapat

dilakukan di Kecamatan Gubeng dengan mempertimbangkan aspek teknis, biaya dan lingkungan.

Model ini memiliki beberapa *causal loop* yang terdiri dari loop positif dan loop negatif. Loop positif menunjukkan hubungan variabel tersebut berbanding lurus sehingga jika terjadi penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan penambahan nilai pada variabel yang dipengaruhi. Sebaliknya, loop negatif menunjukkan hubungan berbanding terbalik sehingga jika terjadi penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan pengurangan nilai pada variabel yang dipengaruhi. Analisa *causal loop* menunjukkan terdapat 11 loop yang terdiri dari 3 loop positif dan 8 loop negatif. Penelitian ini berfokus pada semua loop. *Causal loop* yang terbentuk pada model ini antara lain:

1. Tingkat pertumbuhan penduduk → Jumlah penduduk Kecamatan Gubeng : (+/+) : loop positif
2. Berat sampah di TPS → Reduksi sampah pemulung di TPS → Reduksi sampah : (+/+/-) : loop negatif
3. Berat sampah di TPS → Reduksi sampah pemulung di TPS : (+/-) : loop negatif
4. Berat sampah di sumber → Reduksi sampah di bank sampah: (+/-) : loop negatif
5. Berat sampah di sumber → Reduksi sampah di komposter: (+/-) : loop negatif
6. Berat sampah di sumber → Reduksi sampah di rumah kompos: (+/-) : loop negatif
7. Berat sampah di sumber → Reduksi sampah: (+/-) : loop negatif
8. Pengangkutan sampah ke TPA → Berat sampah di TPS → Reduksi sampah → Jumlah ritasi pengangkutan : (-/+/-/-) : loop negatif
9. Pengangkutan sampah ke TPA → Berat sampah di TPS → Reduksi sampah → Biaya pengangkutan → Jumlah ritasi pengangkutan : (-/+/-/-) : loop positif
10. Jumlah ritasi pengangkutan → Biaya pengangkutan : (+/-) : loop negatif
11. Pengangkutan sampah ke TPA → Kebutuhan bahan bakar → Biaya pengangkutan → Jumlah ritasi pengangkutan : (+/+/-/-) : loop positif

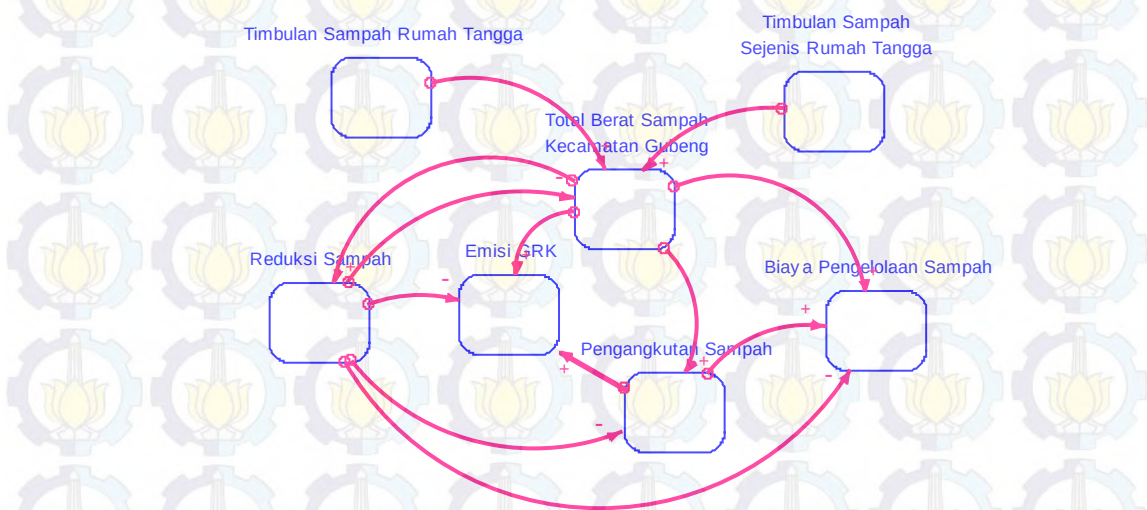
6.3 Stock-Flow Diagram

Stock-flow diagram disusun berdasarkan *causal loop diagram* yang telah dibuat sebelumnya. *Stock-flow diagram* atau diagram alir merupakan penjabaran lebih rinci dari sistem yang sebelumnya ditunjukkan oleh *causal loop diagram*. Pada diagram *stock flow* memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan antar variabel. Setiap variabel mampu menunjukkan

hasil akumulasi untuk variabel level. Variabel mampu menunjukkan laju aktivitas sistem tiap periode waktu (rate/laju). Model *stock-flow diagram* pada model dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng dibuat berdasarkan *causal loop diagram* dengan variabel berat sampah sebagai variabel utama. Setiap variabel yang telah didefinisikan akan memiliki formulasi yang berbeda-beda. Detail formulasi untuk setiap variabel dapat dilihat pada lampiran. Formulasi untuk setiap variabel dibuat dengan menggunakan rumus-rumus umum, kondisi aktual yang terjadi, dan data terkait. Dalam pembuatan formulasi model dinamik, tidak terdapat variabel yang memiliki formulasi dari hasil pengolahan sebelumnya. Hal ini untuk menghindari model dalam model misalnya mengolah model menjadi rumus regresi.

6.3.1 Model Utama Sistem

Keterkaitan submodel yang memiliki keterkaitan antar submodel ditunjukkan dengan model utama sistem. Model utama sistem digambarkan menggunakan modul tiap submodel untuk memperkuat hubungan keterkaitan antar submodel selain ditunjukkan dari *causal loop diagram*. Keterkaitan tersebut digambarkan dengan adanya variabel pada suatu submodel yang digunakan pada submodel lainnya. Model utama sistem dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2 Model Utama Sistem Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng

Pada Gambar 6.2 dapat dilihat perspektif yang digunakan dalam mendeskripsikan variabel yang mempengaruhi peningkatan reduksi sampah. Modul yang mempengaruhi model utama yaitu modul total berat sampah, reduksi sampah, pengangkutan sampah, pembiayaan pengelolaan dan emisi GRK. Selain itu, di tiap modul terdapat model yang bertujuan untuk

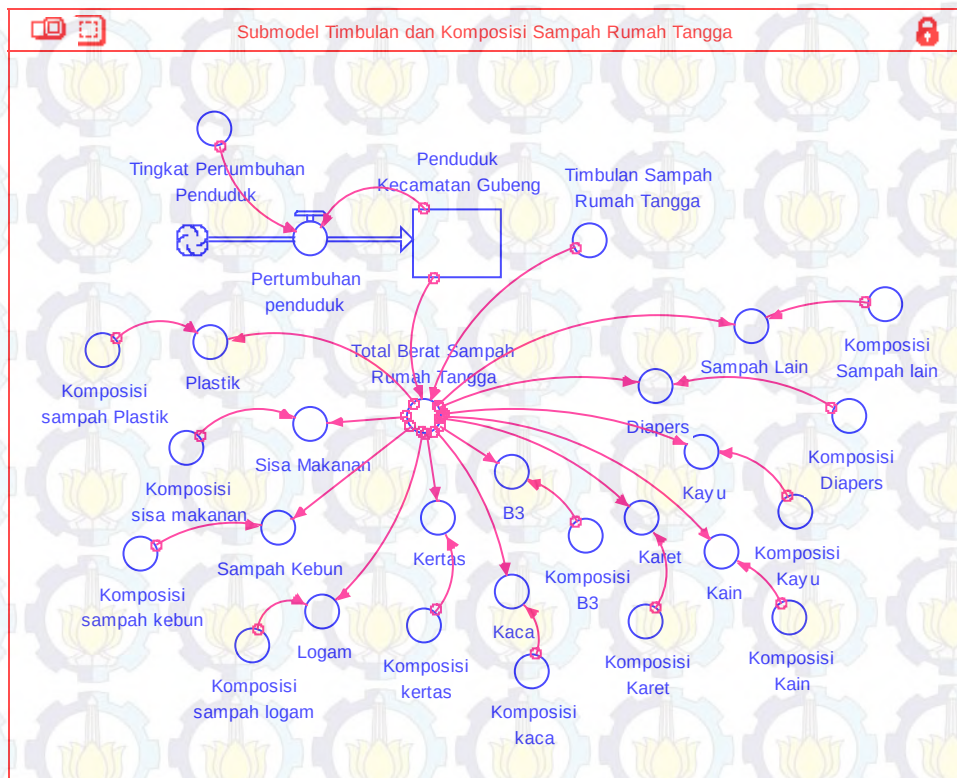
peningkatan reduksi sampah dan ditunjukkan dengan level dan dijelaskan dengan ukuran tertentu.

Variabel yang mempengaruhi secara langsung pada model reduksi sampah yaitu jumlah fasilitas pengolahan sampah (RK, IK, BS, PM) dan berat sampah di sumber penghasil sampah. Dalam modul utama tersebut dapat dilihat konsep gambaran utama dari *causal loop* yang telah dibuat sebelumnya. Model tersebut dibuat menjadi modul dengan tujuan untuk menyederhanakan *stock flow diagram* yang dibuat sehingga konsep model dapat dilihat secara holistik. Modul merupakan bentuk sederhana dari submodel yang diwakili. Hubungan keterkaitan tiap modul dibentuk oleh *ghost converter* atau *stock* dari satu submodel ke submodel lainnya.

6.3.2 Submodel Sistem

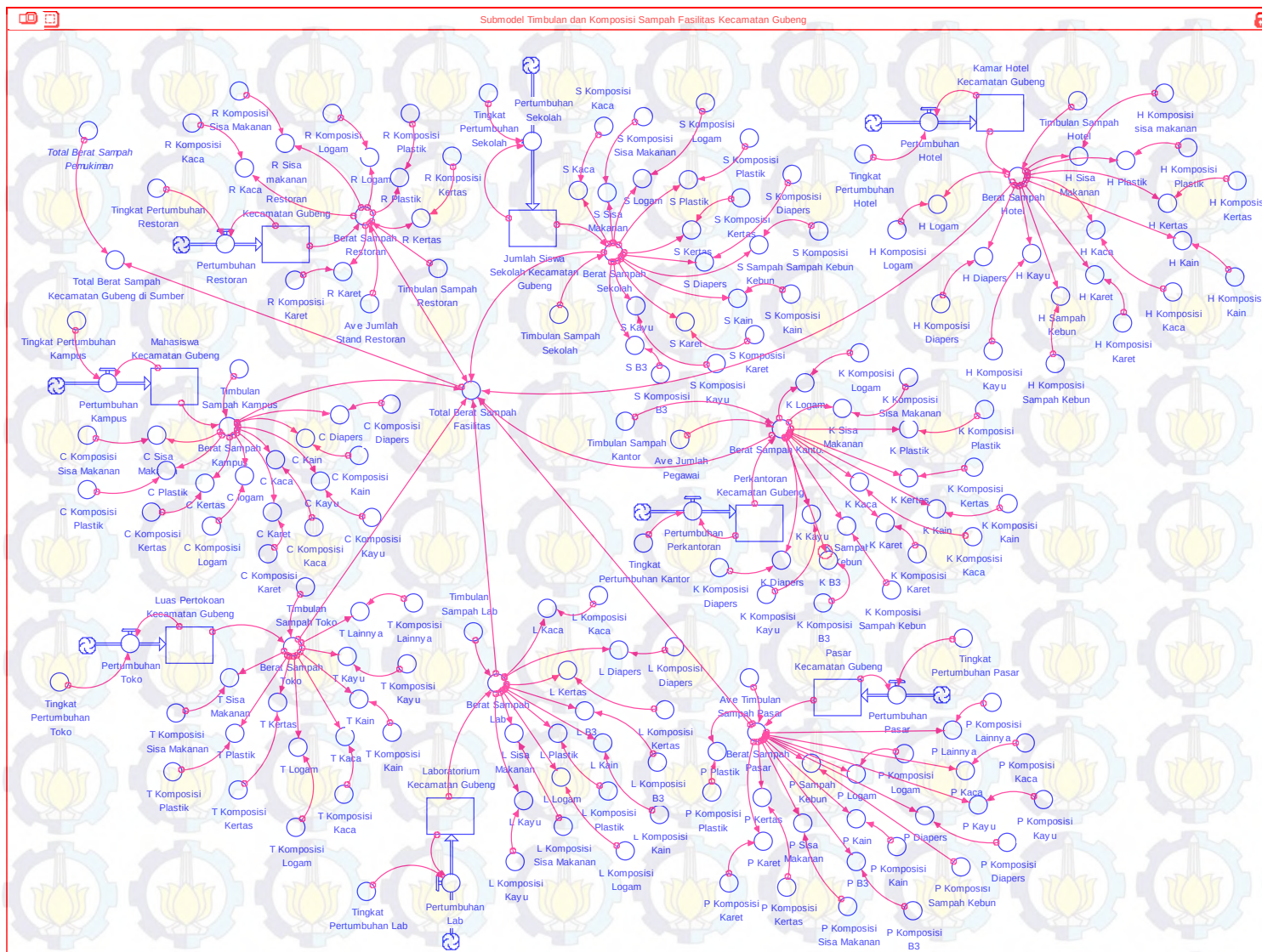
Berdasarkan *causal loop* dan model utama sistem, ditentukan beberapa submodel yang mendukung. Sub model tersebut yaitu, submodel timbulan sampah rumah tangga, fasilitas, pengangkutan sampah, biaya pengelolaan sampah, emisi GRK, reduksi emisi GRK dan total emisi GRK Kecamatan Gubeng. Setiap sub model memiliki keterkaitan antar sub model yang ditandai dengan keberadaan *ghost converter* atau *stock*. Salah satu keunggulan *software* Stella adalah model dapat dibagi dalam submodel dan juga dapat dijalankan parsial sesuai dengan fokus submodel yang dikehendaki (Binder dan Mosler, 2007). Pembagian submodel ditujukan untuk mempermudah analisis model dalam penentuan alternatif peningkatan reduksi sampah di Kecamatan Gubeng. Submodel sistem dapat dilihat pada Gambar 6.3 sampai Gambar 6.14.

Pada Gambar 6.3 Submodel timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dibuat untuk menunjukkan jumlah penduduk, total berat sampah rumah tangga dan berat masing-masing jenis sampah. Variabel tersebut berubah sesuai dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan timbulan sampah per orang per hari. Kenaikan total berat sampah rumah tangga akan sebanding dengan kenaikan jumlah penduduk Kecamatan Gubeng. Komposisi tiap jenis sampah, timbulan sampah per orang dan tingkat pertumbuhan penduduk merupakan konverter tunggal maupun input dalam sistem.

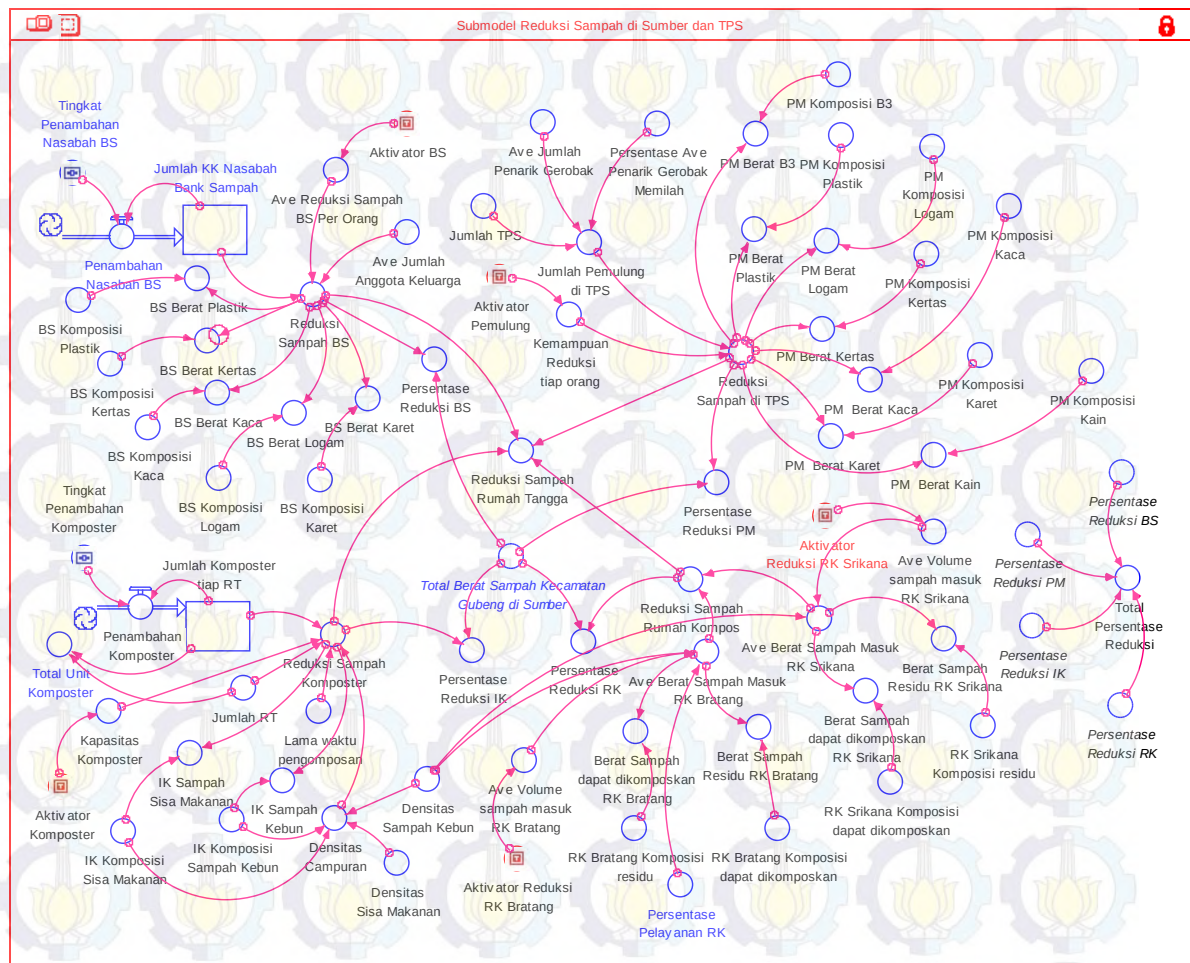


Gambar 6.3 Submodel Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga

Pada Gambar 6.4 Submodel timbulan dan komposisi sampah fasilitas dibuat untuk menunjukkan jumlah fasilitas dan berat sampah tiap fasilitas yang berubah sesuai tingkat pertumbuhan tiap fasilitas dari waktu ke waktu. Submodel mencakup timbulan sampah di sumber dengan menjumlahkan berat sampah rumah tangga dan fasilitas (sejenis rumah tangga). Kenaikan total berat sampah fasilitas akan sebanding dengan jumlah fasilitas yang tersedia. Fasilitas yang dihitung berat sampahnya antara lain sekolah, kampus, hotel, pasar, restoran, laboratorium dan kantor. Yang menjadi input dalam sub model ini yaitu tingkat pertumbuhan tiap fasilitas, komposisi sampah dan timbulan sampah setiap jenis fasilitas.

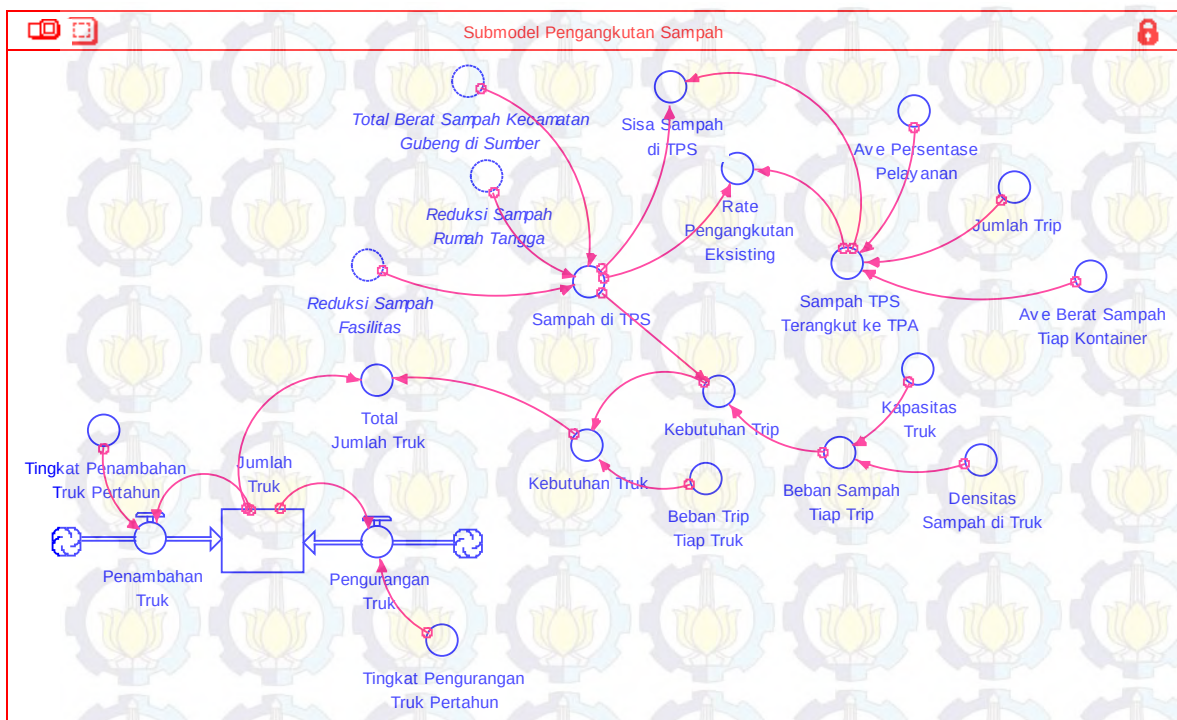


Gambar 6.4 Submodel Timbulan Sampah Fasilitas



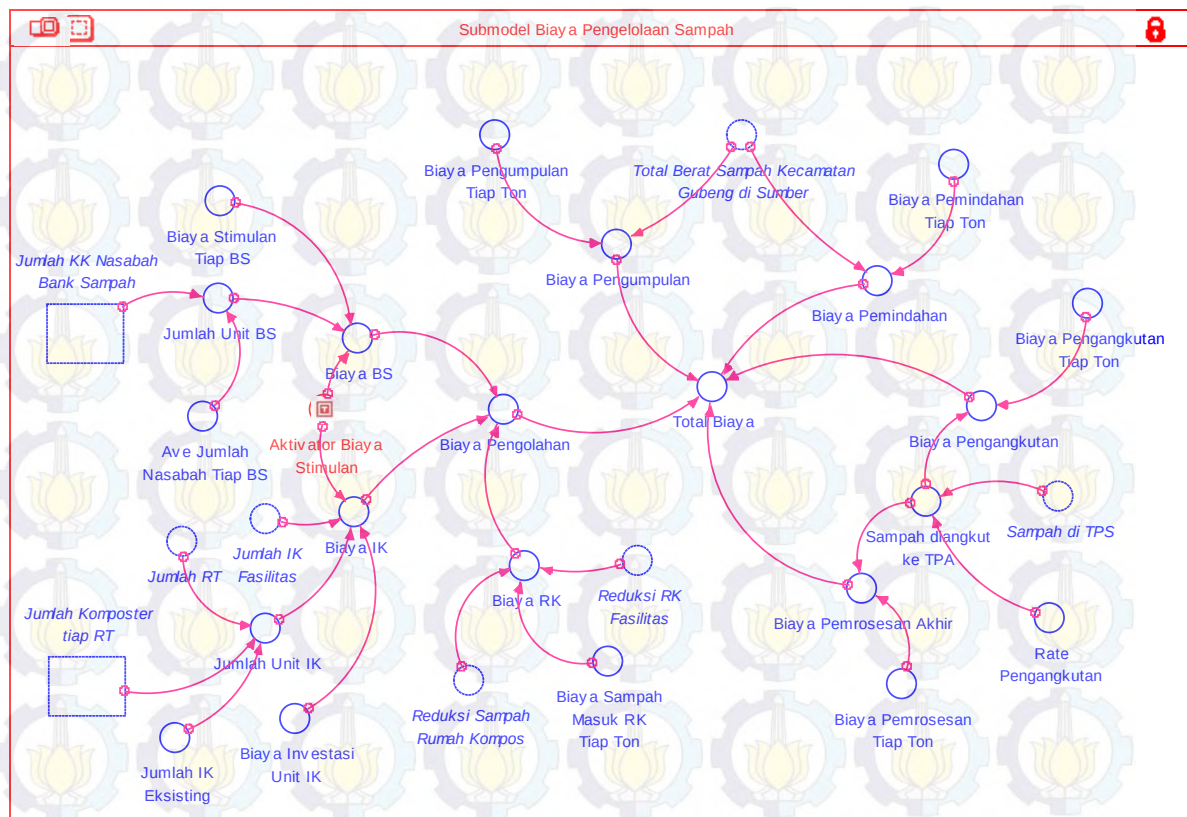
Gambar 6.5 Submodel Reduksi Sampah

Submodel reduksi sampah dibuat untuk menunjukkan jumlah reduksi total dan jumlah reduksi sampah tiap fasilitas pengolahan sampah (RK, IK, BS, PM). Variabel tersebut berubah sesuai tingkat reduksi sampah yang meningkat dari waktu ke waktu. Submodel mencakup tingkat penambahan nasabah BS dan tingkat penambahan IK. Penambahan RK dianggap 0 karena terbatasnya lahan untuk mengekspansi kapasitas maupun membangun unit RK. Penambahan PM juga dianggap 0 karena tidak tersedianya data *time series* jumlah PM setiap TPS. Kenaikan reduksi sampah akan sebanding dengan jumlah fasilitas pengolahan sampah yang tersedia. Input dalam sub model ini yaitu tingkat penambahan nasabah dan unit IK, kemampuan reduksi per orang untuk BS dan PM serta kapasitas IK dan RK.



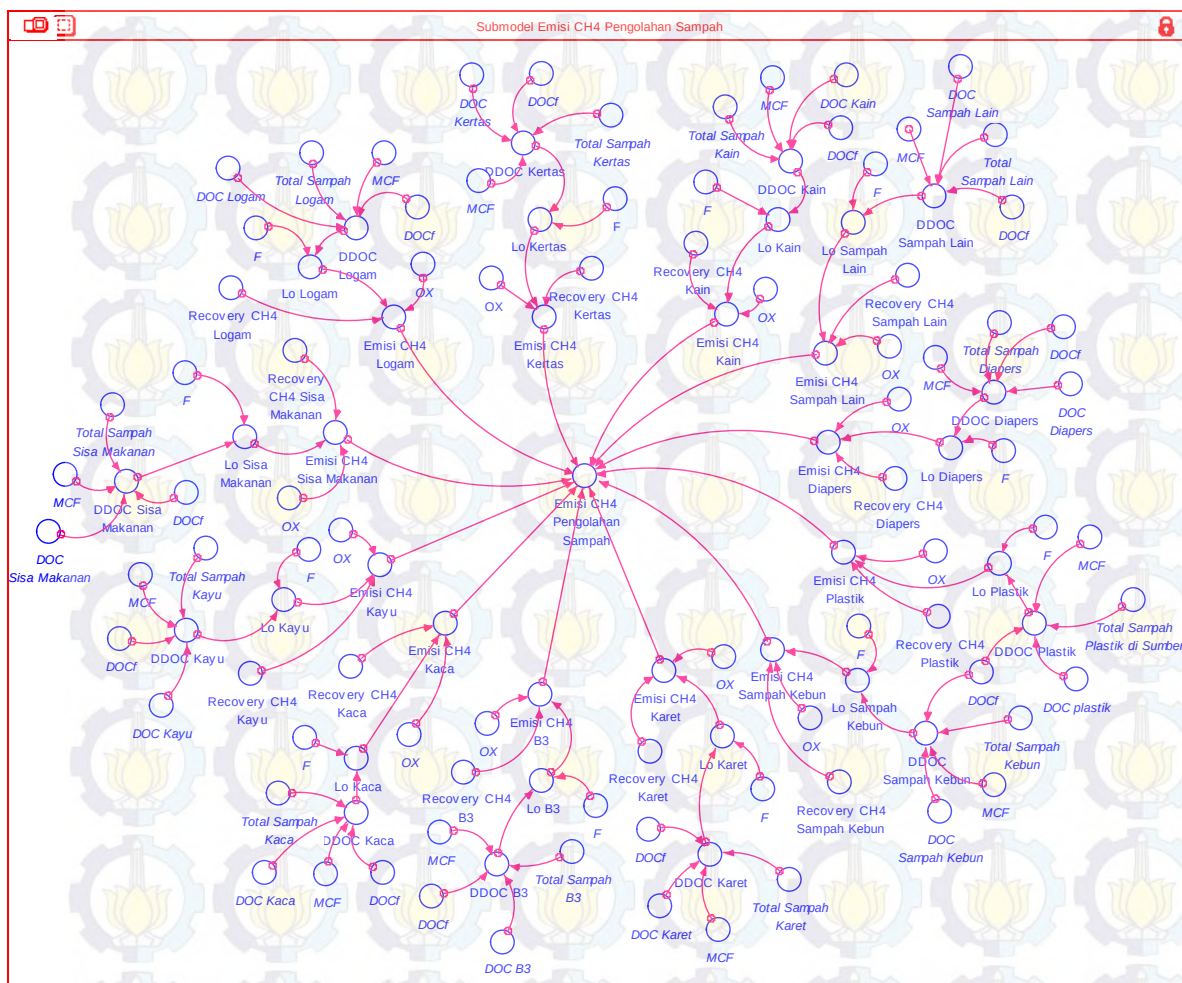
Gambar 6.6 Submodel Pengangkutan Sampah

Submodel Pengangkutan Sampah dibuat untuk menunjukkan jumlah kebutuhan trip dan truk. Variabel tersebut berubah sesuai berat sampah yang meningkat dari waktu ke waktu. Submodel mencakup tingkat penambahan dan pengurangan truk pertahun, jumlah sampah di TPS, jumlah sampah ke TPA, jumlah sisa sampah, dan rate pengangkutan eksisting. Kenaikan berat sampah akan sebanding dengan penambahan jumlah trip dan truk. Input dalam sub model dapat dilihat pada Tabel 5.17. Input model meliputi tingkat penambahan dan pengurangan truk per tahun, rata-rata berat sampah di kontainer, jumlah trip eksisting dan rata-rata persentase pelayanan.



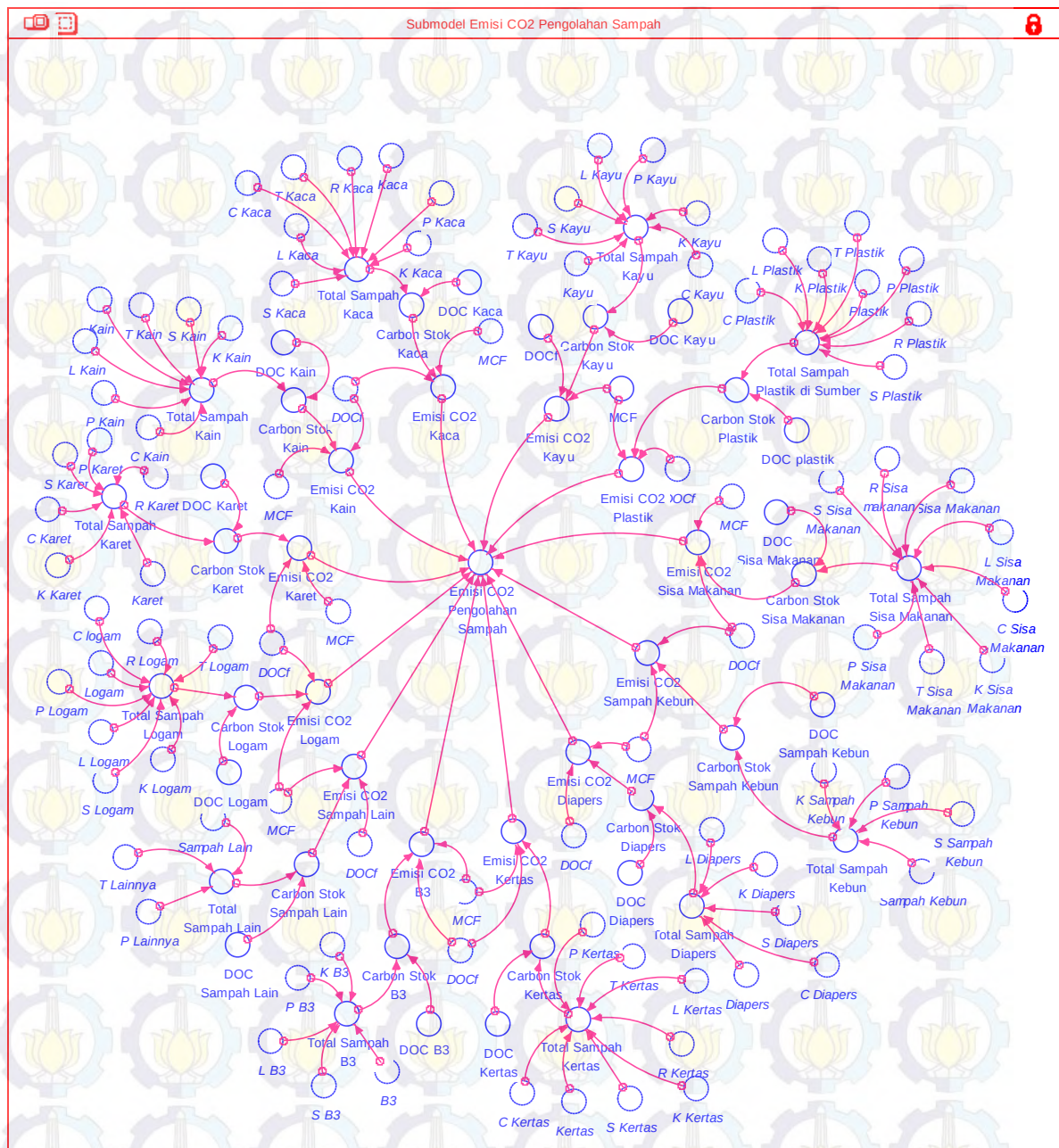
Gambar 6.7 Submodel Biaya Pengelolaan Sampah

Submodel biaya pengelolaan sampah dibuat untuk menunjukkan total biaya pengelolaan sampah yang terdiri dari biaya pengolahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan dan pemrosesan akhir sampah yang berubah sesuai berat sampah yang meningkat dari waktu ke waktu. Submodel mencakup berat sampah dan biaya tiap tahap pengelolaan sampah dan dibagi dalam satuan Rupiah/ton. Kenaikan berat sampah akan sebanding dengan biaya pengelolaan sampah. Biaya pengolahan sampah pada fasilitas IK digunakan untuk investasi komposter dan pada fasilitas BS digunakan untuk stimulan agar kegiatan reduksi tetap berlangsung. Input dalam sub model ini yaitu total berat sampah, jumlah unit BS dan IK, dan satuan biaya pengelolaan sampah tiap ton yang dapat dilihat pada Tabel 5.33.



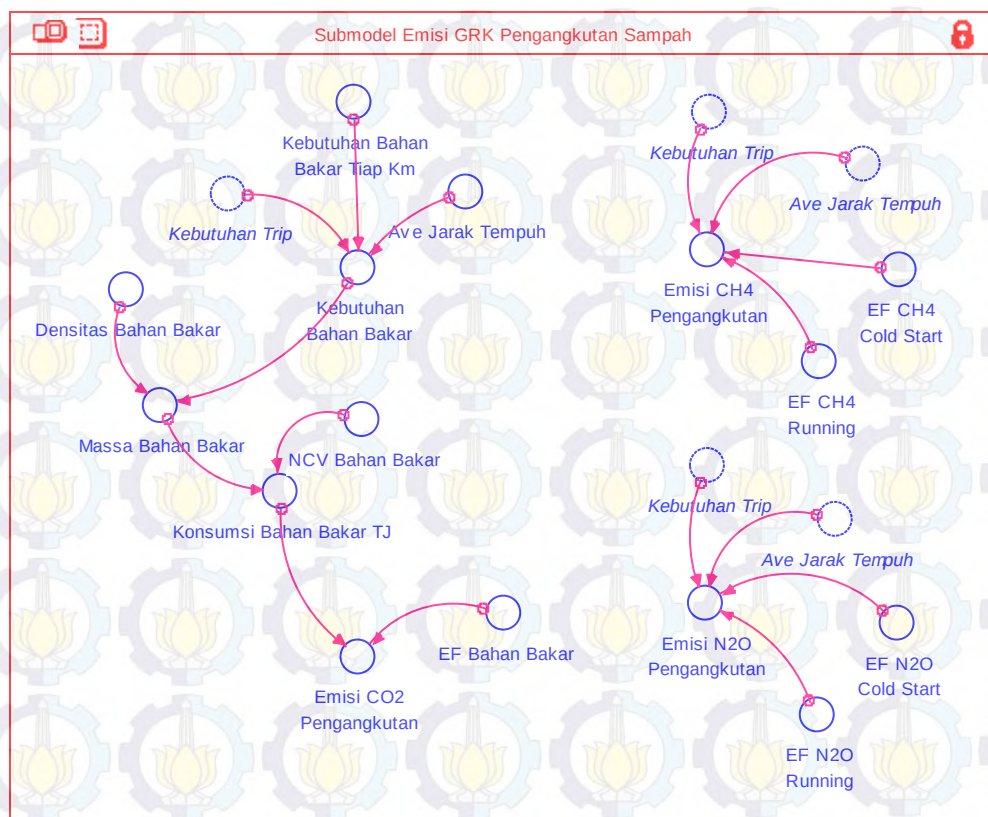
Gambar 6.8 Submodel Emisi CH₄ Pengolahan Sampah

Submodel emisi CH₄ pengolahan sampah dibuat untuk menunjukkan emisi CH₄ dari kegiatan pengolahan sampah yang dihitung sesuai berat setiap jenis sampah yang meningkat dari waktu ke waktu. Detail perhitungan emisi GRK dapat dilihat pada Bab 5. Submodel mencakup berat tiap jenis sampah baik dari rumah tangga dan fasilitas serta faktor emisi yang ditentukan dalam IPCC. Kenaikan berat tiap jenis sampah akan sebanding dengan emisi CH₄ yang dihasilkan.



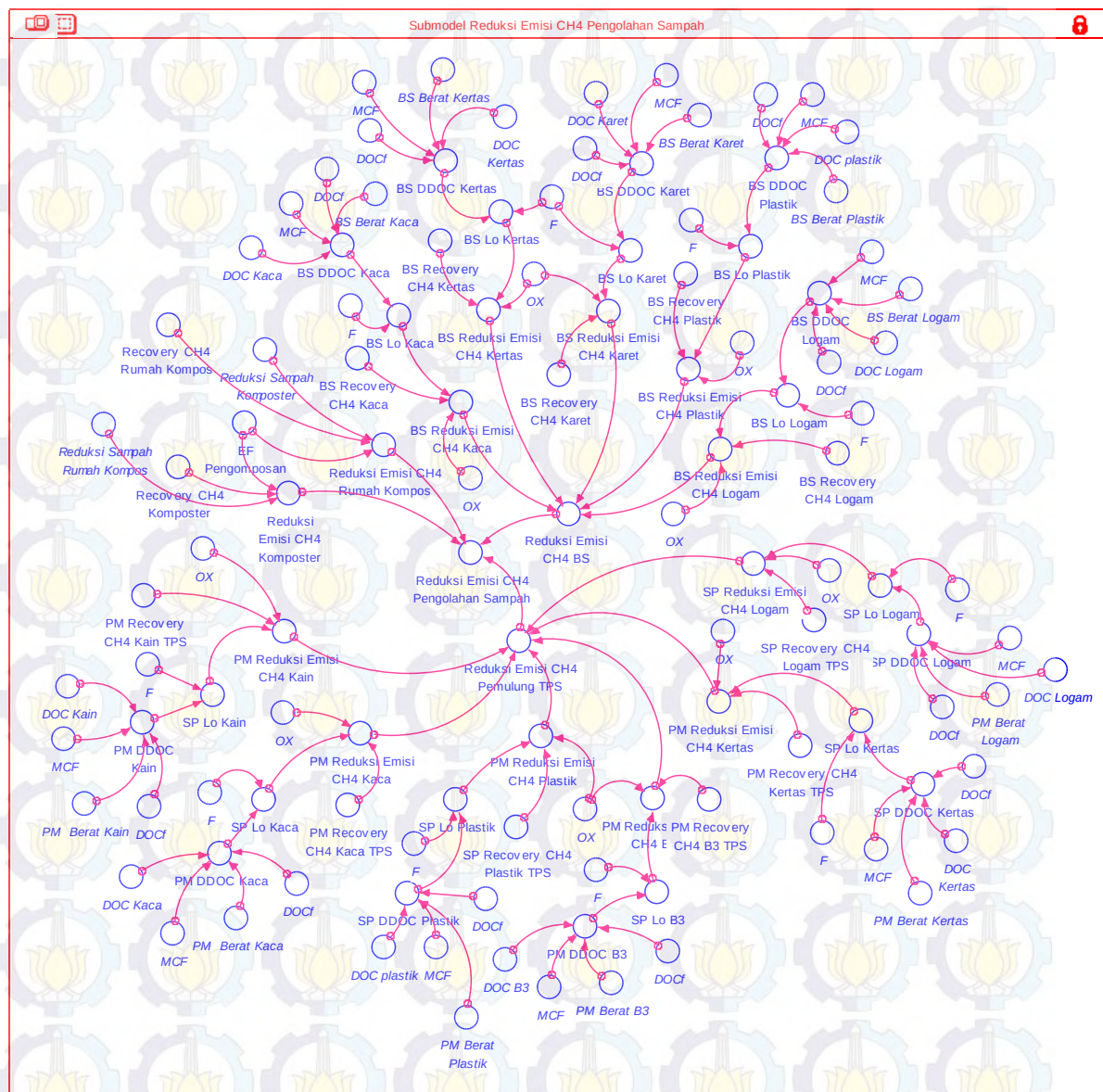
Gambar 6.9 Submodel Emisi CO₂ Pengolahan Sampah

Submodel emisi CO₂ pengolahan sampah dibuat untuk menunjukkan emisi CO₂ dari kegiatan pengolahan sampah. Variabel ini dihitung sesuai berat setiap jenis sampah yang meningkat dari waktu ke waktu. Detail perhitungan emisi GRK dapat dilihat pada Bab 5. Submodel mencakup berat tiap jenis sampah baik dari rumah tangga dan fasilitas serta faktor emisi yang ditentukan dalam IPCC. Kenaikan berat tiap jenis sampah sebanding dengan emisi CO₂ yang dihasilkan.



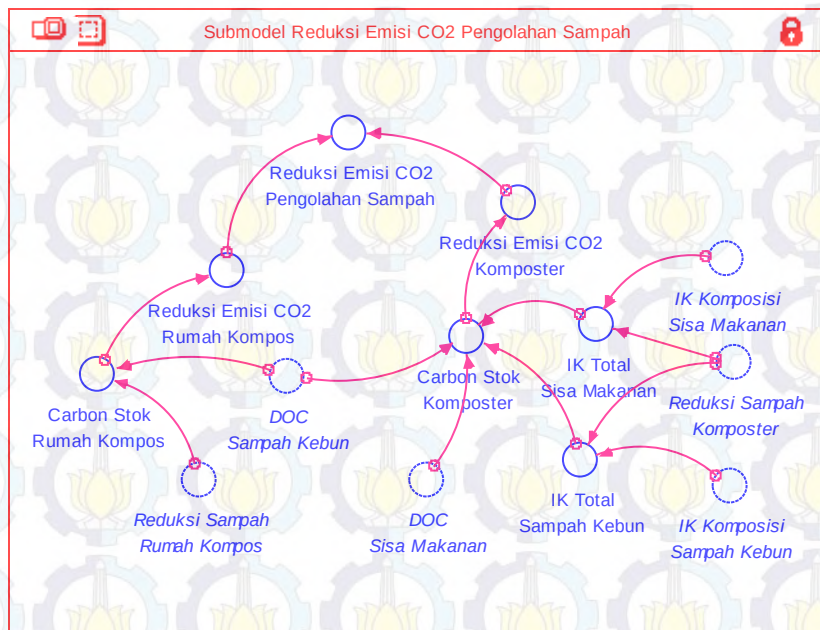
Gambar 6.10 Submodel Emisi GRK Pengangkutan Sampah

Submodel emisi GRK pengangkutan sampah dibuat untuk menunjukkan emisi GRK dari kegiatan pengangkutan sampah. Variabel ini dihitung sesuai jarak tempuh yang meningkat jika jumlah trip bertambah dan meningkat dari waktu ke waktu. Detail perhitungan emisi GRK pengangkutan dapat dilihat pada Bab 5. Submodel mencakup kebutuhan jumlah trip, rata-rata jarak tempuh tiap trip, kebutuhan bahan bakar/km, dan faktor emisi yang ditentukan IPCC. Kenaikan jarak tempuh dan jumlah trip akan sebanding dengan emisi GRK yang dihasilkan.

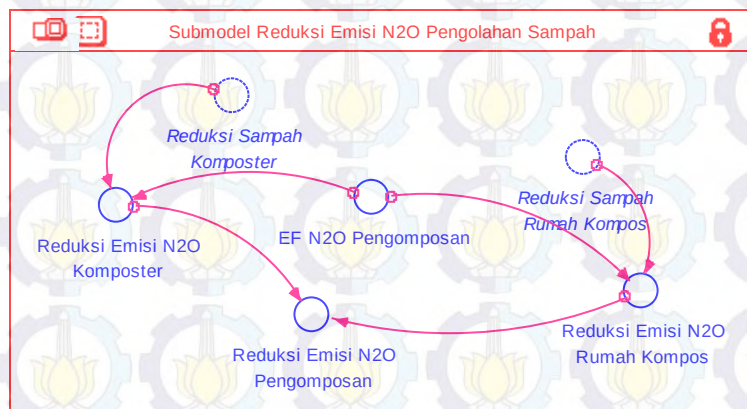


Gambar 6.11 Submodel Reduksi Emisi CH₄ Pengolahan Sampah

Submodel reduksi emisi CH₄ pengolahan sampah dibuat untuk menunjukkan jumlah reduksi emisi CH₄ dari kegiatan pengolahan sampah di fasilitas RK, IK, BS dan PM. Variabel ini bertambah dan meningkat dari waktu ke waktu sesuai dengan persentase reduksi sampah. Detail perhitungan emisi GRK pengangkutan dapat dilihat pada Bab 5. Submodel mencakup komposisi sampah yang direduksi tiap fasilitas pengolahan, berat tiap jenis sampah dan faktor emisi dari IPCC. Kenaikan berat sampah yang direduksi akan sebanding dengan emisi GRK yang dapat direduksi.

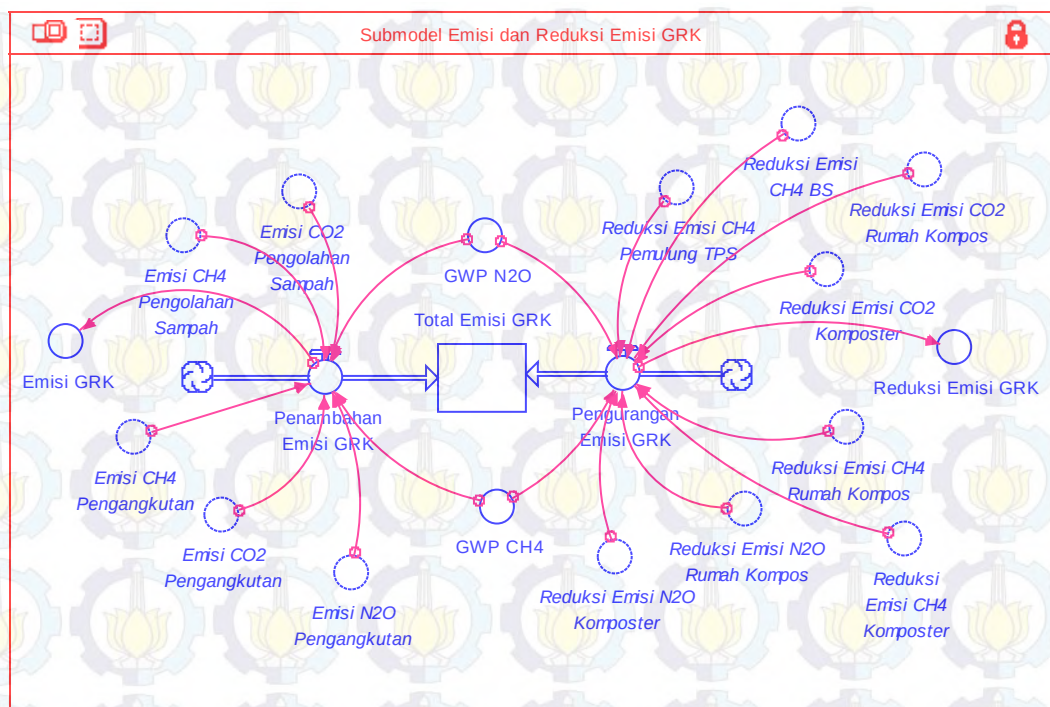


Gambar 6.12 Submodel Reduksi Emisi CO₂ Pengolahan Sampah



Gambar 6.13 Submodel Reduksi Emisi N₂O Pengolahan Sampah

Submodel reduksi Emisi CO₂ dan N₂O pengolahan sampah dibuat untuk menunjukkan jumlah reduksi emisi CO₂ dan N₂O dari kegiatan pengolahan sampah di fasilitas RK dan IK. Variabel ini bertambah dan meningkat dari waktu ke waktu sesuai dengan persentase reduksi sampah. Detail perhitungan emisi GRK pengangkutan dapat dilihat pada Bab 5. Submodel reduksi emisi CO₂ dan N₂O mencakup berat sampah yang dapat di reduksi di RK dan IK serta faktor emisi dari IPCC. Kenaikan berat sampah yang direduksi akan sebanding dengan emisi GRK yang dapat direduksi.



Gambar 6.14 Submodel Total Emisi GRK Kecamatan Gubeng

Submodel total emisi GRK Kecamatan Gubeng dibuat untuk menggabungkan submodel emisi dan reduksi emisi GRK. Submodel ini dapat menunjukkan total emisi GRK yang bertambah dan meningkat dari waktu ke waktu sesuai dengan berat sampah. Detail perhitungan total emisi GRK dapat dilihat pada Bab 5. Submodel total emisi GRK mencakup GWP masing-masing GRK dan emisi serta reduksi emisi GRK pengolahan dan pengangkutan sampah. Kenaikan total emisi GRK akan sebanding dengan submodel emisi GRK yang telah dibahas sebelumnya.

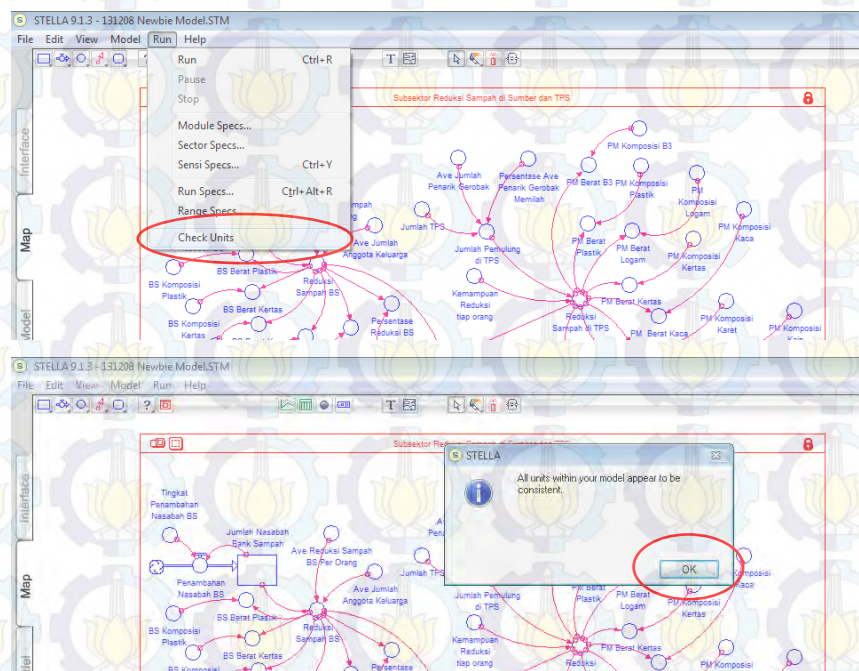
6.4 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi model bertujuan untuk mengetahui model dapat *dirunning* atau masih terdapat *error*. Selain itu, verifikasi dan validasi model dilakukan untuk membandingkan perilaku struktur model dengan perilaku sistem pada keadaan sebenarnya. Model yang telah terverifikasi dan tervalidasi merupakan model yang mampu mewakili sistem nyata.

6.4.1 Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk memeriksa *error* pada model dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada obyek sistem. Verifikasi juga perlu dilakukan dengan

memeriksa formulasi (*equations*), model dan memeriksa unit (satuan) variabel dari model. Jika tidak terdapat *error* pada model, maka dapat dikatakan model sudah terverifikasi. Verifikasi model bertujuan untuk memeriksa kesalahan dan memastikan bahwa model tersebut berperilaku sesuai dengan logika penelitian (Barlas, 1996). Berdasarkan hasil simulasi model, program sudah berjalan dengan baik, tanpa terjadi *error* pada unit maupun formulasi. Verifikasi model dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada Gambar 6.15 dan Gambar 6.16.



Gambar 6.15 Verifikasi Unit Model



Gambar 6.16 Verifikasi Struktur Model

6.4.2 Validasi Model

Validasi dilakukan dengan mengevaluasi proses model simulasi untuk menentukan apakah hasil simulasi dapat diterima dan mewakili sistem nyata atau tidak, data historis selama horison waktu simulasi perlu dirumuskan terlebih dahulu (Barlas, 1996). Validasi model dilakukan untuk meyakinkan bahwa model telah memenuhi tujuan pembuatan model secara menyeluruh dan dapat merepresentasikan sistem nyata. Proses validasi dalam model ini dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode *white box* dan *black box*. Metode *white box* dilakukan dengan memasukkan semua variabel serta keterkaitan antar variabel di dalam model yang didapatkan dari literatur dan pendapat ahli (*expert*) dalam penelitian ini. Sedangkan validasi dengan metode *black box* dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai data aktual dengan nilai data hasil simulasi.

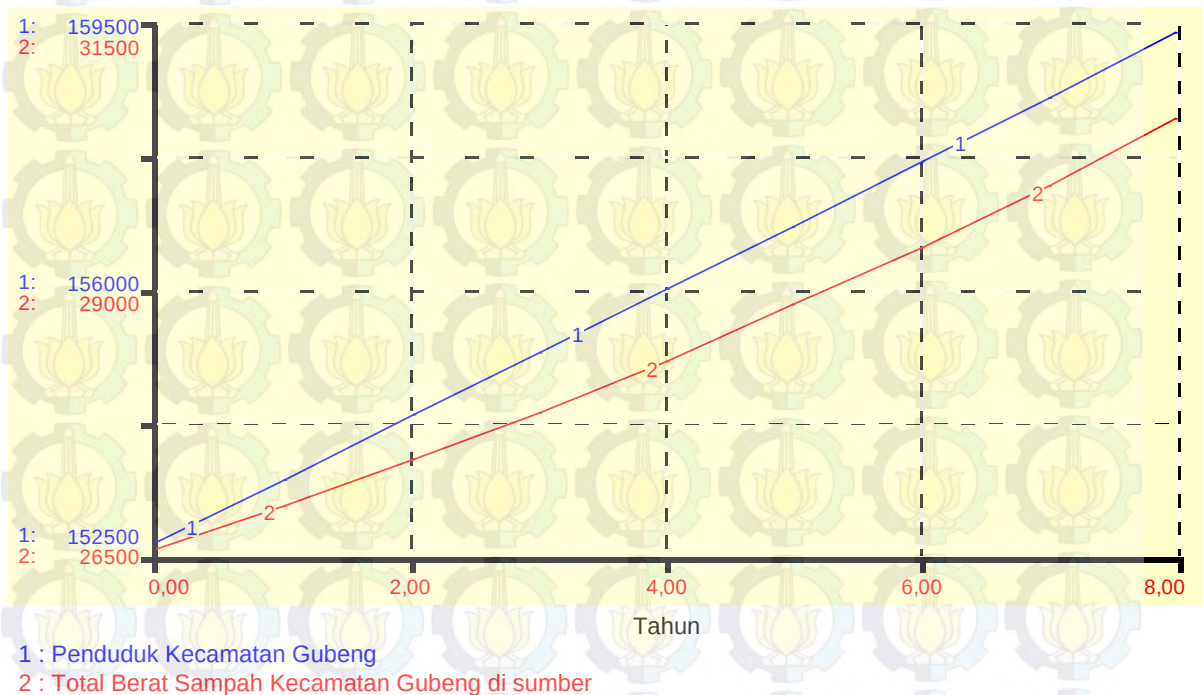
1. Uji Struktur Model (*Model Structure Test*)

Tujuan dari uji struktur model adalah untuk melihat apakah struktur model sudah sesuai dengan sistem nyata. Setiap faktor penting dalam sistem nyata harus dapat direpresentasikan dalam model. Pengujian struktur model pada penelitian ini dilakukan dengan studi literatur untuk memahami konsep maupun kondisi aktual dari sistem pengelolaan sampah secara umum. Pembuat model melakukan penelitian langsung ke lapangan untuk membandingkan kondisi lapangan dengan sistem ideal. Model sistem pengelolaan sampah yang telah dibuat dan formulasi dan unit sudah diterima oleh evaluator, maka model sudah **VALID** secara kualitatif.

2. Uji Parameter Model (*Model Parameter Test*)

Uji parameter model dilakukan dengan melihat dua variabel yang saling berhubungan, serta membandingkan hasil logika aktual dengan hasil simulasi. Pada model ini, digunakan variabel jumlah penduduk dan timbulan sampah yang memiliki hubungan *causal loops* positif. Logika ini kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi yang dapat dilihat pada Gambar 6.17. Hasil uji parameter menunjukkan pola grafik yang identik yaitu semakin naik dari tahun ke tahun. Hal ini berarti jumlah sampah akan meningkat jika jumlah penduduk meningkat. Berdasarkan hasil uji, parameter simulasi model sudah berjalan sesuai dengan logika aktual, yaitu ketika jumlah penduduk naik, maka jumlah timbulan sampah juga semakin naik, dan berlaku sebaliknya. Apabila simulasi model sudah berjalan sesuai dengan logika aktual maka model dikatakan

VALID. Error dari pola grafik dari parameter yang dibandingkan tidak boleh lebih dari 10% dan diuji pada uji replikasi.



Gambar 6.17 Uji Parameter Model

3. Uji Kecukupan Batasan (*Boundary Adequacy Test*)

Batasan model harus sesuai dengan tujuan model yang dirancang. Tujuan pembuatan model dalam penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan sistem pengelolaan sampah dan meningkatkan reduksi sampah dalam pencapaian target sebesar 20%. Langkah pembatasan model sudah dilakukan saat model dibuat, yaitu dengan menguji variabel-variabel yang dimasukkan dalam model. Dalam hal ini, jika suatu variabel ternyata tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tujuan model, maka variabel tersebut tidak perlu dimasukkan dalam model dinamik. Variabel yang tidak berpengaruh signifikan yaitu, tingkat kematian dan reduksi sampah di TPA. Tingkat kematian tidak berpengaruh karena variabel tersebut telah termasuk dalam variabel tingkat pertumbuhan penduduk dan nilainya sangat kecil. Reduksi sampah di TPA tidak berpengaruh karena seharusnya kegiatan pemulungan sampah tidak boleh dilakukan di TPA. Jika uji kecukupan batas ini sudah dilakukan dan menghasilkan variabel yang berpengaruh terhadap model maka model dapat dikatakan **VALID**.

4. Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Conditions Test*)

Uji kondisi ekstrim bertujuan untuk menguji kemampuan model pada kondisi ekstrim ketika nilai variabel berubah signifikan sehingga memberikan kontribusi sebagai alat evaluasi kebijakan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan memasukkan nilai ekstrim terbesar dan terkecil. Pengujian ini digunakan variabel dengan nilai normal, nilai ekstrim besar, dan nilai ekstrim kecil. Model yang mampu menghasilkan pola hasil yang konsisten dalam berbagai kondisi dan sesuai dengan logika sistem maka model dianggap valid. Pada pengujian ini digunakan variabel keputusan penambahan fasilitas BS dan IK. Variabel ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pada variabel kontrol. Uji dilakukan dengan membandingkan persentase reduksi, biaya dan emisi GRK.

Pengujian kondisi ekstrim dengan menggunakan BS maka angka peningkatan IK dalam kondisi normal. Sebaliknya, pengujian kondisi ekstrim dengan menggunakan IK maka angka penambahan BS dalam kondisi normal. Nilai ekstrim minimum 0, nilai normal BS 0,0339 dan IK 0,00487. Nilai ekstrim maksimum 1. Hasil uji kondisi ekstrim dapat dilihat pada Gambar 6.18. Dari hasil simulasi, ketika dimasukkan nilai ekstrim minimum, medium dan maksimum untuk masing-masing fasilitas (bank sampah dan komposter), model menunjukkan perilaku yang konsisten. Pola perilaku konsisten ditunjukkan dari pola grafik yang identik. Pola perilaku nilai total persentase reduksi, biaya dan emisi GRK memiliki pola perilaku konsisten sehingga model dapat dikatakan **VALID**.

5. Uji Perilaku Model/Replikasi

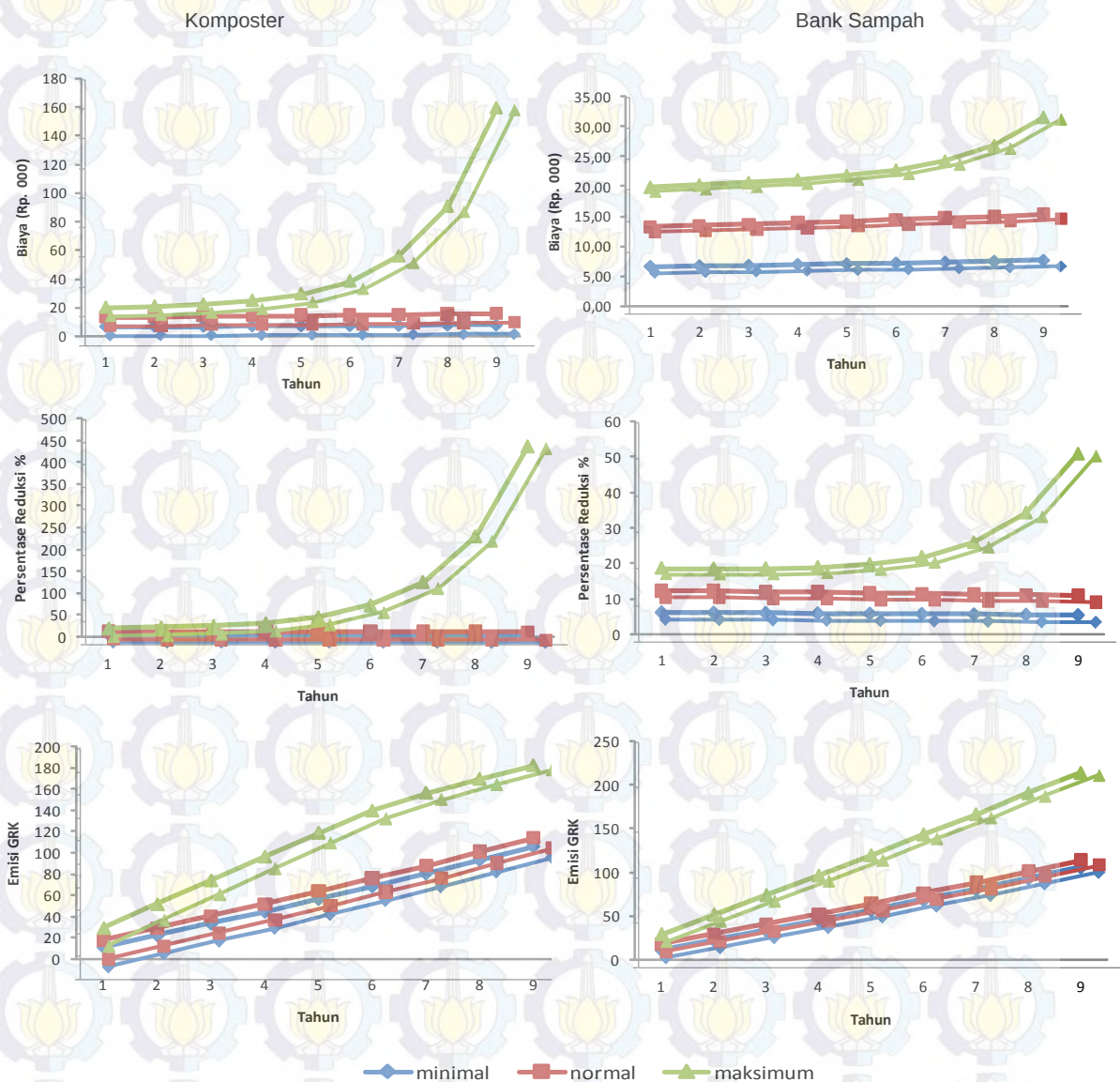
Secara kuantitatif, validasi model dilakukan dengan metode *black box* (Barlas, 1996). Metode *black box* dilakukan dengan membandingkan rata-rata nilai pada data aktual dengan data hasil simulasi untuk menemukan rata-rata *error* yang terjadi dengan menggunakan persamaan 6.1 berikut :

$$E = |(S - A) / A| \quad (6.1)$$

Dimana: A = Data actual; S = Data hasil simulasi; E = Variansi *error* antara data aktual dan data simulasi, dimana jika $E < 0,1$, maka model valid.

Model sistem dinamik pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng disimulasikan selama 8 tahun. Untuk validasi perilaku model, digunakan data jumlah penduduk simulasi dan dibandingkan dengan jumlah penduduk aktual selama 9 tahun terakhir. Selang kepercayaan ditentukan sebesar 90% sehingga nilai *error* harus lebih kecil dari 0,1

maka model dapat dikatakan valid. Perhitungan *error* model dapat dilihat pada Tabel 6.2. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 6.2 nilai rata-rata *error* (E) adalah 0.011. Nilai *error* tersebut lebih kecil dari 0,1. Oleh karena itu, model dikatakan **VALID** secara kuantitatif. Pengujian ini secara langsung mendukung validitas data total reduksi sampah yang dipengaruhi oleh jumlah timbulan sampah total dan variabel tersebut tergantung dari jumlah penduduk yang ada di Kecamatan Gubeng.



Gambar 6.18 Uji Kondisi Ekstrim

Dari serangkaian uji yang telah dilakukan, model dinyatakan valid. Model tetap representatif dengan kondisi sistem eksisting yang sama. Apabila kondisi sistem berubah, model dapat

diperbaiki agar tetap representatif untuk kondisi sistem eksisting saat itu. Tidak ada batas waktu model repretatif/tidak tetapi bergantung dari kondisi sistem yang dimodelkan. Model akan semakin baik jika tingkat representasi tidak lebih dari 10% dan memenuhi standar pengujian yang dilakukan. Model juga akan semakin baik jika model dapat mensimulasikan sesuai dengan logika aktual.

Tabel 6.2 Perhitungan Error antara Data Aktual dan Simulasi Jumlah Penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk		Error (E)
	Simulasi (S)	Aktual (A)	
2004	149076	149076	0,000
2005	151365	149881	0,010
2006	152827	150690	0,014
2007	150882	151504	0,004
2008	151561	152322	0,005
2009	153067	153145	0,001
2010	150944	153972	0,020
2011	151395	154803	0,023
2012	152653	155639	0,020
Rata-rata	151530	152337	0,011

6.5 Simulasi Model

Simulasi model dilakukan dengan menggunakan *software* stella karena program ini memiliki beberapa fitur yang lebih unggul dibandingkan program sistem dinamik lainnya. Stella adalah salah satu sistem pemodelan dinamik yang pertama kali di akui secara luas. Tampilan yang *user-friendly* baik dalam model interface dan ikonografi untuk memfasilitasi pembangunan model sistem dinamik. Stella menyediakan bahasa pemrograman prosedural yang berguna untuk melihat atau memodifikasi operasi dan variabel dibuat. Stella juga menyediakan fasilitas untuk melakukan simulasi parsial agar lebih fokus pada sektor-sektor tertentu dari model serta dapat dijalankan selama periode waktu yang berbeda (Kolikkathara *et al.*, 2010). Simulasi dijalankan selama 9 tahun dari tahun 2012 sampai tahun 2020 karena mengikuti Rencana Aksi Nasional Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim (RAN MAPI) Bidang Penyehatan Lingkungan Pemukiman Sektor Persampahan Jangka Menengah (2012-2014) dan Jangka Panjang (2012-2020). Model sistem dinamik berfokus pada peningkatan reduksi sampah untuk mencapai target RAN MAPI sebesar 20%. Simulasi dilakukan dengan menerapkan skenario yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu skenario TPA, Bank Sampah dan Daur Ulang. Dari hasil simulasi dihasilkan skenario dengan persentase reduksi sampah

terbesar dan digunakan sebagai dasar perbaikan skenario pengelolaan sampah untuk mencapai target reduksi sampah sebesar 20%. Selain itu, ditambahkan skenario TPS untuk validasi hasil dari skenario rencana tersebut. Hasil simulasi tiap skenario dibahas pada sub bab berikut.

6.5.1 Skenario TPS

Skenario TPS merupakan skenario yang digunakan untuk validasi skenario lainnya. Validasi dilakukan untuk membuktikan nilai reduksi sampah skenario yang ditentukan dengan kondisi eksisting memiliki kisaran angka yang sama. Skenario TPS akan dibandingkan dengan skenario Daur Ulang. Persentase reduksi skenario TPS didasarkan pada berat sampah di sumber dan berat sampah yang masuk ke TPA. Diasumsikan reduksi sampah dilakukan oleh fasilitas pengolahan sampah sesuai dengan kondisi aktual. Data berat sampah di sumber didapatkan dari penjumlahan sampah rumah tangga dan fasilitas. Data berat sampah masuk ke TPA didapatkan dari pendataan data berat sampah truk untuk setiap TPS. Skenario TPS didasarkan pada perhitungan data aktual yang dapat dilihat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Data Simulasi Skenario TPS

Nama TPS	Rata-rata berat/rit (kg/rit)	Jumlah Ritasi/minggu	Jumlah Ritasi/tahun	Berat Sampah TPS (kg/tahun)	Persentase Pelayanan Kec Gubeng	Berat Sampah ke TPA (kg/tahun)
TPS Bratang	3.944	28	1.456	5.742	50%	2.871,23
TPS Bakti Husada	5.313	15	780	4.144	67%	2.776,57
TPS Pasar Pucang	6.657	4	208	1.385	100%	1.384,66
TPS Kalibokor	7.556	7	364	2.750	66%	1.815,25
TPS Srikana	6.669	30	1.560	10.404	75%	7.802,73
TPS Barata Jaya	3.972	7	364	1.446	50%	722,90
TPS Kaliwaron	5.860	14	728	4.266	33%	1.407,81
TPS Mojoarum	6.478	10	520	3.369	100%	3.368,56
TPS Kangean	4.580	14	728	3.334	50%	1.667,12
Total	5.670	129	6.708	36.840		23.816,84

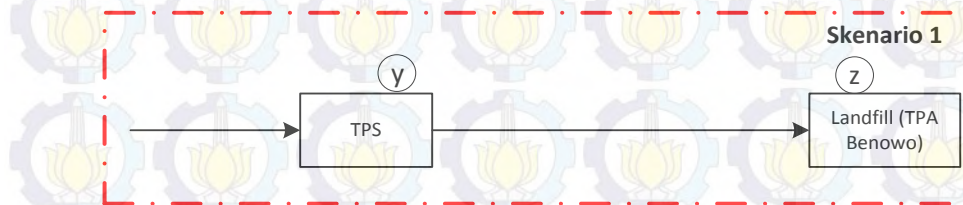
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sampah yang masuk ke TPA sebesar 23.816,84 ton/tahun dengan berat sampah di sumber sebesar 25.359 ton/tahun (Sub bab 5.2.3). Dengan membandingkan kedua berat sampah tersebut, dapat mengindikasikan adanya aktivitas reduksi sampah sehingga dapat dihitung persentase reduksi skenario TPS sebesar 6,08%.

6.5.2 Skenario TPA

Skenario TPA merupakan skenario penimbunan di TPA tanpa daur ulang. Skenario TPA tidak memasukkan kegiatan reduksi sampah sehingga diasumsikan seluruh sampah yang dihasilkan di sumber akan di proses di TPA. Rate pengangkutan mempengaruhi jumlah sampah yang

masuk ke TPA dan ditentukan rate pengangkutan sebesar 0,85. Aliran sampah ditunjukkan dengan persamaan 6.1. Gambaran detail skenario TPA dapat dilihat pada Gambar 6.19. Formulasi model dapat dilihat pada lampiran. Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 6.4 dan Gambar 6.20.

Skenario TPA (1) $z = y$ (6.1)



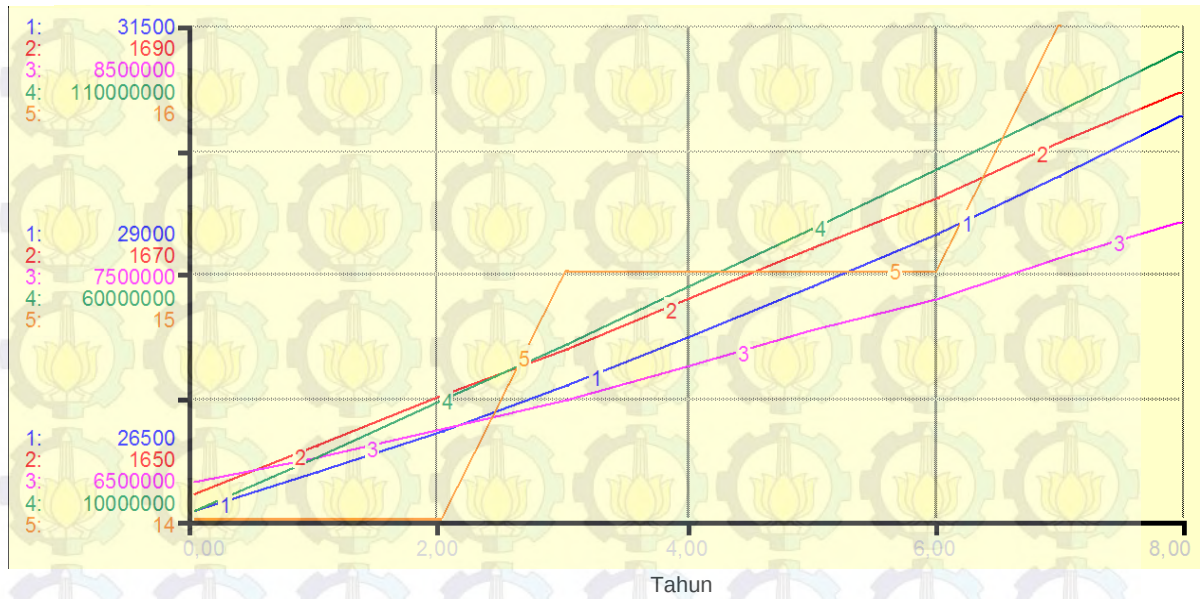
Gambar 6.19 Skenario TPA

Tabel 6.4 Hasil Simulasi Skenario TPA

Tahun Proyeksi	Tahun	Total Sampah di Sumber	Total Biaya (Rp 000)	Total Emisi GRK (CO ₂ e)	Kebutuhan Trip per hari
0	2012	26.540,91	6.895.523,78	11.958.861,20	15
1	2013	26.947,79	7.005.823,00	23.917.722,40	15
2	2014	27.378,86	7.119.968,99	35.877.062,59	15
3	2015	27.836,18	7.243.294,79	47.836.911,35	16
4	2016	28.322,00	7.373.981,70	60.592.523,30	16
5	2017	28.838,77	7.512.263,69	73.348.710,90	16
6	2018	29.389,17	7.657.632,28	86.105.512,16	16
7	2019	29.976,12	7.814.441,75	98.862.968,43	17
Final	2020	30.602,81	7.981.514,99	112.416.347,14	17

Hasil simulasi Skenario TPA tahun 2020 menunjukkan total sampah di sumber sebesar 30.602,81 ton/tahun. Total biaya pengelolaan sampah yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 7.981.514,99. Total emisi GRK yang dihasilkan 112.416.347,14 ton/tahun CO₂e dan kebutuhan trip per hari sebanyak 17 trip. Skenario TPA diperkirakan memiliki nilai yang paling besar dari skenario lainnya terutama untuk total sampah di sumber, total biaya pengelolaan, total emisi GRK dan kebutuhan trip/hari.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa total sampah di sumber naik setiap tahun. Reduksi sampah, total biaya, emisi GRK dan kebutuhan trip juga mengalami kenaikan dengan kecepatan yang berbeda. Efek kenaikan ini diakibatkan dari *feedback* positif dalam sistem.



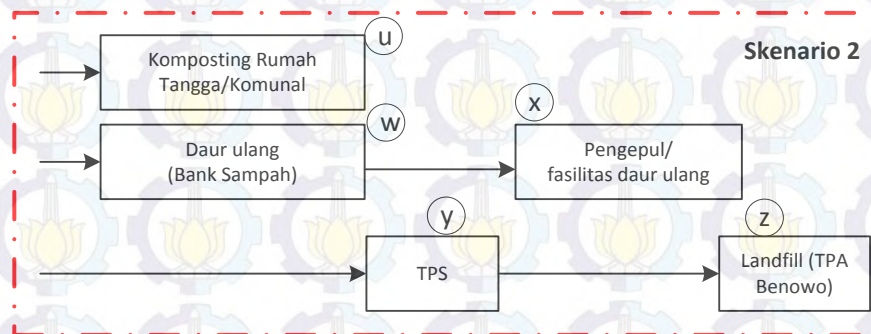
- 1 : Total sampah Kecamatan Gubeng di Sumber (Ton/tahun)
 2 : Reduksi Sampah Pemukiman (Ton/tahun)
 3 : Total Biaya (Rupiah/tahun)
 4 : Total Emisi GRK (Ton/tahun)
 5 : Kebutuhan Trip (Trip/tahun)

Gambar 6.20 Hasil Simulasi Skenario TPA

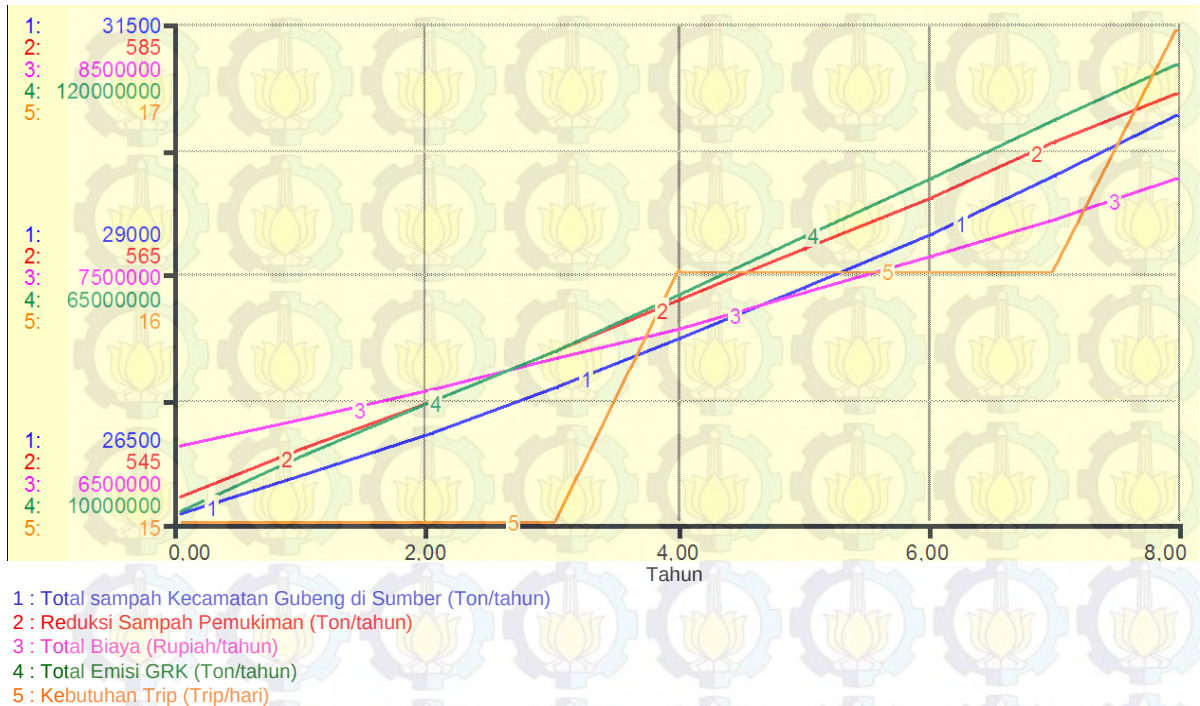
6.5.3 Skenario Bank Sampah

Skenario Bank Sampah merupakan skenario daur ulang dengan partisipasi masyarakat melalui program bank sampah. Skenario Bank Sampah memasukkan kegiatan reduksi sampah melalui IK dan BS. Aliran sampah ditunjukkan dengan persamaan 6.2. Gambaran detail skenario Bank Sampah dapat dilihat pada Gambar 6.21. Formulasi model dapat dilihat pada lampiran. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.22 dan Tabel 6.5.

$$\text{Skenario Bank Sampah (2)} \quad z = y - (u + w) \quad (6.2)$$



Gambar 6.21 Skenario Bank Sampah

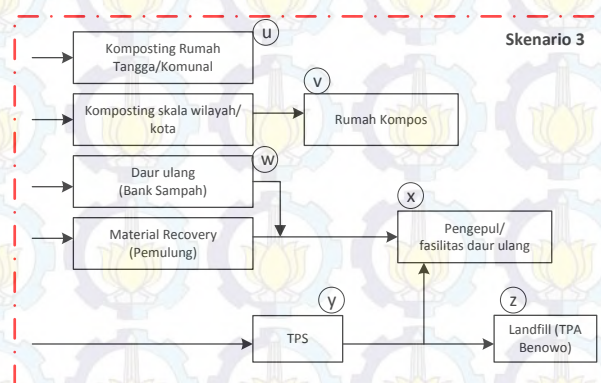


Gambar 6.22 Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah

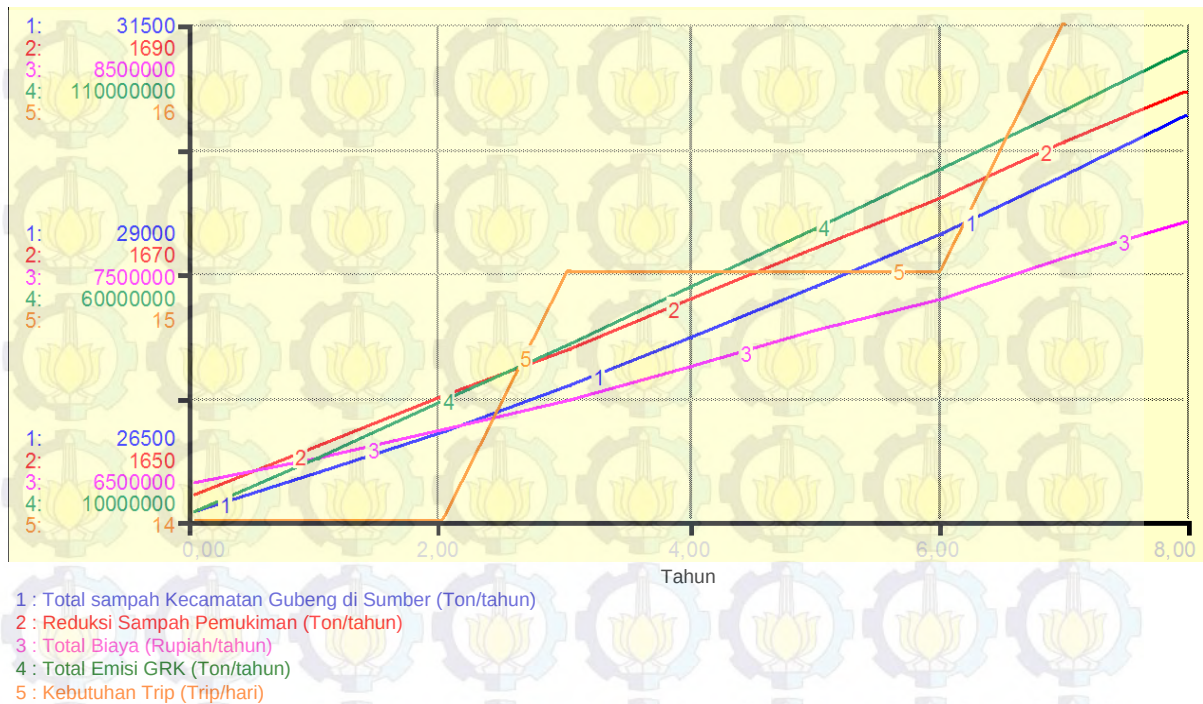
6.5.4 Skenario Daur Ulang

Skenario Daur Ulang merupakan skenario daur ulang berdasarkan potensi *recovery* material. Skenario Daur ulang memasukkan kegiatan reduksi sampah melalui IK, RK, BS dan PM. Residu sampah dari rumah kompos juga diperhitungkan pada skenario ini. Aliran sampah ditunjukkan dengan persamaan 6.3. Gambaran detail skenario Daur Ulang dapat dilihat pada Gambar 6.23. Formulasi model dapat dilihat pada lampiran. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.24 dan Tabel 6.6.

Skenario Daur Ulang (3)
$$z = y - (u + v + w + x) \quad (6.3)$$



Gambar 6.23 Skenario Daur Ulang



Gambar 6.24 Hasil Simulasi Skenario Daur Ulang

Hasil simulasi skenario Daur Ulang tahun 2020 menunjukkan total sampah di sumber sebesar 30.602,81 ton/tahun dengan reduksi sampah sebesar 1.684,58 t on/tahun. Total biaya pengelolaan sampah yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 7.715.128,96. Total emisi GRK yang dihasilkan 105.268.005,84 ton/tahun CO₂e dan kebutuhan trip per hari sebanyak 16 trip. Skenario Daur Ulang diperkirakan memiliki nilai lebih kecil dari skenario TPA terutama untuk total sampah di sumber, total biaya pengelolaan, total emisi GRK dan kebutuhan trip/hari. Skenario Daur Ulang memiliki nilai reduksi sampah yang lebih tinggi dibandingkan skenario TPA sebesar 5,50 % pada tahun 2020. Nilai reduksi sampah semakin kecil dari tahun ke tahun karena jumlah sampah yang semakin banyak tetapi kenaikan reduksi sampah yang terlalu kecil. Gambar 6.24 menunjukkan pola simulasi skenario Bank Sampah. Seluruh variabel menunjukkan kenaikan dengan kecepatan yang berbeda. Efek kenaikan ini diakibatkan dari *feedback* positif dalam sistem.

6.5.5 Perbandingan Skenario

Skenario TPA merupakan skenario baseline karena menghasilkan total berat sampah di sumber, emisi GRK, biaya pengelolaan dan kebutuhan trip pengangkutan sampah yang paling besar. Skenario TPS merupakan skenario untuk validasi skenario lain. Prediksi jumlah emisi GRK sangat terkait dengan *Global Warming* dan Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi

GRK Indonesia yang tercantum dalam Peraturan Presiden Nomor 61 tahun 2011. Prediksi biaya sangat penting untuk alokasi dana dari Anggaran Pendapatan Pemerintah Daerah Kota Surabaya. Dengan mengetahui emisi GRK pengelolaan sampah dan biaya yang dibutuhkan, diharapkan dapat dilakukan perbaikan dan pengembangan skenario pengelolaan sampah yang dibahas pada Bab selanjutnya. Dari hasil simulasi ketiga skenario, dapat dibandingkan persentase reduksi, biaya pengelolaan, emisi GRK dan kebutuhan jumlah trip per hari. Perbandingan hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 6.6 hingga Tabel 6. 10.

Persentase kenaikan reduksi sampah setiap skenario pada tahun proyeksi yang ditentukan dapat diketahui pada Tabel 6.7. Pada tahun 2020, skenario Daur Ulang mengalami persentase reduksi sampah sebesar 5,50% yang terdiri atas 1,72% IK, 1,14% RK, 0,18% BS dan 2,47% PM. Nilai ini tentunya masih sangat kecil apabila dibandingkan dengan jumlah total sampah di Kecamatan Gubeng itu sendiri. Nilai reduksi sampah semakin kecil dari tahun ke tahun karena jumlah sampah yang semakin banyak tetapi kenaikan reduksi sampah yang terlalu kecil. Persentase reduksi sebesar 5,50% masih perlu ditingkatkan, mengingat target reduksi pada tahun 2020 sebesar 20%. Persentase skenario Daur Ulang mendekati persentase reduksi skenario TPS sehingga dapat disimpulkan bahwa skenario yang direncanakan sesuai dengan kondisi eksisting dan memberikan hasil yang presisif.

Tabel 6.8 menunjukkan biaya pengelolaan sampah yang dibutuhkan untuk setiap skenario. Skenario Daur Ulang membutuhkan biaya yang paling sedikit diantara dua skenario lainnya. Sampah pada skenario TPA langsung masuk TPA tanpa proses daur ulang dan skenario Bank Sampah hanya mendaur ulang sebagian sampah sebelum masuk ke TPA. Hal ini menunjukkan bahwa biaya pemrosesan akhir sampah lebih tinggi dibandingkan biaya daur ulang (Lavee dan Khatib, 2010). Pada perbandingan biaya ini, TPA dianggap masih dalam kondisi *controlled landfill*. Apabila TPA telah mengalami perkembangan menjadi *sanitary landfill* maka biaya pemrosesan akhir akan semakin tinggi. Biaya pengelolaan sampah yang memadai adalah 5-10% dari total APBD (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

Tabel 6.9 menunjukkan total emisi GRK tiap skenario. Skenario Daur Ulang menghasilkan emisi GRK yang paling rendah diantara skenario lainnya. Rendahnya emisi GRK karena sampah yang masuk TPA mengalami reduksi dari kegiatan pengolahan sampah di IK, RK, BS dan PM. Hal ini membuktikan bahwa semakin meningkatnya persentase reduksi sampah maka emisi GRK yang dilepaskan ke lingkungan akan menurun.

Tabel 6.5 Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah

Tahun Proyeksi	Tahun	Reduksi (ton/tahun)				Total Reduksi Sampah	Total Sampah di Sumber	Total Persentase Reduksi	Total Biaya (Rp 000)	Total Emisi GRK (CO ₂ e)	Kebutuhan Trip per hari
		Reduksi di TPS	Reduksi BS	Reduksi IK	Reduksi RK						
0	2012	0	41,38	505,53	0	546,91	26.540,91	2,06%	6.799.072,30	11.958.696,99	15
1	2013	0	42,76	507,99	0	550,75	26.947,79	2,04%	6.908.694,07	23.917.722,40	15
2	2014	0	44,19	510,46	0	554,65	27.378,86	2,03%	7.022.152,38	35.877.229,56	15
3	2015	0	45,71	512,95	0	558,66	27.836,18	2,01%	7.144.772,17	47.837.248,10	15
4	2016	0	47,27	515,45	0	562,72	28.322,00	1,99%	7.274.742,82	59.797.810,34	16
5	2017	0	48,88	517,96	0	566,84	28.838,77	1,97%	7.412.298,30	72.554.173,78	16
6	2018	0	50,53	520,48	0	571,01	29.389,17	1,94%	7.556.930,10	85.311.154,01	16
7	2019	0	52,24	523,02	0	575,26	29.976,12	1,92%	7.712.992,51	98.068.792,45	16
Final	2020	0	53,98	525,56	0	579,54	30.602,81	1,89%	7.879.308,41	110.827.134,18	17

Tabel 6.6 Hasil Simulasi Skenario Daur Ulang

Tahun Proyeksi	Tahun	Reduksi (ton/tahun)				Total Reduksi Sampah	Total Sampah di Sumber	Total Persentase Reduksi	Total Biaya (Rp 000)	Total Emisi GRK (CO ₂ e)	Kebutuhan Trip per hari
		Reduksi di TPS	Reduksi BS	Reduksi IK	Reduksi RK						
0	2012	756,06	41,38	505,53	348,98	1.651,95	26.540,91	6,22%	6.634.892,85	11.162.413,24	14
1	2013	756,06	42,76	507,99	348,98	1.655,79	26.947,79	6,14%	6.744.514,62	22.327.277,46	14
2	2014	756,06	44,19	510,46	348,98	1.659,69	27.378,86	6,06%	6.857.972,93	33.492.623,42	14
3	2015	756,06	45,71	512,95	348,98	1.663,70	27.836,18	5,98%	6.980.592,72	44.658.480,78	15
4	2016	756,06	47,27	515,45	348,98	1.667,76	28.322,00	5,89%	7.110.563,37	56.620.104,30	15
5	2017	756,06	48,88	517,96	348,98	1.671,88	28.838,77	5,80%	7.248.118,85	68.582.306,54	15
6	2018	756,06	50,53	520,48	348,98	1.676,05	29.389,17	5,70%	7.392.750,65	80.545.125,58	15
7	2019	756,06	52,24	523,02	348,98	1.680,30	29.976,12	5,61%	7.548.813,06	92.508.602,84	16
Final	2020	756,06	53,98	525,56	348,98	1.684,58	30.602,81	5,50%	7.715.128,96	105.268.005,84	16

Tabel 6.7 Perbandingan Hasil Simulasi Reduksi dan Persentase Reduksi Sampah

Tahun Proyeksi	Tahun	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Total Reduksi Sampah				Total Persentase Reduksi			
0	2012	0,00	546,91	1.651,95	0,00%	2,06%	6,22%
1	2013	0,00	550,75	1.655,79	0,00%	2,04%	6,14%
2	2014	0,00	554,65	1.659,69	0,00%	2,03%	6,06%
3	2015	0,00	558,66	1.663,70	0,00%	2,01%	5,98%
4	2016	0,00	562,72	1.667,76	0,00%	1,99%	5,89%
5	2017	0,00	566,84	1.671,88	0,00%	1,97%	5,80%
6	2018	0,00	571,01	1.676,05	0,00%	1,94%	5,70%
7	2019	0,00	575,26	1.680,30	0,00%	1,92%	5,61%
Final	2020	0,00	579,54	1.684,58	0,00%	1,89%	5,50%

Tabel 6.8 Perbandingan Hasil Simulasi Total Biaya Pengelolaan Sampah

Tahun Proyeksi	Tahun	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Total Biaya (Rp 000)				
0	2012	6.895.523,78	6.799.072,30	6.634.892,85
1	2013	7.005.823,00	6.908.694,07	6.744.514,62
2	2014	7.119.968,99	7.022.152,38	6.857.972,93
3	2015	7.243.294,79	7.144.772,17	6.980.592,72
4	2016	7.373.981,70	7.274.742,82	7.110.563,37
5	2017	7.512.263,69	7.412.298,30	7.248.118,85
6	2018	7.657.632,28	7.556.930,10	7.392.750,65
7	2019	7.814.441,75	7.712.992,51	7.548.813,06
Final	2020	7.981.514,99	7.879.308,41	7.715.128,96

Tabel 6.9 Perbandingan Hasil Simulasi Total Emisi GRK Pengelolaan Sampah

Tahun Proyeksi	Tahun	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Total Emisi GRK (CO ₂ e)				
0	2012	11.958.861,20	11.958.696,99	11.162.413,24
1	2013	23.917.722,40	23.917.722,40	22.327.277,46
2	2014	35.877.062,59	35.877.229,56	33.492.623,42
3	2015	47.836.911,35	47.837.248,10	44.658.480,78
4	2016	60.592.523,30	59.797.810,34	56.620.104,30
5	2017	73.348.710,90	72.554.173,78	68.582.306,54
6	2018	86.105.512,16	85.311.154,01	80.545.125,58
7	2019	98.862.968,43	98.068.792,45	92.508.602,84
Final	2020	112.416.347,14	110.827.134,18	105.268.005,84

Reduksi sampah optimal dapat dicapai dengan melibatkan kerjasama antara sektor formal (pemerintah), informal (pengumpul) dan masyarakat lebih efektif untuk meningkatkan persentase reduksi sampah. Secara otomatis emisi GRK akan menurun mengikuti meningkatnya reduksi sampah.

Tabel 6.10 Perbandingan Hasil Simulasi Kebutuhan Trip Pengangkutan Sampah

Tahun Proyeksi	Tahun	Skenario TPA	Skenario BS	Skenario DU
Kebutuhan Trip per hari				
0	2012	15	15	14
1	2013	15	15	14
2	2014	15	15	14
3	2015	16	15	15
4	2016	16	16	15
5	2017	16	16	15
6	2018	16	16	15
7	2019	17	16	16
Final	2020	17	17	16

Tabel 6.10 menunjukkan kebutuhan trip pengangkutan sampah setiap skenario. Skenario Daur Ulang dapat menurunkan kebutuhan trip yang seharusnya dilakukan. Pada kondisi tanpa reduksi sampah (skenario TPA) dibutuhkan 17 trip/hari untuk mengangkut sampah. Dengan menerapkan skenario Daur Ulang kebutuhan trip menjadi lebih sedikit sebesar 16 trip/hari. Hal ini membuktikan bahwa terjadi hubungan negatif antara reduksi sampah dan kebutuhan trip/hari. Apabila persentase reduksi sampah meningkat maka kebutuhan trip/hari akan menurun. Dari perbandingan reduksi, biaya pengelolaan, emisi GRK dan kebutuhan trip/hari tiap skenario dapat diketahui penghematan biaya, persentase reduksi emisi GRK dan jumlah trip/hari dari skenario baseline (TPA) dan skenario Daur Ulang yang dapat dilihat pada Tabel 6.11.

Tabel 6.11 Penghematan Biaya, Emisi GRK dan Trip Skenario Daur Ulang

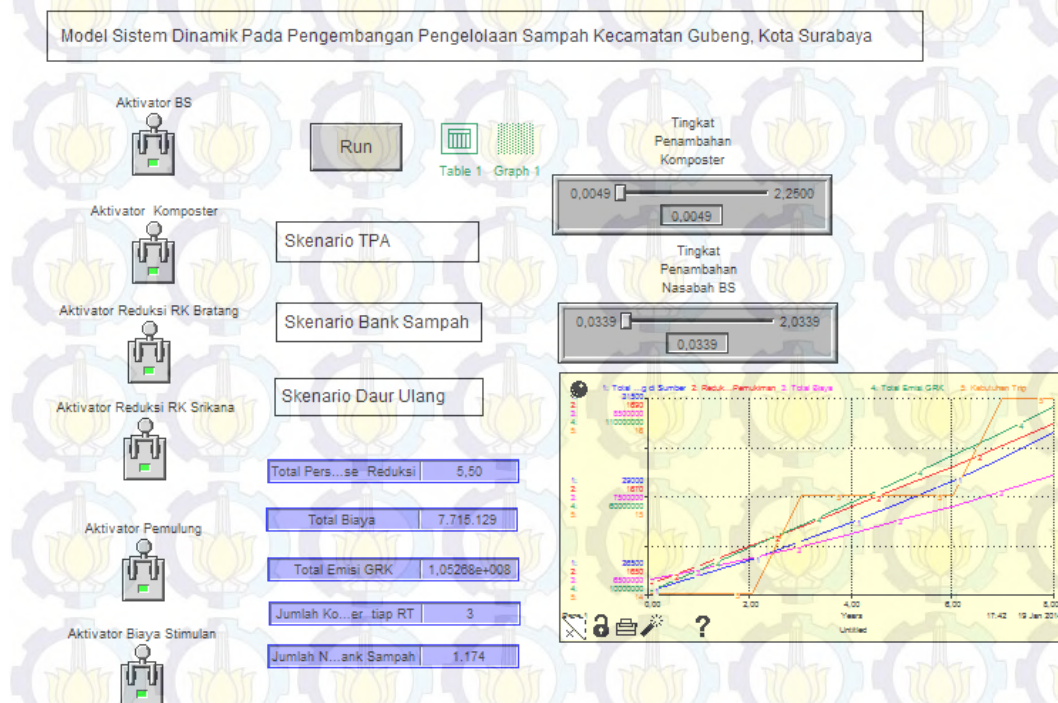
Tahun Proyeksi	Tahun	Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	Persentase Penghematan Biaya	Penghematan Biaya (Rp000)	Reduksi Emisi (ton/tahun CO ₂ e)	Persentase Reduksi Emisi	Penghematan Trip/hari
0	2012	1.651,95	3,78%	260.630,93	796.447,96	6,66%	1
1	2013	1.655,79	3,73%	261.308,38	1.590.444,94	6,65%	1
2	2014	1.659,69	3,68%	261.996,06	2.384.439,17	6,65%	1
3	2015	1.663,70	3,63%	262.702,07	3.178.430,57	6,64%	1
4	2016	1.667,76	3,57%	263.418,33	3.972.419,00	6,56%	1
5	2017	1.671,88	3,52%	264.144,84	4.766.404,36	6,50%	1
6	2018	1.676,05	3,46%	264.881,63	5.560.386,58	6,46%	1
7	2019	1.680,30	3,40%	265.628,69	6.354.365,59	6,43%	1
Final	2020	1.684,58	3,34%	266.386,03	7.148.341,30	6,36%	1

Tabel 6.11 menunjukkan bahwa pada tahun 2020, persentase penghematan biaya yang dapat dilakukan dengan menerapkan skenario Daur Ulang sebesar 3,34%. Persentase reduksi emisi sebesar 6,36% dan penghematan kebutuhan trip/hari sebanyak 1 trip/hari atau 365 trip/tahun. Biaya yang berhasil dihemat dapat digunakan untuk pengembangan pengelolaan sampah dengan menambah jumlah unit komposter maupun menambah jumlah unit bank sampah.

Dana dapat dialokasikan sebagai dana investasi maupun stimulan untuk peningkatan reduksi sampah. Persentase reduksi emisi GRK perlu ditingkatkan untuk mencapai target pengurangan emisi GRK sebesar 26% dari sektor limbah sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK. Pengelolaan sampah Kota Surabaya saat ini, khususnya Kecamatan Gubeng telah mengaplikasikan skenario ketiga dan perlu adanya peningkatan secara *sustainable* untuk pengembangan pengelolaan sampah.

6.6 Perancangan Interface Model

Perancangan interface model dimaksudkan untuk mempermudah pengguna menjalankan model ini. Model interface menyediakan ikon tombol untuk *running* model, ikon switch on/off fasilitas pengelolaan yang digunakan. Selain itu juga dilengkapi grafik dan display angka tertentu sehingga hasil simulasi dapat langsung terbaca tanpa melihat struktur model yang kompleks dan banyak. Model interface sistem dinamik pengembangan pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 6.25. Display angka output yang dihasilkan dari simulasi dapat dilihat pada Gambar 6.26.



Gambar 6.25 Model Interface Sistem Dinamik Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya



Gambar 6.26 Output Hasil Simulasi

BAB 7

ALTERNATIF PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH KECAMATAN GUBENG, KOTA SURABAYA

Model eksisting pengelolaan sampah yang telah disimulasikan merupakan dasar penentuan alternatif pengembangan pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya. Alternatif pengembangan pengelolaan sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya diwujudkan sebagai skenario kebijakan untuk peningkatan reduksi sampah. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai skenario kebijakan yang dilakukan untuk perbaikan perilaku model. Berdasarkan model eksisting, model dapat digunakan untuk merancang skenario kebijakan sebagai antisipasi efektif terhadap berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada masa mendatang. Skenario Daur Ulang merupakan skenario eksisting yang mendasari perbaikan skenario. Skenario Daur Ulang adalah skenario daur ulang berdasarkan potensi *recovery* material dan memanfaatkan seluruh fasilitas reduksi sampah yaitu IK, RK, BS dan PM. Skenario kebijakan yang digunakan didasarkan pada kondisi yang memungkinkan untuk dikontrol oleh Pemerintah Kota sehingga target reduksi sampah Kementerian Pekerjaan Umum sebesar 20% pada tahun 2020 dapat tercapai. Skenario eksisting menunjukkan pada tahun 2020, reduksi sampah hanya sebesar 5,50% sehingga peningkatan reduksi sampah yang dilakukan minimal 1,8% tiap tahun. Skenario kebijakan yang dilakukan antara lain:

1. Penambahan unit komposter rumah tangga/komunal
2. Penambahan nasabah dan unit bank sampah
3. Penambahan unit komposter rumah tangga/komunal dan bank sampah (70%:30%)
4. Penambahan unit komposter rumah tangga/komunal dan bank sampah (75%:25%)
5. Penambahan unit komposter rumah tangga/komunal dan bank sampah (80%:20%)
6. Penambahan unit komposter rumah tangga/komunal dan bank sampah (85%:15%)

Penentuan skenario kebijakan didasarkan pada ekspansi fasilitas yang mungkin untuk dilakukan. Komposter dan bank sampah merupakan fasilitas pengolahan sampah yang berbasis masyarakat dan tidak memerlukan dana investasi yang besar untuk merealisasikannya. Partisipasi masyarakat tidak dimasukkan sebagai submodel tersendiri tetapi dimasukkan sebagai data input pada submodel reduksi sampah. Untuk mengatasi faktor partisipasi masyarakat/faktor *intangibile* dapat diwakili dengan data kapasitas reduksi sampah

fasilitas dengan area pelayanan pada kondisi eksisting. Apabila telah diwakili dengan data tersebut, faktor *intangible* tidak mempengaruhi model (Tanskanen, 2000) dan model tetap dapat mewakili kondisi eksisting. Dana investasi komposter sebesar Rp. 2.000.000 untuk komposter dengan umur pakai 5 tahun dan dana stimulan bank sampah sebesar Rp. 2.000.000. untuk setiap tahun.

Untuk skenario kebijakan penambahan komposter dan bank sampah dengan perbandingan tertentu didasarkan pada komposisi sampah Kecamatan Gubeng. Perbandingan penambahan komposter lebih besar dari pada bank sampah karena komposisi sampah didominasi sampah basah 70% dan sampah kering 30%. Selain itu, kapasitas reduksi satu unit bank sampah lebih besar daripada 1 unit komposter sebesar 2,069 ton/tahun dan 0,320 ton/tahun. Untuk itu, dengan penambahan beberapa unit bank sampah saja telah mencapai target reduksi 20% pada tahun 2020. Diharapkan dengan memperbesar proporsi sampah basah yang direduksi dibandingkan dengan sampah kering akan semakin meningkatkan reduksi sampah.

Skenario yang paling baik dipilih berdasarkan kriteria yang sesuai dengan prinsip kondisi aktual dan dapat direalisasikan. Realisasi diusahakan tidak bergantung sepenuhnya pada partisipasi masyarakat karena variabel ini bersifat fluktuatif. Skenario dengan persentase reduksi terbesar, biaya termurah, emisi GRK terkecil dan penambahan fasilitas pengolahan paling sedikit merupakan skenario yang paling baik. Skenario reduksi sampah yang melibatkan peran fasilitas diimplementasikan dengan penambahan RK dan IK untuk digunakan secara privat.

7.1 Skenario 1 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal

Dalam skenario pertama, dilakukan penambahan jumlah unit komposter saja tanpa menambah nasabah bank sampah. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter yang semula 0,00487 menjadi 0,331. Penambahan komposter sebesar 33,1% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 15.336 unit (3 unit/RT menjadi 30 unit/RT). Peningkatan nasabah bank sampah sebesar 0,0339 sesuai dengan skenario eksisting. Angka penambahan didapatkan dari trial dari slider input yang disediakan dengan target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan pertama dapat dilihat pada Tabel 7.1, Tabel 7.2 dan Gambar 7.1. Perbandingan output skenario kebijakan pertama dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.3.

Tabel 7.1 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Pertama

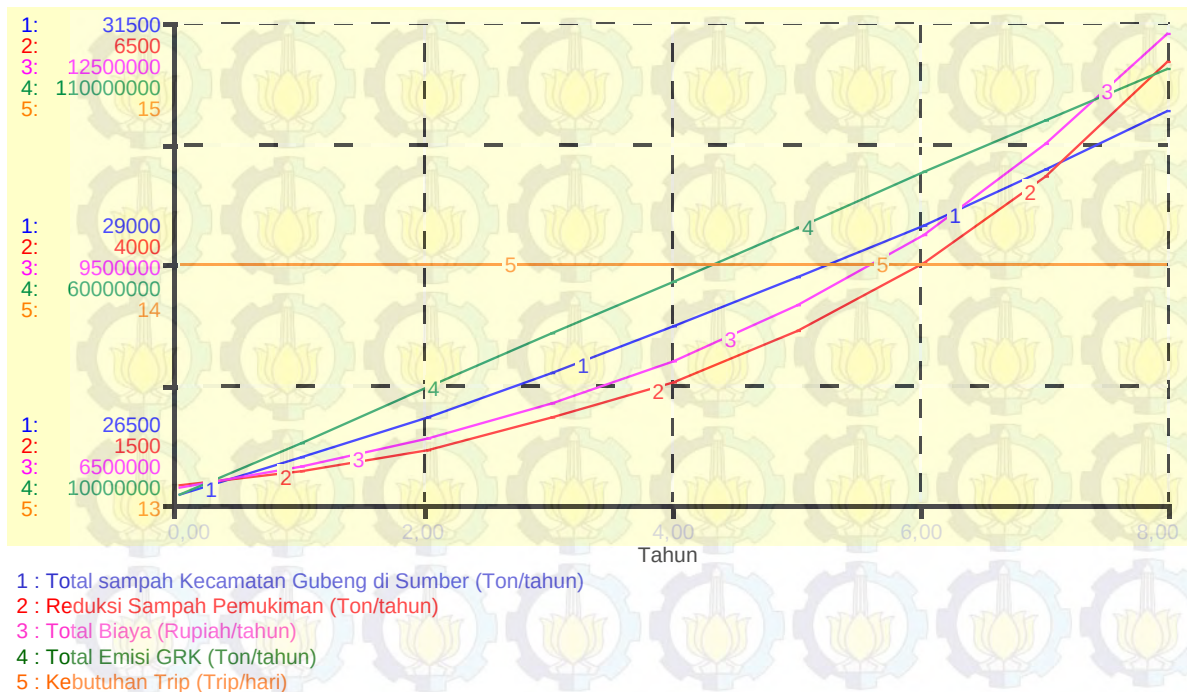
Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.820,66	6,76	6.918.239,07	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.044,80	7,47	7.264.456,23	33.492.888,06
3	2015	27.836,18	2.342,75	8,42	7.697.236,16	44.659.129,04
4	2016	28.322,00	2.738,87	9,67	8.241.264,97	55.826.072,22
5	2017	28.838,77	3.265,63	11,32	8.930.648,99	66.993.805,24
6	2018	29.389,17	3.966,27	13,50	9.810.456,20	78.162.436,23
7	2019	29.976,12	4.898,31	16,34	10.945.694,00	89.332.099,82
Final	2020	30.602,81	6.138,34	20,06	12.416.479,76	100.502.965,16

Tabel 7.2 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Pertama

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	4	930	21	2.072	33,08%	3,33%	0,54%
2	2014	5	961	21	2.758	33,11%	3,33%	0,71%
3	2015	7	994	22	3.671	33,10%	3,43%	0,95%
4	2016	9	1028	23	4.887	33,12%	3,42%	1,25%
5	2017	13	1063	24	6.504	33,09%	3,40%	1,65%
6	2018	17	1099	24	8.657	33,10%	3,39%	2,18%
7	2019	22	1136	25	11.522	33,09%	3,37%	2,84%
Final	2020	30	1174	26	15.336	33,10%	3,35%	3,72%

Tabel 7.3 Output Skenario Kebijakan Pertama

Parameter	Eksisting	Skenario 1	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	20,06%	14,56%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	12.416.479,76	4.701.351
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.502.965,16	4.765.041
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.138,34	4.454
Jumlah Komposter/RT	3,12	30	26
Jumlah KK Nasabah BS	1174	1.174	-
Jumlah Unit BS	26	26	-
Jumlah Unit IK	1611	15.336	13.725



Gambar 7.1 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Pertama

Output skenario kebijakan pertama yaitu dengan adanya 30 unit komposter/RT dan 26 BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 20,06% dan 6.138,34 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,64 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,73% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 4.701.351.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.765.041 ton/tahun atau 4,53% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan pertama sebesar 10,60% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah karena rata-rata jumlah KK tiap RT sebanyak 70-80 KK. Dengan menambah unit komposter menjadi 30 unit komposter/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 2-3 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem komunal dasa wisma yaitu meletakkan 4-5 unit IK untuk melayani 10 KK. Sistem peletakkan komposter secara komunal bertujuan agar komposter cepat penuh dan komposter dapat segera dimanfaatkan kembali.

Grafik hasil simulasi ditunjukkan dengan lima jenis garis yang tergabung dalam satu grafik. Grafik memiliki skala x yang menunjukkan waktu dan skala y yang menunjukkan variabel yang disimulasikan. Skala y memiliki nilai yang berbeda untuk setiap parameter karena grafik hanya menunjukkan pola sistem dan tidak menunjukkan nilai hasil simulasi. Nilai hasil

simulasi digunakan untuk memperkuat penjelasan pola sistem. Grafik hasil simulasi menunjukkan reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat yang mengindikasikan adanya *feedback* positif dalam sistem. Pola eksponensial menunjukkan perubahan nilai variabel menjadi dua kali lipat dalam jangka waktu yang sama. Pola linear ditunjukkan timbunan sampah (garis 1), emisi GRK (garis 4) yang mengindikasikan tidak adanya *feedback* dari sistem. Selain itu, pola linear terbentuk karena periode simulasi yang terlalu pendek sehingga tidak terlihat akselerasi nilai variabel tersebut. Kebutuhan trip (garis 5) menunjukkan pola yang konstan tiap tahun yang menunjukkan tidak ada penambahan jumlah trip yang harus dilakukan.

7.2 Skenario 2 : Penambahan Nasabah Dan Unit Bank Sampah

Dalam skenario kedua, dilakukan penambahan jumlah unit bank sampah saja tanpa menambah jumlah unit komposter. Jumlah unit bank sampah ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah nasabah. Ditentukan rata-rata jumlah nasabah untuk satu unit bank sampah sebanyak 45 KK dan setiap KK terdiri dari 3,22 orang. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan bank sampah yang semula 0,0399 menjadi 0,797. Penambahan nasabah bank sampah sebesar 79,70% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 97.854 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 2.175 unit BS). Peningkatan jumlah komposter sebesar 0,00487 sesuai dengan skenario eksisting. Angka penambahan didapatkan dari trial dari slider input yang disediakan dengan target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan kedua dapat dilihat pada dan Tabel 7.4, Tabel 7.5 dan Gambar 7.2. Perbandingan output skenario kebijakan pertama dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.6.

Tabel 7.4 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kedua

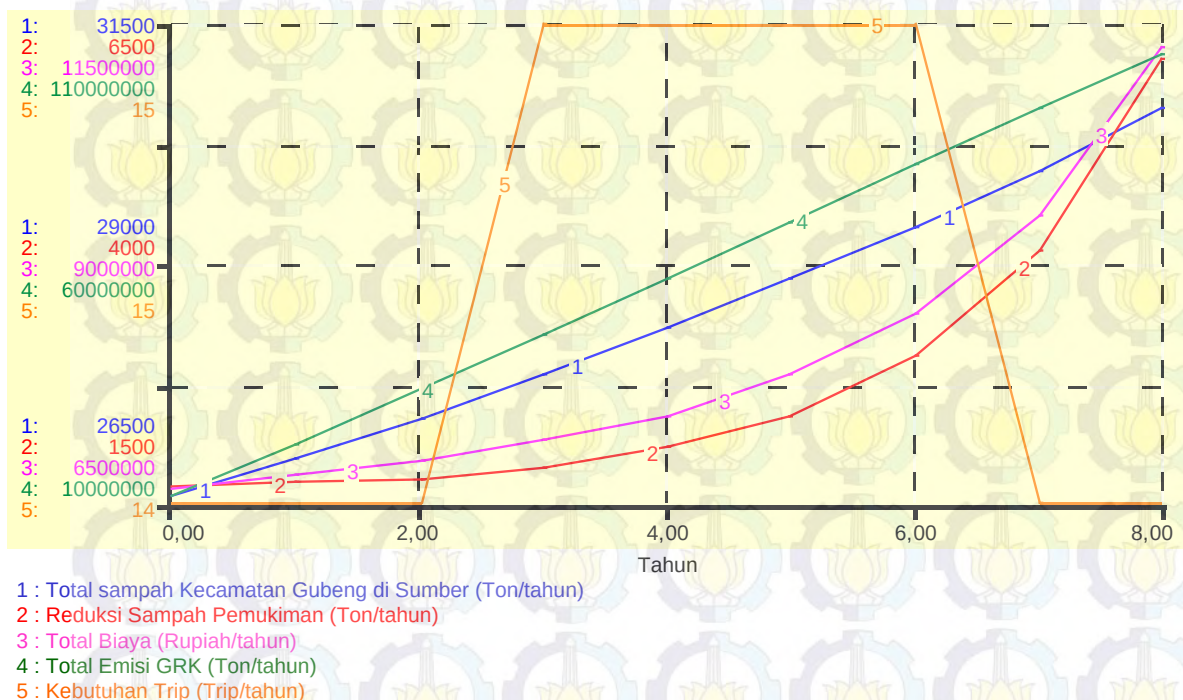
Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.824,99	6,77	6.916.275,34	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.054,61	7,50	7.261.926,51	33.492.851,91
3	2015	27.836,18	2.360,16	8,48	7.690.166,72	44.659.034,31
4	2016	28.322,00	2.768,03	9,77	8.226.123,48	56.621.157,41
5	2017	28.838,77	3.314,48	11,49	8.906.835,36	68.584.174,13
6	2018	29.389,17	4.049,45	13,78	9.778.986,03	80.548.374,82
7	2019	29.976,12	5.042,20	16,82	10.909.518,95	92.514.254,28
Final	2020	30.602,81	6.389,37	20,88	12.388.210,30	103.687.449,87

Tabel 7.5 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Kedua

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	3,9	1.617	36	1.565	0,51%	79,67%	0,04%
2	2014	5,07	2.906	65	1.572	0,45%	79,72%	0,13%
3	2015	6,59	5.222	116	1.580	0,51%	79,70%	0,29%
4	2016	8,57	9.384	209	1.588	0,51%	79,70%	0,57%
5	2017	11,14	16.863	375	1.595	0,44%	79,70%	1,07%
6	2018	14,48	30.303	673	1.603	0,50%	79,70%	1,95%
7	2019	18,82	54.454	1.210	1.611	0,50%	79,70%	3,51%
Final	2020	24,47	97.854	2.175	1.619	0,50%	79,70%	6,25%

Tabel 7.6 Output Skenario Kebijakan Kedua

Parameter	Eksisting	Skenario 2	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	20,88%	15,38%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	12.388.210,30	4.673.081
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	103.687.449,87	1.580.556
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.130,08	4.446
Jumlah Komposter/RT	3,12	3	-
Jumlah KK Nasabah BS	1174	97.854	96.680
Jumlah Unit BS	26	2175	2.149
Jumlah Unit IK	1611	1.619	-



Gambar 7.2 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kedua

Output skenario kebijakan kedua yaitu dengan adanya 3 unit komposter/RT dan 2.175 BS dengan 97.854 nasabah KK di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar

20,88% dan 6.130,08 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,64 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,73% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 4.673.081.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 1.580.566 ton/tahun atau 1,50% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan kedua sebesar 7,76% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah bank sampah tidak memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng hanya sekitar 519 RT. Dengan adanya 2.175 unit BS, maka setiap RT memiliki 4-5 unit bank sampah. Penambahan BS dalam jumlah tersebut tidak memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT hanya terdiri dari 70-80 KK. Jadi, jumlah nasabah setiap bank sampah tidak akan mencapai 45 KK (ditentukan nasabah BS minimal 45 KK untuk dapat mereduksi sampah sebesar 2,069 ton/tahun). Selain itu, penambahan nasabah BS sebesar 79,70% tiap tahun terlalu berat untuk dilaksanakan sehingga perlu dilakukan perbaikan skenario dengan kombinasi fasilitas komposter dan bank sampah. Kombinasi penambahan komposter dan bank sampah yang dijelaskan pada skenario ketiga, keempat, kelima dan keenam. Grafik hasil simulasi menunjukkan hasil yang identik dengan skenario pertama. Reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola linear ditunjukkan timbunan sampah (garis 1) dan emisi GRK (garis 4). Kebutuhan trip (garis 5) menunjukkan pola fluktuasi naik kemudian turun.

7.3 Skenario 3 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (70%:30%)

Dalam skenario ketiga, dilakukan penambahan jumlah unit komposter dan jumlah unit bank sampah. Jumlah unit bank sampah ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah nasabah. Perbandingan penambahan fasilitas IK:BS sebesar 70%:30% yang didasarkan dari berat sampah yang direduksi. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter dari 0,00487 menjadi 0,3 dan mengganti nilai penambahan nasabah BS dari 0,0339 menjadi 0,517. Penambahan komposter sebesar 30% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 12.701 unit (3 unit/RT menjadi 24 unit/RT). Penambahan nasabah bank sampah sebesar 51,70% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 25.240 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 516 unit BS). Angka penambahan diatur pada slider input yang disediakan dan ditentukan dari perbandingan berat reduksi sampah IK dan BS dengan

target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan ketiga dapat dilihat pada Tabel 7.7, Tabel 7.8 dan Gambar 7.3. Perbandingan output skenario kebijakan ketiga dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.9.

Tabel 7.7 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketiga

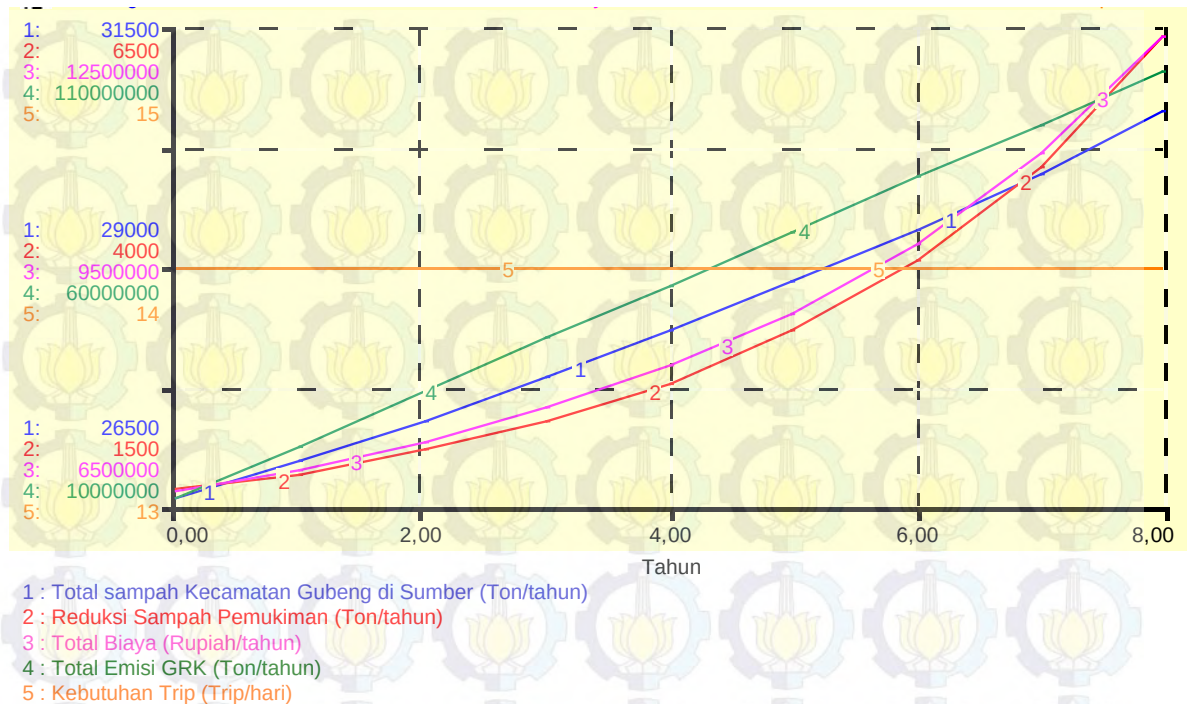
Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.824,99	6,77	6.916.275,34	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.054,61	7,50	7.261.926,51	33.492.912,75
3	2015	27.836,18	2.360,16	8,48	7.690.166,72	44.659.216,06
4	2016	28.322,00	2.768,03	9,77	8.226.123,48	55.826.279,00
5	2017	28.838,77	3.314,48	11,49	8.906.835,36	66.994.219,84
6	2018	29.389,17	4.049,45	13,78	9.778.986,03	78.163.194,09
7	2019	29.976,12	5.042,20	16,82	10.909.518,95	89.333.409,70
Final	2020	30.602,81	6.389,37	20,88	12.388.210,30	100.505.149,21

Tabel 7.8 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Ketiga

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	3,9	1.365	30	2.024	29,99%	51,67%	0,55%
2	2014	5,07	2.071	46	2.631	29,99%	51,72%	0,73%
3	2015	6,59	3.142	70	3.421	30,03%	51,71%	0,98%
4	2016	8,57	4.766	106	4.447	29,99%	51,69%	1,29%
5	2017	11,14	7.230	161	5.781	30,00%	51,70%	1,72%
6	2018	14,48	10.968	244	7.515	29,99%	51,70%	2,29%
7	2019	18,82	16.638	370	9.770	30,01%	51,70%	3,04%
Final	2020	24,47	25.240	561	12.701	30,00%	51,70%	4,06%

Tabel 7.9 Output Skenario Kebijakan Ketiga

Parameter	Eksisting	Skenario 3	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	20,88%	15,38%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	12.388.210,30	4.673.081
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.505.149,21	4.762.857
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.389,37	4.705
Jumlah Komposter/RT	3,12	24	21
Jumlah KK Nasabah BS	1174	25.240	24.066
Jumlah Unit BS	26	561	535
Jumlah Unit IK	1611	12.701	11.090



Gambar 7.3 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketiga

Output skenario kebijakan ketiga yaitu, dengan adanya 24 unit komposter/RT dan 561 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 20,88% dan 6.389,37 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,79 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,83 % tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 4.673.081.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.762.857 ton/tahun atau 4,52% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan ketiga sebesar 10,60% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA).

Jumlah bank sampah tidak memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng hanya sekitar 519 RT. Dengan adanya 561 unit BS, maka setiap RT memiliki 1-2 unit bank sampah. Hal ini tidak memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT hanya terdiri dari 70-80 KK. Jadi, jumlah nasabah setiap bank sampah tidak akan mencapai 45 KK. Selain itu, penambahan nasabah BS sebesar 51,70% tiap tahun terlalu berat untuk dilaksanakan sehingga perlu dilakukan perbaikan skenario yang tidak mengandalkan partisipasi masyarakat. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 24 unit komposter/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 3-4 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem

komunal dasa wisma yaitu meletakkan 2-3 unit IK untuk melayani 10 KK. Hal ini dilakukan agar komposter cepat penuh dan komposter dapat segera dimanfaatkan kembali. Grafik hasil simulasi menunjukkan hasil yang identik dengan skenario pertama. Reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola linear ditunjukkan timbulan sampah (garis 1) dan emisi GRK (garis 4). Kebutuhan trip menunjukkan pola konstan karena tidak mengalami perubahan nilai sehingga tidak terdapat penambahan jumlah trip pengangkutan.

7.4 Skenario 4 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (75%:25%)

Dalam skenario keempat, dilakukan penambahan jumlah unit komposter dan jumlah unit bank sampah. Jumlah unit bank sampah ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah nasabah. Perbandingan penambahan fasilitas IK:BS sebesar 75%:25% yang dinyatakan dengan berat sampah yang direduksi. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter sebesar 0,00487 menjadi 0,314 dan mengganti nilai penambahan nasabah BS dari 0,0339 menjadi 0,460. Penambahan komposter sebesar 33,4% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 13.837 unit (3 unit/RT menjadi 27 unit/RT). Penambahan nasabah bank sampah sebesar 46% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 18.573 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 413 unit BS). Angka penambahan diatur pada slider input yang disediakan dan ditentukan dari perbandingan berat reduksi sampah IK dan BS dengan target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan keempat dapat dilihat pada Tabel 7.10, Tabel 7.11 dan Gambar 7.4. Perbandingan output skenario kebijakan keempat dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.12.

Tabel 7.10 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keempat

Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.829,72	6,79	6.922.240,76	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.066,07	7,55	7.276.704,56	33.492.912,67
3	2015	27.836,18	2.380,70	8,55	7.714.943,56	44.659.214,25
4	2016	28.322,00	2.800,06	9,89	8.268.474,31	55.826.270,64
5	2017	28.838,77	3.359,72	11,65	8.970.056,90	66.994.193,80
6	2018	29.389,17	4.107,74	13,98	9.868.307,05	78.163.127,43
7	2019	29.976,12	5.109,08	17,04	11.028.123,35	89.333.258,35
Final	2020	30.602,81	6.451,77	21,08	12.535.605,37	100.504.832,35

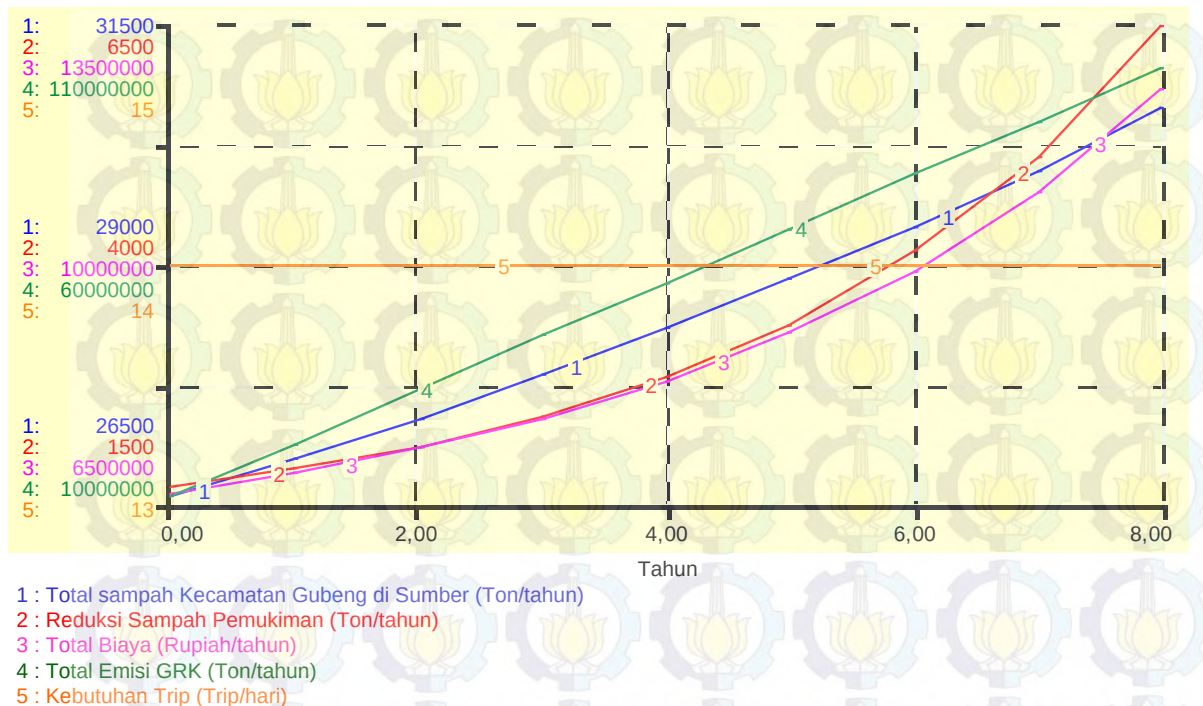
Tabel 7.11 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Keempat

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	3,94	1.314	29	2.046	31,41%	46,00%	0,57%
2	2014	5,18	1.918	43	2.688	31,38%	45,97%	0,76%
3	2015	6,81	2.800	62	3.532	31,40%	45,99%	1,00%
4	2016	8,94	4.088	91	4.642	31,43%	46,00%	1,34%
5	2017	11,75	5.968	133	6.099	31,39%	45,99%	1,76%
6	2018	15,44	8.713	194	8.014	31,40%	46,00%	2,33%
7	2019	20,29	12.721	283	10.531	31,41%	46,00%	3,06%
Final	2020	26,66	18.573	413	13.837	31,39%	46,00%	4,04%

Tabel 7.12 Output Skenario Kebijakan Keempat

Parameter	Eksisting	Skenario 4	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	21,08%	15,58%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	12.535.605,37	4.820.476
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.504.832,35	4.763.173
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.451,77	4.767
Jumlah Komposter/RT	3,12	27	24
Jumlah KK Nasabah BS	1174	18.573	17.399
Jumlah Unit BS	26	413	387
Jumlah Unit IK	1611	13.837	12.226

Output skenario kebijakan keempat yaitu dengan adanya 27 unit komposter/RT dan 413 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 21,08% dan 6.451,77 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,83 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,86% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 4.820.476.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.763.173 ton/tahun atau 4,52% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan keempat sebesar 10,60% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah bank sampah memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng sebesar 519 RT. Dengan adanya 413 unit BS, maka setiap RT memiliki 1 unit bank sampah. Hal ini memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT terdiri dari 70-80 KK sehingga jumlah nasabah setiap bank sampah mencapai 45 KK. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 27 unit komposter/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 2-3 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem komunal dasa wisma yaitu meletakkan 4-5 unit IK untuk melayani 10 KK. Hal ini dilakukan agar komposter cepat penuh dan komposter dapat segera dimanfaatkan kembali.



Gambar 7.4 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keempat

Grafik hasil simulasi menunjukkan hasil yang identik dengan skenario pertama. Reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola eksponensial paling tajam ditunjukkan variabel reduksi sampah karena peningkatan reduksi sampah yang cukup besar pada tahun terakhir periode simulasi. Pola linear ditunjukkan timbulan sampah (garis 1) dan emisi GRK (garis 4). Kebutuhan trip (garis 5) menunjukkan pola konstan dan tidak mengalami perubahan nilai kebutuhan trip pengangkutan.

7.5 Skenario 5 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (80%:20%)

Dalam skenario kelima, dilakukan penambahan jumlah unit komposter dan jumlah unit bank sampah. Jumlah unit bank sampah ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah nasabah. Perbandingan penambahan fasilitas IK:BS sebesar 80%:20% yang dinyatakan dengan berat sampah yang direduksi. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter sebesar 0,00487 menjadi 0,322 dan mengganti nilai penambahan nasabah BS dari 0,0339 menjadi 0,3695. Penambahan komposter sebesar 34,3% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 16.478 unit (3 unit/RT menjadi 28 unit/RT). Penambahan nasabah bank sampah sebesar 25,01% per tahun dengan

jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 5.368 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 119 unit BS). Angka penambahan diatur pada slider input yang disediakan dan ditentukan dari perbandingan berat reduksi sampah IK dan BS dengan target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan kelima dapat dilihat pada Tabel 7.13, Tabel 7.14 dan Gambar 7.5. Perbandingan output skenario kebijakan kelima dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.10.

Tabel 7.13 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kelima

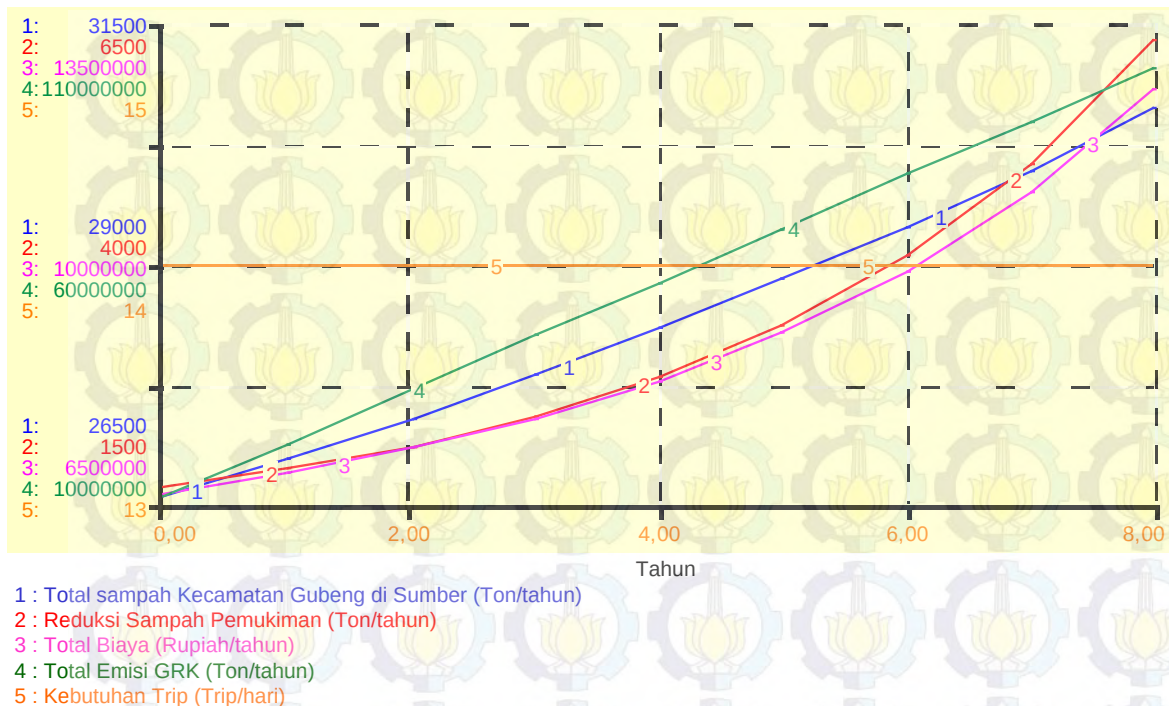
Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.830,04	6,79	6.922.984,38	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.066,20	7,55	7.279.881,49	33.492.908,67
3	2015	27.836,18	2.379,38	8,55	7.719.175,81	44.659.198,56
4	2016	28.322,00	2.794,79	9,87	8.273.002,86	55.826.229,19
5	2017	28.838,77	3.345,83	11,60	8.973.705,35	66.994.102,23
6	2018	29.389,17	4.076,84	13,87	9.868.557,12	78.162.944,66
7	2019	29.976,12	5.046,75	16,84	11.017.915,52	89.332.916,55
Final	2020	30.602,81	6.333,76	20,70	12.502.016,79	100.504.221,49

Tabel 7.14 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Kelima

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	3,97	1.233	27	2.058	32,18%	37,00%	0,57%
2	2014	5,24	1.689	38	2.721	32,22%	36,98%	0,76%
3	2015	6,93	2.313	51	3.597	32,19%	36,94%	1,00%
4	2016	9,16	3.168	70	4.756	32,22%	36,96%	1,32%
5	2017	12,11	4.339	96	6.287	32,19%	36,96%	1,73%
6	2018	16,01	5.942	132	8.311	32,19%	36,94%	2,27%
7	2019	21,17	8.138	181	10.988	32,21%	36,96%	2,97%
Final	2020	27,99	11.145	248	14.526	32,20%	36,95%	3,86%

Tabel 7.15 Output Skenario Kebijakan Kelima

Parameter	Eksisting	Skenario 5	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	20,70%	15,20%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	12.502.016,79	4.786.888
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.504.221,49	4.763.784
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.333,76	4.649
Jumlah Komposter/RT	3,12	28	25
Jumlah KK Nasabah BS	1174	11.145	9.971
Jumlah Unit BS	26	248	222
Jumlah Unit IK	1611	14.526	12.915



Gambar 7.5 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Kelima

Output skenario kebijakan kelima yaitu dengan adanya 28 unit komposter/RT dan 248 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 20,70% dan 6.333,76 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,75 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,81% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 4.786.888.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.763.784 ton/tahun atau 4,53% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan kelima sebesar 10,60% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah bank sampah memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng sebesar 519 RT. Dengan adanya 248 unit BS, maka 1 unit bank sampah dapat melayani 1-2 RT sekitar. Hal ini memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT terdiri dari 70-80 KK sehingga jumlah nasabah setiap bank sampah mencapai lebih dari 45 KK. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 28 unit komposter/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 2-3 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem komunal desa wisata yaitu meletakkan 4-5 unit IK untuk melayani 10 KK. Hal ini dilakukan agar komposter cepat penuh dan komposter dapat segera dimanfaatkan kembali.

Grafik hasil simulasi menunjukkan hasil yang identik dengan skenario keempat. Reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola eksponensial paling tajam ditunjukkan variabel reduksi sampah karena peningkatan reduksi sampah yang cukup besar pada tahun terakhir periode simulasi. Pola linear ditunjukkan timbunan sampah (garis 1) dan emisi GRK (garis 4). Kebutuhan trip menunjukkan pola konstan yaitu tidak mengalami perubahan kebutuhan trip pengangkutan.

7.6 Skenario 6 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal Dan Bank Sampah (85%:15%)

Dalam skenario keenam, dilakukan penambahan jumlah unit komposter dan jumlah unit bank sampah. Jumlah unit bank sampah ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah nasabah. Perbandingan penambahan fasilitas IK:BS sebesar 85%:15% yang dinyatakan dengan berat sampah yang direduksi. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter sebesar 0,00487 menjadi 0,343 dan mengganti nilai penambahan nasabah BS dari 0,0339 menjadi 0,250. Penambahan komposter sebesar 34,30% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 16.478 unit (3 unit/RT menjadi 32 unit/RT). Penambahan nasabah bank sampah sebesar 25,01% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 5.368 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 119 unit BS). Angka penambahan diatur pada slider input yang disediakan dan ditentukan dari perbandingan berat reduksi sampah IK dan BS dengan target persentase reduksi 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan keenam dapat dilihat pada Tabel 7.16, Tabel 7.17 dan Gambar 7.6. Perbandingan output skenario kebijakan keenam dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.18.

Tabel 7.16 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keenam

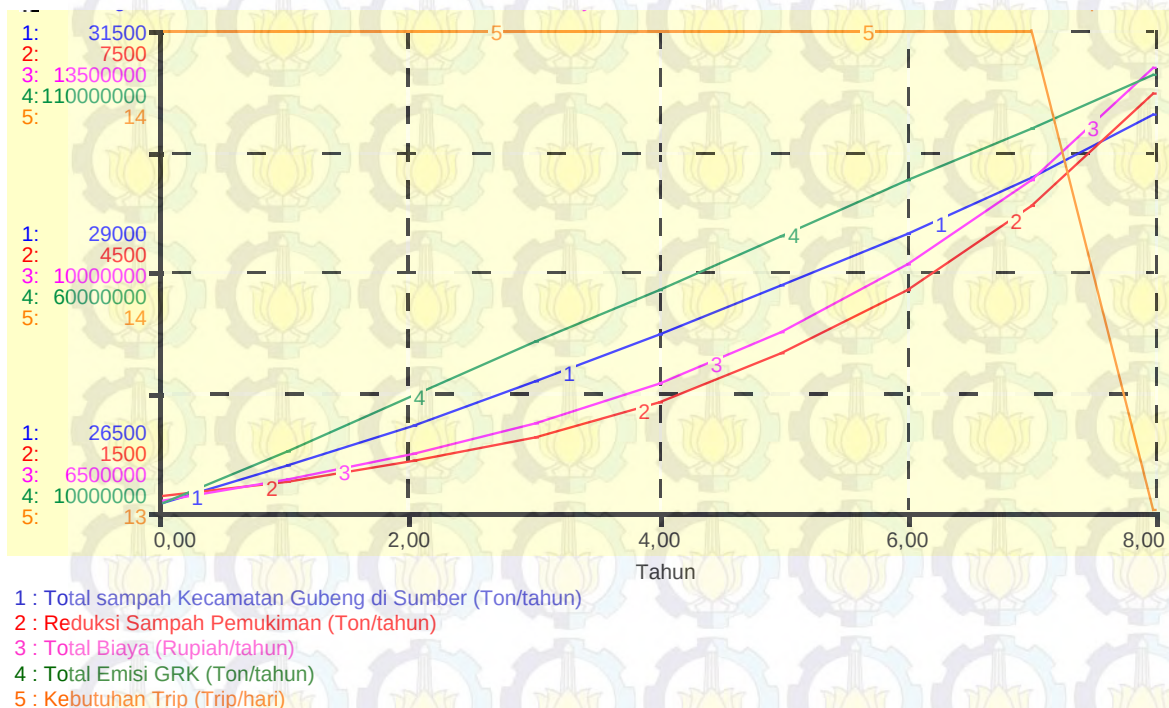
Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.835,69	6,81	6.931.187,95	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.081,48	7,60	7.297.986,91	33.492.906,15
3	2015	27.836,18	2.410,41	8,66	7.759.703,50	44.659.189,68
4	2016	28.322,00	2.850,66	10,07	8.344.749,49	55.826.208,42
5	2017	28.838,77	3.440,04	11,93	9.093.491,56	66.994.061,55
6	2018	29.389,17	4.229,19	14,39	10.059.687,65	78.162.872,71
7	2019	29.976,12	5.286,10	17,63	11.316.104,55	89.332.797,41
Final	2020	30.602,81	6.701,87	21,90	12.959.898,35	100.504.033,09

Tabel 7.17 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Keenam

Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	4,03	1.125	25	2.058	34,30%	25,00%	0,59%
2	2014	5,41	1.406	31	2.721	34,29%	24,98%	0,79%
3	2015	7,27	1.758	39	3.597	34,33%	25,04%	1,06%
4	2016	9,76	2.198	49	4.756	34,28%	25,03%	1,41%
5	2017	13,11	2.748	61	6.287	34,31%	25,02%	1,86%
6	2018	17,6	3.435	76	8.311	34,29%	25,00%	2,46%
7	2019	23,64	4.294	95	10.988	34,29%	25,01%	3,24%
Final	2020	31,75	5.368	119	14.526	34,31%	25,01%	4,27%

Tabel 7.18 Output Skenario Kebijakan Keenam

Parameter	Eksisting	Skenario 6	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	21,90%	16,40%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	11.316.104,55	3.600.976
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.504.033,09	4.763.973
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.333,76	4.649
Jumlah Komposter/RT	3,12	32	29
Jumlah KK Nasabah BS	1174	5.368	4.194
Jumlah Unit BS	26	119	93
Jumlah Unit IK	1611	14.526	12.915



Gambar 7.6 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Keenam

Output skenario kebijakan keenam yaitu dengan adanya 32 unit komposter/RT dan 119 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 21,90% dan 6.333,76

ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,75 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,96% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 3.600.976.000 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.763.973 ton/tahun atau 4,53% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan keenam sebesar 10,60% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah bank sampah memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng sebesar 519 RT. Dengan adanya 119 unit BS, maka satu unit bank sampah dapat melayani 2-3 RT sekitar. Hal ini memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT terdiri dari 70-80 KK sehingga jumlah nasabah setiap bank sampah mencapai lebih dari 45 KK. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 32 unit komposter/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 2-3 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem komunal dasa wisma yaitu meletakkan 4-5 unit IK untuk melayani 10 KK. Hal ini dilakukan agar komposter cepat penuh dan komposter dapat segera dimanfaatkan kembali.

Grafik hasil simulasi menunjukkan bahwa reduksi sampah (garis 2) dan total biaya (garis 3) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola linear ditunjukkan timbunan sampah (garis 1) dan emisi GRK (garis 4). Kebutuhan trip menunjukkan pola fluktuatif menurun sehingga kebutuhan trip menjadi lebih sedikit.

7.7 Perbandingan Skenario Kebijakan

Perbandingan hasil skenario keenam kebijakan dimaksudkan untuk melihat skenario yang paling baik dalam peningkatan reduksi sampah, meminimalisir biaya pengelolaan dan emisi GRK. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan penambahan fasilitas reduksi sampah yang sejenis seperti BS atau komposter saja (skenario kesatu dan kedua) tidak memberikan hasil yang optimal. Kombinasi penambahan fasilitas reduksi sampah memberikan hasil yang lebih baik dan realistis seperti yang ditunjukkan pada skenario ketiga, keempat, kelima, dan keenam. Penambahan fasilitas komposter pada skenario tersebut semakin banyak sesuai dengan naiknya persentase sampah basah yang direduksi. Penambahan fasilitas BS semakin sedikit sesuai dengan turunnya persentase sampah kering yang direduksi.

Hasil simulasi menunjukkan skenario kedua dan ketiga tidak memungkinkan untuk diterapkan karena jumlah fasilitas BS yang terlalu banyak dibandingkan dengan jumlah RT yang

tersedia. Skenario kebijakan penambahan IK dan BS dengan perbandingan tertentu didasarkan pada komposisi sampah Kecamatan Gubeng. Penambahan salah satu fasilitas tersebut kurang menghasilkan hasil simulasi yang ideal yang dibuktikan pada skenario kedua. Alternatif lainnya dapat dilihat dari skenario keempat, kelima, dan keenam. Perbandingan Output Skenario Kebijakan Keenam Skenario Tahun 2020 dan selisih dapat dilihat pada Tabel 7.19 dan Tabel 7.20. Setiap skenario memiliki nilai slider yang berbeda untuk tingkat penambahan komposter atau nasabah BS. Perbedaan nilai slider dapat menghasilkan output yang berbeda. Nilai slider tiap skenario dapat dilihat pada Tabel 7.19. Nilai yang bercetak hitam tebal merupakan tingkat penambahan fasilitas pada kondisi eksisting.

Tabel 7.19 Perbandingan Nilai Slider Keenam Skenario

Skenario	Tingkat Penambahan Komposter	Tingkat Penambahan Nasabah Bank Sampah	Jumlah Komposter/RT	Total Jumlah Komposter	Jumlah Nasabah BS	Jumlah Unit BS
Skenario 1	0,3310	0,0339	30	15.336	1.174	26
Skenario 2	0,0048	0,7970	3	1.619	97.854	2.175
Skenario 3	0,3000	0,5170	25	12.701	25.240	561
Skenario 4	0,3140	0,4600	27	13.837	18.573	413
Skenario 5	0,3220	0,3695	28	14.526	11.145	248
Skenario 6	0,3430	0,2500	32	16.478	5.368	119

Tabel 7.20 menunjukkan reduksi sampah terbesar terjadi pada skenario keenam. Total biaya terendah terjadi pada skenario kelima. Total emisi GRK terendah terjadi pada skenario keenam. Disamping itu, berat reduksi sampah total paling besar terjadi pada skenario keenam. Jumlah IK paling sedikit terjadi pada skenario keempat dan jumlah nasabah BS paling sedikit terjadi pada skenario keenam.

Penentuan skenario yang paling baik dan realistis dapat dilihat dari biaya pengelolaan terendah dengan jumlah emisi GRK yang tidak terlalu besar dan reduksi sampah optimal. Selain itu, juga diperhatikan faktor non teknis yang terjadi seperti partisipasi masyarakat. Biaya merupakan faktor yang paling mempengaruhi pengambilan keputusan untuk menghindari biaya yang berlebihan (Thompson dan Bank, 2010). Biaya pengelolaan sampah mendapatkan porsi 5-10% dari APBD Kota Surabaya (Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Mursito *et al.*, 2013). Tahun 2013, APBD Kota Surabaya mencapai angka Rp. 2.279.631.746 (BPS Kota Surabaya, 2013).

Tabel 7.20 Perbandingan Output Skenario Kebijakan Keenam Skenario Tahun 2020

Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6
Total Reduksi Sampah (%)	20,06	20,03	20,88	21,08	20,70	21,90
Total Biaya (Rp. 000)	12.416.479,76	11.229.136,84	12.388.210,30	12.535.605,37	12.502.016,79	12.959.898,35
Total Emisi GRK (ton/tahun)	100.502.965,16	103.687.449,87	100.505.149,21	100.504.832,35	100.504.221,49	100.504.033,09
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	6.138,34	6.130,08	6.389,37	6.451,77	6.333,76	6.333,76
Jumlah Komposter/RT	30	3	24	27	28	32
Jumlah Unit IK	15.336	1.619	12.701	13.837	14.526	14.526
Jumlah KK Nasabah BS	1.174	97.854	25.240	18.573	11.145	5.368
Jumlah Unit BS	26	2175	561	413	248	119
Persentase Kenaikan Reduksi Sampah (%)	1,73	1,73	1,83	1,86	1,81	1,96

Tabel 7.21 Perbandingan Selisih Output Skenario Kebijakan Keenam Skenario Tahun 2020

Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6
Selisih Total Reduksi Sampah (%)	14,56%	15,38%	15,38%	15,58%	15,20%	16,40%
Selisih Total Biaya (Rp. 000)	4.701.351	4.673.081	4.673.081	4.820.476	4.786.888	3.600.976
Selisih Total Emisi GRK (ton/tahun)	4.765.041	1.580.556	4.762.857	4.763.173	4.763.784	4.763.973
Selisih Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	4.454	4.446	4.705	4.767	4.649	4.649
Selisih Jumlah Komposter/RT	26	-	21	24	25	29
Selisih Jumlah Unit IK	13.725	-	11.090	12.226	12.915	12.915
Selisih Jumlah Nasabah BS	-	96.680	24.066	17.399	9.971	4.194
Selisih Jumlah Unit BS	-	2.149	535	387	222	93
Persentase Reduksi Emisi GRK (Baseline : Skenario Daur Ulang)	4,53%	0,00%	4,52%	4,52%	4,53%	4,53%
Persentase Reduksi Emisi GRK (Baseline : Skenario TPA)	10,60%	0,00%	0,00%	10,60%	10,60%	10,60%

Biaya realisasi keenam skenario masih dalam batas wajar dan dapat dipertimbangkan. Pengambilan keputusan biasanya mengabaikan ketidakpastian yang dapat meningkatkan biaya operasional dan transportasi akibat penambahan beban ekstra di bidang pengolahan informasi dan komunikasi (Zhang *et al.*, 2011).

Tabel 7.21 menunjukkan selisih hasil output skenario kebijakan dengan skenario Daur Ulang. Selisih total reduksi sampah terbesar terjadi pada skenario keenam. Selisih total biaya terkecil, selisih total emisi GRK terbesar, dan selisih reduksi sampah total terbesar terjadi pada skenario keenam. Selisih jumlah IK terkecil terjadi pada skenario keempat. Jumlah nasabah BS terkecil terjadi pada skenario keenam. Selisih jumlah unit BS terkecil terjadi pada skenario keenam. Skenario keempat, kelima dan keenam menunjukkan kenaikan fasilitas yang ditambahkan tanpa mempertimbangkan kemauan dan kemampuan masyarakat untuk mereduksi sampah. Keenam skenario melibatkan masyarakat, pemerintah dan sektor informal untuk melakukan reduksi sampah. Jumlah komposter yang ditambah sekitar 24-32 unit/RT. Penambahan bank sampah sekitar 26-413 unit pada akhir tahun 2020. Pada skenario keempat, kelima dan keenam membuktikan fasilitas yang ditambahkan dan dibebankan pada masyarakat terlalu banyak. Untuk itu, diperlukan perbaikan skenario yang memuat peran serta pihak swasta seperti yang telah diisyaratkan pada undang-undang. Perbaikan skenario dilakukan pada skenario ketujuh yang akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

7.8 Skenario 7 : Penambahan Unit Komposter Rumah Tangga/Komunal (10 Unit/RT) Dan Reduksi Fasilitas

Dalam skenario ketujuh, reduksi dilakukan pada sampah rumah tangga dan fasilitas. Reduksi sampah rumah tangga dilakukan dengan penambahan unit komposter dan bank sampah. Reduksi sampah fasilitas dilakukan dengan penambahan jumlah unit komposter dan rumah kompos khusus pasar/pekerjaan tinggi. Ditentukan komposter yang ditambahkan untuk pemukiman sebanyak 1 unit untuk melayani 10 KK. Rata-rata 1 RT terdiri dari 80 KK sehingga harus tersedia 8 unit IK/RT. Sistem dasa wisma ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan faktor partisipasi masyarakat yang nilainya fluktuatif pada kondisi aktual.

Berdasarkan hasil survei, sistem pembagian dasa wisma (1 unit IK tiap sepuluh rumah) banyak diterapkan (Agustia, 2013) untuk penyediaan komposter tetapi belum dilakukan secara menyeluruh. 1 unit komposter untuk 10 KK merupakan jumlah yang tidak memberatkan sehingga tidak ada unsur paksaan pada masyarakat dan dapat merangsang

kesadaran masyarakat. Setiap skenario memiliki nilai slider yang berbeda untuk tingkat penambahan komposter atau nasabah BS. Perbedaan nilai slider dapat menghasilkan output yang berbeda. Nilai slider skenario ketujuh dibedakan untuk penambahan fasilitas reduksi sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga. Nilai slider ketujuh skenario dapat dilihat pada Tabel 7.22.

Tabel 7.22 Perbandingan Nilai Slider Ketujuh Skenario

Skenario	Tingkat Penambahan IK	Tingkat Penambahan Nasabah BS	Jumlah Komposter/RT	Total Jumlah Komposter	Jumlah Nasabah BS	Jumlah Unit BS
Skenario 1	0,3310	0,0339	30	15.336	1.174	26
Skenario 2	0,0048	0,7970	3	1.619	97.854	2.175
Skenario 3	0,3000	0,5170	25	12.701	25.240	561
Skenario 4	0,3140	0,4600	27	13.837	18.573	413
Skenario 5	0,3220	0,3695	28	14.526	11.145	248
Skenario 6	0,3430	0,2500	32	16.478	5.368	119
Skenario 7						
Rumah tangga	0,1305	0,0339	8	4.154	1.174	26
Sejenis rumah tangga/Fasilitas	0,017		1 5 RK	467	-	

Persentase reduksi dengan hanya mengandalkan peran masyarakat tidak akan cukup untuk mencapai target reduksi 20% sehingga diperlukan bantuan pihak swasta dari pengelola fasilitas. Pada skenario ketujuh, penambahan unit komposter memiliki target tertentu dan penambahan unit bank sampah sesuai dengan kondisi aktual. Penambahan dilakukan dengan mengganti nilai tingkat penambahan komposter sebesar 0,00487 menjadi 0,1305 dan nilai penambahan nasabah BS tetap sebesar 0,0339. Penambahan komposter pemukiman sebesar 13,05% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebesar 1.557 unit dan pada tahun 2020 sebesar 4.154 unit (3 unit/RT menjadi 8 unit/RT). Penambahan nasabah bank sampah sebesar 3,38% per tahun dengan jumlah awal pada tahun 2012 sebanyak 900 KK nasabah BS dan pada tahun 2020 sebanyak 1.174 KK nasabah BS (20 unit BS menjadi 26 unit BS). Angka penambahan diatur pada slider input yang disediakan dan ditentukan dari perbandingan berat reduksi sampah IK dan BS dengan target reduksi sampah 20%. Hasil simulasi skenario kebijakan ketujuh dapat dilihat pada Tabel 7.23.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya 4154 unit IK (8 unit IK/RT) dan 26 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi hanya mencapai 8,19% dan 2.507,70 ton/tahun. Persentase reduksi sampah yang harus ditingkat untuk mencapai target reduksi 20% sebesar 11,81%. Persentase reduksi ini akan dicover oleh reduksi sampah

fasilitas. Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan fasilitas reduksi di pemukiman sebesar Rp. 8.436.659.400 dan emisi GRK yang dihasilkan sebesar 100.507.752,21 ton/tahun. Jumlah bank sampah memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan sebanyak 519 RT. Dengan adanya 26 unit BS, maka satu unit bank sampah dapat melayani 1-2 RW sekitar. Hal ini memungkinkan untuk direalisasikan karena setiap RT terdiri dari 70-80 KK sehingga jumlah nasabah setiap bank sampah mencapai lebih dari 45 KK. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 4.154 unit maka 1 komposter dimanfaatkan oleh 10 KK secara bersamaan. Penggunaan komposter dapat dilakukan sistem komunal dasa wisma yaitu meletakkan 1 unit IK untuk melayani 10 KK.

Tabel 7.23 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketujuh

Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.719,30	6,38	6.811.314,30	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	1.795,31	6,56	6.982.554,77	33.492.833,71
3	2015	27.836,18	1.881,14	6,76	7.171.815,89	44.659.325,45
4	2016	28.322,00	1.978,02	6,98	7.379.329,71	55.826.803,05
5	2017	28.838,77	2.087,38	7,24	7.607.328,34	66.995.321,48
6	2018	29.389,17	2.210,85	7,52	7.856.051,30	78.164.940,88
7	2019	29.976,12	2.350,27	7,84	8.132.144,58	89.335.727,08
Final	2020	30.602,81	2.507,70	8,19	8.436.659,40	100.507.752,21

Tabel 7.24 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Skenario Kebijakan Ketujuh

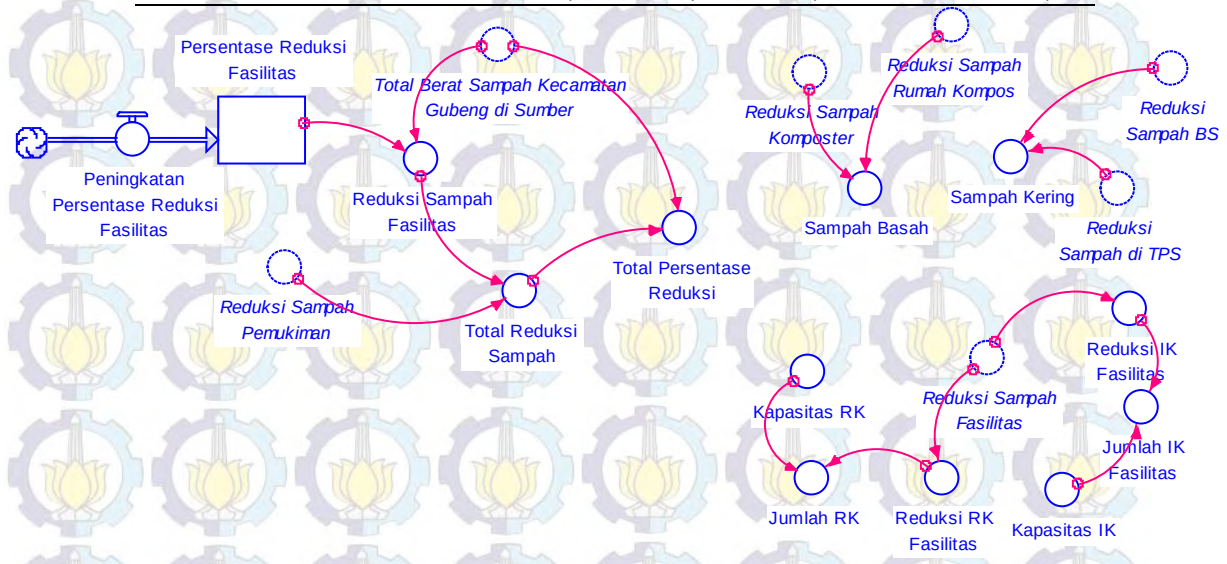
Tahun Proyeksi	Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	% Kenaikan Jumlah IK	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
0	2012	3	900	20	1.557	-	-	-
1	2013	3,39	930	21	1.760	13,04%	3,33%	0,16%
2	2014	3,83	961	21	1.990	13,07%	3,33%	0,18%
3	2015	4,33	994	22	2.250	13,07%	3,43%	0,20%
4	2016	4,9	1.028	23	2.543	13,02%	3,42%	0,22%
5	2017	5,54	1.063	24	2.875	13,06%	3,40%	0,26%
6	2018	6,26	1.099	24	3.250	13,04%	3,39%	0,28%
7	2019	7,08	1.136	25	3.674	13,05%	3,37%	0,32%
Final	2020	8	1.174	26	4.154	13,06%	3,35%	0,35%

Untuk penambahan persentase reduksi dari fasilitas, dilakukan perbaikan struktur model yang dapat dilihat pada Gambar 7.7. Penambahan struktur model dimaksudkan untuk mengetahui berat dan total persentase reduksi sampah rumah tangga maupun fasilitas. Untuk mencapai target reduksi 20%, fasilitas harus melakukan reduksi sebesar 11,81% pada tahun 2020. Untuk mencapai target tersebut, ditentukan persentase kenaikan reduksi sampah fasilitas sebesar 1,7% tiap tahun dimulai pada tahun 2014. Hasil simulasi total reduksi sampah setelah

memasukkan peran pengelola fasilitas pada skenario kebijakan ketujuh dapat dilihat pada Tabel 7.25.

Tabel 7.25 Hasil Simulasi Total Reduksi Sampah Skenario Kebijakan Ketujuh

Tahun	Persentase Reduksi Fasilitas	Reduksi Pemukiman	Reduksi Fasilitas	Total Reduksi	Total Persentase Reduksi (%)
2012	0%	1.651,95	0,00	1.651,95	6,22
2013	0%	1.719,30	0,00	1.719,30	6,38
2014	2%	1.795,31	465,44	2.260,75	8,26
2015	3%	1.881,14	946,43	2.827,57	10,16
2016	5%	1.978,02	1.444,42	3.422,44	12,08
2017	7%	2.087,38	1.961,04	4.048,42	14,04
2018	9%	2.210,85	2.498,08	4.708,93	16,02
2019	10%	2.350,27	3.057,56	5.407,83	18,04
2020	12%	2.507,70	3.641,73	6.149,44	20,09



Gambar 7.7 Perbaikan Struktur Model Skenario Kebijakan Ketujuh

Tabel 7.25 menunjukkan reduksi sampah yang harus dilakukan fasilitas pada tahun 2020 sebesar 3.641,73 ton/tahun. Reduksi sampah dapat dilakukan dengan menambahkan rumah kompos privat maupun komposter pada setiap fasilitas. Dengan berat sampah yang harus direduksi tersebut, ditambahkan 5 unit rumah kompos privat kapasitas 4 m³/hari dan 1 unit IK/fasilitas. Selain itu, reduksi sampah juga dapat dilakukan dengan mengumpulkan sampah kering dan dijual ke BS maupun pengepul. Reduksi sampah kering tidak dibahas dalam skenario ketujuh tetapi tetap dapat dilakukan pada kondisi aktual. Penempatan rumah kompos direncanakan sebanyak 5 unit yaitu, 3 unit didekat pasar dan 2 unit di perguruan tinggi. Lokasi Pasar Surya yang ada di Kecamatan Gubeng yaitu Pasar bunga, burung, buah Bratang, Pasar Pucang dan Pasar Mojo. Kapasitas setiap unit RK 4 m³/hari sebesar 659,308 ton/tahun

dengan densitas sampah campuran yang masuk sebesar 451,581 kg/m³. Kapasitas setiap unit IK sebesar 0,298 ton/tahun dengan densitas sampah campuran yang masuk sebesar 451,534 kg/m³. Rencana pengadaan rumah kompos dan komposter untuk fasilitas dapat dilihat pada Tabel 7.26. Jumlah IK yang harus disediakan sebanyak 1 unit untuk setiap fasilitas. Biaya pengadaan dapat disediakan pemerintah maupun pihak swasta itu sendiri. Hasil simulasi perbaikan skenario kebijakan ketujuh dapat dilihat pada Tabel 7.27 dan Gambar 7.8. Perbandingan output skenario kebijakan ketujuh dan skenario eksisting (skenario Daur Ulang) dapat dilihat pada Tabel 7.29.

Tabel 7.26 Rencana Pengadaan Rumah Kompos dan Komposter untuk Fasilitas

Tahun	Reduksi Fasilitas	Reduksi RK Fasilitas	Reduksi IK Fasilitas	Jumlah RK	Jumlah IK	Jumlah IK/Fasilitas
2012	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0
2014	465,44	447,66	17,78	1	60	1
2015	946,43	910,28	36,15	1	121	1
2016	1.444,42	1.389,25	55,18	2	185	1
2017	1.961,04	1.886,12	74,91	3	251	1
2018	2.498,08	2.402,65	95,43	4	320	1
2019	3.057,56	2.940,77	116,8	4	392	1
2020	3.641,73	3.502,62	139,11	5	467	1

Tabel 7.27 Hasil Simulasi Perbaikan Skenario Kebijakan Ketujuh

Tahun Proyeksi	Tahun	Total Berat Sampah (ton/tahun)	Reduksi Sampah (ton/tahun)	Persentase Reduksi (%)	Total Biaya (Rp. 000)	Total Emisi GRK (ton/tahun)
0	2012	26.540,91	1.651,95	6,22	6.634.892,85	11.162.237,87
1	2013	26.947,79	1.719,30	6,38	6.811.314,30	22.327.277,46
2	2014	27.378,86	2.260,75	8,26	6.982.554,77	33.492.833,71
3	2015	27.836,18	2.827,57	10,16	7.171.815,89	44.659.325,45
4	2016	28.322,00	3.422,44	12,08	7.379.329,71	55.826.803,05
5	2017	28.838,77	4.048,42	14,04	7.607.328,34	66.995.321,48
6	2018	29.389,17	4.708,93	16,02	7.856.051,30	78.164.940,88
7	2019	29.976,12	5.407,83	18,04	8.132.144,58	89.335.727,08
Final	2020	30.602,81	6.149,44	20,09	8.436.659,40	100.507.752,21

Tabel 7.28 Penambahan Fasilitas Reduksi Sampah pada Perbaikan Skenario Kebijakan
Ketujuh

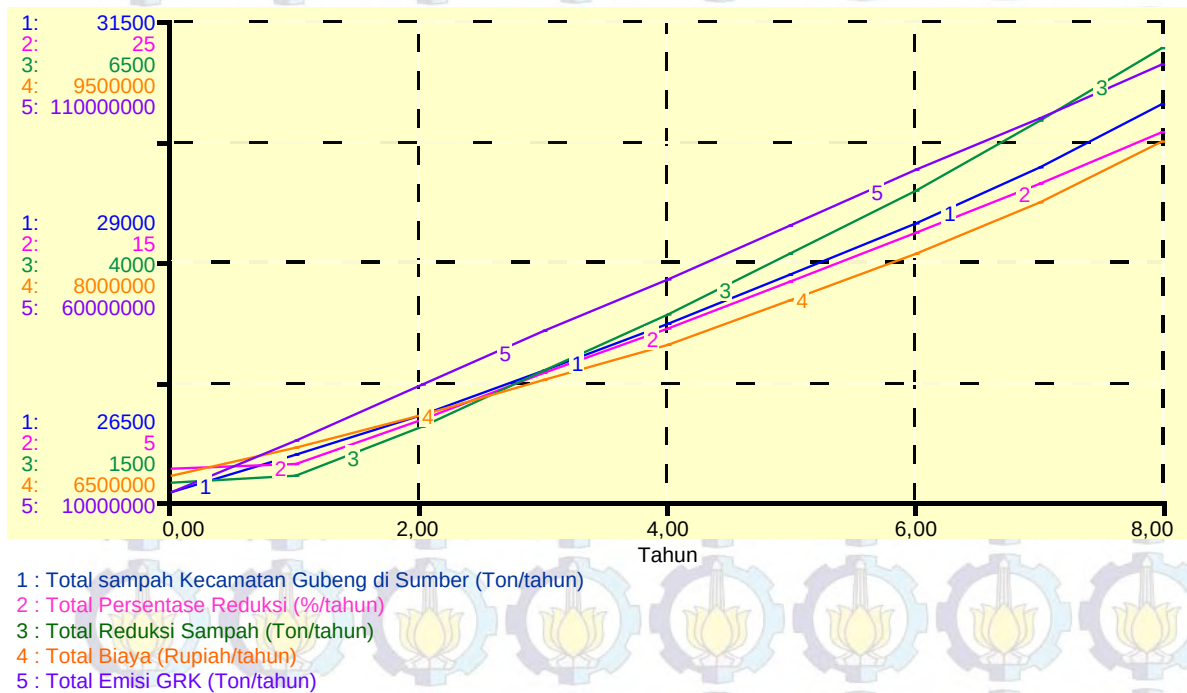
Tahun	Jumlah IK/RT	Jumlah KK BS	Jumlah BS	Total Jumlah IK	Jumlah IK Pemukiman	Jumlah IK Fasilitas	% Kenaikan Jumlah IK Pemukiman	% Kenaikan Jumlah IK Fasilitas	% Kenaikan Nasabah BS	% Kenaikan Reduksi Sampah
2012	3	900	20	1.557	1.557	0	-	-	-	-
2013	3,39	930	21	1.760	1.760	0	13,04%	-	3,33%	0,16%
2014	3,83	961	21	2.050	1.990	60	13,07%	-	3,33%	1,88%
2015	4,33	994	22	2.371	2.250	121	13,07%	102%	3,43%	1,90%
2016	4,9	1.028	23	2.728	2.543	185	13,02%	53%	3,42%	1,92%
2017	5,54	1.063	24	3.126	2.875	251	13,06%	36%	3,40%	1,96%
2018	6,26	1.099	24	3.570	3.250	320	13,04%	27%	3,39%	1,98%
2019	7,08	1.136	25	4.066	3.674	392	13,05%	23%	3,37%	2,02%
2020	8	1.174	26	4.621	4.154	467	13,06%	19%	3,35%	2,05%

Tabel 7.29 Output Perbaikan Skenario Kebijakan Ketujuh

Parameter	Eksisting	Skenario 7	Selisih
Total Reduksi Sampah (%)	5,50%	20,09%	14,59%
Total Biaya (Rp. 000)	7.715.128,96	8.436.659,40	721.530
Total Emisi GRK (ton/tahun)	105.268.005,84	100.507.752,21	4.760.254
Reduksi Sampah Total (ton/tahun)	1.684,58	6.149,44	4.465
Jumlah Komposter/RT	3,12	8	5
Jumlah KK Nasabah BS	1174	1.174	-
Jumlah Unit BS	26	26	-
Jumlah Unit IK	1611	4.621	3.010

Output skenario kebijakan ketujuh yaitu dengan adanya 4.621 unit IK yang terdiri dari 4.154 IK pemukiman dan 467 IK fasilitas serta 26 unit BS di tahun 2020 dapat meningkatkan persentase reduksi sebesar 20,09% dan 6.149,44 ton/tahun. Reduksi sampah meningkat 3,65 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sebesar 1,73% tiap tahun. Penambahan biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 8.436.659.400 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK yang dapat dilakukan sebesar 4.760.254 ton/tahun atau 4,52% dari skenario eksisting. Reduksi emisi GRK dengan menerapkan skenario kebijakan ketujuh sebesar 10,59% dibandingkan ketika tidak melakukan apapun (Skenario TPA). Jumlah bank sampah memungkinkan untuk ditambah karena jumlah RT di Kecamatan Gubeng sebesar 519 RT. Dengan adanya 26 unit BS, maka satu unit bank sampah dapat melayani 1-2 RW sekitar. Hal ini memungkinkan untuk direalisasikan karena Kecamatan Gubeng terdiri dari 63 RW sehingga jumlah nasabah setiap bank sampah mencapai lebih dari 45 KK. Jumlah komposter masih memungkinkan untuk ditambah. Dengan menambah unit komposter menjadi 8 unit IK/RT maka setiap komposter dimanfaatkan oleh 10 KK secara

bersamaan. Dengan 1 unit komposter tiap 10 KK sudah mencukupi dan tidak memberatkan masyarakat.



Gambar 7.8 Hasil Simulasi Skenario Kebijakan Ketujuh

Hasil simulasi menunjukkan bahwa total sampah (garis 1), persentase reduksi (garis 2), reduksi sampah (garis 3), dan biaya (garis 4) memiliki pola eksponensial meningkat. Pola linear ditunjukkan emisi GRK (garis 5). Untuk merealisasikan skenario ketujuh, dapat dibuat rencana pengembangan sesuai dengan Tabel 7.26. Skenario ketujuh merupakan skenario paling realistis untuk dilaksanakan karena kebijakan ini telah diwacanakan dalam perundangan terkait. Keterlibatan fasilitas untuk mereduksi sampah sangat diperlukan karena proporsi jumlah sampah fasilitas cukup banyak dalam timbulan sampah perkotaan. Selain itu, pengelola fasilitas wajib mengelola sampah yang dihasilkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 81 tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga. Apabila hanya mengandalkan masyarakat untuk melakukan reduksi sampah, hasil reduksi sampah tidak akan berkembang secara signifikan karena partisipasi masyarakat berfluktuatif sesuai dengan kondisi lingkungan. Untuk itu, perlu adanya kerjasama masyarakat, pemerintah dan pihak swasta untuk menuju integrasi pengelolaan sampah. Peran pemerintah, masyarakat, informal dan swasta pada skenario ketujuh masing-masing sebesar 5,67%; 22,81%; 12,29% dan 59,22%. Skenario ketujuh dapat berjalan jika pemerintah Kota

Surabaya menerapkan PP 81/2012 menjadi Peraturan Daerah. Partisipasi masyarakat juga harus tetap stabil/meningkat untuk mencapai target reduksi.

Peningkatan partisipasi masyarakat dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan segala sumber media, seperti jaringan televisi dan radio, serta surat kabar, untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Namun, untuk tujuan jangka panjang, strategi tersebut mungkin tidak cukup (Kum *et al.*, 2005). Kota Surabaya telah menerapkan *Program Surabaya Green and Clean* (SGC) yang dimulai pada tahun 2008 hingga saat ini. Program ini dapat dilanjutkan dengan peningkatan kriteria penilaian yang semakin tinggi. Kriteria disesuaikan dengan skenario yang dihasilkan dari penelitian ini sehingga secara tidak langsung masyarakat akan berusaha memenuhi kriteria tersebut. Selain itu, pemberian penghargaan berupa dana stimulan bank sampah dan penambahan fasilitas komposter merangsang kesadaran masyarakat untuk melakukan reduksi sampah secara berkelanjutan.

BAB 8

KESIMPULAN DAN SARAN

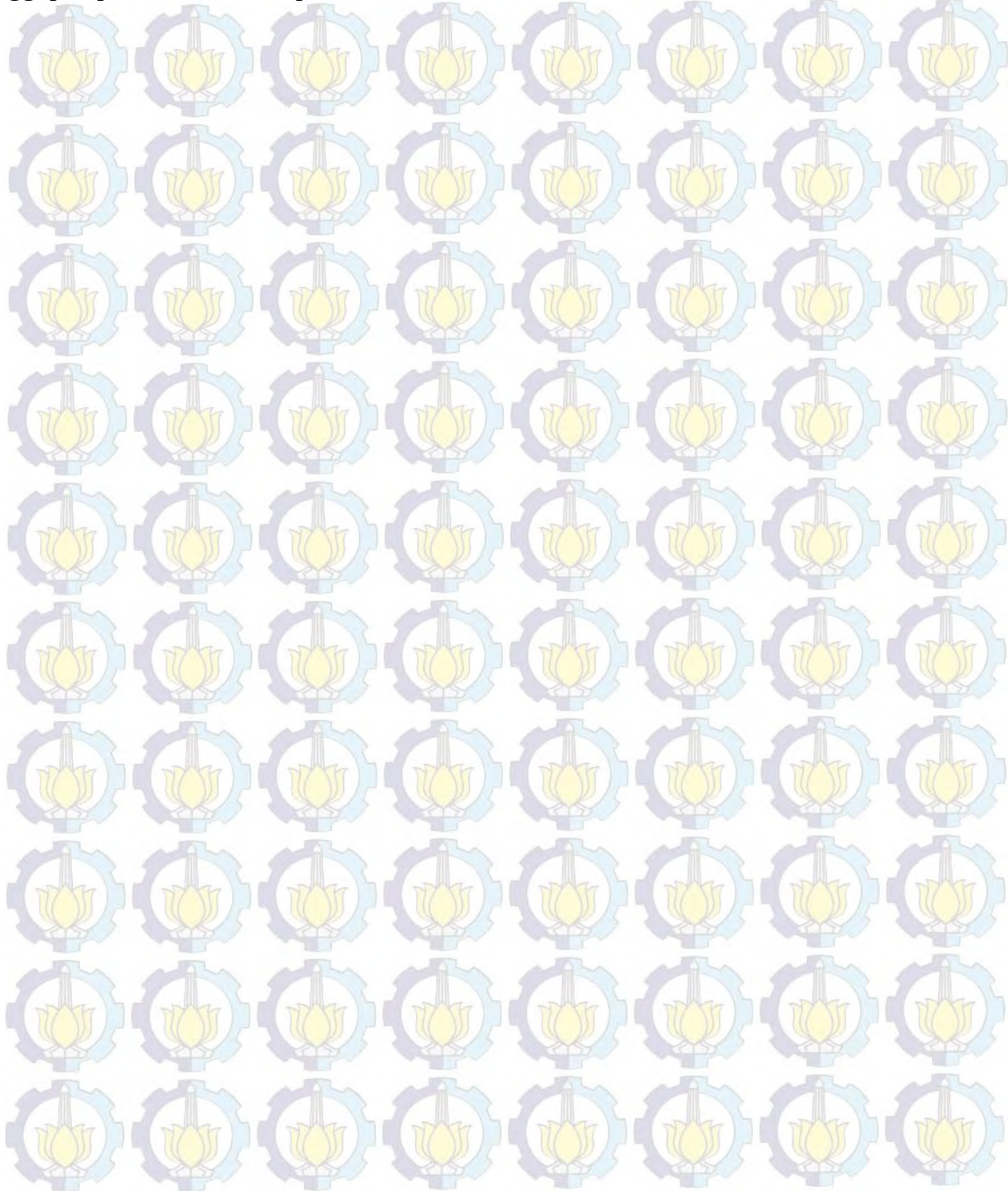
8.1 Kesimpulan

Skenario dengan reduksi sampah terbesar adalah skenario Daur Ulang. Reduksi sampah skenario Daur Ulang di Kecamatan Gubeng tahun 2013 sebesar 6,22% yang terdiri dari 1,31% reduksi di rumah kompos, 1,90% reduksi di komposter individual/komunal, 0,16% reduksi di bank sampah, dan 2,85% reduksi pemulung di TPS. Hasil simulasi model dinamik menunjukkan reduksi sampah skenario Daur Ulang di Kecamatan Gubeng tahun 2020 menurun menjadi 5,50% yang terdiri dari 1,14% reduksi di rumah kompos, 1,72% reduksi di komposter individual/komunal, 0,18% reduksi di bank sampah, dan 2,47% reduksi pemulung di TPS. Kemudian dilakukan perbaikan pada skenario Daur Ulang untuk mencapai target reduksi 20%. Skenario perbaikan yang paling baik dan realistis dalam peningkatan reduksi sampah adalah skenario yang melibatkan peran masyarakat 22,81%, pemerintah 5,67%, sektor informal 12,29%, dan pihak swasta 59,22% untuk mereduksi sampah. Skenario perbaikan tersebut menggunakan sistem dasawisma (1 komposter untuk 10 KK) untuk pemukiman dan penambahan komposter serta rumah kompos untuk fasilitas. Rumah kompos yang harus dibangun sebanyak 5 unit yang terdiri dari 3 unit di dekat pasar dan 2 unit di perguruan tinggi. Jumlah komposter sebanyak 4.621 unit yang terdiri dari 4.154 unit komposter pemukiman dan 467 unit komposter serta 26 unit Bank dengan jumlah nasabah 1.174 KK. Dengan penambahan fasilitas tersebut, pada tahun 2020 persentase reduksi sampah meningkat menjadi 20,09% dengan reduksi sampah sebesar 6.149,43 ton/tahun. Reduksi sampah yang dilakukan 3,65 kali lebih besar dibandingkan kondisi eksisting dengan peningkatan reduksi sampah sebesar 1,73% tiap tahun. Biaya yang dibutuhkan sekitar Rp. 8.436.659.400 untuk pengadaan fasilitas tersebut. Reduksi emisi GRK sebesar 4.760.254 ton/tahun. Persentase reduksi emisi GRK sebesar 4,52% dari perbaikan skenario Daur Ulang yang telah dilakukan.

8.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengestimasi emisi GRK dengan mengkombinasikan metode perhitungan IPCC dengan metode lain sehingga reduksi emisi dari sampah kering dapat lebih terlihat. Penelitian selanjutnya akan lebih baik jika memasukkan aspek partisipasi

masyarakat dan teknologi pemrosesan akhir sampah dalam model secara lebih rinci, detail dan terintegrasi. Penelitian selanjutnya juga dapat menambahkan fasilitas yang lebih lengkap dari penelitian ini dan pengukuran dilakukan langsung dari sumber sampah. Selain itu, penelitian juga sebaiknya dilakukan dengan lingkup yang lebih luas sehingga model dapat digunakan dalam kondisi apapun. Perlu dilakukan analisis lanjutan dari skenario kebijakan yang dihasilkan dengan menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) maupun CBA (*Cost Benefit Analysis*) sehingga skenario kebijakan sesuai dengan kemauan masyarakat dan kesanggupan pemerintah setempat.



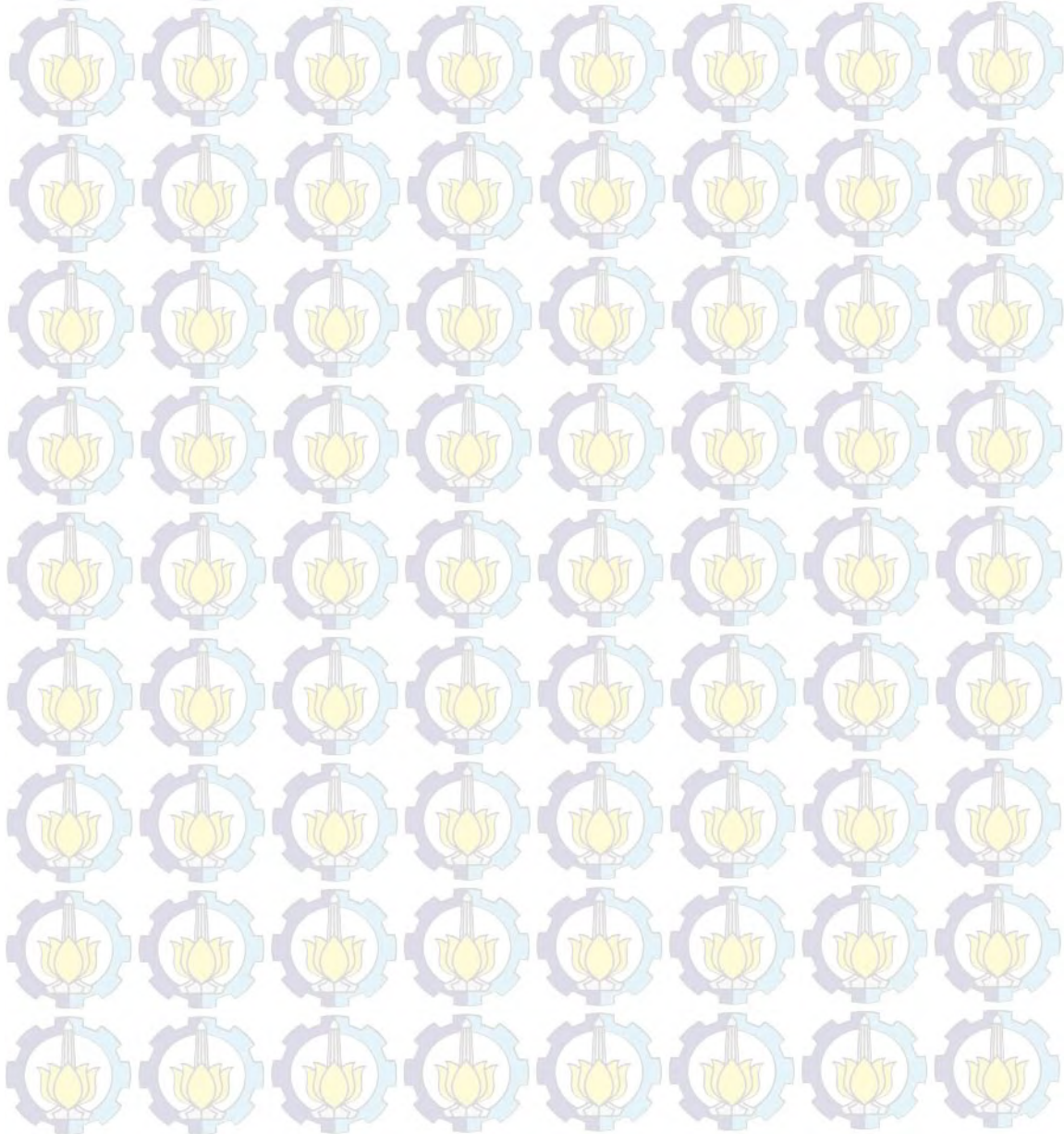
DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, Y. P. 2013. *Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan dan Pengangkutan Sampah Pemukiman di Kecamatan Gubeng, Surabaya Timur*. Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Agustia, Y. P., Herumurti, W. 2013. Solid waste composition and greenhouse gas potential from solid waste in Gubeng Distric Surabaya *The 4th International Seminar Department of Environmental Engineering Department of Environmental Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Public Health Program Study, Medical Faculty, Udayana University*. Bali, Indonesia.
- Andersen, J. K., Boldrin, A., Christensen, T. H., Scheutz, C. 2010. Greenhouse gas emissions from home composting of organic household waste. *Waste Management* 30, 12. 2475-2482.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2012. *Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya*. Surabaya
- Beigl, P., Lebersorger, S., Salhofer, S. 2008. Modelling municipal solid waste generation: A review. *Waste Management* 28, 200-214.
- Binder, C. R., Mosler, H.-J. 2007. Waste-resource flows of short-lived goods in households of Santiago de Cuba. *Resources, Conservation and Recycling* 51, 265-283.
- BPS Kota Surabaya. 2013. *Surabaya Dalam Angka 2013*. Surabaya
- BPS Kota Surabaya. 2012. *Surabaya Dalam Angka 2012*. Surabaya
- BPS Kota Surabaya. 2013. *Kecamatan Gubeng Dalam Angka Tahun 2013*. Surabaya
- Barlas, Y. 1996. Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics. *System Dynamics Review* 12, 183-201.
- Calabro, P. S. 2009. Greenhouse gases emission from municipal waste management: The role of separate collection. *Waste Management* 29, 7. 2178-2187.
- Chaerul, M., Tanaka, M., Shekdar, A. V. 2008. A system dynamics approach for hospital waste management. *Waste Management* 28, 2. 442-449.
- Choudhury, D., Savoikar, P. 2009. Simplified method to characterize municipal solid waste properties under seismic conditions. *Waste Management* 29, 924-933.
- Chowdhury, M. 2009. Searching quality data for municipal solid waste planning. *Waste Management* 29, 2240-2247.
- Couth, R., Trois, C. 2011. Waste management activities and carbon emissions in Africa. *Waste Management* 31, 131-137.
- Couth, R., Trois, C., Vaughan-Jones, S. 2011. Modelling of greenhouse gas emissions from municipal solid waste disposal in Africa. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 5, 6. 1443-1453.
- Coyle, R. G. 1996. *System Dynamics Modelling : A Practical Approach* Chapman and Hall.
- Damanhuri, E., Padmi, T. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. 2012. *Laporan Tahunan*. Surabaya
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. 2013. *Laporan Tahunan*. Surabaya
- Dyson, B., Chang, N.-B. 2005. Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management* 25, 7. 669-679.
- ElSawah, S., Haase, D., Delden, H. v., Pierce, S., ElMahdi, A., Voinov, A. A., Jakeman, A. J. 2012. Using system dynamics for environmental modelling: Lessons learnt from six case studies 2012 *International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting*. Leipzig, Germany International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs)

- Faccio, M., Persona, A., Zanin, G. 2011. Waste collection multi objective model with real time traceability data. *Waste Management* 31, 2391-2405.
- Ford, A. 1999. *Modelling the Environment*. Island Press.
- Forrester, J. W. 1961. *Industrial Dynamics*. The MIT Press.
- Fuchs, H. U. 2006. System Dynamics Modeling In Science and Engineering. *System Dynamics Conference at the University of Puerto Rico Resource Center for Science and Engineering*. Mayaguez.
- Hapsari, C. 2011. *Studi Emisi Karbon Dioksida(CO₂) dan Metana (CH₄) Dari Kegiatan Reduksi Sampah Di Wilayah Surabaya Bagian Selatan* Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Institute for Global Environmental Strategies (IGES). 2006. *IPCC Guide Lines for National Greenhouse Gas Inventories Vol. 5 : Waste, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2007. *Pedoman Umum 3 R Berbasis Masyarakat di Kawasan Pemukiman* Kofoworola, O. F. 2007. Recovery and recycling practices in municipal solid waste management in Lagos, Nigeria. *Waste Management* 27, 1139-1143.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga*.
- Kollikkathara, N., Feng, H., Yu, D. 2010. A system dynamic modeling approach for evaluating municipal solid waste generation, landfill capacity and related cost management issues. *Waste Management* 30, 2194-2203.
- Kum, V., Sharp, A., Harnpornchai, N. 2005. Improving the solid waste management in Phnom Penh city: a strategic approach. *Waste Management* 25, 101-1.
- Lavee, D., Khatib, M. 2010. Benchmarking in municipal solid waste recycling. *Waste Management* 30, 2204-2208.
- Ljunggren, M. 2000. Modelling National Solid Waste Management. *Waste Manage and Research* 18, 525-537.
- Loureiro, S. M., Rovere, E. L. L., Mahler, C. F. 2013. Analysis of potential for reducing emissions of greenhouse gases in municipal solid waste in Brazil, in the state and city of Rio de Janeiro. *Waste Management* 33, 5. 1302-1312.
- Magrinho, A., Didelet, F., Semiao, V. 2006. Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Management* 26, 12. 1477-1489.
- Maimoun, M. A., Reinhart, D. R., Gammoh, F. T., McCauley Bush, P. 2013. Emissions from US waste collection vehicles. *Waste Management* 33, 5. 1079-1089.
- Misra, V., Pandey, S. D. 2005. Hazardous waste, impact on health and environment for development of better waste management strategies in future in India. *Environment International* 31, (3). 417-431.
- Mursito, D., Sudjimah, E., Simanjutak, S. M., Suryana, D., Hartono, J., Gusniani, I., Widyarsana, I. M. W., Yanidar, R., Arifin, R. A., Darto, K. A., Setyaningrum, E., Indrasari, N. N., Sari, T. P., Panjaitan, R., Widyasari, Y. A., Hartiwi, N. S. 2013. *Materi Bidang Sampah I dan II Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang Persampahan*. Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Neto, A. d. C. L., Legey, L. F. L., Araya, M. C. G., Jablonski, S. 2006. A System Dynamics Model for the Environmental Management of the Sepetiba Bay Watershed, Brazil. *Environmental Manage* 38, 879-888.

- Papageorgiou, A., Barton, J. R., Karagiannidis, A. 2009. Assessment of the greenhouse effect impact of technologies used for energy recovery from municipal waste: A case for England. *Journal of Environmental Management* 90, 10. 2999-3012.
- Menteri Pekerjaan Umum. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga*.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*.
- Putri, R. M. K. 2010. *Perencanaan Material Recovery Facility Di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya*. Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Qudrat-Ullah, H., Seong, B. S. 2010. How to do structural validity of a system dynamics type simulation model: the case of an energy policy model. *Energy Policy* 38, 5. 2216-2224.
- Rives, J., Rieradevall, J., Gabarrell, X. 2010. LCA comparison of container systems in municipal solid waste management. *Waste Management* 30, 949-957.
- Riyanto, B. 2008. *Prospek Pengelolaan Sampah Nonkonvensional di Kota Kecil*. Thesis. Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota. Universitas Diponegoro.
- Sandulescu, E. 2004. The contribution of waste management to the reduction of greenhouse gases emissions with applications in the city of Bucharest. *Waste Management and Research* 22, (6). 413-426.
- Sasongko, S. B. 2008. Simulasi Pengelolaan Sampah Kota dengan Powersim. *Teknik* 29, 2.
- Saysel, A. K., Barlas, Y. 2001. A dynamic model of salinization on irrigated lands. *Ecological Modelling* 139, 177-199.
- Shekdar, A. V. 2009. Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. *Waste Management* 29, 1438-1448.
- Singhirunnusorn, W., Donlakorn, K., Kaewhanin, W. 2011. Contextual Factors Influencing Household Recycling Behaviours: A Case of Waste Bank Project in Mahasarakham Municipality. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 36, 688-697.
- Sufian, M. A., Bala, B. K. 2007. Modeling of urban solid waste management system: The case of Dhaka city. *Waste Management* 27, 7. 858-868.
- Suttibak, S., Nitivattananon, V. 2008. Assesment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs. *Resources, Conservation and Recycling* 53, 45-56.
- Tanskanen, J.-H. 2000. Strategic planning of municipal solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling* 30, 2. 111-133.
- Tavares, G., Zsigraiova, Z., Semiao, V., Carvalho, M. G. 2009. Optimisation of MSW collection routes for minimum fuel consumption using 3D GIS modelling. *Waste Management* 29, 1176-1185.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. A. 1993. *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles And Issues*. McGraw Hill International Editions.
- Thompson, B. P., Bank, L. C. 2010. Use of system dynamics as a decision-making tool in building design and operation. *Building and Environment* 45, 1006-1015.
- Troschinetz, A. M., Mihelcic, J. R. 2009. Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Management* 29, 915-923.
- Udono, K., Sitte, R. 2008. Modeling seawater desalination powered by waste incineration using a dynamic systems approach. *Desalination* 229, 302-317.
- Wen, L., Lin, C.-h., Lee, S.-c. 2009. Review of recycling performance indicators: A study on collection rate in Taiwan. *Waste Management* 29, 2248-2256.
- Wilson, D. C., Araba, A. O., Chinwah, K., Cheeseman, C. R. 2009. Building recycling rates through the informal sector. *Waste Management* 29, 629-635.

- Yenie, E. 2010. *Kelembapan Bahan dan Suhu Kompos sebagai Parameter yang Mempengaruhi Proses Pengomposan pada Unit Pengomposan Rumbai*. Thesis. Teknik Kimia. Universitas Riau.
- Yuan, H. 2012. A model for evaluating the social performance of construction waste management. *Waste Management* 32, 1218-1228.
- Yuan, H. P., Shen, L. Y. 2011. A model for cost-benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. *Resources, Conservation and Recycling* 55, 6. 604-612.
- Zhang, D., Keat, T. S., Gersberg, R. M. 2010. A comparison of municipal solid waste management in Berlin and Singapore. *Waste Management* 30, 921-933.
- Zhang, Y. M., Huang, G. H., He, L. 2011. An inexact reverse logistics model for municipal solid waste management systems. *Journal of Environmental Management* 92, 3. 522-530.
- Zia, H., Devadas, V. 2008. Urban solid waste management in Kanpur: Opportunities and perspectives. *Habitat International* 32, 1. 58-73.



LAMPIRAN A
PUBLIKASI ILMIAH

Paper I

Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya

Seminar Nasional 2014 - Waste Management II

Surabaya, 4 Februari 2014



REDUKSI SAMPAH KECAMATAN GUBENG, KOTA SURABAYA

Yevi Putri Agustia*, Welly Herumurti, Warmadewanthi

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

**yeviputriagustia@gmail.com*

Abstract

Pengelolaan sampah perkotaan menjadi perhatian utama karena jumlah sampah yang terus meningkat setiap tahun. Peningkatan jumlah sampah menyebabkan menurunnya masa pakai Tempat Pemrosesan Akhir sehingga harus dilakukan reduksi sampah. Selain itu, kegiatan reduksi sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga juga telah diisyaratkan pada perundangan terkait pengelolaan sampah. Pola reduksi sampah perlu diketahui sehingga dapat diketahui sektor yang paling berpengaruh dalam mereduksi sampah. Potensi persentase reduksi sampah setiap sektor perlu diketahui untuk mengoptimalkan reduksi sampah. Pengukuran reduksi sampah dilakukan pada fasilitas rumah kompos, komposter, bank sampah dan pemulung di Tempat Penampungan Sementara. Total reduksi sampah Kecamatan Gubeng sebesar 4,34% yang terdiri dari 1,31% reduksi di Rumah Kompos, 0,17% reduksi di komposter, 0,16% reduksi di Bank Sampah dan 2,69% reduksi pemulung di TPS. Peningkatan reduksi sampah dapat dilakukan dengan peningkatan partisipasi masyarakat, peningkatan *recovery* sampah untuk fasilitas pengolahan yang dekat dengan sumber dan pemanfaatan secara maksimal kapasitas eksisting fasilitas pengolahan sampah serta kewajiban reduksi sampah pada fasilitas komersial sesuai dengan yang telah diisyaratkan pada undang-undang.

Kata kunci: bank sampah, komposter, pemulung, reduksi sampah, rumah kompos

Abstract

MSW management is a major concern because waste generation increased every year, continuously. Increased waste generations cause reduction of landfill life time hence waste reduction should be done. In addition, waste reduction activity both household waste and similar household waste has been included in waste management regulation. The pattern of waste reduction needed to determine so it can be seen the most influential sector in waste reduction. Percentage of waste reduction potential of each sector needed to determine for waste reduction optimization. Waste reduction measurements performed on composting house, individual composter, solid waste bank and scavengers in transfer station. Total waste reduction in Gubeng District was 4.34 % which consist of 1.31 % reduction in composting house, 0.17 % reduction in individual composter, 0.16 % reduction in solid waste bank and 2.69% reduction by scavengers in transfer station. Increased waste reduction can be carried out with increased community participation, increased waste recovery in closer waste source, maximum utilization of existing capacity of waste treatment facilities and waste reduction obligations in accordance with the commercial facility that has been included at legislation.

Keywords: composting house, individual composter, scavenger, solid waste bank, waste reduction.

1. Pendahuluan

Sampah perkotaan dihasilkan dari kegiatan rumah tangga, rumah sakit, sekolah, perkantoran dan industri yang terbentuk dari dua sumber utama yaitu pemukiman (55-65%) dan fasilitas komersial (35-45%). Selain itu, sampah perkotaan juga terbentuk dari campuran sampah pemukiman, fasilitas komersial, penyapuan jalan, sampah taman dan lumpur (Loureiro *et al.*, 2013). Sampah perkotaan termasuk sampah mudah terurai (kertas, kain, sisa makanan, batang, dan sampah kebun), sebagian mudah terurai (kayu, diapers dan lumpur) dan tidak mudah terurai (kulit, plastik, karet, logam, kaca, abu dan sampah elektronik) (Jha *et al.*, 2008). Dalam dua dekade terakhir, pengelolaan sampah perkotaan menjadi perhatian utama karena jumlah sampah yang terus meningkat tiap tahun di berbagai belahan dunia (Magrinho *et al.*, 2006). Peningkatan timbulan dan jenis sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu peningkatan populasi dan kepadatan penduduk, laju timbulan, teknologi penanganan sampah, kebiasaan konsumen yang mempengaruhi gaya hidup dan keadaan ekonomi (Binder dan Mosler, 2007, Beigl *et al.*, 2008, Jha *et al.*, 2008, Zia dan Devadas, 2008, Troschinetz dan Mihelcic, 2009, Bari *et al.*, 2012, Maimoun *et al.*, 2013). Dengan jumlah sampah yang berkembang pesat menyebabkan menurunnya masa pakai Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), dan masalah penentuan lokasi pembuangan baru (Suttibak dan Nitivattanano, 2008). Hal ini mendorong pemerintah kota harus melakukan penanganan sampah secara terpadu.

Pengelolaan sampah terpadu membutuhkan serangkaian tindakan dan teknik untuk meminimalkan produksi sampah pada sumber, mengurangi resiko terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan serta meningkatkan kualitas pengelolaan sampah (Calabro, 2009). Penimbunan di TPA adalah pilihan terakhir untuk pengolahan sampah (Magrinho *et al.*, 2006, Zhang *et al.*, 2010). Reduksi sampah yang masuk ke TPA dapat dilakukan dengan pengurangan (*reduce*), penggunaan kembali (*reuse*), dan pemulihan (*recovery*) (Guariso *et al.*, 2009). Selain itu, kegiatan reduksi sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga juga telah diisyaratkan pada perundangan terkait pengelolaan sampah. Kegiatan reduksi dapat dilakukan oleh sektor formal, informal dan masyarakat. Reduksi sampah meningkat dapat dikarenakan peningkatan partisipasi reduksi sampah dari masyarakat maupun pihak swasta (Magrinho *et al.*, 2006). Reduksi sampah dapat dilakukan melalui kegiatan komposting terpusat di Rumah Kompos (RK) dan mandiri melalui komposter (IK), kegiatan 3R melalui Bank Sampah (BS) dan pemulung (PM) di Tempat Penampungan Sementara (TPS). Pola reduksi sampah perlu diketahui sehingga dapat diketahui sektor yang paling berpengaruh dalam mereduksi sampah. Selain itu, potensi persentase reduksi sampah setiap sektor pada kondisi eksisting dapat diketahui.

Kecamatan Gubeng termasuk daerah padat penduduk kedua di Surabaya Timur dan menghasilkan jumlah sampah yang terus meningkat. Kecamatan Gubeng memiliki kawasan yang menghasilkan sampah sejenis rumah tangga yaitu kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas sosial, fasilitas umum dan fasilitas lainnya. Kegiatan pengumpulan sampah dari sumber dikelola oleh masyarakat. Kegiatan pengangkutan dan pemrosesan akhir sampah dikelola oleh Pemerintah Kota Surabaya. Kecamatan Gubeng memiliki 9 unit TPS yang tersebar di 6 kelurahan. TPS yang tersedia di Kecamatan Gubeng antara lain TPS Bratang, Barata Jaya-Nginden, Kalibokor, Kangean, Pasar Pucang Anom, Srikana, Kaliwaron, Mojoarum, dan Bakti Husada. TPS dapat berupa landasan yang dibangun di pinggir jalan, di dekat sungai dan di dekat pasar. Kecamatan Gubeng memiliki 2 unit RK yaitu RK Bratang kapasitas 12 m³/hari dan RK Srikana kapasitas 4 m³/hari. Selain itu, Kecamatan Gubeng memiliki 3 unit IK/RT. Kecamatan Gubeng memiliki 20 unit BS serta 221 orang penarik gerobak. Kemampuan reduksi sampah dari setiap sektor tersebut memiliki nilai yang berbeda. Untuk itu, perlu diketahui persentase reduksi sampah tiap sektor sehingga dapat dilakukan pengembangan sesuai dengan potensi reduksi sampah pada kondisi eksisting.

2. Metode

Di negara berkembang seperti Indonesia, khususnya Kota Surabaya, data persampahan yang tersedia masih sangat minim. Perkembangan data tergantung pada timbulan sampah dan reduksi sampah untuk mendukung kekurangan perencanaan, perundangan dan administrasi (Choudhury dan Savoikar, 2009). Data didapatkan dari survei dan penelitian lapangan. Sistem pengelolaan sampah dapat berupa sentralisasi dan desentralisasi sistem. Sentralisasi sistem terjadi di RK dan desentralisasi sistem terjadi pada IK, BS dan PM.

2.1. Pemilihan Lokasi Penelitian

Kecamatan Gubeng memiliki jumlah penduduk sebesar 152.653 jiwa dan kepadatan penduduk 20.042 jiwa/km². Kecamatan Gubeng terdiri dari 63 RW dan 519 RT. Jumlah Keluarga di Kecamatan Gubeng sebanyak 43.045 KK dan rata-rata anggota keluarga sebanyak 3,22 orang (BPS Kota Surabaya, 2013). Survei dan penelitian lapangan dilakukan pada bulan Maret hingga Desember 2013. Kecamatan Gubeng memiliki fasilitas pengelolaan sampah yang cukup baik sehingga memudahkan dalam penelitian. Selain itu, daerah ini memiliki kawasan penghasil sampah sejenis rumah tangga yang bervariasi sehingga data yang didapat lebih representatif.

2.2. Pengisian Kuisioner

Kuisioner ditujukan kepada pihak yang terkait dengan kegiatan reduksi sampah di RK, IK, BS, PM dan pengepul (PL). Kuisioner terbagi menjadi 5 jenis yaitu kuisioner RK, IK, BS, TPS dan sektor informal (PM dan PL). Kuisioner IK ditujukan untuk fasilitator kelurahan daerah masing-masing. Kuisioner lainnya ditujukan untuk pengelola masing-masing jenis fasilitas tersebut. Pengisian kuisioner dengan teknik wawancara dan pengisian langsung. Pengisian kuisioner RK dilakukan pada 2 unit RK di Kecamatan Gubeng. Pengisian kuisioner komposter dilakukan pada 6 personil fasilitator kelurahan dan 1 personil koordinator kecamatan. Pengisian kuisioner BS dilakukan pada 5 unit BS tingkat RT/RW dan 1 unit BS pusat. Pengisian kuisioner PM dilakukan pada seluruh PM di 9 unit TPS dan kuisioner PL dilakukan pada 3 lokasi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data berat sampah yang dapat direduksi dan area pelayanan fasilitas tersebut.

2.3 Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan timbulan dan komposisi sampah. Komposisi sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga diukur selama 8 hari berturut-turut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia 19-3964-1994 tentang metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Selain itu, survei lapangan juga dilakukan untuk mendapatkan data reduksi sampah pemulung di TPS.

2.3.1. Pengukuran Timbulan dan Komposisi Sampah

Pengukuran timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dilakukan di 5 lokasi TPS diantara 9 lokasi TPS Kecamatan Gubeng. Pemilihan lokasi TPS didasarkan pada daerah pelayanan. Pengukuran komposisi sampah sejenis rumah tangga dilakukan pada 1 lokasi TPS yang menerima paling banyak sampah dari kawasan komersil. Komposisi sampah sejenis rumah tangga yang diukur berasal dari pasar, pertokoan, sekolah, kampus, restoran, laboratorium klinis dan kantor.

2.3.2. Pengukuran Reduksi Sampah oleh Pemulung

Pengukuran reduksi sampah pemulung dilakukan di 9 lokasi TPS. Pengukuran dilakukan selama 4 hari berturut-turut untuk setiap TPS. Pendataan jumlah gerobak, area pelayanan,

jam kedatangan, volume gerobak, cara pengangkutan dan kesanggupan memilah sampah dilakukan untuk setiap pemulung. Penimbangan berat sampah hasil pemilahan dari gerobak juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan reduksi sampah pemulung.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Timbulan dan Komposisi Sampah

Timbulan sampah pemukiman di Kecamatan Gubeng didapatkan dari sampling sampah rumah tangga pada 91 titik. Sampling dilakukan dengan metode *stratified random sampling* dengan pengklasifikasian jenis rumah. Sampling dilakukan di rumah permanen, semi permanen dan *non* permanen di Kecamatan Gubeng. Timbulan sampah pemukiman di Kecamatan Gubeng sebesar 0,32 kg/jiwa. hari (Putri, 2010). Dengan jumlah penduduk sebanyak 152.653 orang, total timbulan sampah sebesar 48.849 kg/hari atau setara dengan 17.829,88 ton/tahun. Nilai densitas sampah lepas di sumber sebesar 141,59 kg/m³ (Putri, 2010) dan *bulky density* sebesar 363,549 kg/m³ (Agustia, 2013). Hal ini menunjukkan adanya faktor kompaksi sampah di gerobak sebesar 2,56. Dalam arti lain, sampah mengalami pemadatan di gerobak dalam perjalanannya dari sumber menuju TPS sebesar 2,56 kali. Timbulan sampah sejenis rumah tangga dapat dilihat pada **Tabel 1** (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012) sebesar 20.627,8 kg/hari atau setara dengan 7.529,15 ton/tahun. Dari hasil penelitian, perbandingan timbulan sampah rumah tangga dan sejenis rumah tangga di Kecamatan Gubeng sebesar 70%:30%. Banyaknya sampah sejenis rumah tangga yang masuk ke TPS berpotensi mengalami reduksi yang lebih optimal karena perbedaan karakteristik sampah dari karakteristik sampah rumah tangga. Komposisi dan densitas sampah dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

Secara umum, karakteristik sampah negara berkembang termasuk Indonesia yaitu, densitas sampah tinggi, kadar air tinggi, didominasi sampah organik terutama sampah mudah membusuk, mengandung pasir, debu dan kotoran dari sampah sapuan jalan dan ukuran partikel sampah kurang dari 50 mm (Pasang *et al.*, 2007). Hal ini sangat sesuai dengan komposisi sampah yang ditunjukkan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**. Komposisi sampah rumah tangga lebih banyak didominasi sampah yang dapat dikomposkan. Hal ini menunjukkan bahwa program komposting dari pemerintah tidak berjalan dengan baik (Agustia dan Herumurti, 2013). Disisi lain, sampah sejenis rumah tangga didominasi sampah plastik dan kertas kecuali untuk sampah restoran. Persentase jumlah sampah plastik terbesar terdapat pada fasilitas sekolah karena aktivitas kantin/penjual makanan yang cukup banyak. Persentase sisa makanan terbesar terdapat pada fasilitas restoran karena banyak menghasilkan sisa makanan dari bahan baku dan sisa pelayanan pelanggan. Persentase sampah kertas terdapat pada fasilitas laboratorium karena aktifitas administrasi dan kertas bekas pembungkus obat/peralatan yang digunakan dalam operasional.

Tabel 1. Timbulan Sampah Sejenis Rumah Tangga

N o	Jenis Fasilitas	Jumlah Unit	Total Luas/Jumlah Siswa/Penghuni/Kamar/St and	Berat Timbulan sampah	TotalTimbulan sampah (kg/hari)
1	Sekolah	152	30585	0,02 kg/murid/hari	611,7
2	Perguruan Tinggi	7	56148	0,11 kg/mahasiswa/hari	6.176,3
3	Kantor ^a	62	6200	0,11 kg/pegawai/hari	682,0
4	Hotel	16	383	2,18 kg/kamar/hari	834,9
5	Restoran ^b	34	6800	0,05 kg/stand/hari	340,0
6	Supermarket/Toko ^c	477	95400	0,05 kg/m ² /hari	4.770,0
7	Pasar	7	16930	0,42 kg/m ² /hari	7.110,6
8	Laboratorium	4	-	25,58 kg/unit.hari	102,3
Total					20.627,8

^a Asumsi setiap kantor memiliki 100 pegawai, ^b asumsi restoran memiliki 200 stand, ^c asumsi luas toko 200 m²

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012

Persentase sampah B3 tertinggi terdapat pada fasilitas laboratorium dan kantor. Jenis B3 yang mendominasi pada fasilitas laboratorium adalah B3 medis seperti masker, sarung tangan, dan sisa obat. Sedangkan jenis B3 yang mendominasi pada fasilitas perkantoran adalah e-waste dan B3 non medis seperti catridge bekas, tinta, lampu dsb. Komposisi sampah sangat terkait dengan aktifitas sumber sampah sehingga akan bervariasi dan memiliki potensi reduksi yang cukup besar. Undang-undang Nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah telah mengisyaratkan penghasil sampah sejenis rumah tangga harus mengelola sampahnya sendiri, hal ini merupakan peluang untuk mengembangkan potensi reduksi sampah fasilitas.

Tabel 2. Komposisi Sampah Kecamatan Gubeng

No	Komponen	Komposisi Sampah								
		Domestik	Sekolah	Kampus	Kantor	Pasar	Restoran	Toko	Lab Klinis	Hotel
1	Plastik	12,65%	41,88%	32,60%	24,02%	4,24%	3,41%	7,54%	28,20%	7,87%
2	sisa makanan	57,42%	37,29%	33,92%	45,91%	73,48%	91,21%	66,93%	30,44%	63,78%
3	sampah kebun	4,20%	0,23%	0,00%	4,47%	16,60%	0,00%	0,00%	0,00%	15,94%
4	Kertas	8,59%	18,27%	31,51%	21,92%	2,54%	4,05%	18,98%	35,52%	5,66%
5	Logam	0,95%	0,06%	0,19%	0,10%	0,21%	0,10%	2,41%	0,18%	0,80%
6	Kaca	1,37%	0,04%	0,68%	0,23%	0,15%	1,14%	0,07%	0,32%	1,49%
7	Kain	2,88%	1,09%	0,66%	0,35%	0,61%	0,00%	0,19%	0,44%	0,80%
8	Karet	0,60%	0,21%	0,05%	0,27%	0,04%	0,09%	0,00%	0,00%	2,39%
9	Kayu	0,93%	0,53%	0,16%	0,44%	1,15%	0,00%	0,12%	0,49%	0,69%
10	Diapers	9,18%	0,29%	0,24%	0,48%	0,49%	0,00%	0,00%	0,61%	0,58%
11	Lainnya	0,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	0,00%	3,76%	0,00%	0,00%
12	B3	0,45%	0,10%	0,00%	1,81%	0,02%	0,00%	0,00%	3,80%	0,00%
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 3. Densitas Sampah Kecamatan Gubeng

Komponen	Densitas (kg/m ³)	Komponen	Densitas (kg/m ³)
Plastik	124,293	Kain	256,156
sisa makanan	505,217	Karet	375,805
sampah kebun	214,161	Kayu	121,787
Kertas	194,010	Diapers	405,894
Logam	301,617	Lainnya	373,525
Kaca	603,261	B3	308,201

3.2. Reduksi Sampah Rumah Kompos

Komposting dapat dilakukan secara terpusat maupun individu dengan menggunakan teknik manajemen yang berbeda dan bervariasi dari teknologi yang sederhana hingga teknologi canggih (Bernstad dan Jansen, 2011). Pengomposan sering digunakan di negara berkembang untuk mengurangi sampah yang masuk ke TPA karena investasi fasilitas pengelolaan yang lebih murah daripada pengolahan sampah lainnya (Troschinetz dan Mihelcic, 2009). Komposting terpusat di Surabaya dilakukan di Rumah Kompos dan komposting individu melalui komposter. Kegiatan komposting dapat mereduksi sampah dan emisi gas rumah kaca (CH₄ dan emisi dari energi) (Couth *et al.*, 2011). Volume sampah yang dapat diolah di RK Bratang dan Srikana sebesar 11,7 m³/hari dan 1,282 m³/hari. Berat sampah yang dapat diolah di RK Bratang dan Srikana sebesar 914,573 ton/tahun dan 100,226 ton/tahun. Persentase pelayanan RK Bratang terhadap pemukiman sebesar 27,2% sedangkan RK Srikana sebesar 100%. RK Bratang memiliki persentase pelayanan lebih kecil karena RK Bratang lebih banyak menerima sampah kebun dari fasilitas lain. RK Bratang merupakan RK skala kota sehingga daerah pelayanannya lebih luas. Persentase pelayanan RK mempengaruhi berat sampah yang direduksi. Kompos yang dihasilkan dari RK akan digunakan untuk taman Kota Surabaya maupun penghijauan di sekitar TPS. Residu

sampah dari RK berupa batang kayu yang digunakan sebagai bahan bakar pembakaran aspal. Residu sampah dari RK berupa kertas, plastik dan logam dijual ke pengepul.

3.3. Reduksi Sampah oleh Komposter

Komposter rumah tangga merupakan alternatif yang menarik untuk desentralisasi sistem pengolahan sampah karena produsen sampah juga menjadi konsumen produk akhir kompos. 20% kegiatan pengomposan terpusat dapat dialihkan menjadi komposter rumah tangga secara mandiri tergantung dari motivasi dan partisipasi penduduk setempat. Komposter rumah tangga menawarkan keuntungan seperti memproduksi humus kaya nutrisi untuk pemupukan tanaman dan reduksi emisi karena tanpa kegiatan pengumpulan dan pengangkutan (Andersen *et al.*, 2010). IK menggunakan sistem aerobik dengan menggunakan drum kapasitas 110 L. Lama pematangan kompos sekitar 2 bulan atau 60 hari (Couth *et al.*, 2011). Komposisi sampah yang masuk komposter terdiri dari 92,8% sisa makanan dan 7,2% sampah kebun. Berdasarkan penelitian sebelumnya, jumlah IK/RT sebanyak 3 unit dengan densitas campuran sampah yang masuk komposter sebesar 485,203 kg/m³ (Agustia, 2013). Jumlah RT sebanyak 519 RT sehingga total jumlah IK sebanyak 1.557 unit pada tahun 2013. Kapasitas reduksi sampah IK tiap unit sebesar 0,505 ton/tahun. Dengan tingkat partisipasi masyarakat sebesar 9% (Tunjungsari, 2012), total reduksi sampah IK sebesar 45,498 ton/tahun.

3.4. Reduksi Sampah di Bank Sampah

BS dikembangkan di beberapa negara atas dasar partisipasi masyarakat dengan sistem pertukaran bahan daur ulang dengan produk konsumsi maupun dibayar secara tunai atau kredit tergantung pada prosedur administrasi yang diterapkan (Singhirunnusorn *et al.*, 2011). Di Kota Surabaya khususnya di Kecamatan Gubeng, implementasi 3R dilaksanakan melalui program BS. BS merupakan sebuah sistem pengelolaan sampah berbasis rumah tangga. Nasabah BS menyerahkan sampah yang dapat didaur ulang dan mendapatkan penukaran berupa uang maupun barang sesuai dengan berat dan jenis sampah daur ulang. Jumlah sampah yang diserahkan akan dicatat di buku tabungan dan dianalogikan seperti bank komersial (Suttibak dan Nitivattanano, 2008). Daur ulang sampah melalui BS dapat membantu mereduksi sampah (Kofoworola, 2007). Sistem BS memiliki beberapa keunggulan yaitu memperbaiki kesehatan lingkungan dan memberdayakan masyarakat. BS merupakan tempat penampungan sampah yang dikumpulkan dan kemudian diberi harga sesuai berat sampah yang akan dijual dan dijual kembali ke pengepul maupun dimanfaatkan kembali menjadi suatu barang/kerajinan. Jumlah BS sebanyak 20 unit dengan rata-rata tiap BS memiliki nasabah sebanyak 45 KK atau setara dengan 144 orang. Rata-rata reduksi sampah di BS sebesar 1,19 kg/orang/bulan (Agustia, 2013). Komposisi sampah masuk BS terdiri dari 25,24% plastik, 61,31% kertas, 7,16% logam, 5,53% kaca dan 0,75% karet. Reduksi sampah BS tiap unit BS sebesar 2,056 ton/tahun sehingga total reduksi sampah BS di Kecamatan Gubeng sebesar 41,38 ton/tahun.

3.5. Reduksi Sampah oleh Pemulung di TPS

Sektor informal di negara berkembang memainkan peran utama dalam meningkatkan reduksi sampah. Sektor informal biasanya berskala kecil, pekerja kasar, tidak memiliki sistem regulasi dan organisasi yang jelas. Aktivitas sektor informal tidak mendapatkan dukungan khusus dari pemerintah setempat. Sektor informal menganggap sampah sebagai sumber daya yang menghasilkan manfaat positif tetapi kegiatan daur ulang biasanya terjadi pada lingkungan kumuh dan kurang sehat (Binder dan Mosler, 2007). Pengepul berperan aktif dalam mendaur ulang sampah meskipun bantuan dari sektor informal tidak terasa nyata. Pemerintah Kota menganggap bahwa kegiatan pemulungan/pengepulan barang lapak merupakan hal yang sudah semestinya terjadi (Damanhuri dan Padmi, 2010). Pengepul termasuk dalam sektor informal yang mengumpulkan bahan yang dapat didaur ulang.

Pengepul terdiri dari 4 kategori yaitu, pembeli limbah keliling, pemulung sampah jalan, pemulung TPS dan pemulung TPA. Metode daur ulang yang dilakukan pemulung TPS terbatas pada pemilahan sampah. Pemulung TPS mampu mereduksi 2,5% sampah yang masuk ke TPS dan pemulung TPA mampu mereduksi 4% sampah yang masuk ke TPA (Wilson *et al.*, 2009). Penelitian ini hanya memasukkan pemulung TPS karena memiliki peranan yang lebih besar diantara kategori pemulung lainnya. Reduksi sampah di Kecamatan Gubeng juga mengandalkan kontribusi sektor informal yaitu pemulung TPS. PM TPS merupakan penarik gerobak yang memilah sampahnya sebelum sampah dimasukkan ke kontainer sampah untuk diangkut ke TPA. Tidak semua penarik gerobak bersedia memilah sampahnya, hanya 73,05% penarik gerobak yang melakukan pemilahan sampah di gerobak. Rata-rata jumlah penarik gerobak sebanyak 28 orang tiap TPS dan 21 orang diantaranya merangkap sebagai pemulung tiap TPS. Kecamatan Gubeng memiliki 8 unit TPS umum dan 1 unit TPS khusus pasar. Pemulung TPS Pasar tidak banyak melakukan pemilahan sampah karena karakteristik sampah yang didominasi oleh sampah sisa makanan dan sampah kebun. Kemampuan reduksi sampah PM dalam sekali unloading gerobak sebesar 11,97 kg per orang. Komposisi sampah yang direduksi PM TPS terdiri dari 52,78% plastik, 36,66% kertas, 4,03% logam, 1,98% kaca, 1% B3, 3,54% karet dan 0,002% kain. Reduksi sampah PM TPS sebesar 714,92 ton/tahun. Jumlah reduksi di TPS cukup besar dibandingkan fasilitas pengolahan sampah lainnya.

3.6. Total Reduksi dan Potensi Reduksi Sampah

Indikator performansi kegiatan daur ulang dapat dilihat dari tingkat pengumpulan (*collection rate*), tingkat daur ulang (*recycling rate*), tingkat pengembalian (*return rate*) dan tingkat recovery (*recovery rate*). Pada penelitian ini, digunakan indikator *recycling rate*. *Recycling rate* dapat dihitung dengan membagi jumlah sampah yang didaur ulang dan sampah yang dikomposkan dengan total timbunan sampah kota dalam periode tertentu (Wen *et al.*, 2009). Kecamatan Gubeng memiliki fasilitas RK, IK, BS dan PM TPS untuk membantu mereduksi sampah. Total reduksi sampah Kecamatan Gubeng dari kegiatan komposting di RK dan IK, kegiatan 3R di BS dan PM pada tahun 2013 sebesar 4,34% yang terdiri dari 1,31% reduksi di RK, 0,17% reduksi di IK, 0,16% reduksi di BS dan 2,69% reduksi pemulung di TPS. Reduksi sampah Kecamatan Gubeng dapat dilihat pada **Tabel 4**. Persentase reduksi sampah paling besar terjadi TPS dibandingkan fasilitas pengolahan sampah lainnya. Hal ini dikarenakan faktor jarak lokasi yang lebih dekat dengan sumber sampah serta frekuensi pemilahan yang lebih banyak. Selain itu, hal tersebut dapat membuktikan bahwa pemulung sangat berkontribusi untuk mereduksi sampah Kecamatan Gubeng (Agustia, 2013). Rendahnya persentase reduksi sampah Kecamatan Gubeng dapat dikarenakan kegiatan daur ulang tidak terjadi di setiap bagian sistem pengelolaan sampah (Shekdar, 2009) dan kurang maksimalnya partisipasi masyarakat. Keberhasilan daur ulang tidak hanya tergantung pada tingkat partisipasi masyarakat atau efektivitas program daur ulang, tetapi juga pada efisiensi program tersebut (Suttibak dan Nitivattanano, 2008). Kegiatan daur ulang tidak terjadi secara maksimal karena masih banyak fasilitas komersial yang tidak melakukan daur ulang terhadap sampah yang dihasilkan. Selain itu, kegiatan daur ulang terpusat hanya dilakukan oleh industri kecil maupun perseorangan dengan cara yang kurang terorganisir sehingga persentase daur ulang menjadi lebih rendah (Kofoworola, 2007).

Tabel 4. Reduksi Sampah Kecamatan Gubeng

Sektor	Berat Sampah (ton/tahun)	Berat Sampah Reduksi IDEAL (ton/tahun)	Persentase Reduksi Eksisting (%)	Persentase Reduksi IDEAL (%)
Total Sampah di Sumber	26.540,91	26.540,91	-	-
Reduksi RK	348,99	567,82	1,31%	2,14%
Reduksi IK	45,50	505,53	0,17%	1,90%
Reduksi BS	41,38	1055,7	0,16%	3,98%
Reduksi di TPS	714,92	828,08	2,69%	3,12%
Total Sampah Masuk TPA	25.390,12	23.583,75	4,34%	11,14%

Potensi reduksi sampah Kecamatan Gubeng dapat ditingkatkan menjadi 11,14% yang terdiri dari 2,14% reduksi di RK, 1,90% reduksi di IK, 3,98% reduksi di BS dan 3,12% reduksi di TPS (**Tabel 4.**). Peningkatan reduksi sampah dapat terjadi apabila partisipasi masyarakat meningkat. Peningkatan partisipasi masyarakat dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan segala sumber media, seperti jaringan televisi dan radio, serta surat kabar untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Namun, untuk tujuan jangka panjang, strategi tersebut mungkin tidak cukup (Kum *et al.*, 2005). Partisipasi masyarakat dipengaruhi oleh pengetahuan masyarakat, kondisi ekonomi keluarga, umur dan jenis kelamin (Dyson dan Chang, 2005, Troschinetz dan Mihelcic, 2009). Selain itu, peningkatan reduksi juga memperhatikan faktor *recovery* dan komposisi jenis sampah yang masuk ke fasilitas pengolahan sampah. Faktor *recovery* disesuaikan dengan kondisi eksisting sebesar 2,56% plastik, 3,56% kertas, 9,40% logam 11,09% kaca dan 4,04% karet. *Recovery* sampah dapat terjadi di BS maupun di TPS. Faktor *recovery* sampah akan semakin besar apabila semakin dekat dengan sumber sampah. Peningkatan reduksi sampah juga dapat terjadi apabila RK dan IK dimanfaatkan secara maksimal sesuai dengan kapasitas eksisting. Di lain sisi, Kota Surabaya telah menerapkan *Program Surabaya Green and Clean* (SGC) yang dimulai pada tahun 2008 hingga saat ini. Program ini dapat dilanjutkan dengan memasukkan kriteria peningkatan reduksi sampah sebagai penilaian sehingga secara tidak langsung masyarakat akan berusaha memenuhi kriteria tersebut. Selain itu, pemberian penghargaan berupa dana stimulan Bank Sampah dan penambahan fasilitas komposter merangsang kesadaran masyarakat untuk melakukan reduksi sampah secara berkelanjutan.

4. Kesimpulan

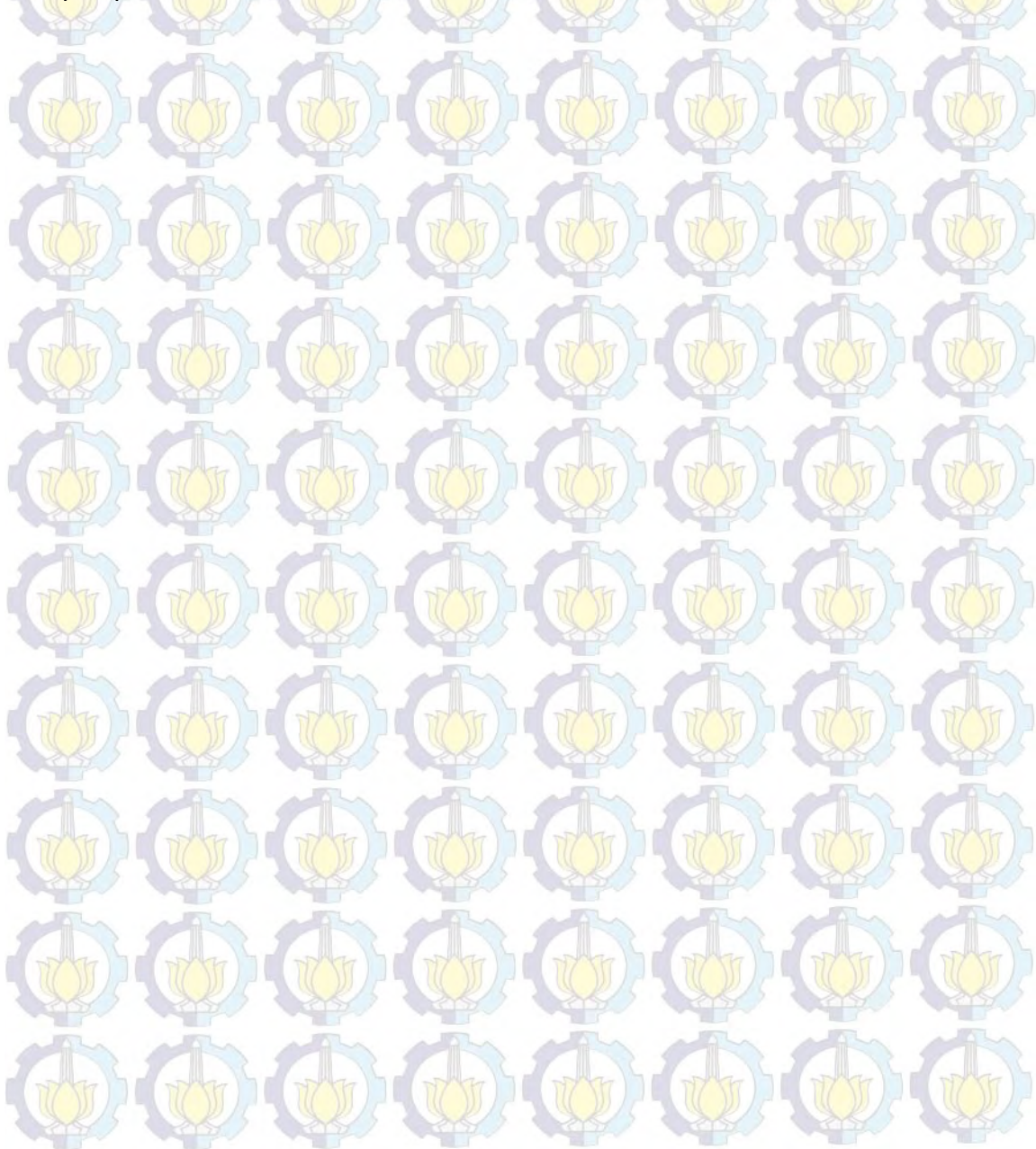
Total reduksi sampah Kecamatan Gubeng dari kegiatan komposting di RK dan IK, kegiatan 3R di BS dan PM pada tahun 2013 sebesar 4,34% yang terdiri dari 1,31% reduksi di RK, 0,17% reduksi di IK, 0,16% reduksi di BS dan 2,69% reduksi pemulung di TPS. Potensi reduksi sampah Kecamatan Gubeng dapat ditingkatkan menjadi 11,14% yang terdiri dari 2,14% reduksi di RK, 1,90% reduksi di IK, 3,98% reduksi di BS dan 3,12% reduksi di TPS. Peningkatan reduksi sampah dapat dilakukan dengan peningkatan partisipasi masyarakat, peningkatan *recovery* sampah untuk fasilitas pengolahan yang dekat dengan sumber dan pemanfaatan secara maksimal kapasitas eksisting fasilitas pengolahan sampah. Selain itu, reduksi sampah juga harus dilakukan pada fasilitas komersial sesuai dengan yang telah diisyaratkan pada undang-undang.

5. Daftar Pustaka

- Agustia, Y. P. (2013). *Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan dan Pengangkutan Sampah Pemukiman di Kecamatan Gubeng, Surabaya Timur*. Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Agustia, Y. P. and Herumurti, W. (2013). Solid waste composition and greenhouse gas potential from solid waste in Gubeng Distric Surabaya *The 4th International Seminar Department of Environmental Engineering Department of Environmental Engineering*,

- Institut Teknologi Sepuluh Nopember Public Health Program Study, Medical Faculty, Udayana University.* Bali, Indonesia.
- Andersen, J. K., Boldrin, A., Christensen, T. H. and Scheutz, C. (2010). Greenhouse gas emissions from home composting of organic household waste. *Waste Management* 30, 12. 2475-2482.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. (2012). *Laporan Tahunan*. Surabaya BPS Kota Surabaya. (2013). *Kecamatan Gubeng Dalam Angka Tahun 2013*.
- Bari, Q. H., Hassan, K. M. and Haque, M. E. (2012). Solid waste recycling in Rajshahi city of Bangladesh. *Waste Management* 32, 2029-2036.
- Beigl, P., Lebersorger, S. and Salhofer, S. (2008). Modelling municipal solid waste generation: A review. *Waste Management* 28, 200-214.
- Bernstad, A. and Jansen, J. I. C. (2011). A life cycle approach to the management of household food waste – A Swedish full-scale case study. *Waste Management* 31, 1879-1896.
- Binder, C. R. and Mosler, H.-J. (2007). Waste-resource flows of short-lived goods in households of Santiago de Cuba. *Resources, Conservation and Recycling* 51, 265-283.
- Calabro, P. S. (2009). Greenhouse gases emission from municipal waste management: The role of separate collection. *Waste Management* 29, 7. 2178-2187.
- Choudhury, D. and Savoikar, P. (2009). Simplified method to characterize municipal solid waste properties under seismic conditions. *Waste Management* 29, 924-933.
- Couth, R., Trois, C. and Vaughan-Jones, S. (2011). Modelling of greenhouse gas emissions from municipal solid waste disposal in Africa. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 5, 6. 1443-1453.
- Damanhuri, E. and Padmi, T. (2010). *Pengelolaan Sampah*. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB.
- Dyson, B. and Chang, N.-B. (2005). Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste Management* 25, 7. 669-679.
- Guariso, G., Michetti, F., Porta, F. and Moore, S. (2009). Modelling the upgrade of an urban waste disposal system. *Environmental Modelling & Software* 24, 11. 1314-1322.
- Jha, A. K., Sharma, C., Singh, N., Ramesh, R., Purvaja, R. and Gupta, P. K. (2008). Greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Indian mega-cities: A case study of Chennai landfill sites. *Chemosphere* 71, 4. 750-758.
- Kofoworola, O. F. (2007). Recovery and recycling practices in municipal solid waste management in Lagos, Nigeria. *Waste Management* 27, 1139-1143.
- Kum, V., Sharp, A. and Harnpornchai, N. (2005). Improving the solid waste management in Phnom Penh city: a strategic approach. *Waste Management* 25, 101-1.
- Loureiro, S. M., Rovere, E. L. L. and Mahler, C. F. (2013). Analysis of potential for reducing emissions of greenhouse gases in municipal solid waste in Brazil, in the state and city of Rio de Janeiro. *Waste Management* 33, 5. 1302-1312.
- Magrinho, A., Didelet, F. and Semiao, V. (2006). Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Management* 26, 12. 1477-1489.
- Maimoun, M. A., Reinhart, D. R., Gammoh, F. T. and McCauley Bush, P. (2013). Emissions from US waste collection vehicles. *Waste Management* 33, 5. 1079-1089.
- Pasang, H., Moore, G. A. and Sitorus, G. (2007). Neighbourhood-based waste management: A solution for solid waste problems in Jakarta, Indonesia. *Waste Management* 27, 1924-1938.
- Putri, R. M. K. (2010). *Perencanaan Material Recovery Facility Di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya*. Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Shekdar, A. V. (2009). Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. *Waste Management* 29, 1438-1448.
- Singhirunnusorn, W., Donlakorn, K. and Kaewhanin, W. (2011). Contextual Factors Influencing Household Recycling Behaviours: A Case of Waste Bank Project in Mahasarakham Municipality. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 36, 688-697.

- Suttibak, S. and Nitivattanano, V. (2008). Assesment of factors influencing the performance of solid waste recycling programs. *Resources, Conservation and Recycling* 53, 45-56.
- Troschinetz, A. M. and Mihelcic, J. R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Management* 29, 915-923.
- Tunjungsari, R. (2012). *Studi Emisi Karbon Sampah Pemukiman dengan Pendekatan Metode US-EPA dan IPCC Di Kecamatan Tambaksari, Surabaya Timur* Thesis. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wen, L., Lin, C.-h. and Lee, S.-c. (2009). Review of recycling performance indicators: A study on collection rate in Taiwan. *Waste Management* 29, 2248-2256.
- Wilson, D. C., Araba, A. O., Chinwah, K. and Cheeseman, C. R. (2009). Building recycling rates through the informal sector. *Waste Management* 29, 629-635.
- Zhang, D., Keat, T. S. and Gersberg, R. M. (2010). A comparison of municipal solid waste management in Berlin and Singapore. *Waste Management* 30, 921-933.
- Zia, H. and Devadas, V. (2008). Urban solid waste management in Kanpur: Opportunities and perspectives. *Habitat International* 32, 1. 58-73.



LAMPIRAN B DATA PERSAMPAHAN

1. Komposisi dan Berat Sampah

Tabel Lamp. B.1 Berat dan Komposisi Sampah Sekolah

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		44,02%		39,74%	41,88%
HDPE plastik	35,638	37,49%	36,148	34,32%	35,90%
HDPE Aluminium	1,715	1,80%	2,135	2,03%	1,92%
LDPE plastik	1,455	1,53%	0,905	0,86%	1,19%
PET	0,325	0,34%	0,935	0,89%	0,61%
PS sterofoam	0,285	0,30%	0,355	0,34%	0,32%
PP bag	0,065	0,07%	0,000	0,00%	0,03%
others plastik	2,360	2,48%	1,380	1,31%	1,90%
Dapat dikomposkan		32,18%		42,86%	37,52%
sisa makanan/karak	30,153	31,72%	45,148	42,86%	37,29%
sampah kebun/taman	0,440	0,46%	0,000	0,00%	0,23%
Kertas		21,45%		15,10%	18,27%
koran	3,040	3,20%	0,530	0,50%	1,85%
duplek	13,405	14,10%	9,570	9,09%	11,59%
HVS putih	1,955	2,06%	1,770	1,68%	1,87%
HVS warna	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
tetra pack	1,485	1,56%	2,845	2,70%	2,13%
others	0,500	0,53%	0,660	0,63%	0,58%
Karton/kardus	0,000	0,00%	0,525	0,50%	0,25%
Logam		0,13%		0,00%	0,06%
besi	0,120	0,13%	0,000	0,00%	0,06%
kaleng	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		0,07%		0,00%	0,04%
botol kaca	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
kaca lain	0,070	0,07%	0,000	0,00%	0,04%
Kain	1,135	1,19%	1,045	0,99%	1,09%
Karet	0,400	0,42%	0,000	0,00%	0,21%
Kayu	0,235	0,25%	0,865	0,82%	0,53%
Diapers	0,090	0,09%	0,515	0,49%	0,29%
Lainnya	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
B3	0,185	0,19%	0,000	0,00%	0,10%
Total	95,055	100,00%	105,330	100,00%	100,00%

Tabel Lamp. B.2 Berat dan Komposisi Sampah Toko

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		7,63%		7,44%	7,54%
HDPE plastik	4,685	4,60%	4,265	4,13%	4,37%
HDPE Botol	0,270	0,27%	0,000	0,00%	0,13%
HDPE Aluminium	0,105	0,10%	0,170	0,16%	0,13%
LDPE plastik	1,735	1,70%	1,990	1,93%	1,82%
PET botol	0,170	0,17%	0,130	0,13%	0,15%
PET gelas	0,045	0,04%	0,085	0,08%	0,06%
PS sterofoam	0,290	0,28%	0,045	0,04%	0,16%
PP bag	0,335	0,33%	0,755	0,73%	0,53%
others plastik	0,135	0,13%	0,240	0,23%	0,18%
Dapat dikomposkan		70,38%		63,49%	66,93%
sisa makanan/karak	71,655	70,38%	56,065	54,33%	62,36%
roti	0,000	0,00%	9,445	9,15%	4,58%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kertas		19,22%		18,74%	18,98%
koran	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
duplek	15,615	15,34%	13,380	12,97%	14,15%
HVS putih	0,290	0,28%	0,155	0,15%	0,22%
HVS warna	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
tetra pack	0,635	0,62%	0,000	0,00%	0,31%
others	0,270	0,27%	2,160	2,09%	1,18%
Karton/kardus	2,760	2,71%	3,645	3,53%	3,12%
Logam		2,70%		2,12%	2,41%
besi	0,000	0,00%	0,275	0,27%	0,13%
kaleng	2,745	2,70%	1,910	1,85%	2,27%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		0,00%		0,14%	0,07%
botol kaca	0,000	0,00%	0,145	0,14%	0,07%
kaca lain	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kain	0,000	0,00%	0,395	0,38%	0,19%
Karet	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kayu	0,070	0,07%	0,170	0,16%	0,12%
Diapers	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Lainnya	0,000	0,00%	7,760	7,52%	3,76%
B3	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Total	101,810	100,00%	103,185	100,00%	100,00%

Tabel Lamp. B.3 Berat dan Komposisi Sampah Kampus

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		42,12%		23,09%	32,60%
HDPE plastik	22,158	29,35%	8,068	15,92%	22,64%
HDPE Aluminium	0,255	0,34%	0,165	0,33%	0,33%
LDPE plastik	0,890	1,18%	0,405	0,80%	0,99%
PET botol	3,530	4,68%	0,770	1,52%	3,10%
PET gelas	3,840	5,09%	1,400	2,76%	3,93%
PS sterofoam	0,255	0,34%	0,285	0,56%	0,45%
PP bag	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
others plastik	0,865	1,15%	0,605	1,19%	1,17%
Dapat dikomposkan		35,46%		32,37%	33,92%
sisa makanan/karak	26,768	35,46%	16,403	32,37%	33,92%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kertas		19,46%		43,55%	31,51%
koran	0,285	0,38%	0,000	0,00%	0,19%
duplek	7,830	10,37%	20,395	40,25%	25,31%
HVS putih	3,540	4,69%	0,805	1,59%	3,14%
HVS warna	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
tetra pack	0,740	0,98%	0,515	1,02%	1,00%
others/paper	1,535	2,03%	0,000	0,00%	1,02%
Karton/kardus	0,760	1,01%	0,350	0,69%	0,85%
Logam		0,32%		0,06%	0,19%
besi	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
kaleng	0,240	0,32%	0,030	0,06%	0,19%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		0,77%		0,59%	0,68%
botol kaca	0,580	0,77%	0,300	0,59%	0,68%
kaca lain	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kain	0,945	1,25%	0,030	0,06%	0,66%
Karet	0,080	0,11%	0,000	0,00%	0,05%
Kayu	0,240	0,32%	0,000	0,00%	0,16%
Diapers	0,150	0,20%	0,140	0,28%	0,24%
Lainnya	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
B3		0,00%		0,00%	0,00%
B3 medis	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Total	75,485	100,00%	50,665	100,00%	100,00%

Tabel Lamp. B.4 Berat dan Komposisi Sampah Restoran

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		2,94%		3,87%	3,41%
HDPE plastik	1,695	1,46%	2,550	2,39%	1,93%
HDPE Aluminium	0,135	0,12%	0,085	0,08%	0,10%
LDPE plastik	1,095	0,95%	0,990	0,93%	0,94%
PET	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
PS sterofom	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
PP bag	0,355	0,31%	0,175	0,16%	0,24%
others plastik	0,130	0,11%	0,325	0,30%	0,21%
Dapat dikomposkan		90,49%		91,93%	91,21%
sisa makanan/karak	104,800	90,49%	98,030	91,93%	91,21%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kertas		5,21%		2,89%	4,05%
koran	0,545	0,47%	0,540	0,51%	0,49%
duplek	0,430	0,37%	0,430	0,40%	0,39%
HVS putih	0,100	0,09%	0,190	0,18%	0,13%
HVS warna	0,000	0,00%	0,140	0,13%	0,07%
tetra pack	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
others	3,590	3,10%	1,315	1,23%	2,17%
Karton/kardus	1,375	1,19%	0,470	0,44%	0,81%
Logam		0,14%		0,06%	0,10%
besi	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
kaleng	0,160	0,14%	0,065	0,06%	0,10%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		1,04%		1,24%	1,14%
botol kaca	1,210	1,04%	1,325	1,24%	1,14%
kaca lain	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kain	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Karet	0,200	0,17%	0,000	0,00%	0,09%
Kayu	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Diapers	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Lainnya	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
B3		0,00%		0,00%	0,00%
B3 medis	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
e waste/non medis	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Total	115,820	100,00%	106,630	100,00%	100,00%

Tabel Lamp. B.5 Berat dan Komposisi Sampah Laboratorium

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		37,97%		18,43%	28,20%
HDPE plastik	12,353	28,49%	6,398	10,85%	19,67%
HDPE Aluminium	0,245	0,57%	0,260	0,44%	0,50%
LDPE plastik	0,665	1,53%	0,640	1,09%	1,31%
PET botol	0,610	1,41%	0,660	1,12%	1,26%
PET gelas	1,830	4,22%	2,170	3,68%	3,95%
PS sterofoam	0,185	0,43%	0,370	0,63%	0,53%
PP bag	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
others plastik	0,575	1,33%	0,370	0,63%	0,98%
Dapat dikomposkan		22,66%		38,22%	30,44%
sisa makanan/karak	9,828	22,66%	22,538	38,22%	30,44%
sampah kebun/taman	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kertas		33,36%		37,68%	35,52%
koran	0,390	0,90%	0,000	0,00%	0,45%
duplek	5,850	13,49%	8,600	14,58%	14,04%
HVS putih	2,440	5,63%	4,430	7,51%	6,57%
HVS warna	0,650	1,50%	0,000	0,00%	0,75%
tetra pack	0,050	0,12%	0,210	0,36%	0,24%
others	4,730	10,91%	6,000	10,18%	10,54%
Karton/kardus	0,355	0,82%	2,980	5,05%	2,94%
Logam		0,37%		0,00%	0,18%
besi	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
kaleng	0,160	0,37%	0,000	0,00%	0,18%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		0,63%		0,00%	0,32%
botol kaca	0,275	0,63%	0,000	0,00%	0,32%
kaca lain	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kain	0,000	0,00%	0,520	0,88%	0,44%
Karet	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kayu	0,000	0,00%	0,580	0,98%	0,49%
Diapers	0,275	0,63%	0,340	0,58%	0,61%
Lainnya	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
B3		4,37%		3,22%	3,80%
B3 medis	1,895	4,37%	0,650	1,10%	2,74%
e waste/non medis	0,000	0,00%	1,250	2,12%	1,06%
Total	43,360	100,00%	58,965	100,00%	100,00%

Tabel Lamp. B.6 Berat dan Komposisi Sampah Kantor

Komponen	Hari 1		Hari 2		Rata-rata komposisi berat
	Berat	Komposisi	Berat	Komposisi	
Plastik		39,08%		8,96%	24,02%
HDPE plastik	31,770	35,33%	4,600	4,51%	19,92%
HDPE Aluminium	0,220	0,24%	0,430	0,42%	0,33%
LDPE plastik	0,415	0,46%	0,800	0,78%	0,62%
PET botol	0,475	0,53%	1,105	1,08%	0,81%
PET gelas	1,435	1,60%	1,220	1,20%	1,40%
PS sterofoam	0,215	0,24%	0,245	0,24%	0,24%
PP bag	0,045	0,05%	0,000	0,00%	0,03%
others plastik	0,565	0,63%	0,735	0,72%	0,67%
Dapat dikomposkan		36,58%		64,18%	50,38%
sisa makanan/karak	29,460	32,76%	60,235	59,06%	45,91%
sampah kebun/taman	3,435	3,82%	5,215	5,11%	4,47%
Kertas	0,000	20,19%	0,000	23,66%	21,92%
koran	0,260	0,29%	0,885	0,87%	0,58%
duplek	15,670	17,43%	15,100	14,81%	16,12%
HVS putih	0,000	0,00%	5,205	5,10%	2,55%
HVS warna	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
tetra pack	0,155	0,17%	0,225	0,22%	0,20%
others paper	1,670	1,86%	2,500	2,45%	2,15%
Karton/kardus	0,400	0,44%	0,210	0,21%	0,33%
Logam		0,09%		0,10%	0,10%
besi	0,085	0,09%	0,000	0,00%	0,05%
kaleng	0,000	0,00%	0,105	0,10%	0,05%
Kabel (tembaga)	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
Kaca		0,33%		0,13%	0,23%
botol kaca	0,295	0,33%	0,125	0,12%	0,23%
kaca lain	0,000	0,00%	0,010	0,01%	0,00%
Kain	0,355	0,39%	0,305	0,30%	0,35%
Karet	0,105	0,12%	0,425	0,42%	0,27%
Kayu	0,675	0,75%	0,140	0,14%	0,44%
Diapers	0,210	0,23%	0,750	0,74%	0,48%
Lainnya	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,00%
B3		2,22%		1,39%	1,81%
B3 medis	1,625	1,81%	0,915	0,90%	1,35%
e waste/non medis	0,375	0,42%	0,500	0,49%	0,45%
Total	89,915	100,00%	101,985	100,00%	100,00%

2. Data Berat Sampah Masuk TPA

Tabel Lamp. B.7 Berat Sampah Masuk TPA TPS Bratang

TPS Bratang				TPS Bratang			
Tanggal	Berat (kg)			Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB		BK	BR	BB
02052013	7910	14120	6210	12102013	8350	12140	3790
	7580	13100	5520		8350	13050	4700
	7580	14300	6720		8350	12430	4080
	7580	13410	5830		8350	12060	3710
03052013	7910	13850	5940	13102013	8350	13320	4970
	7910	13970	6060		8350	12780	4430
	7910	12830	4920		8350	11880	3530
	7910	11310	3400		8350	12650	4300
04052013	7910	11660	3750	14102013	8350	11940	3590
	7910	12570	4660		8350	11840	3490
	7910	12310	4400		8350	11930	3580
	7910	10950	3040		8350	10990	2640
05052013	7910	11690	3780	15102013	8350	11740	3390
	7910	12390	4480		7470	12680	5210
	7910	12410	4500		8350	11570	3220
	7910	11410	3500		8350	12190	3840
19052013	8350	13020	4670	16102013	7910	10160	2250
	8350	14160	5810		8350	11540	3190
	8350	13390	5040		8350	12300	3950
	8350	13850	5500		8350	11770	3420
20052013	8350	12810	4460	17102013	8350	11850	3500
	8350	12640	4290		8350	11530	3180
	8350	12090	3740		8350	12300	3950
	8350	12050	3700		7910	10770	2860
21052013	8350	12440	4090	18102013	8350	12720	4370
	8350	11900	3550		8350	11390	3040
	8350	12080	3730		8350	12390	4040
	8350	11940	3590		8350	12330	3980
01102013	8350	12000	3650	19102013	8350	13120	4770
	8350	10920	2570		8350	12710	4360
	8350	10870	2520		8350	11610	3260
	8350	12020	3670		8350	12290	3940
02102013	8350	12510	4160	20102013	8350	11770	3420
	8350	11960	3610		8350	11080	2730
	8350	12720	4370		8350	12180	3830
	8350	11860	3510		8350	12530	4180
03102013	8350	11420	3070	21102013	8350	12270	3920
	8350	12030	3680		8350	11350	3000
	8350	12570	4220		8350	11630	3280
	8350	11940	3590		8350	11940	3590
04102013	8350	11720	3370	22102013	8350	13580	5230
	8350	11370	3020		8350	12240	3890
	8350	12470	4120		8350	13160	4810
	8350	12290	3940		8350	12440	4090

Lanjutan Tabel Lamp. B.7 Berat Sampah TPS Bratang Masuk TPA

TPS Bratang				TPS Bratang			
Tanggal	Berat (kg)			Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB		BK	BR	BB
05102013	8350	11830	3480	23102013	8350	13710	5360
	8350	12550	4200		8350	13640	5290
	8350	12110	3760		8350	12660	4310
	8350	11310	2960		8350	11120	2770
06102013	8350	11760	3410	24102013	8350	13500	5150
	8350	12470	4120		8350	12930	4580
	8350	12070	3720		8350	12020	3670
	8350	10520	2170		8350	11810	3460
07102013	8350	10900	2550	25102013	8350	10060	1710
	8350	11600	3250		8350	12550	4200
	8350	11900	3550		8350	12870	4520
	8350	11730	3380		8350	13490	5140
08102013	8350	12570	4220	26102013	7910	13330	5420
	8350	12270	3920		8350	12630	4280
	8350	10790	2440		8350	13910	5560
	8350	13020	4670		8350	12480	4130
09102013	8350	13450	5100	27102013	8350	11000	2650
	8350	11730	3380		8350	13860	5510
	8350	12700	4350		7910	10920	3010
	8350	12170	3820		7910	10680	2770
10102013	8350	11970	3620	28102013	8350	12430	4080
	8350	10730	2380		8350	11660	3310
	8350	9980	1630		8350	13010	4660
	8350	12400	4050		8350	11910	3560
11102013	8350	11390	3040	29102013	8350	12210	3860
	8350	12420	4070		8350	12940	4590
	8350	12360	4010		8350	13720	5370
	8350	11580	3230		Rata-rata berat		3951

Tabel Lamp. B.8 Berat Sampah TPS Pucang Masuk TPA

TPS Pasar Pucang			
Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB
04052013	8250	16800	8550
08052013	8250	12380	4130
10052013	8250	16600	8350
12052013	8250	15260	7010
13052013	8250	14340	6090
14052013	8250	13020	4770
16052013	8250	16360	8110
18052013	8250	16390	8140
17102013	8250	15700	7450
19102013	8250	12620	4370
25102013	8250	13290	5040
04112013	8250	16120	7870
Rata-rata berat			6657

Tabel Lamp. B.9 Berat Sampah TPS Bakti Husada Masuk TPA

TPS Bakti Husada				TPS Bakti Husada			
Tanggal	Berat (kg)			Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB		BK	BR	BB
15052013	7320	13280	5960	22102013	7890	14030	6140
	7320	13740	6420		7890	12600	4710
16052013	7320	13050	5730	23102013	7890	13700	5810
	7320	12620	5300		7890	13130	5240
17052013	7320	12400	5080	24102013	7890	13090	5200
	7320	11580	4260		7890	12440	4550
18052013	7320	14560	7240	25102013	7890	13340	5450
	7320	13050	5730		7890	12780	4890
19052013	7320	13570	6250	26102013	7890	13220	5330
	7320	13050	5730		7890	12850	4960
20052013	7320	12780	5460	27102013	7890	13180	5290
	7320	12050	4730		7890	13400	5510
21052013	7320	13980	6660	28102013	7890	12980	5090
	7320	11990	4670		7890	11850	3960
17102013	7780	13510	5730	31102013	7890	13450	5560
	7780	11230	3450		7890	12650	4760
18102013	7780	14190	6410	01112013	7890	13910	6020
	7780	11450	3670		7890	13000	5110
19102013	7890	13110	5220	02112013	7890	13960	6070
	7890	14260	6370		7890	12400	4510
20102013	7890	13790	5900	03112013	7890	13720	5830
	7890	12150	4260		7890	12490	4600
21102013	7890	12680	4790	04112013	7890	13920	6030
	7890	13040	5150		7890	12090	4200
Rata-rata berat							5424

Tabel Lamp. B.10 Berat Sampah TPS Kalibokor Masuk TPA

Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB
11052013	7680	16840	9160
12052013	7680	16800	9120
20052013	7680	15910	8230
22052013	7680	15320	7640
23052013	7680	15950	8270
25052013	7680	13710	6030
17102013	7710	15000	7290
18102013	7710	14470	6760
19102013	7710	15460	7750
01112013	7710	14750	7040
02112013	7710	13290	5580
03112013	7710	15510	7800
Rata-rata berat			7556

Tabel Lamp. B.11 Berat Sampah TPS Srikana Masuk TPA

TPS Srikana				TPS Srikana			
Tanggal	Berat (kg)			Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB		BK	BR	BB
09052013	8100	15910	7810	17102013	8130	13080	4950
	8100	16030	7930		8130	13810	5680
	8120	15260	7140	18102013	8130	13170	5040
	8120	15510	7390		8130	14530	6400
10052013	8100	15510	7410	19102013	8130	14250	6120
	8100	14950	6850		8130	14220	6090
	8120	14240	6120	20102013	8130	13460	5330
	8120	14250	6130		8130	14250	6120
11052013	8100	15020	6920	21102013	8130	13350	5220
	8100	14590	6490		8130	14970	6840
	8120	15520	7400	22102013	8130	13820	5690
	8120	14970	6850		8130	16200	8070
12052013	8100	15140	7040	23102013	8130	14380	6250
	8100	15180	7080		8130	16110	7980
	8120	14660	6540	24102013	8130	14940	6810
	8120	14430	6310		8130	15960	7830
13052013	8100	13600	5500	25102013	8130	13630	5500
	8100	15830	7730		8130	14710	6580
	8120	15850	7730	26102013	8130	14320	6190
	8120	15410	7290		8130	15980	7850
14052013	8100	13890	5790	27102013	8130	13400	5270
	8100	15500	7400		8130	14590	6460
	8120	14250	6130	28102013	8130	14170	6040
	8120	15410	7290		8130	15220	7090
15052013	8100	15470	7370	29102013	8130	14390	6260
	8100	14660	6560		8130	14790	6660
	8120	15570	7450	30102013	8130	15080	6950
	8120	15340	7220		8130	16120	7990
16052013	8100	14950	6850	31102013	8130	13420	5290
	8100	15250	7150		8130	16020	7890
	8120	15330	7210	01112013	8130	13420	5290
	8120	15050	6930		8130	14170	6040
17052013	8100	14730	6630	02112013	8130	13530	5400
	8100	14810	6710		8130	14380	6250
	8120	15850	7730	03112013	8130	13820	5690
	8120	14170	6050		8130	14220	6090
18052013	8100	15940	7840	04112013	8130	13840	5710
	8100	15370	7270		8130	14670	6540
	8120	16620	8500	Rata-rata berat			7027
	8120	16240	8120				

Tabel Lamp. B.12 Berat Sampah TPS Barata Jaya Masuk TPA

Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB
17102013	7890	12020	4130
19102013	7920	12000	4080
20102013	7920	11910	3990
24102013	7920	11700	3780
31102013	7920	11980	4060
01112013	7920	11710	3790
Rata-rata berat			3972

Tabel Lamp. B.13 Berat Sampah TPS Mojoarum Masuk TPA

Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB
17102013	7120	13850	6730
	7120	12470	5350
18102013	7120	12890	5770
19102013	7120	13490	6370
	7120	14500	7380
20102013	7120	13880	6760
21102013	7120	12990	5870
	7120	14040	6920
22102013	7120	14090	6970
	7120	14080	6960
23102013	7120	13850	6730
	7120	12470	5350
24102013	7120	13500	6380
25102013	7120	13630	6510
	7120	14230	7110
Rata-rata berat			6478

Tabel Lamp. B.14 Berat Sampah TPS Kangean Masuk TPA

Tanggal	TPS Kangean Berat (kg)		
	BK	BR	BB
17102013	8320	11550	3230
18102013	8320	13070	4750
19102013	8320	13270	4950
	8560	12490	3930
20102013	8320	11670	3350
	8560	12630	4070
21102013	8320	12450	4130
	8560	16980	8420
22102013	8560	13040	4480
23102013	8560	13010	4450
01102013	8560	13320	4760
02112013	8560	13000	4440
Rata-rata berat			4580

Tabel Lamp. B.15 Berat Sampah TPS Kaliwaron Masuk TPA

Tanggal	Berat (kg)		
	BK	BR	BB
17102013	7270	13190	5920
	7270	12850	5580
18102013	7270	13670	6400
	7270	12880	5610
19102013	7270	12540	5270
	7270	12560	5290
20102013	7270	12520	5250
	7270	12560	5290
21102013	7270	13250	5980
	7270	11690	4420
22102013	7270	12150	4880
	7270	12320	5050
23102013	7270	13680	6410
	7270	13080	5810
24102013	7270	13270	6000
	7270	12600	5330
27102013	7270	14360	7090
	7270	13920	6650
28102013	7270	12150	4880
	7270	13910	6640
29102013	7270	14240	6970
	7270	12590	5320
30102013	7270	13850	6580
	7270	13730	6460
31102013	7270	13480	6210
	7270	13830	6560
01112013	7270	13870	6600
	7270	12890	5620
Rata-rata berat			5860

3. Data Gerobak Masuk TPS

Tabel Lamp. B.16 Data gerobak masuk TPS Bratang

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
1	Jumat 251013	Eko	05.50	154	75	105	1,213	motor, orange	Pertokoan RMI, NAV, Menur Pasar	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 500
2	Jumat 251013	Bani	06.15	200	94	95	1,786	motor, besi	Nginden Kota Gg 1 dan Gg 3	Nginden Jangkungan	2 hari sekali	√	Rp 250
3	Jumat 251013	Ma'ruf	06.20	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000
4	Jumat 251013	Wahid	06.30	160	90	90	1,296	manual, abu-abu	Pertokoan RMI	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 500
5	Jumat 251013	Khamid	06.35	180	95	98	1,676	manual, biru	Barata Jaya Gg 2 (RT 1 dan 2)	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 300
6	Jumat 251013	Yitno	06.40	165	85	180	2,525	manual, coklat	Nginden Baru Gg 6B (RT 6)	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 250
7	Jumat 251013	Tayem	06.45	150	77	100	1,155	manual, biru muda	Ngagel Wasono Gg 8 dan 9 (1 RT)	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 400
8	Jumat 251013	Yitno	06.40	180	100	100	1,800	manual, kuning	Nginden Permata Gg 6B (1 RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 350
9	Jumat 251013	Udin	07.25	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
10	Jumat 251013	Slamet	07.30	120	70	90	0,756	manual, orange	Sapuan Jalan Tikungan Menur hingga stopan Kebun Bibit	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.000
11	Jumat 251013	Tasmar	07.35	150	75	100	1,125	manual, kuning	Ngagel Wasono RT 10 RW 2	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 350
12	Jumat 251013	Totok	07.43	180	100	100	1,800	manual, abu-abu	Ngagel Wasono Gg 1 (RT 2)	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 400
13	Jumat 251013	Budi	07.45	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
14	Jumat 251013	Sunari	07.48	215	85	115	2,102	motor, kuning	Manyar Kartika Gg 3, 4 (2 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 350
15	Jumat 251013	Ilyas	07.50	150	75	100	1,125	manual, kuning	Barata Jaya Gg 3 (RT 5)	Barata Jaya	2 hari sekali	-	Rp 200
16	Jumat 251013	Yani	08.10	170	90	90	1,377	manual, kuning	Perumahan Dosen Untag, Nginden Permata Gg 2 (3 RT), Nginden Makan	Nginden Jangkungan	setiap hari	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
17	Jumat 251013	Karso	08.25	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 1, 2 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
18	Jumat 251013	Miskat	08.25	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 3, 4 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
19	Jumat 251013	Bambang S	08.26	180	95	100	1,710	manual, orange	Bratang Binangun Gg 2, 3, 7 (RT 7, 8, 9)	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 400
20	Jumat 251013	Suradi	08.35	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Gg 1, 2 dan Tembusan (3 RT)	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 500
21	Jumat 251013	Katno	08.30	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
22	Jumat 251013	Rochim	08.45	170	100	110	1,870	manual, coklat	Krukah Timur Gg 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (7 RT)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 150
23	Jumat 251013	Wandi	08.45	170	90	100	1,530	manual, kuning	Menur Gg 5 (1RT)	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 400
24	Jumat 251013	Munir	08.55	190	100	100	1,900	manual, coklat	Jalan Raya Barata Jaya	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 500
25	Jumat 251013	Piko	09.00	190	100	120	2,280	manual, coklat	Manyar Jaya Gg 1, 2, 3, 4 (4 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
26	Jumat 251013	Heri	09.00	150	75	105	1,181	manual, kuning	Sapuan Jalan Kalisumo, Bratang Gede sampai Ngagel Jaya Selatan	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.750
27	Jumat 251013	Trimo	09.00	200	100	125	2,500	manual, kuning	Gunawangsa Apartemen, Manyar Kartika Gg 5, 6, 7 RW VII (3RT), Manyar Indah Gg 1, 4, 5, 6, 7, 8	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 300
28	Jumat 251013	Bowo	09.10	150	75	105	1,181	manual, kuning	Saluran Drainase Kali Sarangan dari depan Ruko D Master sampai Terminal Bratang	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.750
29	Jumat 251013	Tasmar	09.10	150	75	100	1,125	manual, kuning	PK5 Jalan TPS Bratang	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 300
30	Jumat 251013	Sunari	09.40	215	85	115	2,102	motor, kuning	Manyar Kartika Gg 3, 4 (2 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 350
31	Jumat 251013	Totok	09.45	180	100	100	1,800	manual, abu-abu	Ngagel Wasono Gg 1 (RT 2)	Barata Jaya	2 kali sehari	√	Rp 400
32	Jumat 251013	Udin	09.45	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Bunga	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 850
33	Jumat 251013	Sukidi	10.00	200	80	100	1,600	manual, kuning	Menur Pumpungan Gg 3	Menur Pumpungan	2 kali sehari	√	Rp 500

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
34	Jumat 251013	Bani	10.30	200	94	95	1,786	motor, besi	Nginden Baru Gg 3	Nginden Jangkungan	2 hari sekali	√	Rp 200
35	Jumat 251013	Bani	12.20	200	94	95	1,786	motor, besi	Manyar Kartika Timur Gg 2, 3, 4	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 200
36	Jumat 251013	Huda	12.30	150	80	100	1,200	manual, besi	Manyar Rejo 8, 9 dan 10, Jalan Raya Manyar Rejo	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 500
37	Jumat 251013	Mansur	13.30	200	100	100	2,000	manual, biru muda	Bratang Gede Gg 3 RW VII (RT 1 dan 2)	Ngagel Rejo	2 hari sekali	√	Rp 350
38	Jumat 251013	Suladji	13.35	215	85	115	2,102	motor, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	-	Rp 400
39	Jumat 251013	Suradi	14.00	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Gg Tembusan	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	-	Rp 500
40	Jumat 251013	Suladji	14.10	215	85	115	2,102	motor, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	-	Rp 400
41	Jumat 251013	Ma'ruf	14.20	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000
42	Jumat 251013	Sabari	14.30	155	80	75	0,930	manual, coklat	Manyar Jaya RW 8 (Khusus Sampah Taman)	Menur Pumpungan	3 hari sekali	-	Rp 300
43	Jumat 251013	Lasito	14.50	220	105	100	2,310	manual, kuning	Supermarket Bilka, Ngagel Jaya Selatan 2 Gg 2 (RT 5)	Pucang Sewu	2 hari sekali	√	Rp 1.450
44	Jumat 251013	Tobin	15.25	205	100	100	2,050	motor, kuning	Barata Jaya RT 10 RW 6	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 350
45	Jumat 251013	Andi	15.50	170	80	100	1,360	motor, abu-abu	Nginden Gg 3 (1 RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 350
46	Jumat 251013	Ngadi	16.00	175	100	100	1,750	motor, kuning	Manyar Indah RW VI Gg 10, 11, 12, 13 (3 RT Total 6 RT yang diambil)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 300
47	Jumat 251013	Yani	16.10	200	100	100	2,000	motor, biru muda	Nginden 6 Gg H (1 RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 300
48	Jumat 251013	Sugiono	16.40	215	110	105	2,483	motor, hijau	Universitas Unitomo	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 250
49	Jumat 251013	Wisnadji	16.40	203	120	110	2,680	motor, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
50	Jumat 251013	Suratno	16.50	150	75	105	1,181	motor, kuning	Restoran Dragon	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 500
51	Minggu 271013	Ma'ruf	06.15	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
52	Minggu 271013	Tayem	05.30	150	77	100	1,155	manual, biru muda	Barata Jaya Gg 4 (1RT)	Barata Jaya	3 hari sekali	✓	Rp 400
53	Minggu 271013	Tasmar	06.40	150	80	100	1,200	manual, besi	PK5 Jalan TPS Bratang	Barata Jaya	setiap hari	✓	Rp 300
54	Minggu 271013	Mawi	06.45	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gedung Wanita	Barata Jaya	3 hari sekali	✓	Rp 25
55	Minggu 271013	Budi	07.05	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5 (1 hari 2 gledak)	Menur Pumpungan	2 hari sekali	✓	Rp 1.000
56	Minggu 271013	Totok	07.20	180	100	100	1,800	manual, abu-abu	Bratang Binangun Gg 5	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 400
57	Minggu 271013	Ilyas+Khamid	07.23	180	95	98	1,676	manual, biru	Barata Jaya Gg 2 dan 3	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 300
58	Minggu 271013	Tobin	07.40	195	100	100	1,950	motor, besi	Menur Pumpungan Gg 4	Menur Pumpungan	3 hari sekali	✓	Rp 400
59	Minggu 271013	Trimo	07.40	200	100	125	2,500	motor, kuning	Manyar Kartika Gg 5, 6, 7 RW VII (3RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 300
60	Minggu 271013	Tivin	07.45	150	75	100	1,125	manual, kuning	Sapuan Jalan Terminal Bratang hingga Jembatan Kalisumo	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.700
61	Minggu 271013	Rochim	07.48	170	100	110	1,870	manual, coklat	Krukah Timur Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 150
62	Minggu 271013	Dan	08.00	175	90	100	1,575	manual, kuning	Manyar Rejo Gg 1, 4, 5, 6	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 575
63	Minggu 271013	Jumali	08.10	150	75	100	1,125	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 2 (2RT)	Menur Pumpungan	3 hari sekali	✓	Rp 400
64	Minggu 271013	Slamet	08.10	120	70	90	0,756	motor, orange	Toko Buku Manyar, Bunderan IPIEMS	Barata Jaya dan Manyar Sabrangan	2 kali sehari	-	Rp 1.000
65	Minggu 271013	Bambang S	08.20	180	95	100	1,710	manual, orange	Bratang Binangun Gg 2, 3, 7	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 400
66	Minggu 271013	Tobin	08.25	150	75	100	1,125	motor, kuning	Menur Gg 4 (1RT)	Menur Pumpungan	2 hari sekali	✓	Rp 400
67	Minggu 271013	Tobin	08.30	200	100	85	1,700	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 4	Menur Pumpungan	3 hari sekali	✓	Rp 400
68	Minggu 271013	Udin	08.35	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
69	Minggu 271013	Udin	08.35	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Bunga (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
70	Minggu 271013	Supira	08.40	180	100	100	1,800	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 11 RT 5 RW 11	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 400

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
71	Minggu 271013	Faiz	08.45	175	80	90	1,260	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 1 RT 5	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 400
72	Minggu 271013	Munir	08.45	190	100	100	1,900	manual, coklat	Jalan Raya Barata Jaya	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 500
73	Minggu 271013	Soleh	09.00	170	70	120	1,428	motor, kayu	Menur Pumpungan Gg 1 RT 1 RW 2	Menur Pumpungan	2 hari sekali	-	Rp 400
74	Minggu 271013	Katno	09.05	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
75	Minggu 271013	Rochim	09.15	170	100	110	1,870	manual, kuning	Krukah Timur Gg 2	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 150
76	Minggu 271013	Tobin	09.30	205	100	100	2,050	motor, kuning	Barata Jaya RT 10 RW 6	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 350
77	Minggu 271013	Abu	10.00	180	100	100	1,800	manual, kayu	Jangkungan 1B (1RT)	Nginden Jangkungan	5 hari sekali	√	Rp 250
78	Minggu 271013	Udin	10.15	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Sayur (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
79	Minggu 271013	Sukidi	11.00	200	80	100	1,600	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 3	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 500
80	Minggu 271013	Gatot	10.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Ngagel Wasono Gg 6 dan 7 (2 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 400
81	Minggu 271013	Faiz	11.30	175	80	90	1,260	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 1 RT 5	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 400
82	Minggu 271013	Huda	11.30	150	80	100	1,200	manual, besi	Manyar Rejo 8, 9 dan 10, Jalan Raya Manyar Rejo	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 500
83	Minggu 271013	Wisnadjji	13.00	203	120	110	2,680	motor, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
84	Minggu 271013	Andi	13.15	170	80	100	1,360	motor, abu-abu	Jalan Raya Manyar	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 350
85	Minggu 271013	Eko	14.40	154	75	105	1,213	motor, orange	Pertokoan RMI, NAV, Menur Pasar	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 500
86	Minggu 271013	Ilyas	14.45	180	95	98	1,676	motor, biru	Barata Jaya Gg 2	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 300
87	Minggu 271013	Tasmar	15.20	150	75	100	1,125	motor, kuning	Ngagel Wasono RT 10 RW 2	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 350
88	Minggu 271013	Edi Paeran	15.20	190	100	120	2,280	motor, kuning	Manyar Jaya Gg 3, 4, 5, 6 RW VII	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
89	Minggu 271013	Mansur	15.30	200	100	100	2,000	motor, biru muda	Bratang Gede Gg 3 RW VII (RT 1 dan 2)	Ngagel Rejo	2 hari sekali	√	Rp 350

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
90	Minggu 271013	Suladji	15.40	215	85	115	2,102	motor, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	-	Rp 400
91	Minggu 271013	Soleh	15.45	170	70	120	1,428	motor, kayu	Nginden Jaya Gg 1 (1RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 400
92	Minggu 271013	Andi	15.50	170	80	100	1,360	motor, abu-abu	Barata Jaya Gg 3	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 350
93	Minggu 271013	Edi Paeran	16.00	150	75	100	1,125	motor, kuning	Universitas 17 Agustus	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 400
94	Senin 281013	Sairin	05.00	200	95	100	1,900	manual, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
95	Senin 281013	Yitno	06.13	180	100	100	1,800	manual, kuning	Nginden Permata Gg 6B (1 RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 350
96	Senin 281013	Mawi	05.00	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gedung Wanita	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 25
97	Senin 281013	Abu	05.00	180	100	100	1,800	manual, kayu	Nginden Gg 6C (1RT)	Nginden Jangkungan	5 hari sekali	√	Rp 250
98	Senin 281013	Ma'ruf	06.30	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000
99	Senin 281013	Tayem	06.35	150	77	100	1,155	manual, biru muda	Barata Jaya Gg 4 (1RT)	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 400
100	Senin 281013	Hadi	06.35	150	100	80	1,200	manual, kuning	Kebun Bibit (6 kontainer kuning bulat)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.700
101	Senin 281013	Sairin	06.50	200	95	100	1,900	manual, kuning	PK5 Jalan Barata Jaya	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 250
102	Senin 281013	Budi	07.10	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
103	Senin 281013	Edi Paeran	07.12	190	100	120	2,280	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 3, 4, 5, 6 RW VII	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
104	Senin 281013	Supri	20.00	180	100	100	1,800	motor, orange	Restoran Tokyo	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 700
105	Senin 281013	Mawi	08.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gedung Wanita	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 25
106	Senin 281013	Trimo	08.20	200	100	125	2,500	manual, kuning	Manyar Kartika Gg 5, 6, 7 RW VII (3RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 300
107	Senin 281013	Sairin	08.10	200	95	100	1,900	manual, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
108	Senin 281013	Eko	08.10	154	75	105	1,213	motor, orange	Pertokoan RMI	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 500

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
109	Senin 281013	Sutiyono	17.00	180	100	100	1,800	motor, besi	Perumahan Nginden Intan depan RS International	Nginden Jangkungan	setiap hari	✓	Rp 500
110	Senin 281013	Sukidi	09.40	200	80	100	1,600	manual, kuning	Menur Pumpungan Gg 1	Menur Pumpungan	2 kali sehari	✓	Rp 500
111	Senin 281013	Supira	09.40	180	100	100	1,800	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 11 RT 5 RW 11	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 400
112	Senin 281013	Wandi	08.00	170	90	100	1,530	manual, kuning	Ngagel Jaya Gg 2	Pucang Sewu	3 hari sekali	✓	Rp 300
113	Senin 281013	Piko	08.15	190	100	120	2,280	manual, coklat	Manyar Jaya Gg 7,8,9,10,11,12,13,14,15 (4 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 750
114	Senin 281013	Katno	09.00	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	✓	Rp 300
115	Senin 281013	Samsuri	09.00	150	80	95	1,140	manual, kuning	Jalan Barata Jaya Gg 19	Barata Jaya	setiap hari	✓	Rp 15
116	Senin 281013	Suladji	09.00	215	85	115	2,102	motor, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	-	Rp 400
117	Senin 281013	Miskat	09.00	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 1, 2 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
118	Senin 281013	Karso	09.03	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 3, 4 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
119	Senin 281013	Jono	09.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Bratang Binangun Gg 8 (RT 1)	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 700
120	Senin 281013	Gatot	08.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Ngagel Wasono Gg 6 dan 7 (2 RT)	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 400
121	Senin 281013	Udin	08.00	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
122	Senin 281013	Udin	09.45	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
123	Senin 281013	Bambang S	09.45	180	95	100	1,710	manual, orange	Bratang Binangun Gg 2, 3, 7	Barata Jaya	2 hari sekali	✓	Rp 400
124	Senin 281013	Budi	09.50	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	✓	Rp 1.000
125	Senin 281013	Arifin	10.00	125	70	90	0,788	manual, biru	Jalan Raya Nginden hingga Semolowaru	Menur Pumpungan	3 hari sekali	-	Rp 37
126	Senin 281013	Edi Paeran	10.05	150	75	100	1,125	manual, kuning	Universitas 17 Agustus	Menur Pumpungan	setiap hari	✓	Rp 400
127	Senin 281013	Abu	10.15	180	100	100	1,800	manual, kayu	Universitas Surabaya	Barata Jaya	5 hari sekali	✓	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
128	Senin 281013	Waluyo	10.30	180	100	100	1,800	motor, kuning	Ngagel Tama Gg 1, 2, 3, 4, 5 (1 RW)	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 1.200
129	Senin 281013	Iphin	13.55	150	75	100	1,125	manual, kuning	PK5 Jalan Raya Nginden	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 300
130	Senin 281013	Zainul	13.55	150	75	100	1,125	motor, orange	Nginden Permata Gg 4 (3RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 125
131	Senin 281013	Sugiono	13.55	215	110	105	2,483	motor, hijau	Universitas Unitomo	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 250
132	Senin 281013	Waluyo	14.05	180	100	100	1,800	motor, kuning	Industri Pepaya Ngagel Tama	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 200
133	Senin 281013	Sabari	14.20	155	80	75	0,930	manual, coklat	Manyar Jaya RW 8 (Khusus Sampah Taman)	Menur Pumpungan	3 hari sekali	-	Rp 300
134	Senin 281013	Andi	15.00	170	80	100	1,360	motor, abu-abu	Barata Jaya Gg 3	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 350
135	Senin 281013	Wondo	15.10	150	75	100	1,125	motor, kayu	Menur RT 3 RW 10	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 400
136	Senin 281013	Waluyo	15.20	180	100	100	1,800	motor, kuning	Jalan Raya Bratang Binangun	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 300
137	Senin 281013	Soleh	15.25	170	70	120	1,428	motor, kayu	Menur Pumpungan Gg 1 RT 1 RW 2	Menur Pumpungan	2 hari sekali	-	Rp 400
138	Senin 281013	Anwar	15.45	150	80	90	1,080	manual, kuning	Ngagel Madya Gg 8 (RT 8)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 500
139	Senin 281013	Ma'ruf	16.00	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000
140	Senin 281013	Mansur	16.00	200	100	100	2,000	manual, biru muda	Bratang Gede Gg 3 RW VII (RT 1 dan 2)	Ngagel Rejo	2 hari sekali	√	Rp 350
141	Senin 281013	Budi	16.00	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
142	Senin 281013	Abu	16.05	180	100	100	1,800	manual, kayu	Jangkungan 1B (1RT)	Nginden Jangkungan	5 hari sekali	√	Rp 250
143	Senin 281013	Suratno	07.00	150	75	105	1,181	motor, kuning	Polsek Bratang	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 300
144	Senin 281013	Umar	16.15	150	80	100	1,200	motor, kuning	Manyar Kartika Selatan Gg I (2RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	-	Rp 850
145	Senin 281013	Inul	16.15	150	80	100	1,200	motor, kuning	Nginden Gg 5 (1RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 125
146	Senin 281013	Suladji	16.20	215	85	115	2,102	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg Masjid	Menur Pumpungan	5 hari sekali	√	Rp 250

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
147	Senin 281013	Saniwar	16.00	150	80	100	1,200	manual, kuning	Ngagel Madya Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
148	Selasa 291013	Sukidi	06.00	200	80	100	1,600	manual, kuning	Menur Pumpungan Gg 1	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 500
149	Selasa 291013	Abu	06.00	180	100	100	1,800	manual, kayu	Nginden Kota Gg Bengkok (1RT)	Barata Jaya	5 hari sekali	√	Rp 250
150	Selasa 291013	Sairin	06.00	200	95	100	1,900	manual, kuning	Nginden Kota Gg 2 (1 RT)	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
151	Selasa 291013	Supri	06.00	180	100	100	1,800	motor, orange	Restoran Tokyo	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 700
152	Selasa 291013	Waluyo	06.00	180	100	100	1,800	motor, kuning	Ngagel Tama Gg 1, 2, 3, 4, 5 (1 RW)	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 1.200
153	Selasa 291013	Supri	06.00	180	100	100	1,800	motor, kuning	Industri Pepaya Ngagel Tama	Pucang Sewu	setiap hari	-	Rp 200
154	Selasa 291013	Jumali	06.15	180	100	100	1,800	motor, kuning	Jalan Raya Bratang Binangun	Ngagel Rejo	setiap hari	-	Rp 300
155	Selasa 291013	Udin	06.15	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
156	Selasa 291013	Khamid	06.15	180	95	98	1,676	manual, biru	Barata Jaya Gg 2 (RT 1 dan 2)	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 300
157	Selasa 291013	Soleh	08.45	170	70	120	1,428	motor, kayu	Menur Pumpungan Gg 1 RT 1 RW 2	Menur Pumpungan	2 hari sekali	-	Rp 400
158	Selasa 291013	Ngadi	08.30	175	100	100	1,750	motor, kuning	Manyar Indah RW VI Gg 10, 11, 12, 13,14 (2 RT Total 6 RT yang diambil)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 500
159	Selasa 291013	Sutiyono	17.00	180	100	100	1,800	motor, besi	Perumahan Nginden Intan depan RS International	Nginden Jangkungan	setiap hari	√	Rp 500
160	Selasa 291013	Mawi	07.50	150	80	100	1,200	manual, kuning	Ngagel Jaya Utara Raya sebelah Santa Clara	Pucang Sewu	3 hari sekali	√	Rp 350
161	Selasa 291013	Dan	08.00	175	90	100	1,575	manual, kuning	Manyar Rejo Gg 1, 4, 5, 6	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 575
162	Selasa 291013	Bowo	08.10	150	75	105	1,181	manual, kuning	Saluran Drainase Kali Sarangan dari depan Ruko D Master sampai Terminal Bratang	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 1.750
163	Selasa 291013	Yani	08.15	170	90	90	1,377	manual, kuning	Perumahan Dosen Untag, Nginden Permata Gg 2 (3 RT), Nginden Makan	Nginden Jangkungan	setiap hari	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
164	Selasa 291013	Supira	08.30	180	100	100	1,800	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 11 RT 5 RW 11	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 400
165	Selasa 291013	Miskat	08.45	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 3, 4 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
166	Selasa 291013	Karso	08.45	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 1, 2 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
167	Selasa 291013	Bambang S	09.00	180	95	100	1,710	manual, orange	Bratang Binangun Gg 2, 3, 7	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 400
168	Selasa 291013	Khamid	09.00	180	95	98	1,676	manual, biru	Barata Jaya Gg 2 (RT 1 dan 2)	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 300
169	Selasa 291013	Munir	09.00	190	100	100	1,900	manual, coklat	Jalan Raya Barata Jaya	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 500
170	Selasa 291013	Tobin	09.20	150	75	100	1,125	motor, kuning	Menur Gg 4 (1RT)	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 400
171	Selasa 291013	Abu	09.30	180	100	100	1,800	manual, kayu	Nginden Kota Gg Bengkok (1RT)	Barata Jaya	5 hari sekali	√	Rp 250
172	Selasa 291013	Imam	07.00	150	75	100	1,125	motor, merah muda	Bank Mandiri Rungkut		seminggu sekali	√	Rp 700
173	Selasa 291013	Abu	09.45	180	100	100	1,800	manual, kayu	Jangkungan 1B (1RT)	Nginden Jangkungan	5 hari sekali	√	Rp 250
174	Selasa 291013	Udin	09.50	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Bunga (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
175	Selasa 291013	Piko	10.00	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Sayur (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
176	Selasa 291013	Lasito	14.30	220	105	100	2,310	manual, kuning	Supermarket Bilka, Ngagel Jaya Selatan 2 Gg 2 (RT 5)	Pucang Sewu	2 hari sekali	√	Rp 1.450
177	Selasa 291013	Soleh	14.45	170	70	120	1,428	motor, kayu	Nginden Jaya Gg 1 (1RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 400
178	Selasa 291013	Yitno	14.50	165	85	180	2,525	manual, coklat	Nginden Baru Gg 6B (RT 6)	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 250
179	Selasa 291013	Abu	14.55	180	100	100	1,800	manual, kayu	Universitas Surabaya	Barata Jaya	5 hari sekali	√	Rp 300
180	Selasa 291013	Wondo	17.35	150	75	100	1,125	motor, kayu	Menur Pumpungan Gg 5, Super Indo	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 300
181	Selasa 291013	Khamid	16.00	180	95	98	1,676	manual, biru	Nginden Gg 3 RT 3	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 300
182	Selasa 291013	Inul	16.00	150	80	100	1,200	motor, kuning	Nginden Permata RT 13	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
183	Selasa 291013	Edi Paeran	16.05	190	100	120	2,280	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 3, 4, 5, 6 RW VII	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
184	Rabu 301013	Sunari	08.15	215	85	115	2,102	motor, kuning	Manyar Kartika Gg 3, 4 (2 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 350
185	Rabu 301013	Bani	08.20	200	94	95	1,786	motor, besi	Pertokoan RMI	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 500
186	Rabu 301013	Rochim	08.20	170	100	110	1,870	manual, coklat	Krukah Timur Gg 10	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 200
187	Rabu 301013	Iphin	08.20	150	75	100	1,125	manual, kuning	PK5 Jalan Raya Nginden	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 300
188	Rabu 301013	Karso	08.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 1, 2 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
189	Rabu 301013	Miskat	08.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Nginden Intan RT 3, 4 RW 10	Nginden Jangkungan	setiap hari	-	Rp 300
190	Rabu 301013	Bambang S	09.15	180	95	100	1,710	manual, orange	Bratang Binangun Gg 2, 3, 7	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 400
191	Rabu 301013	Rochim	09.25	170	100	110	1,870	manual, coklat	Krukah Timur Gg 5C	Barata Jaya	3 hari sekali	√	Rp 200
192	Rabu 301013	Katno	09.30	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
193	Rabu 301013	Piko	09.35	190	100	120	2,280	manual, coklat	Manyar Jaya Gg 7,8,9,10,11,12,13,14,15 (4 RT)	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
194	Rabu 301013	Udin	09.40	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Sayur (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
195	Rabu 301013	Yani	09.45	200	100	100	2,000	motor, biru muda	Nginden 6 Gg H (1 RT)	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 300
196	Rabu 301013	Sairin	09.50	200	95	100	1,900	manual, kuning	PK5 Jalan Barata Jaya	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 250
197	Rabu 301013	Sunari	09.50	215	85	115	2,102	motor, kuning	Menur Pumpungan Gg 4	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 350
198	Rabu 301013	Tobin	07.05	205	100	100	2,050	motor, kuning	Barata Jaya RT 10 RW 6	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 350
199	Rabu 301013	Supri	20.00	195	100	100	1,950	motor, besi	Restoran Tokyo	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 700
200	Rabu 301013	Tobin	07.00	150	75	100	1,125	motor, kuning	Menur Gg 4 (1RT)	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 400
201	Rabu 301013	Waluyo	07.30	180	100	100	1,800	motor, kuning	Industri Pepaya Ngagel Tama	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 200

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan / bulan/rt ribuan
202	Rabu 301013	Udin	07.25	150	90	80	1,080	manual, kuning	Pasar Burung (3 Pasar)	Barata Jaya	setiap hari	-	Rp 850
203	Rabu 301013	Budi	07.35	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
204	Rabu 301013	Ma'ruf	07.35	100	100	100	1,000	becak	Sapuan Jalan Manyar, Kebun Bibit hingga Terminal Bratang	Barata Jaya	2 kali sehari	-	Rp 1.000
205	Rabu 301013	Tasmar	07.40	150	75	100	1,125	motor, kuning	Ngagel Wasana Raya (1 RT)	Barata Jaya	3 hari sekali	-	Rp 400
206	Rabu 301013	Yani	08.00	170	90	90	1,377	manual, kuning	Universitas Perbanas	Nginden Jangkungan	3 hari sekali	√	Rp 300
207	Rabu 301013	Dan	08.15	175	90	100	1,575	manual, kuning	Manyar Rejo Gg 1, 4, 5, 6	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 575
208	Rabu 301013	Tobin	10.10	195	100	100	1,950	motor, besi	Menur Pumpungan Gg 4	Menur Pumpungan	3 hari sekali	√	Rp 400
209	Rabu 301013	Katno	10.20	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
210	Rabu 301013	Huda	11.00	150	80	100	1,200	manual, besi	Manyar Rejo 8, 9 dan 10, Jalan Raya Manyar Rejo	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 500
211	Rabu 301013	Budi	11.10	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
212	Rabu 301013	Waluyo	11.10	203	120	110	2,680	manual, orange	Perumahan Tumpatika Menur RW 5	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
213	Rabu 301013	Katno	14.20	155	80	100	1,240	manual, coklat	Jalan Raya Bratang dan Bratang Gg 1	Barata Jaya	setiap hari	√	Rp 300
214	Rabu 301013	Edi Paeran	15.20	190	100	120	2,280	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 3, 4, 5, 6 RW VII	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 750
215	Rabu 301013	Supira	15.20	180	100	100	1,800	manual, kuning	Manyar Jaya Gg 11 RT 5 RW 11	Menur Pumpungan	setiap hari	√	Rp 400
216	Rabu 301013	Wisnadjji	15.30	203	120	110	2,680	motor, orange	Sekolah Petra 3		2 hari sekali	√	Rp 400

Tabel Lamp. B.17 Data gerobak masuk TPS Kangean

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan/RT ribuan
1	Jumat 011113	Darus	05.30	155	75	100	1,163	Motor Kuning	Juwingan	Kertajaya	2 kali sehari	√	Rp 800
2	Jumat 011113	Sakri	05.30	180	88	100	1,584	Manual Kuning	Jalan Sumbawa (Kertajaya)	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 800
3	Jumat 011113	Sugik	06.50	150	79	100	1,185	Manual Kuning	Kiren Barat	Gubeng	2 kali seminggu	√	Rp 500
4	Jumat 011113	M Ali	06.55	130	100	75	0,975	Manual Biru	Jalan Nias 1	Gubeng dan Ngagel	1 kali sehari	√	Rp 450
5	Jumat 011113	Sujono	07.42	180	110	90	1,782	Manual Kuning	Jalan Sulawesi (Bongkar Subuh)	Gubeng	1 kali sehari	-	Rp 750
6	Jumat 011113	Amin	08.39	188	105	100	1,974	Manual Kuning	Restoran Pasifik	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 1.000
7	Jumat 011113	Katmidi, Ugi	08.20	190	95	110	1,986	Motor Kuning	Jalan Sumatra RT 01	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 650
8	Jumat 011113	Darus	08.25	155	75	100	1,163	Motor Kuning	Kertajaya RT 09 RW 02	Airlangga	2 kali sehari	√	Rp 800
9	Jumat 011113	Slamet	09.11	185	105	85	1,651	Manual Kuning	Jalan Sumatra RW 05 RT 03	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 600
10	Jumat 011113	Rudi	10.59	165	110	105	1,906	Manual Kuning	Juwingan (2 RT)	Kertajaya	1 kali sehari	√	Rp 600
11	Jumat 011113	Hadi	09.15	180	110	90	1,782	Manual Kuning	Kertajaya	Kertajaya	1 kali sehari	√	Rp 500
12	Jumat 011113	Suparman	09.50	175	100	120	2,100	Motor Coklat	Biliton	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 600
13	Jumat 011113	Katmidi, Ugi	11.10	190	95	110	1,986	Motor Kuning	Jalan Sumatra RT 03	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 650
14	Jumat 011113	Rahmat	09.45	120	107	125	1,605	Motor Kuning	Raya Gubeng RW 4 Restoran Adem Ayem, Khofifa, Ramaya dll	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 1.500
15	Jumat 011113	Katiran	11.34	190	95	110	1,986	Manual Kuning	Jalan Sumatra RT 02	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 650
16	Jumat 011113	Pariadi	13.08	170	89	100	1,513	Manual Kuning	Kertajaya	Kertajaya	2 Hari sekali	√	Rp 600
17	Sabtu 021113	M Ali	06.30	130	100	75	0,975	Manual Biru	Jalan Nias 1	Gubeng dan Ngagel	1 kali sehari	-	Rp 450
18	Sabtu 021113	Holili	07.27	186	105	100	1,953	Motor Kuning	Jalan Flores	Ngagel	1 kali sehari	√	Rp 650
19	Sabtu 021113	Suwadi	07.30	204	110	95	2,132	Motor Kuning	Jalan Nias RW 08	Gubeng dan Ngagel	2 kali seminggu	√	Rp 800
20	Sabtu 021113	Sujono	07.50	180	110	90	1,782	Manual Kuning	Jalan Sulawesi (Bongkar Subuh)	Gubeng	1 kali sehari	-	Rp 750
21	Sabtu 021113	Amin	08.26	188	105	100	1,974	Manual Kuning	Restoran Pasifik	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 1.000
22	Sabtu 021113	Katmidi + Ugi	08.40	190	95	110	1,986	Motor Kuning	Jalan Sumatra RT 01	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 650
23	Sabtu 021113	Rahmat	08.55	120	107	125	1,605	Motor Kuning	Jalan Sulawesi	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 1.500

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan/RT ribuan
24	Sabtu 021113	Hadi	09.03	180	110	90	1,782	Manual Kuning	Kertajaya	Kertajaya	1 kali sehari	√	Rp 500
25	Sabtu 021113	Slamet	09.40	185	105	85	1,651	Manual Kuning	Jalan Sumatra RW 05 RT 03	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 600
26	Sabtu 021113	Suparman	10.13	175	100	120	2,100	Motor Coklat	Biliton	Gubeng	2 kali sehari	-	Rp 600
27	Sabtu 021113	Sipon	13.45	190	105	110	2,195	Manual Coklat	Kertajaya	Kertajaya	1 kali sehari	√	Rp 350
28	Sabtu 021113	Rahmat	10.24	120	107	125	1,605	Motor Kuning	Jalan Raya Gubeng Restoran	Gubeng	2 kali sehari	-	Rp 1.500
29	Sabtu 021113	Rudi	11.04	165	110	105	1,906	Manual Kuning	Juwingan (2 RT)	Kertajaya	1 kali sehari	√	Rp 600
30	Sabtu 021113	Sumari	11.05	195	100	95	1,853	Motor Kuning	Jalan Bali RW 10	Gubeng	3 kali seminggu	√	Rp 750
31	Sabtu 021113	Daeri	11.09	180	78	75	1,053	Motor Kuning	Kertajaya RT 03 dan RT 7	Airlangga	3 kali seminggu	√	Rp 650
32	Sabtu 021113	Katiran	10.50	190	95	110	1,986	Manual Kuning	Jalan Sumatra RW5 RT 2	Gubeng	1 kali sehari	√	Rp 650
33	Sabtu 021113	Katmidi + Ugi	12.10	190	95	110	1,986	Motor Kuning	Jalan Sumatra RT 3	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 600
34	Sabtu 021113	Suparman	13.20	175	100	120	2,100	Motor Coklat	Biliton	Gubeng	2 kali sehari	√	Rp 600

Tabel Lamp. B.18 Data gerobak masuk TPS Kalibokor

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan/ rt ribuan
1	Jum'at 011113	Dwi	07.00	150	70	130	1,365	motor, kuning	Pucang Anom Timur gang III	Kertajaya	3 hari sekali	-	Rp 200
2	Jum'at 011113	Rendi	07.30	170	80	100	1,360	manual, kuning	Kalibokor gang II	Pucang Sewu	setiap hari	-	Rp 100
3	Jum'at 011113	Edy	kemarin	150	70	100	1,050	manual, kuning	Pucangan III	Kertajaya	2 kali seminggu	-	Rp 600
4	Jum'at 011113	Ngatemo	09.00	180	100	120	2,160	manual, hitam berkarat	Ngagel Jaya (Jalan)	Pucang Sewu	1 hari 2 kali	√	Rp 1.500
5	Jum'at 011113	Legut	09.00	200	80	150	2,400	manual, kuning	Pucangan gang III	Kertajaya	seminggu sekali	√	Rp 325
6	Jum'at 011113	Lukman	09.00	150	80	100	1,200	motor, kuning	Pucang Anom I, II, III	Kertajaya	2 kali seminggu	-	Rp 150
7	Jum'at 011113	Marsim	09.00	190	100	150	2,850	manual, kuning	Pucangan gang I	Kertajaya	setiap hari	√	Rp 150
8	Jum'at 011113	Nano	09.40	180	100	130	2,340	manual, ijo	Kalibokor timur (jalan)	Pucang Sewu	2 hari sekali	-	Rp 300
9	Jum'at 011113	Agus	10.15	150	80	140	1,680	motor, merah	Pucang Taman (Catering)	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 700
10	Jum'at 011113	Buteh	10.15	150	80	140	1,680	manual, kuning	Ngagel Timur gang V	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 300
11	Jum'at 011113	Legut	14.15	150	80	120	1,440	motor, ijo	Pasar Jojoran	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.300
12	Jum'at 011113	Dwi	14.15	170	80	120	1,632	motor, kuning	Pasar Jojoran	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.300
13	Jum'at 011113	Suwono	14.35	170	80	100	1,360	manual, kuning	Manyar Kutoarjo 7	Manyar Sabrangan	2 hari sekali	-	Rp 700
14	Jum'at 011113	Supardi	14.35	170	80	100	1,360	manual, abu-abu	Ngagel Jaya Utara RW 4 (8RT), Jalan Ngagel jaya utara gang 2,5,6,8,3,7	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 700
15	Jum'at 011113	Tias	14.35	120	60	50	0,360	manual, kuning	Wisma Stesia	Menur Pumpungan	2 hari sekali	√	Rp 450
16	Jum'at 011113	Armand	14.40	150	100	80	1,200	motor, kuning	Pucangan gang IV	Kertajaya	3 hari sekali	-	Rp 300
17	Jum'at 011113	Tik	14.45	150	100	80	1,200	manual, kuning	Pucangan gang VII	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 300
18	Jum'at 011113	Suwono	17.05	200	100	100	2,000	manual, kuning	Ngagel Timur gang 1,2,3	Pucang Sewu	2 hari sekali	-	Rp 700
19	Sabtu 021113	Suyadi	07.45	185	100	100	1,850	manual, hijau kayu	Pucang Anom gang 5,6 (2 RT)	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 300
20	Sabtu 021113	Supardi	08.00	170	80	100	1,360	manual, abu-abu	Ngagel Jaya Utara (4 RT)	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 700
21	Sabtu 021113	Soyo	07.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Jalan Raya Ngagel Jaya Barat (25kk)	Pucang Sewu	2 hari sekali	√	Rp 200
22	Sabtu 021113	Rendy	08.05	170	80	100	1,360	manual, kuning	Kalibokor gang II	Kertajaya dan Pucang Sewu	2 hari sekali	√	Rp 100

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan/ rt ribuan
23	Sabtu 021113	Legut	08.10	150	80	100	1,200	motor, kuning	Juwingan gang I	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 1.000
24	Sabtu 021113	Edy	08.15	205	80	125	2,050	manual, orange besi	Pucangan gang III	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 600
25	Sabtu 021113	Lukman	08.18	205	105	100	2,153	manual, biru	Pucang Anom gang 4,5 (2 RT)	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 150
26	Sabtu 021113	Dwi	08.20	150	70	130	1,365	motor, kuning	Pucang Adi gang Jalan Raya	Kertajaya	3 hari sekali	√	Rp 400
27	Sabtu 021113	Suyatemo	08.50	180	100	120	2,160	manual, besi berkarat	Jalan Raya Ngagel Jaya	Pucang Sewu	sehari 2 kali	√	Rp 1.500
28	Sabtu 021113	Suprayitno	09.00	190	100	100	1,900	manual	Pucang Anom gang 6,7; Jalan Kalibokor; Jalan Pucang Kerep 5	Kertajaya dan Pucang Sewu	2 hari sekali	√	Rp 650
29	Sabtu 021113	Juma'in	09.05	170	90	95	1,454	motor, kuning	Kalibokor gang 2,3,4	Pucang Sewu	setiap hari	√	Rp 300
30	Sabtu 021113	Wiyono	09.10	180	85	90	1,377	manual, kuning	Pucang Sewu gang VII	Kertajaya	setiap hari	√	Rp 300
31	Sabtu 021113	Wadiran	09.20	150	80	100	1,200	manual, kuning	PLN	Pucang Sewu	2-3 hari sekali	√	Rp 400
32	Sabtu 021113	Wadiran	08.00	180	105	130	2,457	manual, kuning	Pucang Arjo gang 8,9,10	Kertajaya	2-3 hari sekali	√	Rp 900
33	Sabtu 021113	Suwono	10.35	150	75	100	1,125	motor, merah	Catering Pucang Taman	Kertajaya	setiap hari	√	Rp 700
34	Sabtu 021113	Agus	10.35	150	80	100	1,200	motor, kayu	Catering Pucang Taman	Kertajaya	setiap hari	√	Rp 700
35	Sabtu 021113	Juma'in	10.55	180	100	110	1,980	motor, krem	Kalibokor gang 5,6,7 (10 RT)	Pucang Sewu	setiap hari	-	Rp 300
36	Sabtu 021113	Legut	12.00	190	90	110	1,881	motor, kuning kayu	Juwingan gang I	Kertajaya	2 hari sekali	-	Rp 1.000

Tabel Lamp. B.19 Data gerobak masuk TPS Srikana

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
1	Minggu 271013	Mohammad	05.53	100	100	100	1,000	becak, putih	airlangga I	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
2	Minggu 271013	Kiswahyudi	05.53	140	125	140	2,450	motor, berkarat	RT 4 - 9 Kalidami	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
3	Minggu 271013	Ma'ruf	06.03	150	80	100	1,200	manual, putih	RT 5 RW 1 Gubeng Kertajaya	Airlangga	seminggu sekali	√	Rp 300
4	Minggu 271013	Samiaji	06.41	160	85	130	1,768	manual, ijo	Restoran Kertoarjo	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.600
5	Minggu 271013	Kholiq	06.48	150	80	120	1,440	manual, kuning	RT 6 RW 8 Gubeng Kertajaya	Airlangga	2 hari sekali	-	Rp 200
6	Minggu 271013	Suyatno	07.01	150	70	100	1,050	manual, kuning	RT 2,8 RW 3 Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 1.500
7	Minggu 271013	Mohammad	07.07	100	100	100	1,000	becak, putih	airlangga I	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
8	Minggu 271013	Kasnawi	07.37	150	80	100	1,200	motor, kuning	RT 1,2,3 Kertajaya	Kertajaya	seminggu 2 kali (per RT)	√	Rp 400
9	Minggu 271013	Markum	07.51	150	70	100	1,050	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	sehari 3 kali	-	Rp 1.100
10	Minggu 271013	Samiaji	08.15	160	85	130	1,768	motor, ijo	Ruko Manyar Kertoarjo	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
11	Minggu 271013	Sugeng	08.24	150	70	100	1,050	manual, kuning	Jojoan Baru gang III E	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 250
12	Minggu 271013	Marco	08.34	150	80	100	1,200	motor, kuning	RT 2 RW 3 Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	4 hari sekali	√	Rp 350
13	Minggu 271013	Atim	08.43	150	80	130	1,560	manual, karatan	RT 8 Gubeng Klingsingan	Gubeng Airlangga	3 hari sekali	√	Rp 250
14	Minggu 271013	Suminah	08.52	170	100	145	2,465	manual, kuning	Fakultas Farmasi	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 500
15	Minggu 271013	Samiaji	01.00	200	100	100	2,000	manual, kuning	Holland Bakery	Airlangga	seminggu sekali	√	Rp 1.600
16	Minggu 271013	Muto'in	09.00	150	80	120	1,440	manual, ijo	Gang II Kalidami	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
17	Minggu 271013	Darsono	09.50	150	130	110	2,145	motor, kuning	Jojoan Baru gang IV	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 300
18	Minggu 271013	Mulyadi	09.55	150	80	130	1,560	manual, kuning	Gubeng Kertajaya IX A	Airlangga	setiap hari	√	Rp 400
19	Minggu 271013	Surip	16.00	170	100	145	2,465	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	seminggu sekali	√	Rp 300
20	Minggu 271013	Sugeng	10.30	150	70	100	1,050	manual, kuning	Jojoan Baru gang III E	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 250
21	Minggu 271013	Jaery	11.25	150	70	100	1,050	manual, kuning	Lab Parahita	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
22	Minggu 271013		11.31	150	80	100	1,200	motor, kuning	Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
23	Minggu 271013	Poniran	11.49	150	80	100	1,200	manual, putih	RT 7 RW 10 Manyar Sambongan	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 500

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
24	Minggu 271013	Marco	11.51	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gang III Gubeng Klingsingan	Gubeng Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 325
25	Minggu 271013	Titis	12.10	150	80	100	1,200	motor, ijo	Fakultas Hukum	Airlangga	2 minggu sekali	-	Rp 500
26	Minggu 271013	Asngari	12.10	170	70	100	1,190	manual, berkarat	Kertajaya gang V E RT 6 RW 3	Airlangga	setiap hari	√	Rp 750
27	Minggu 271013		12.30	150	80	100	1,200	motor, kuning	Airlangga gang II	Airlangga		-	Rp 300
28	Minggu 271013	Fiska	12.52	150	80	100	1,200	motor, kuning	Gang IX H	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 300
29	Minggu 271013	Markum	13.52	150	70	100	1,050	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	sehari 3 kali	-	Rp 1.100
30	Minggu 271013	Jasri Rusbandi	14.08	150	80	100	1,200	motor, kuning	Jalan Menur	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 625
31	Minggu 271013	Samiaji	14.18	150	70	120	1,260	motor, ijo	Pasar Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
32	Minggu 271013	Agus	14.20	175	88	178	2,741	manual, berkarat	Manyar Sambongan	Manyar Sabrangan	5 hari sekali 2 gerobak	√	Rp 350
33	Minggu 271013	Yudi	14.44	150	80	100	1,200	motor, berkarat	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 625
34	Minggu 271013	Surip/Suminah	15.01	170	100	145	2,465	manual, kuning	FEB Unair	Airlangga	5-7 hari sekali	√	Rp 500
35	Minggu 271013	Santo	15.12	150	100	120	1,800	manual, kuning	Jojoran Baru gang II A	Mojo	seminggu dua kali	√	Rp 300
36	Minggu 271013	Kholiq	15.14	150	80	120	1,440	manual, kuning	Gang XI	Airlangga	2 hari sekali	-	Rp 150
37	Minggu 271013	Fiska	15.15	150	80	100	1,200	manual, coklat	SMP 15 Muhammadiyah Pucang	Kertajaya	seminggu dua kali	√	Rp 200
38	Minggu 271013	Sanusi	15.15	150	80	100	1,200	manual, ijo	Jojoran Gang III	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 400
39	Minggu 271013	Marco	15.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Karangmenjangan Kantor (BKKBN)	Airlangga	3-4 hari sekali	√	Rp 300
40	Minggu 271013	Asngari	15.50	170	70	100	1,190	manual, berkarat	Kertajaya gang V E RT 6 RW 3	Airlangga	setiap hari	√	Rp 750
41	Minggu 271013	Kholiq	16.18	150	80	120	1,440	manual, kuning	Gang XI C	Airlangga	2 hari sekali	-	Rp 250
42	Senin 281013	Agus	05.58	175	88	178	2,741	manual, ijo	Bonet, Pasar Swalayan	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
43	Senin 281013	Samiaji	05.58	170	85	90	1,301	manual, berkarat ijo	Pasar Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
44	Senin 281013	Suwandi	06.00	180	90	130	2,106	manual, kuning	Kertajaya VII C	Airlangga	3-4 hari sekali	√	Rp 300
45	Senin 281013	Santo	06.00	170	80	100	1,360	motor, kuning	Gang VIII Kalidami	Mojo	3-4 hari sekali	√	Rp 225
46	Senin 281013	Fiska	06.00	170	80	110	1,496	manual, kuning	RT 4 RW 1 Manyar Sambongan	Manyar Sabrangan	2 hari sekali	√	Rp 300
47	Senin 281013	Bono	06.17	170	80	100	1,360	manual, kuning	Gang II Gubeng Jaya	Gubeng	3 hari sekali	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
48	Senin 281013	Sugiyanto	06.25	110	70	100	0,770	manual, biru	Sastra Unair	Airlangga	1 bulan sekali	√	Rp 500
49	Senin 281013	Wawan	06.39	150	60	80	0,720	manual, kuning	Penyapuan jalan kertajaya	Airlangga	3 hari sekali	-	Rp 1.100
50	Senin 281013	Mohammad	06.41	100	100	100	1,000	becak, putih	Airlangga I RT 11 RW 2	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
51	Senin 281013	Gaguk	06.51	175	80	90	1,260	motor, kuning	V Raya RT 8 RW 3	Gubeng	2 hari sekali	√	Rp 500
52	Senin 281013	Salim	06.51	150	120	130	2,340	motor, kuning	Gang VII Gubeng Klingsingan	Gubeng Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 225
53	Senin 281013	Sugiyono	07.17	150	70	140	1,470	manual, kuning	Gang IX D Kertajaya	Airlangga	4 hari sekali	√	Rp 300
54	Senin 281013	Suminah	07.25	170	100	145	2,465	motor, kuning	Perumahan Dosen Unair	Airlangga	2-3 hari sekali	√	Rp 300
55	Senin 281013	Markum	07.32	150	70	100	1,050	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	sehari 3 kali	-	Rp 1.100
56	Senin 281013	Suyatno	07.38	150	70	100	1,050	motor, kuning	Manyar Sabrangan gang VIII B	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 1.250
57	Senin 281013	Suriyono	07.50	150	130	120	2,340	motor, merah	Gang I, II Karangmenur	Airlangga	seminggu sekali	-	Rp 400
58	Senin 281013	Mulyadi	07.50	150	80	130	1,560	manual, kuning	Gubeng Jaya gang II	Gubeng	5 hari sekali	√	Rp 300
59	Senin 281013	Gendon	08.00	150	70	100	1,050	motor, kuning	Restoran Fajar	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
60	Senin 281013	Kiswahyudi	08.16	140	125	140	2,450	motor, kuning	Gang IV, V RT 6,7 Kalidami	Mojo	seminggu dua kali	√	Rp 1.000
61	Senin 281013	Suyitno	08.17	140	70	100	0,980	manual, kuning	Gang V B, V A, VF RT 3 RW 3 Gubeng Kertajaya	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
62	Senin 281013	Samiaji	08.32	160	85	130	1,768	manual, kuning	Restoran Kertoarjo	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.600
63	Senin 281013	Dayat	08.40	180	90	130	2,106	motor, berkarat	Gang VII Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	3-4 hari sekali	√	Rp 300
64	Senin 281013	Marco	08.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gang Buntu Manyar Klingsingan	Manyar Sabrangan	5 hari sekali	√	Rp 200
65	Senin 281013	Nur	08.40	150	130	130	2,535	motor, kuning biru	Gang IX B Kertajaya	Airlangga	4-5 hari sekali	√	Rp 300
66	Senin 281013	Puji Srianto & Parno	08.46	150	70	100	1,050	manual, biru	Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 1.000
67	Senin 281013	Kanwar	08.49	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gang VII A Gubeng Kertajaya	Airlangga	4 hari sekali	√	Rp 275
68	Senin 281013	Kholiq	08.55	150	80	120	1,440	manual, kuning	RT 5 RW 8 Jojoran Stal	Mojo	2 kali seminggu	-	Rp 250
69	Senin 281013	Yudi	09.08	150	80	120	1,440	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
70	Senin 281013	Santo	09.23	150	100	120	1,800	motor, kuning	Jojoran Baru K,L,M,N	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 500
71	Senin 281013	Mohammad	09.23	100	100	100	1,000	becak, putih	airlangga I	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
72	Senin 281013	Atim	09.51	170	70	130	1,547	manual, kuning	RT 16 Gubeng Jaya	Gubeng	2 kali seminggu	√	Rp 250

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
73	Senin 281013	Sholeh	09.51	150	80	120	1,440	manual, berkarat	Gubeng Karangmenjangan	Gubeng	2 kali seminggu	√	Rp 400
74	Senin 281013	Khoirul	09.55	150	70	100	1,050	motor, kuning	Penyapuan jalan kertajaya timur I	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 1.100
75	Senin 281013	Yudi	10.14	170	70	100	1,190	manual, orange	Perumahan Dosen Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 500
76	Senin 281013	Kholiq	10.39	150	80	120	1,440	manual, kuning	RT 5 RW 8 Jojoran Stal	Mojo	2 kali seminggu	-	Rp 250
77	Senin 281013	Suriyono	10.50	150	130	120	2,340	motor, kuning	Gang IX Gubeng Raya	Gubeng	seminggu sekali	√	Rp 270
78	Senin 281013	Juhari	11.31	150	80	120	1,440	manual, kuning	Karangmenjangan IV	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 500
79	Senin 281013	Darsono	11.31	150	130	110	2,145	motor, kuning	Jojoran Baru gang IV	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
80	Senin 281013	Wahyudi	11.50	150	130	120	2,340	motor, kuning	Pasar manyar	Kertajaya	2 kali seminggu	-	Rp 1.000
81	Senin 281013	Agustin	11.52	150	130	150	2,925	motor, merah	Pucang Adi I,II,III,IV,V,VI	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 850
82	Senin 281013	Kholil	12.01	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gubeng Kertajaya gang VIII	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
83	Senin 281013	Sugeng	12.12	150	70	100	1,050	manual, kuning	SD Mojosoongo Kalidami	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 150
84	Senin 281013	Muto'in	12.12	150	80	120	1,440	manual, berkarat	Kalidami gang I	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 500
85	Senin 281013	Girun	12.12	150	80	100	1,200	manual, berkarat	Gubeng Kertajaya V B	Airlangga	2 kali seminggu	-	Rp 300
86	Senin 281013	Jaeri	12.12	150	70	100	1,050	manual, kuning	Fakultas Farmasi	Airlangga	seminggu sekali	√	Rp 500
87	Senin 281013	Suroso	12.15	150	70	130	1,365	motor, kuning	Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 300
88	Senin 281013	Samiaji	13.30	150	70	120	1,260	manual, kuning	Pasar Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
89	Senin 281013	Suriyono	13.32	150	130	120	2,340	manual, kuning	Gang Stal Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
90	Senin 281013	Rus	13.33	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
91	Senin 281013	Rus	13.42	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
92	Senin 281013	Markum	13.47	150	70	120	1,260	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	setiap hari	-	Rp 1.100
93	Senin 281013	Puji Srianto & Parno	13.56	150	70	100	1,050	manual, biru	Unair	Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 1.000
94	Senin 281013	Poniran	14.04	150	80	100	1,200	manual, putih	RT 7 RW 10 Manyar Sambongan	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 300
95	Senin 281013	Salim	14.05	150	120	120	2,160	motor, kuning	Gang VII Gubeng Klingsingan	Gubeng Airlangga	seminggu 2 kali	√	Rp 300
96	Senin 281013	Yudi	14.24	150	120	130	2,340	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
97	Senin 281013	Rus	14.30	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	sehari 2 kali	-	Rp 1.100
98	Senin 281013	Yanto	14.31	150	80	100	1,200	motor, kuning	kantor ruko samsat	Mojo	setiap hari	√	Rp 350
99	Senin 281013	Kusman	14.43	150	120	120	2,160	motor, kuning	Holland Bakery	Airlangga	setiap hari	√	Rp 250
100	Senin 281013	Dayat	15.26	170	80	100	1,360	manual, berkarat	Gubeng Airlangga I	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 200
101	Selasa 291013	Iswahyudi	05.40	150	80	100	1,200	motor, kuning	menur	Kertajaya	setiap hari	√	Rp 300
102	Selasa 291013	Mohammad	05.41	100	100	100	1,000	becak, putih	airlangga I	Airlangga	3 kali sehari	√	Rp 400
104	Selasa 291013	Rusman	06.00	150	80	100	1,200	motor, merah	Holland Bakery	Airlangga	setiap hari	√	Rp 1.500
105	Selasa 291013	Sugeng	06.05	150	70	100	1,050	manual, coklat	Kalidami SD	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 150
106	Selasa 291013	Ma'ruf	06.20	150	80	100	1,200	manual, kuning	RT 05 RW 1 Gubeng Kertajaya	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
107	Selasa 291013	Dul	06.21	150	100	80	1,200	manual, coklat	Jojan gang VI	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
108	Selasa 291013	Budianto	06.22	150	100	80	1,200	manual, kuning	Sastra Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
109	Selasa 291013	Mohammad	06.23	100	100	100	1,000	becak, putih	Airlangga I RT 2 RW 2	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
110	Selasa 291013	Slamet	06.28	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gang V gubeng kertajaya RT 8 RW 3	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 300
111	Selasa 291013	Yuli	06.30	150	80	100	1,200	manual, kuning	Kalidami	Mojo	4 hari sekali	√	Rp 300
112	Selasa 291013	Mohammad	07.00	100	100	100	1,000	becak, putih	Airlangga I	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
113	Selasa 291013	Samiaji	07.08	160	85	130	1,768	manual, ijo	Ruko Manyar Kertoarjo	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
114	Selasa 291013	Agus	07.10	170	85	90	1,301	manual, ijo	Gubeng Jaya gang I	Gubeng Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
115	Selasa 291013	Dayat	07.20	180	90	130	2,106	motor, kuning	Gubeng Klingsingan gang VI	Gubeng Airlangga	3 hari sekali	√	Rp 300
116	Selasa 291013	Suminah	07.21	170	100	145	2,465	motor, kuning	Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	2-3 hari sekali	√	Rp 300
117	Selasa 291013	Soleh	07.45	150	80	120	1,440	manual. Ijo	gang 13 Airlangga	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 400
118	Selasa 291013	Suyatno	07.45	150	70	100	1,050	manual, kuning	Manyar Sabrangan gang VIII B	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 1.000
119	Selasa 291013	Asad	07.45	100	100	100	1,000	becak, ijo	Bank Danamon	Kertajaya	3 kali seminggu	-	
120	Selasa 291013	Markum	07.48	150	80	100	1,200	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	setiap hari 3 kali	-	Rp 1.100
121	Selasa 291013	Atim	08.25	150	80	130	1,560	manual, coklat	RT 10 RW 4 Gubeng Kertajaya	Airlangga	4 hari sekali	√	Rp 200
122	Selasa 291013	Mohammad	08.30	100	100	100	1,000	becak, putih	Airlangga I RT 2 RW 2	Airlangga	setiap hari 3 kali	-	Rp 400

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
123	Selasa 291013	Wawan	08.35	150	60	80	0,720	manual, kuning	penyapuan jalan kertajaya	Airlangga	3 hari sekali	-	Rp 1.100
124	Selasa 291013	Kiswahyudi	08.40	140	125	140	2,450	motor, kuning	manyar	Manyar Sabrangan	3 kali seminggu	√	Rp 300
125	Selasa 291013	Sutrisno	08.50	190	80	90	1,368	motor, ijo biru	Kertajaya gang XII	Airlangga	2 kali sehari	√	Rp 250
126	Selasa 291013	Marco	08.55	150	80	100	1,200	manual, kuning	Manyar Sabrangan Gang VIII C RT 2 RW 3	Manyar Sabrangan	4 hari sekali	√	Rp 350
127	Selasa 291013	Samiaji	08.55	160	85	130	1,768	motor, ijo karat	Restoran Kertoarjo	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.600
128	Selasa 291013	Puji Srianto & Parno	09.05	150	70	100	1,050	manual, biru	Unair (Fisip, psikolog,perpus)	Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 1.000
129	Selasa 291013	Santo	09.15	150	100	120	1,800	motor, kuning	Gang II Jojoran Baru, Karangmenjangan gang II	Mojo	seminggu dua kali	√	Rp 500
130	Selasa 291013	Kasim	09.25	150	80	150	1,800	motor, kuning	Jojoran Baru gang VIII	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 400
131	Selasa 291013	Yudi	09.30	150	120	130	2,340	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
132	Selasa 291013	Kanwar	09.30	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gubeng Airlangga VII G, J	Gubeng Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 300
133	Selasa 291013	Supri	09.35	150	80	100	1,200	manual, ijo biru	Gubeng Jaya gang I	Gubeng Airlangga	2-3 hari sekali	√	Rp 300
134	Selasa 291013	Gendon	09.40	150	70	100	1,050	motor, kuning	Restoran Fajar	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
135	Selasa 291013	Santo	09.50	150	100	120	1,800	motor, kuning	Kalidami gang VII	Mojo	3-4 hari sekali	√	Rp 225
136	Selasa 291013	Sugeng	10.05	150	70	100	1,050	manual, kuning	Jojoran Baru gang III E	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 250
137	Selasa 291013	Mohammad	10.10	100	100	100	1,000	Becak	Airlangga I	Airlangga	setiap hari	-	Rp 400
138	Selasa 291013	Gendon	10.15	150	70	100	1,050	motor, kuning	Gubeng Kertajaya gang V C	Airlangga	2 hari sekali	-	Rp 300
139	Selasa 291013		10.20	150	80	100	1,200	motor, kuning	Jojoran Baru gang III	Mojo		-	Rp 300
140	Selasa 291013		10.25	150	80	100	1,200	motor, kuning	Jojoran Baru gang IV	Mojo		-	Rp 300
141	Selasa 291013		10.35	150	80	100	1,200	motor, kuning	Jojoran Baru gang III	Mojo		-	Rp 300
142	Selasa 291013		10.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gubeng Jaya gang IX	Gubeng		-	Rp 300
143	Selasa 291013	Yudi	11.00	150	80	100	1,200	manual, merah	Infomedia (kantor)	Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 300
144	Selasa 291013	Salim	11.30	150	120	120	2,160	manual, kuning	Gubeng Jaya 2 KA (Kereta Api)	Gubeng	2 kali seminggu	√	Rp 300
145	Selasa 291013	Sutrisno	11.40	190	80	90	1,368	motor, ijo biru	Kertajaya gang XII	Airlangga	2 kali sehari	√	Rp 250
146	Selasa 291013	Kholiq	11.50	150	80	120	1,440	manual, kuning	RT 6 RW 8 Gubeng Kertajaya	Airlangga	2 hari sekali	-	Rp 200
147	Selasa 291013	Agus	11.55	175	88	178	2,741	manual, ijo	Karangmenjangan gang VIII	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
148	Selasa 291013	Agustin	12.00	150	130	150	2,925	motor, merah	Manyar Adi	Manyar Sabrangan	2 hari sekali	√	Rp 300
149	Selasa 291013	Suminah	12.00	170	100	145	2,465	motor, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
150	Selasa 291013	Fiska	12.05	150	80	100	1,200	motor, kuning karat	Jln menurun	Kertajaya	2 hari sekali	-	Rp 300
151	Selasa 291013	Sugeng	12.25	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gubeng Kertajaya gang 13 A	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
152	Selasa 291013	Kasim	13.10	150	80	150	1,800	manual, kuning	Jojoran Baru gang VIII	Mojo	2 kali seminggu	-	Rp 300
153	Selasa 291013	Bono	13.15	170	80	100	1,360	manual, kuning	Karangmenjangan I	Mojo	5 hari sekali	√	Rp 350
154	Selasa 291013	Suwarno	13.15	150	80	100	1,200	manual, berkarat	Jln Kertajaya	Airlangga	seminggu 3 kali	-	Rp 700
155	Selasa 291013	Suroso	13.20	150	70	130	1,365	motor, kuning	Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	setiap hari	√	Rp 300
156	Selasa 291013	Rus	13.30	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
157	Selasa 291013	Samiaji	13.34	150	70	120	1,260	motor, kuning	Pasar Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
158	Selasa 291013	Sarkun	13.43	150	80	100	1,200	manual, kuning	Penyapuan jln kertajaya	Airlangga	setiap hari	-	Rp 1.000
159	Selasa 291013	Suparno	13.46	150	80	100	1,200	manual, kuning	Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 500
160	Selasa 291013	Sugiyanto	14.07	110	70	100	0,770	manual, kuning	Kantor Sipil Manyar	Manyar Sabrangan	seminggu sekali	√	Rp 500
161	Selasa 291013	Rus	14.07	150	70	100	1,050	manual, kuning	Pasar manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
162	Selasa 291013	Wahyudi	14.10	150	130	120	2,340	motor, kuning	Pasar manyar	Kertajaya	2 kali seminggu	-	Rp 1.000
163	Selasa 291013	Rus	14.14	150	70	100	1,050	manual, kuning	Manyar Sabrangan gang I	Manyar Sabrangan	2 kali seminggu	√	Rp 300
164	Selasa 291013	Asngari	14.16	170	70	100	1,190	manual, kuning	Manyar Sabrangan gang VIII dan IX	Manyar Sabrangan	2 hari sekali	-	Rp 300
165	Selasa 291013	Kholil	14.36	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gubeng Kertajaya gang VIII	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
166	Selasa 291013	Wandi	14.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gubeng Kertajaya gang VII D	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 300
167	Selasa 291013	Wandi	14.52	150	80	100	1,200	manual, kuning	Depot Kertajaya	Airlangga	setiap hari	-	Rp 1.000
168	Selasa 291013	Sutrisno	14.53	190	80	90	1,368	motor, ijo biru	Gubeng Airlangga gang II	Gubeng Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
169	Selasa 291013	Jaeri	14.57	150	70	100	1,050	manual, kuning	Lab Parahita	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
170	Selasa 291013	Dayat	15.06	180	90	130	2,106	manual, kuning	Gubeng Klingsingan gang VI	Gubeng Airlangga	3 hari sekali	√	Rp 300
171	Selasa 291013	Agustin	15.09	150	130	150	2,925	motor, merah	Jln raya kertajaya	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
172	Selasa 291013	Wiwid	15.18	150	80	100	1,200	motor, biru kuning	SMK Satya Widya	Mojo	seminggu sekali	√	Rp 500
173	Selasa 291013	Hariato	15.20	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gubeng Jaya gang IX	Gubeng	seminggu sekali	√	Rp 300

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
174	Selasa 291013	Mulyadi	15.30	150	80	130	1,560	manual, kuning	Manyar Dukuh RT 10	Manyar Sabrangan	2 kali seminggu	√	Rp 400
175	Selasa 291013	Atim	15.50	150	80	130	1,560	manual, orange	Gubeng Jaya RT 17	Gubeng	4 hari sekali	√	Rp 300
176	Selasa 291013	Suwarno	16.00	150	80	100	1,200	manual, berkarat	Karangmenjangan gang I	Mojo	5 hari sekali	√	Rp 300
177	Selasa 291013	Sugiyanto	16.00	110	70	100	0,770	manual, berkarat	Karangmenjangan gang I	Mojo	5 hari sekali	√	Rp 300
178	Selasa 291013	Sholeh	16.03	150	80	120	1,440	manual, hijau hitam	Gubeng Kertajaya RT 10	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
179	Selasa 291013	Usman	16.05	200	100	100	2,000	motor, kuning	Holland Bakery	Airlangga	setiap hari	√	Rp 1.600
180	Selasa 291013	Nari	16.05	150	80	100	1,200	motor, kuning	Kalidami gang 3	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
181	Selasa 291013	Surip	16.13	170	100	145	2,465	Manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	sehari 2 kali	√	Rp 300
182	Kamis 311013	Karmin	07.10	150	80	100	1,200	manual, kuning	Jojoran Baru gang I	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
183	Kamis 311013	Bajang	07.10	170	80	100	1,360	manual, kuning	Jojoran	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
184	Kamis 311013	Santo	07.10	150	100	120	1,800	motor, kuning	Kalidami gang IX	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 1.000
185	Kamis 311013	Suprayitno	07.15	150	80	100	1,200	motor, kuning	Manyar Sabrangan gang VIII C	Manyar Sabrangan	2 kali seminggu	-	Rp 300
186	Kamis 311013	Agus	07.20	170	85	90	1,301	motor, ijo	Manyar Sambongan	Manyar Sabrangan	5 hari sekali 2 gerobak	√	Rp 300
187	Kamis 311013		07.25	150	80	100	1,200	motor, kuning	Manyar gang III	Manyar Sabrangan		-	Rp 300
188	Kamis 311013	Agus	07.25	170	80	100	1,360	motor, kuning	Kalidami	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 300
189	Kamis 311013	Markum	07.55	150	70	100	1,050	manual, kuning	Penyapuan jalan perempatan dharmawangsa sampai perempatan kertajaya	Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 1.100
190	Kamis 311013	Atim	08.00	170	70	120	1,428	manual, kuning	RT 10 RW 4 Gubeng Kertajaya	Airlangga	4 hari sekali	√	Rp 200
191	Kamis 311013	Gendon	08.10	150	70	100	1,050	motor, kuning	Restoran Fajar	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
192	Kamis 311013	Suminah	08.10	170	100	145	2,465	motor, kuning	Fakultas Farmasi	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 500
193	Kamis 311013	Sodikin	08.15	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gubeng Airlangga gang VIII	Gubeng Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
194	Kamis 311013	Supri	08.30	150	80	100	1,200	motor, ijo berkarat	Jojoran gang III	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
195	Kamis 311013	Salim	08.35	150	120	120	2,160	motor, kuning	Kalidami gang IV dan V	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 1.000
196	Kamis 311013	Santo	08.35	150	100	120	1,800	motor, kuning	Jojoran gang V	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 400
197	Kamis 311013	Puji Sriananto & Parno	08.40	150	70	100	1,050	manual, biru	Unair	Airlangga	sehari 3 kali	√	Rp 1.000

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan /bulan/ rt ribuan
198	Kamis 311013	Marco	08.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Manyar Sabrangan VIII C	Manyar Sabrangan	4 hari sekali	√	Rp 350
199	Kamis 311013		08.40	150	80	100	1,200	motor, kuning	Gubeng Jaya gang II	Airlangga		-	Rp 300
200	Kamis 311013	Samiaji	08.45	160	85	130	1,768	manual, ijo karat	Restoran Kertoarjo	Mojo	setiap hari	√	Rp 1.600
201	Kamis 311013	Kasnawi	08.55	150	80	100	1,200	manual, kuning	Manyar dekat Pucang	Kertajaya	2 kali seminggu	-	Rp 300
202	Kamis 311013	Suyitno	10.10	140	70	100	0,980	motor, kuning	RT 8, 2 RW 8 Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	2 kali seminggu	-	Rp 300
203	Kamis 311013	Samiaji	10.20	200	100	100	2,000	motor, kuning	Holland Bakery	Airlangga	setiap hari	√	Rp 1.600
204	Kamis 311013	Iswahyudi	10.30	150	80	100	1,200	motor, ijo biru	Gubeng Jaya RT 3 RW 2	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
205	Kamis 311013	Supri	10.40	150	80	100	1,200	motor, ijo berkarat	Jojoran gang III	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 300
206	Kamis 311013	Sugeng	10.45	150	70	100	1,050	motor, kuning	Jojoran Baru gang III E	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 250
207	Kamis 311013	Sutrisno	10.50	190	80	90	1,368	motor, ijo biru	Kertajaya gang XII	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
208	Kamis 311013		11.00	150	80	100	1,200	motor, kuning	Jojoran Baru gang IV	Mojo		-	Rp 300
209	Kamis 311013	Supri	11.00	150	80	100	1,200	manual, ijo berkarat	Gubeng Jaya gang I	Gubeng Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
210	Kamis 311013	Salim	11.10	150	120	120	2,160	motor, kuning	Gubeng Klingsingan gang VII	Gubeng dan Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 225
211	Kamis 311013	Yudi	11.20	150	120	130	2,340	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
212	Kamis 311013	Sutrisno	11.20	190	80	90	1,368	motor, ijo biru	SD Airlangga	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
213	Kamis 311013	Sugeng	12.25	150	70	100	1,050	manual, kuning	Gubeng Kertajaya 13 A	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
214	Kamis 311013	Girun	12.40	150	80	100	1,200	manual, kuning	Gubeng Kertajaya V B	Airlangga	2 kali seminggu	√	Rp 300
215	Kamis 311013	Agustin	13.00	150	130	150	2,925	motor, merah	Pucang Adi I, II, III, IV, V	Kertajaya	2 hari sekali	√	Rp 850
216	Kamis 311013	Suroso	13.10	150	70	130	1,365	motor, kuning	Manyar Sabrangan	Manyar Sabrangan	2 kali seminggu	√	Rp 300
217	Kamis 311013	Samiaji	13.10	150	70	120	1,260	motor, kuning	Pasar Karangmenjangan	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
218	Kamis 311013	Rus	13.45	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
219	Kamis 311013	Rus	13.55	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
220	Kamis 311013	Rus	14.00	150	70	100	1,050	motor, kuning	Pasar Manyar	Kertajaya	setiap hari	-	Rp 1.100
221	Kamis 311013	Asngari	14.10	170	70	100	1,190	manual, berkarat	Kertajaya gang V E RT 6 RW 3	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300
222	Kamis 311013	Yudi	14,10	150	120	130	2,340	manual, kuning	Fakultas Ekonomi	Airlangga	setiap hari	√	Rp 300

Tabel Lamp. B.20 Data gerobak masuk TPS Mojoarum

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan / bulan
1	Rabu 30102013	Riadi	06.00	150	80	100	1,200	manual,kecil				√	Rp 300
2	Rabu 30102013	Yono dan Imam	06.00	150	100	90	1,350	manual, kuning	Dharmahusada Indah Barat RT.7	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
3	Rabu 30102013	Mujiono	07.30	150	70	100	1,050	motor, coklat	Dharmahusada Indah Blok M	Mojo	setiap hari	-	Rp 350
4	Rabu 30102013	Noname	07.00	180	90	110	1,782	motor	Kampungan Mulyorejo (gangnya gatau)	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 350
5	Rabu 30102013	Ilham	07.58	180	100	100	1,800	motor	Dharmahusada Blok A, RT.8	Mojo	setiap hari	√	Rp 350
6	Rabu 30102013	Samsi	08.15	180	80	100	1,440		Dharmahusada Blok U	Mojo	setiap hari	√	Rp 2.000
7	Rabu 30102013	Wardoyo	08.21	170	100	120	2,040	kuning, manual	Dharmahusada Indah Utara Blok B	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 1.200
8	Rabu 30102013	Edy	08.29	200	100	100	2,000	motor, coklat	Mulyorejo, mojoarum, mojo	Mojo dan Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 300
9	Rabu 30102013	Rokhim	08.37	170	80	90	1,224		Jalan Raya Dharmahusada, Kampung Mojoklangru RT.6 RW.4	Mojo	setiap hari	√	Rp 450
10	Rabu 30102013	Suparlan	08.49	160	90	100	1,440		mojoarum gang 1	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
11	Rabu 30102013	Ateng	09.12	180	90	110	1,782	manual, kuning	Dharmahusada Utara, Mulyorejo Gg 1, 2, 3	Mojo dan Pacarkembang	2 kali sehari	√	Rp 325
12	Rabu 30102013	Noname	09.29	150	90	110	1,485	motor, kecil	mulyorejo RT 1	Pacarkembang	setiap hari	-	Rp 300
13	Rabu 30102013	Noname	09.38	180	100	90	1,620	motor, kecil		Mulyorejo		-	Rp 300
14	Rabu 30102013	Noname	09.30	180	80	100	1,440	motor, kecil		Mulyorejo		-	Rp 300
15	Rabu 30102013	Solikin	10,07	160	80	80	1,024	motor, coklat	luar perumahan galaxy	Mojo	2 kali sehari	√	Rp 1.000
16	Rabu 30102013	Purnomo	10,14	200	100	100	2,000	motor, coklat	Unair C	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 300
17	Rabu 30102013	Sapuji	10,45	180	90	90	1,458	sedang	Perumahan Mojoarum RT. 4 sampai 9	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 750
18	Rabu 30102013	Basri	10,45	150	80	100	1,200	kuning, motor	Perumahan Galaxy	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 300
19	Rabu 30102013	Sukiyono	11.00	170	90	110	1,683	kuning	Rumah Sakit Cangkang (kanker)	Mojo	2 kali seminggu	√	Rp 400
20	Rabu 30102013	Suwarno	11.00	155	75	100	1,163	kuning	mulyorejo tengah gang 3 RT.7	Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 300
21	Rabu 30102013	Askan	11.05	150	75	130	1,463	motor, kuning	Mulyorejo utara RT.5	Mulyorejo dan Mojo	setiap hari	√	Rp 500

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan / bulan
22	Kamis 31102013	Yono dan Imam	06.30	150	100	90	1,350	manual, kuning	Dharmahusada Indah Barat RT.7	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
23	Kamis 31102013	Cak Dul	06.25	150	75	90	1,013	motor, kuning	Mulyorejo gang 6	Mojo dan Pacarkembang	2 hari sekali	√	Rp 150
24	Kamis 31102013	Edy	06.35	200	100	100	2,000	motor, coklat	Mulyorejo, mojoarum, mojo	Mulyorejo dan Mojo	setiap hari	√	Rp 300
25	Kamis 31102013	Mujiono	07.35	150	70	100	1,050	motor, coklat	Dharmahusada Indah Blok M	Pacarkembang	setiap hari	-	Rp 350
26	Kamis 31102013	Ateng	07.42	180	90	110	1,782	manual, kuning	Dharmahusada Utara, Mulyorejo Gg 1, 2, 3	Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 325
27	Kamis 31102013	Edy	07.58	200	100	100	2,000	motor, coklat	Mulyorejo, mojoarum, mojo	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 300
28	Kamis 31102013	Rosydah	07.59	200	100	100	2,000	tossa	jalan belakang TPS mojoarum	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
29	Kamis 31102013	Wardoyo	08.27	170	100	120	2,040	kuning, manual	Dharmahusada Indah Utara Blok B	Mojo	setiap hari	√	Rp 1.200
30	Kamis 31102013	Rosyid	08.32	150	90	120	1,620	manual, kuning	Dharmahusada Indah (1 wilayah)	Mojo	setiap hari	-	Rp 800
31	Kamis 31102013	Samsi	08.35	170	85	100	1,445	manual, kuning	Dharmahusada Indah Blok U	Mojo	setiap hari	√	Rp 2.000
32	Kamis 31102013	Ahmad	08.40	180	100	100	1,800	motor, hijau	Manyar Kertoarjo Gg 9 (RT.1) ; Gg6 (RT.1 dan 2)	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 900
33	Kamis 31102013	Sodiq	08.45	150	80	100	1,200	manual, kayu	PT. Sunrise Plastik (3 trash bag)	Pacarkembang	setiap hari	-	Rp 300
34	Kamis 31102013	Hari	09.30	180	90	110	1,782	motor, kuning	Dharmahusada Indah Blok U	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 1.000
35	Kamis 31102013	Iwan	09.35	180	90	100	1,620	motor, kuning, besi	Dharmahusada Indah Blok M	Mojo	setiap hari	-	Rp 950
36	Kamis 31102013	Solikin	09.40	160	80	80	1,024	motor, coklat	luar perumahan galaxy	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 1.000
37	Kamis 31102013	Rosydah	09.45	200	100	100	2,000	tossa	belakang TPS	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
38	Kamis 31102013	Edy	10.00	200	100	100	2,000	motor, hijau	Unair kampus C	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 300
39	Kamis 31102013	Basri	10.30	150	80	100	1,200	motor, kuning	Dharmahusada Regency	Mojo	setiap hari	√	Rp 380
40	Kamis 31102013	Askan	10.35	150	75	100	1,125	motor, kuning	Mulyorejo utara RT.3 Gg 3	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 500
41	Kamis 31102013	Noname	11.45	150	80	100	1,200	motor, kuning		Mulyorejo		-	Rp 300
42	Kamis 31102013	Adnan	11.50	200	80	95	1,520	manual, kuning	Mojoklangru gang 2 (RT.9 dan RT. 3)	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
43	Kamis 31102013	Askan	12,35	150	75	130	1,463	motor, kuning	Mulyorejo utara RT.5	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 500
44	Kamis 31102013	Ahmad	12.40	180	100	100	1,800	motor, hijau	Manyar Kertoarjo Gg 6	Mulyorejo dan Kalijudan	setiap hari	√	Rp 900

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan / bulan
45	Kamis 31102013	Rokhim	13.00	170	80	90	1,224		Jalan Raya Dharmahusada, Kampung Mojoklangru RT.6 RW.4	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 450
46	Kamis 31102013	Veri	13.05	150	75	100	1,125	motor	mulyorejo raya RT.5 dan sekolah widyamandala (1 minngu 2x)	Kalijudan	1-2 kali sehari	√	Rp 400
47	Kamis 31102013	Edy	14.00	150	65	130	1,268	motor	Jalan Mojoarum	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
48	Kamis 31102013	Edy	11.50	170	90	100	1,530	motor, hijau	Mulyorejo RT 2	Pacarkembang	setiap hari	√	Rp 300
49	Kamis 31102013	Hai Suyono	14.30	150	75	100	1,125	motor, kuning	Mulyorejo	Mulyorejo	5 hari sekali	√	Rp 500
50	Kamis 31102013	Suyono	15.15	150	75	100	1,125	manual, kuning	Mulyorejo gang 1	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 400
51	Kamis 31102013	Atim	15.30	150	80	100	1,200	manual, hijau	Villa Kalijudan Gang 14 (1 RT) dan Raya Kalijudan	Mojo	setiap hari	√	Rp 700
52	Jumat 01112013	Yono dan Imam	06.30	150	100	90	1,350	manual, kuning	Dharmahusada Indah Barat RT.7	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
53	Jumat 01112013	Rosydah	06.45	200	100	100	2,000	tossa	belakang TPS	Mojo dan Pacarkembang	setiap hari	√	Rp 300
54	Jumat 01112013	Cak Dul	07.00	150	75	90	1,013	motor, kuning	Mulyorejo gang 6	Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 150
55	Jumat 01112013	Edy	07.13	170	90	100	1,530	motor, hijau	Unair C	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
56	Jumat 01112013	Mujiono	07.55	150	70	100	1,050	motor, coklat	Dharmahusada Indah Blok M	Mojo	setiap hari	-	Rp 350
57	Jumat 01112013	Ilham	07.57	180	100	100	1,800	motor, kecil	Dharmahusada Blok A, RT.8	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 350
58	Jumat 01112013	Ateng	08.10	180	90	110	1,782	manual, kuning	Dharmahusada Utara, Mulyorejo Gg 1, 2, 3	Mojo dan Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 325
59	Jumat 01112013	Noname	08.26	150	80	100	1,200	manual, kuning		Mojo		-	Rp 300
60	Jumat 01112013	Wardoyo	08.32	170	100	120	2,040	kuning, manual	Dharmahusada Indah Utara Blok B	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 1.200
61	Jumat 01112013	Suparlan	08.36	160	90	100	1,440		mojoarum gang 1	Mulyorejo dan Kalijudan	setiap hari	√	Rp 500
62	Jumat 01112013	Noname	08.39	150	80	100	1,200	manual, kuning		Mojo		-	Rp 300
63	Jumat 01112013	Noname	08.58	150	80	100	1,200	manual, kuning		Mulyorejo		-	Rp 300
64	Jumat 01112013	Rokhim	09.10	170	80	90	1,224		Jalan Raya Dharmahusada, Kampung Mojoklangru RT.6 RW.4	Mojo	setiap hari	√	Rp 450
65	Jumat 01112013	Ahmad	09.36	180	100	100	1,800	motor, hijau	Dharmahusada Gg 6 dan 9 (2x sehari)	Mojo	setiap hari	-	Rp 900

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan / bulan
66	Jumat 01112013	Edy	09.50	170	90	100	1,530	motor, hijau	Mojoarum, Mulyorejo RT 2	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
67	Jumat 01112013	Hari	09.25	180	90	110	1,782	motor, kuning	Dharmahusada Indah Blok U	Mojo	setiap hari	-	Rp 1.000
68	Jumat 01112013	Veri	09.53	150	75	100	1,125	motor	mulyorejo raya RT.5 dan sekolah widyamandala (1 minngu 2x)	Mojo	1-2 kali sehari	√	Rp 400
69	Jumat 01112013	Noname	10.08	150	80	100	1,200	manual, kuning		Mulyorejo dan Kalijudan		-	Rp 300
70	Jumat 01112013	Hai Suyono	10.30	150	75	100	1,125	motor, kuning	Kalisari Damai	Mojo	setiap minggu	√	Rp 500
71	Jumat 01112013	Ahmad	10.30	160	90	100	1,440	manual kuning	Penyapuan jalan pasar mojoarum sampai lampu merah	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 175
72	Jumat 01112013	Solikin	10.48	160	80	80	1,024	motor, coklat	luar perumahan galaxy	Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 1.000
73	Jumat 01112013	Samsi	11.16	179	85	100	1,522	manual, kuning	mojoarum	Mojo		-	Rp 300
74	Jumat 01112013	Adnan	11.30	200	80	95	1,520	manual, kuning	Mojoklangru gang 2 (RT.9 dan RT. 3)	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 400
75	Jumat 01112013	Suparlan	12.30	160	90	100	1,440		mojoarum gang 1	Pacarkembang	setiap hari	√	Rp 500
76	Jumat 01112013	Sapuji	11.00	185	95	90	1,582		Perumahan Mojoarum RT. 4 sampai 9	Mojo dan Pacarkembang	setiap hari	√	Rp 750
77	Sabtu 021113	Yono dan Imam	07.00	150	100	90	1,350	manual, kuning	Dharmahusada Indah Barat RT.7	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
78	Sabtu 021113	Hai Suyono	07.41	150	75	100	1,125	motor, kuning	Kalijudan	Mulyorejo	5 hari sekali	√	Rp 500
79	Sabtu 021113	Farid	07.58	180	95	100	1,710		Dharmahusada Indah Blok M	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 300
80	Sabtu 021113	Ahmad	08.18	180	100	100	1,800	motor, hijau	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo dan Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 900
81	Sabtu 021113	Edy	08.18	170	90	100	1,530	motor, hijau	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo	2 hari sekali	-	Rp 300
82	Sabtu 021113	Ilham	07.55	180	100	100	1,800	motor, kecil	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo	setiap hari	√	Rp 350
83	Sabtu 021113	Cak Dul	08.29	150	75	90	1,013	motor, kuning	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 150
84	Sabtu 021113	Rosydah	08.29	200	100	100	2,000	tossa	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo	setiap hari	√	Rp 300
85	Sabtu 021113	Ateng	08.31	180	90	110	1,782	manual, kuning	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mulyorejo	2 kali sehari	√	Rp 325
86	Sabtu 021113	Samsi	08.22	170	85	100	1,445	manual, kuning	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mulyorejo	setiap hari	√	Rp 2.000
87	Sabtu 021113	Ahmad	08.42	180	100	100	1,800	motor, hijau	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 900
88	Sabtu 021113	Wardoyo	08.39	170	100	120	2,040	kuning, manual	Dharmahusada Indah Utara	Pacarkembang	setiap hari	√	Rp 1.200

No	Hari, tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Volume (m³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan / bulan
									Blok B				
89	Sabtu 021113	Edy	08.33	170	90	100	1,530	motor, hijau	Mojoarum, Mulyorejo RT 2	Mojo	setiap hari	-	Rp 300
90	Sabtu 021113	Suparlan	09.20	160	90	100	1,440		mojoarum gang 1	Mojo	setiap hari	✓	Rp 500
91	Sabtu 021113	Ahmad	09.31	160	90	100	1,440	manual kuning	Penyapuan jalan pasar mojoarum sampai lampu merah	Mulyorejo	setiap hari	-	Rp 175
92	Sabtu 021113	Marji	09.46	180	90	100	1,620	manual, kayu, coklat	Mojoarum gang 1		9 hari sekali	✓	Rp 150
93	Sabtu 021113	Iwan	10.09	180	90	100	1,620	motor, kuning, besi	Dharmahusada Indah Blok M		setiap hari	-	Rp 950
94	Sabtu 021113	Askan	10.12	150	75	130	1,463	motor, kuning	Mulyorejo utara RT.5	Mulyorejo	setiap hari	✓	Rp 500
95	Sabtu 021113	Veri	10.22	150	75	100	1,125	motor	mulyorejo raya RT.5 dan sekolah widyamandala		1-2 kali sehari	✓	Rp 400
96	Sabtu 021113	Solikin	10.25	160	80	80	1,024	motor, coklat	luar perumahan galaxy		2 kali sehari	✓	Rp 1.000
97	Sabtu 021113	Rosydah	10.33	200	100	100	2,000	tossa	Belakang TPS		setiap hari	✓	Rp 300
98	Sabtu 021113	Adnan	11.15	200	80	95	1,520	manual, kuning	Mojoklangru gang 2 (RT.9 dan RT. 3)	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
99	Sabtu 021113	Rokhim	11.30	170	80	90	1,224		Jalan Raya Dharmahusada, Kampung Mojoklangru RT.6 RW.4	Mojo	setiap hari	-	Rp 450
100	Sabtu 021113	Ahmad	12.28	180	100	100	1,800	motor, hijau	Dharmahusada Gg 6 dan 9	Mojo	setiap hari	-	Rp 900

Tabel Lamp. B.21 Data gerobak masuk TPS Kaliwaron

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
1	Rabu 30102013	Misbah	06.30	180	95	100	1,710	manual coklat	Ploso gg.2	Mulyorejo	2x/hari	√	Rp 300
2	Rabu 30102013	Kadinan	06.45	200	80	110	1,760	manual coklat	Kalipiting RT.6 gg.1 dan 2	Mulyorejo	tiap hari	√	Rp 300
3	Rabu 30102013	Sarlan	06.50	150	70	90	0,945	manual kuning-coklat	Mojoklarung, Restoran Ikan Bakar	Mojo	tiap hari	√	Rp 300
4	Rabu 30102013	Gito	06.55	150	80	100	1,200	manual coklat	Kalipiting 04/V gg.6	Mulyorejo	2x tiap hari	√	Rp 450
5	Rabu 30102013	Astomo	07.05	150	80	100	1,200	manual coklat	PKL Dharmahusada Sidolestari		2 hari	√	Rp 500
6	Rabu 30102013	Hadi	07.10	165	90	110	1,634	manual coklat-hijau	Kalipiting 10/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 400
7	Rabu 30102013	Samadi	07.10	150	115	75	1,294	manual kuning	Bronggalan 07/IX gg.8A	Pacarkembang	1-2 hari	√	Rp 250
8	Rabu 30102013	Wahyu	07.15	180	85	110	1,683	manual coklat-kuning	Perumahan Kali 07/V 177-105		tiap hari	√	Rp 300
9	Rabu 30102013	Agus A	07.25	150	75	110	1,238	manual coklat-kuning	Kalipiting Baskara	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
10	Rabu 30102013	Di	07.48	150	75	100	1,125	manual kuning-hijau	Gedung Soko		tiap hari	√	Rp 250
11	Rabu 30102013	Supartin	07.50	180	80	100	1,440	manual hijau-coklat	Kalipiting Bronggalan RT.07 / Korem	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
12	Rabu 30102013	Sarlan	07.50	150	70	90	0,945	manual kuning	Kalipiting Bhakti 09/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
13	Rabu 30102013	Munawar	08.00	150	75	100	1,125	manual kuning-biru	Kedung Tarukan RT.05 gg.5	Mojo	tiap hari	√	Rp 250
14	Rabu 30102013	Yoto	08.10	200	100	110	2,200	manual kuning-coklat	Ploso Timur RT.08 gg.VA	Ploso	2x/hari	√	Rp 300
15	Rabu 30102013	Wandi	09.05	130	80	100	1,040	becak-gerobak kuning-abu	12/VIII	Mojo	1-2 hari	√	Rp 250
16	Rabu 30102013	Jan	09.05	120	70	90	0,756	manual hijau-coklat	Dharmawangsa	Mojo	tiap hari	√	Rp 200
17	Rabu 30102013	Adngan	09.05	125	70	110	0,963	manual kuning-coklat	Mojoklaru 3/IV	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
18	Rabu 30102013	Gito	09.35	150	80	100	1,200	manual biru-coklat	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
19	Rabu 30102013	No	stafel	150	80	100	1,200	manual coklat	Bronggalan	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 200
20	Rabu 30102013	Markari	09.35	150	80	100	1,200	manual kuning	Pacar Kembang 4/XI	Ploso	1-2 hari	√	Rp 200
21	Rabu 30102013	Yoto	09.50	150	75	110	1,238	motor coklat	Ploso Timur RT.08 gg.VA	Pacarkembang	2x/hari	√	Rp 300

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
22	Rabu 30102013	Koliq	stafel	190	100	120	2,280	manual coklat	Bronggalan	Pacarkembang	3 hari	√	Rp 300
23	Rabu 30102013	No	10.30	150	80	100	1,200	manual kuning-coklat	Bronggalan	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 200
24	Rabu 30102013	Tohir	10.50	150	80	100	1,200	manual hijau lorek	Pacar Kembang 6/VII gg.4	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
25	Rabu 30102013	Aan	11.45	190	80	110	1,672	manual coklat	Karanggayam 3/II	Kalijudan	tiap hari	√	Rp 500
26	Rabu 30102013	Suparno	12.30	150	70	100	1,050	manual kuning	Kalijudan Barat gg.1 20/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
27	Rabu 30102013	Ponirah	12.15	150	70	100	1,050	manual kuning	Kalipiting Bhakti RT.19	Ploso	tiap hari	√	Rp 250
28	Rabu 30102013	Aan	stafel	190	75	120	1,710	manual coklat	Ploso Timur	Mojo	tiap hari	√	Rp 500
29	Rabu 30102013	Aan	stafel	150	75	100	1,125	manual coklat	Kedung Tarukan 02/III	Mojo	tiap hari	√	Rp 500
30	Rabu 30102013	Aan	stafel	180	80	100	1,440	manual coklat	Mojoklarung	Mojo	1-3 hari	√	Rp 500
31	Rabu 30102013	Aan	stafel	150	75	100	1,125	manual coklat	Kaliwaron	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
32	Rabu 30102013	Joko	13.45	180	80	100	1,440	manual coklat	Kalipiting Pengairan			-	Rp 300
33	Kamis, 31102013	Gito	stafel	150	80	100	1,200	manual biru	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
34	Kamis, 31102013	No	stafel	150	80	100	1,200	manual coklat	Bronggalan	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 200
35	Kamis, 31102013	Gito	stafel	180	80	100	1,440	manual coklat	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
36	Kamis, 31102013	Sarlan	stafel	150	75	100	1,125	manual kuning	Kalipiting Bhakti 09/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
37	Kamis, 31102013	Aan	stafel	150	80	100	1,200	manual coklat	Kaliwaron	Mojo	tiap hari	-	Rp 500
38	Kamis, 31102013	Aan	stafel	150	80	100	1,200	manual kuning-coklat	Kedung Tarukan 02/III	Mojo	tiap hari	√	Rp 500
39	Kamis, 31102013	Aan	stafel	150	80	100	1,200	manual coklat-kuning	Mojoklarung	Mojo	tiap hari	√	Rp 500
40	Kamis, 31102013	Samadi	06.25	150	115	75	1,294	motor, kuning	Bronggalan 07/IX gg.8A	Pacarkembang	1-2 hari	√	Rp 250
41	Kamis, 31102013	Tohir	06.35	150	80	100	1,200	manual coklat-kuning	Pacar Kembang 6/VII gg.4	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
42	Kamis, 31102013	Sarlan	06.43	150	80	100	1,200	manual kuning-hijau	Kalipiting Bhakti 09/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
43	Kamis, 31102013	Hadi	06.45	165	90	110	1,634	manual hijau-coklat	Restoran Mojoklarung	Mojo	tiap hari	√	Rp 400
44	Kamis, 31102013	Supartin	07.00	150	70	100	1,050	manual kuning	Kalipiting Bronggalan RT.07 / Korem	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
45	Kamis, 31102013	Supartin	stafel	120	70	90	0,756	manual hijau tua	Kalipiting Bronggalan RT.07 /	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
									Korem				
46	Kamis, 31102013	Yoto	07.35	200	80	100	1,600	manual hijau	Ploso Timur RT.08 gg.VA	Ploso	2x/hari	√	Rp 300
47	Kamis, 31102013	Markari	07.35	150	80	100	1,200	manual coklat	Pacar Kembang 04/XI gg.5E	Pacarkembang	1-2 hari	√	Rp 200
48	Kamis, 31102013	Hadi	07.40	120	70	90	0,756	manual hijau-coklat	Kalipiting 10/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 400
49	Kamis, 31102013	Adngan	09.40	120	75	100	0,900	manual kuning-coklat	Mojoklaru 3/IV	Mojo	tiap hari	√	Rp 300
50	Kamis, 31102013	Anto	09.42	180	80	110	1,584	manual kuning	Ploso gg.8	Ploso	tiap hari	√	Rp 400
51	Kamis, 31102013	Yoto	10.50	200	80	100	1,600	manual hijau	Ploso Timur RT.08 gg.VA	Ploso	2x/hari	√	Rp 300
52	Kamis, 31102013	Tugimin	10.55	200	100	100	2,000	manual kuning	Ploso gg.8	Ploso	2-3 hari	√	Rp 400
53	Kamis, 31102013	Samadi	10.40	150	75	100	1,125	manual kuning	Kedung Taruk 2/III	Mojo	2-3 hari	√	Rp 300
54	Kamis, 31102013	Tohir	08.00	150	100	100	1,500	manual hijau	Pacar Kembang 6/VII gg.4	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
55	Kamis, 31102013	Dul	09.00	180	95	140	2,394	manual kuning	Kaliwaron gg.4 02/III	Mojo	tiap hari	√	Rp 175
56	Kamis, 31102013	Wari	10.25	180	100	100	1,800	manual kuning	Kaliwaron gg.5 RW.03	Mojo	tiap hari	√	Rp 400
57	Kamis, 31102013	Sulis	10.50	150	110	75	1,238	manual hijau	Kalipiting 01/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 150
58	Kamis, 31102013	Supartin	10.45	180	80	105	1,512	manual hijau	Kalipiting Bronggalan RT.07 / Korem	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
59	Kamis, 31102013	Agus B	11.35	150	100	70	1,050	manual kuning	Kalipiting 12/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
60	Kamis, 31102013	Aan	11.40	150	75	120	1,350	Motor, merah	Ploso Timur	Ploso	2 hari	√	Rp 500
61	Kamis, 31102013	Sadimun	12.00	150	75	90	1,013	manual kuning	Kalijudan Barat 1,2,3	Kalijudan	1-2 hari	√	Rp 500
62	Kamis, 31102013	Dul	10.15	180	95	150	2,565	manual kuning	Bengkel Kursi		Bukan Rutinitas	√	Rp 25
63	Kamis, 31102013	Yoto	09.43	200	80	100	1,600	manual hijau	Kalipiting gg.3	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 350
64	Jumat, 01112013	Yoto	stafel	200	100	110	2,200	manual kuning-coklat	Ploso Timur RT.08 VA	Ploso	2x tiap hari	√	Rp 300
65	Jumat, 01112013	Yoto	stafel	150	80	100	1,200	manual coklat	Ploso Timur RT.08 VA	Ploso	2x tiap hari	√	Rp 300
66	Jumat, 01112013	Aan	stafel	190	75	120	1,710	manual merah-hijau	Karanggayam 03/II	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
67	Jumat, 01112013	Gito	06.00	150	80	100	1,200	manual biru	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
68	Jumat, 01112013	Marsudi	06.25	150	80	100	1,200	manual kuning	Pacar Kembang 04/XI gg.5E	Pacarkembang	1-2 hari hari	√	Rp 300
69	Jumat, 01112013	Aan	06.35	150	75	110	1,238	motor kuning-coklat	Ploso Timur	Ploso	2 hari	√	Rp 500

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
70	Jumat, 01112013	Anto	06.50	120	60	80	0,576	manual hijau-coklat	Ploso gg.8	Ploso	tiap hari	√	Rp 400
71	Jumat, 01112013	Yoto	06.55	120	70	110	0,924	manual kuning-coklat	Ploso Timur RT.07 8A	Ploso	2x tiap hari	√	Rp 300
72	Jumat, 01112013	Samadi	06.55	150	80	100	1,200	manual hijau lorek	Pacar Kembang gg.4 06/VII	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
73	Jumat, 01112013	Agus B	07.21	150	75	100	1,125	manual kuning-coklat	Ploso Timur RT.2 gg.4	Ploso	1-2 hari	√	Rp 250
74	Jumat, 01112013	Kadinan	07.35	180	80	100	1,440	manual abu abu	Kalipiting RT.6 gg.1 dan 2	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
75	Jumat, 01112013	Supartin	08.10	180	80	100	1,440	manual hijau	Kalipiting Bronggalan RT.07	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
76	Jumat, 01112013	Agus A	08.12	150	80	100	1,200	manual kuning-coklat	Ploso Timur VA RT.08	Ploso	2-3 hari	√	Rp 300
77	Jumat, 01112013	Agus A	08.35	150	80	100	1,200	manual coklat	Kalipiting Baskara	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
78	Jumat, 01112013	Wari	08.35	150	80	100	1,200	manual kuning	Kaliwaraon gg.5 RW.03	Mojo	tiap hari	√	Rp 400
79	Jumat, 01112013	Sulis	08.45	150	80	100	1,200	manual kuning	Kalipiting 01/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 150
80	Jumat, 01112013	Adngan	08.50	150	75	190	2,138	manual kuning-coklat	Mojoklarung 13/IV	Mojo	tiap hari	√	Rp 300
81	Jumat, 01112013	Gito	stafel	150	80	100	1,200	manual biru	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
82	Jumat, 01112013	Dul	09.20	180	95	140	2,394	manual kuning	Kaliwaraon gg.4 02/III	Mojo	tiap hari	√	Rp 175
83	Jumat, 01112013	Tohir	09.20	150	80	100	1,200	manual hijau	Pacar Kembang 6/VII gg.4	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
84	Jumat, 01112013	Di	10.00	150	75	100	1,125	manual kuning	Gedung Soko		tiap hari	√	Rp 250
85	Jumat, 01112013	Ponirah	10.10	150	70	100	1,050	manual hijau-kuning	Pacar Kembang	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
86	Jumat, 01112013	Samadi	09.25	150	115	75	1,294	manual hijau tua	Bronggalan 07/IX gg.8A	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
87	Jumat, 01112013	Sarlan	10.20	150	70	90	0,945	manual kuning-coklat	Kalipiting Bhakti 09/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
88	Jumat, 01112013	Sadimun	10.30	150	75	90	1,013	manual coklat	Kalijudan Barat 1,2,3	Kalijudan	1-2 hari	√	Rp 500
89	Jumat, 01112013	Sarlan	08.00	150	70	90	0,945	manual kuning-coklat	Bronggalan Sawah 08/IX IV E-D	Pacarkembang	1-2 hari	√	Rp 300
90	Jumat, 01112013	No	10.30	150	80	100	1,200	manual coklat	Bronggalan	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 200
91	Jumat, 01112013	Agus A	12.50	150	75	110	1,238	manual coklat-kuning	Kalipiting Baskara	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
92	Jumat, 01112013	Astomo	12.30	150	80	100	1,200	manual coklat	PKL Sampah Kali Pacar Keling-		tiap hari	-	Rp 500

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
									Kalijudan				
93	Jumat, 01112013	Agus B	14.05	150	100	70	1,050	manual kuning	Ploso Timur 02/IX gg.4	Ploso	tiap hari	√	Rp 300
94	Sabtu 02112013	Kadinan	stafel	180	80	100	1,440	manual kuning-coklat	Kalipiting RT.6 gg.1 dan 2		tiap hari	√	Rp 300
95	Sabtu 02112013	Anto	stafel	120	60	80	0,576	manual hijau tua	Ploso gg.8	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 400
96	Sabtu 02112013	Munawar	stafel	180	80	100	1,440	manual coklat-kuning	Kedung Taruk 02/III	Ploso	tiap hari	√	Rp 250
97	Sabtu 02112013	Sarlan	stafel	150	70	90	0,945	manual coklat	Bronggalan Sawah 08/IX	Mojo	tiap hari	√	Rp 300
98	Sabtu 02112013	Marsudi	06.25	150	80	100	1,200	manual kuning	Pacar Kembang 4/XI gg.5E	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
99	Sabtu 02112013	Gito	06.30	150	80	100	1,200	manual kuning	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
100	Sabtu 02112013	Hadi	06.45	165	90	110	1,634	manual coklat-hijau	Kalipiting 10/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 400
101	Sabtu 02112013	Samadi	06.55	180	80	100	1,440	manual hijau lorek	Pacar Kembang gg.4 06/VII	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
102	Sabtu 02112013	Sarlan	07.10	150	70	90	0,945	manual coklat	Ploso gg.2	Pacarkembang	2x/hari	√	Rp 200
103	Sabtu 02112013	Kadinan	07.15	180	80	100	1,440	manual abu abu-coklat	Kalipiting RT 6 gg.1 dan 2	Ploso	tiap hari	√	Rp 300
104	Sabtu 02112013	Di	07.20	150	75	100	1,125	manual kuning-coklat	Gedung Soko	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 250
105	Sabtu 02112013	Supartin	07.45	180	80	100	1,440	manual kuning-coklat	Kalipiting Bronggalan RT.07 / Korem	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
106	Sabtu 02112013	Yoto	07.50	200	100	110	2,200	manual kuning-coklat	Ploso Timur RT.08 gg.VA	Ploso	2x/hari	√	Rp 300
107	Sabtu 02112013	Sulis	07.50	150	80	100	1,200	manual abu abu - hijau	Kalipiting 01/VI	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 150
108	Sabtu 02112013	Samadi	07.55	150	115	75	1,294	manual kuning	Bronggalan 07/IX gg.8A	Pacarkembang	1-2 hari	√	Rp 250
109	Sabtu 02112013	Dul	08.00	180	95	140	2,394	manual kuning	Kaliwaron gg.4 02/III	Mojo	tiap hari	√	Rp 175
110	Sabtu 02112013	Kadinan	08.30	200	80	115	1,840	manual coklat	Kalipiting RT.6 gg.1 dan 2	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
111	Sabtu 02112013	No	08.35	150	80	100	1,200	manual kuning-coklat	Kalijudan	Kalijudan	tiap hari	√	Rp 200
112	Sabtu 02112013	Sarlan	08.45	150	70	90	0,945	manual kuning-coklat	Bronggalan Sawah 08/IX IV E-D	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
113	Sabtu 02112013	Adngan	09.00	150	75	190	2,138	manual kuning	Mojoklarung 13/IV	Mojo	tiap hari	√	Rp 300

No	Hari, Tanggal	Nama Pengangkut	Jam datang	p	l	t	Volume (m ³)	Jenis Gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek Ambil	Pilah	Penghasilan/ bulan
114	Sabtu 02112013	Sarlan	09.20	150	70	90	0,945	manual biru-putih	Kalipiting Bhakti 9/V	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300
115	Sabtu 02112013	Yoto	09.25	150	75	110	1,238	manual hijau tua	Ploso Timur VA RT.08	Ploso	2-3x tiap hari	√	Rp 300
116	Sabtu 02112013	No	09.25	150	80	100	1,200	manual kuning-coklat	Bronggalan	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 200
117	Sabtu 02112013	Agus B	09.50	150	75	100	1,125	manual kuning-coklat	Ploso Timur 02/IX gg.4	Ploso	tiap hari	√	Rp 250
118	Sabtu 02112013	Gito	10.05	150	80	100	1,200	manual biru-coklat	Kalipiting 04/V gg.6	Pacarkembang	2x tiap hari	√	Rp 450
119	Sabtu 02112013	Supartin	10.05	180	80	100	1,440	manual hijau-coklat	Kalipiting Bronggalan RT.07 / Korem	Pacarkembang	1-2 x tiap hari	√	Rp 400
120	Sabtu 02112013	Yoto	10.30	150	75	110	1,238	motor coklat	Ploso Timur VA RT.08	Ploso	tiap hari	√	Rp 300
121	Sabtu 02112013	Tohir	11.55	150	80	100	1,200	manual hijau lorek	Pacar Kembang 6/VII gg.4	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 500
122	Sabtu 02112013	Astomo	12.30	150	80	100	1,200	manual coklat	PKL Sampah Kali Pacar Keling-Kalijudan		tiap hari	-	Rp 500
123	Sabtu 02112013	Sulis	13.20	150	80	100	1,200	manual kuning	Pacar Kembang	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 150
124	Sabtu 02112013	Agus A	14.10	150	75	110	1,238	manual coklat-kuning	Kalipiting Baskara	Pacarkembang	tiap hari	√	Rp 300

Tabel Lamp. B.22 Data gerobak masuk TPS Barata Jaya

No	Hari Tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan
1	Jumat 01112013	Slamet	05.50	150	75	100	1,125	Manual,biru	Nginden gang VI A	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 300
2	Jumat 01112013	Jeneri	06.36	100	100	100	1,000	becak	Jl. Raya Nginden	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 1.100
3	Jumat 01112013	Ponijan	07.28	150	90	140	1,890	manual, biru	Kampung Panjang jiwo	Panjang Jiwo	1 kali sehari	√	Rp 400
4	Jumat 01112013	Agus	07.37	170	110	100	1,870	manual, kuning	Komplek perumahan Nginden RT 04 Rw 09	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	-	Rp 900
5	Jumat 01112013	Sholeh	07.38	170	90	100	1,530	manual, kuning	Komplek perumahan Nginden RT 04 Rw 09	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	-	Rp 900
6	Jumat 01112013	Yanto	08.43	175	80	90	1,260	motor, biru	Taman Intan RT.02 RW. 9	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 400
7	Jumat 01112013	Karim	09.05	180	85	95	1,454	manual, kuning pudar	Pasar Nginden gang VI	Nginden Jangkungan	2 hari sekali	√	Rp 600
8	Jumat 01112013	Puji	09.30	160	80	90	1,152	motor, kuning	Perumahan Nginden Intan RT. 3 RW.9	Nginden Jangkungan	2 hari sekali	√	Rp 700
9	Jumat 01112013	Suparno	09.46	200	90	110	1,980	manual, kuning	Perum. Barata Jaya gang 20,21,22 RT. 03 Rw.08	Barata Jaya	1 kali sehari	√	Rp 500
10	Jumat 01112013	Munib	10.05	175	80	90	1,260	motor, biru	Taman Intan RT.02 RW. 9	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 900
11	Jumat 01112013	Mashuri	10.07	200	160	130	4,160	mobil box, hitam	Ngagel Madya RW.1	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 500
12	Jumat 01112013	Suparno	10.40	200	90	110	1,980	manual, kuning	Depot nasi pecel RT.3 RW.8	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 350
13	Jumat 01112013	Taat	11.15	180	105	100	1,890	manual, kuning pudar	Taman Intan gang RS, Nusantara RW.11	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 860
14	Jumat 01112013	Suparno	13.36	200	90	100	1,800	manual, kuning	SMK Mahardika	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 200
15	Jumat 01112013	Budi	13.44	170	90	100	1,530	manual, kuning	Jagungan RW.7		1 kali sehari	-	Rp 800
16	Jumat 01112013	Budi	14.28	170	90	100	1,530	manual, kuning	Hotel Narita	Barata Jaya	1 kali sehari	-	-
1	Sabtu 02112013	Sholeh	06.15	170	90	100	1,530	manual, kuning	Komplek perumahan Nginden RT 04 Rw 09	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	-	Rp 900
2	Sabtu 02112013	Ponijan	06.50	150	90	140	1,890	manual, biru	Kampung Panjang jiwo	Panjang Jiwo	1 kali sehari	√	Rp 400
3	Sabtu 02112013	Jeneri	06.50	100	100	100	1,000	becak	Jl. Raya Nginden	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 1.100

No	Hari Tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak ^a	Daerah Pengambilan Sampah ^b	Kelurahan	Frek ambil	pilah ^c	Penghasilan/ bulan
4	Sabtu 02112013	Irawan	07.06	185	80	90	1,332	motor, kuning	Nginden Intan Timur RT.01 RW.09	Nginden Jangkungan	2 hari sekali	√	Rp 1.000
5	Sabtu 02112013	Agus Mad	07.30	200	100	100	2,000	manual, kuning	Barata Jaya gang 18 RT.08 RW.05	Barata Jaya	2 hari sekali	√	Rp 500
6	Sabtu 02112013	Suparno	09.25	200	90	110	1,980	manual, kuning	Perum. Barata Jaya gang 20,21,22 RT. 03 Rw.08	Barata Jaya	1 kali sehari	√	Rp 500
7	Sabtu 02112013	Mashuri	09.55	200	160	130	4,160	mobil box, hitam	Ngagel Madya RW.1	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 500
8	Sabtu 02112013	Yanto	10.00	175	80	90	1,260	motor, biru	Taman Intan RT.02 RW. 9	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 400
9	Sabtu 02112013	Suparno	10.35	200	90	110	1,980	manual, kuning	Depot nasi pecel RT.3 RW.8	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 350
10	Sabtu 02112013	Budi	11.05	170	90	100	1,530	manual, kuning	Jagungan RW.7		1 kali sehari	-	Rp 800
11	Sabtu 02112013	Taat	11.34	180	105	100	1,890	manual, kuning pudar	Taman Intan gang RS, Nusantara RW.11	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	√	Rp 860
12	Sabtu 02112013	Budi	13.45	170	90	100	1,530	manual, kuning	Jagungan RW.7	Barata Jaya	1 kali sehari	-	Rp 800
13	Sabtu 02112013	Budi	14.30	170	90	100	1,530	manual, kuning	Hotel Narita	Nginden Jangkungan	1 kali sehari	-	-

Tabel Lamp. B.23 Data gerobak masuk TPS Bakti Husada

No	Hari, Tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan/ bulan
1	Rabu 30102013	M.Rofiq	05.45	160	80	100	1,280	manual, kuning	Jalan Mojo gg 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
2	Rabu 30102013	Mardi	05.00	155	80	85	1,054	manual, kuning	Jalan Manyar kertoadi gg 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
3	Rabu 30102013	Sutadji	06.00	180	100	100	1,800	manual, hijau	Kedung tarukan baru gg 4, blok abcdef RT 6 RW 6	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
4	Rabu 30102013	Yanto	06.00	180	80	115	1,656	manual, biru	Jalan kedung sroko RT 1	Pacar Kembang	setiap hari	√	Rp 600
5	Rabu 30102013	Eko	06.10	180	90	115	1,863	manual kuning berkarat	Kedung pengkol RT 1-4 RW 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 2.500
6	Rabu 30102013	Budi	06.56	155	75	105	1,221	motor, kuning	Jalan karamenjangan RT 3 RW 4	Mojo	2 hari sekali	-	Rp 400
7	Rabu 30102013	Jaiz	07.10	150	75	100	1,125	manual, kuning	Mojokidul, RT 12	Mojo	setiap hari	-	Rp 400
8	Rabu 30102013	Uce	07.27	150	75	105	1,181	manual kuning berkarat	Kedung tarukan RT 1 dan 2	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
9	Rabu 30102013	Jupri	07.27	150	75	100	1,125	manual, kuning	Jojeoran perintis RT 11 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 750
10	Rabu 30102013	Budi	16.00	150	75	100	1,125	manual, kuning	Karamenjangan RT 1 RW 7	Mojo	3 hari sekali	√	Rp 100
11	Rabu 30102013	Nursio	07.40	150	75	105	1,181	manual, kuning berkarat	Bakti husada RT 11	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
12	Rabu 30102013	Domba	07.56	150	75	100	1,125	manual, kuning	Jalan mojo gg 2 RT 7	Mojo	2 hari sekali	-	Rp 400
13	Rabu 30102013	Mardi	07.56	190	80	100	1,520	motor, hijau	Jojeoran perintis RT 14 RW 12	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
14	Rabu 30102013	Edi	08.17	150	75	100	1,125	manual, hitam	kedung tarukan baru gg 3 RT 3,4,5	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
15	Rabu 30102013	Hafid	08.25	160	80	100	1,280	manual, kuning	Mojo gg 3 RT 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
16	Rabu 30102013	Ringgo	09.13	150	75	100	1,125	motor,kuning	Jojeoran perintis, RT 13 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
17	Rabu 30102013	Wijiyanto	10.04	150	75	100	1,125	manual, kuning	Mojikidul RW 5 RT 9	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
18	Rabu 30102013	Mad	11.30	150	75	100	1,125	motor, kuning	Jalan mojo RT 8 gg 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
19	Rabu 30102013	Yanto	11.40	190	80	100	1,520	manual, hitam	Kedung tarukan wetan RT 5, 6	Pacar Kembang	setiap hari	√	Rp 2.500
20	Rabu 30102013	Mujiyono	05.00	190	80	100	1,520	motor, hitam	Depot Wapo Unair	Airlangga	setiap hari	√	Rp 500
21	Rabu 30102013	Budi	12.00	150	75	100	1,125	motor, kuning	Karangmenjangan RT 1	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
22	Rabu 30102013	Nursio	11.30	150	75	105	1,181	manual, kuning	Bakti husada RT 11	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
23	Rabu 30102013	Darsono	13.55	160	90	90	1,296	motor, kuning	Mojokidul RT 14 RW 15	Mojo	setiap hari	-	Rp 465
24	Rabu 30102013	Budi	14.20	150	75	100	1,125	motor, kuning	Karamenjangan RT 4 RW 4	Mojo	3 hari sekali	√	Rp 100
25	Rabu 30102013	Eko	14.40	180	90	115	1,863	manual, kuning berkarat	Kedung pengkol RT 1-4	Mojo	1 hari 6 rit	√	Rp 2.500
26	Rabu 30102013	Budi	14.52	150	75	100	1,125	manual, kuning	Karamenjangan RT 1 RW 7	Mojo	setiap hari	√	Rp 400

No	Hari, Tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan/ bulan
27	Rabu 30102013	Mi'an	15.15	180	85	105	1,607	manual, kuning berkarat	Jojoran RT 8	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 600
37	Jumat 01112013	Jaiz	07.00	150	75	100	1,125	manual, kuning	Mojokidul, RT 12	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
38	Jumat 01112013	Yanto	06.45	180	80	115	1,656	manual, kuning	Kedung pengkol RT 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
39	Jumat 01112013	Ringgo	07.20	150	75	100	1,125	motor, hitam	Jalan mojo gg 3F	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
40	Jumat 01112013	Deni	07.20	180	100	100	1,800	manual, kuning	Jalan kedung pengkol RT 1 gg 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
41	Jumat 01112013	Prayid	07.29	155	80	100	1,240	motor, kuning	Jalan mojo gg 3F RT 10	Mojo	setiap hari	√	Rp 700
42	Jumat 01112013	Budi	07.40	150	75	100	1,125	motor, kuning	Karangmenjangan RT 1	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
43	Jumat 01112013	Uce	07.42	150	75	105	1,181	manual kuning berkarat	Kedung tarukan RT 1 dan 2	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
44	Jumat 01112013	Darwono	07.48	150	75	100	1,125	motor, kuning	Jojoran perintis RT 13 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
45	Jumat 01112013	Choirul	08.02	155	80	100	1,240	manual, kuning kehijauan	Mojo gg 1 RT 6 RW 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 100
46	Jumat 01112013	Nursio	08.03	150	75	105	1,181	manual, kuning berkarat	Bakti husada RT 11	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
47	Jumat 01112013	Eko	08.10	180	85	110	1,683	manual, hitam	Jalan Darmahusada RW 1	Mojo	setiap hari	√	Rp 2.500
48	Jumat 01112013	Edi	08.19	150	75	100	1,125	manual, hitam	kedung tarokan baru gg 3 RT 3,4,5	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
49	Jumat 01112013	Budi	08.25	150	75	100	1,125	motor, kuning	Laboratorium karamenjangan unair	Airlangga	2 hari sekali	√	Rp 400
50	Jumat 01112013	Budi	08.35	180	80	115	1,656	motor, biru	Mojolanggru RT 1 TW 2	Mojo	2 hari sekali	√	Rp 600
51	Jumat 01112013	Hafid	09.10	160	80	100	1,280	manual, kuning	Mojo gg 3 RT 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
52	Jumat 01112013	Darwono	09.15	150	75	100	1,125	motor, kuning	Jojoran perintis RT 13 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
53	Jumat 01112013	Mad	09.20	150	75	100	1,125	motor, kuning	Karamenjangan RT 6 RW 7	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
54	Jumat 01112013	Jupri	09.21	150	75	100	1,125	manual, kuning	Jojoran perintis RT 11 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 750
55	Jumat 01112013	Mardi	09.23	190	80	100	1,520	motor, hijau	Jojoran perintis RT 14 RW 12	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
56	Jumat 01112013	Yanto	09.54	190	80	100	1,520	manual, hitam	Kedung tarukan wetan RT 5, 6	Pacar Kembang	setiap hari	√	Rp 2.500
57	Jumat 01112013	Eko	09.59	180	90	115	1,863	manual, kuning berkarat	Kedung pengkol RT 1-4	Mojo	1 hari 6 rit	√	Rp 2.500
58	Jumat 01112013	Budi	10.50	155	75	105	1,221	motor, kuning	Jalan karamenjangan RT 3 RW 4	Mojo	2 hari sekali	-	Rp 400
59	Jumat 01112013	Nursio	10.54	160	75	100	1,200	manual,kuning	Mojo RT 11 RW 5 (pertokoan)	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
60	Jumat 01112013	Ali	14.00	170	90	100	1,530	manual, besi	Jalan karamenjangan (perkantoran, sekolah)	Mojo	3 hari sekali	√	Rp 1.800
61	Jumat 01112013	Wijiyanto	10.00	150	75	100	1,125	manual, kuning	Mojikidul RW 5 RT 9	Mojo	setiap hari	√	Rp 650

No	Hari, Tanggal	Nama	Jam datang	p	l	t	Vol (m ³)	jenis gerobak	Daerah Pengambilan Sampah	Kelurahan	Frek ambil	pilah	Penghasilan/ bulan
62	Jumat 01112013	Mardi	11.30	190	80	100	1,520	motor, hijau	Jojoran perintis RT 14 RW 12	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
63	Jumat 01112013	Darsono	11.45	160	90	90	1,296	motor, kuning	Mojokidul RT 14 RW 15	Mojo	setiap hari	-	Rp 465
64	Jumat 01112013	Hafid	12.00	160	80	100	1,280	manual, kuning	Mojo gg 3 RT 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
65	Jumat 01112013	Mardi	12.10	190	80	100	1,520	motor, hijau	Jojoran perintis RT 14 RW 12	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
66	Jumat 01112013	Nursio	13.59	160	75	100	1,200	manual,kuning	Mojo RT 11 RW 5 (pertokoan)	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
67	Jumat 01112013	Jupri	13.30	150	75	100	1,125	manual, kuning	Jojoran perintis RT 11 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 750
68	Jumat 01112013	Jupri	11.08	150	75	100	1,125	manual, kuning	Jojoran perintis RT 11 RW 8	Mojo	setiap hari	√	Rp 750
69	Jumat 01112013	Yanto	11.10	180	80	115	1,656	manual, kuning	Kedung pengkol RT 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
70	Jumat 01112013	Rahmat	11.15	180	80	115	1,656	manual, kuning	Kelurahan mojo, RT 4	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
71	Jumat 01112013	Hafid	11.20	160	80	100	1,280	manual, kuning	Mojo gg 3 RT 3	Mojo	setiap hari	√	Rp 500
72	Jumat 01112013	Slamet	11.30	200	95	100	1,900	manual, kuning	Mojo kidul RT 9	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
73	Jumat 01112013	Nursio	12.00	150	75	105	1,181	manual, kuning berkarat	Bakti husada RT 11	Mojo	setiap hari	√	Rp 650
74	Jumat 01112013	Edi	07.00	150	75	100	1,125	manual, hitam	Kedung tarokan baru gg 3 RT 3,4,5	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
75	Jumat 01112013	Prayid	08.00	155	80	100	1,240	motor, kuning	Jalan mojo gg 3F RT 10	Mojo	setiap hari	√	Rp 700
76	Jumat 01112013	Budi	13.00	150	75	100	1,125	motor, kuning	Karangmenjangan RT 1	Mojo	setiap hari	√	Rp 400
77	Jumat 01112013	Deni	13.58	180	100	100	1,800	manual, kuning	Jalan kedung pengkol RT 1 gg 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 600
78	Jumat 01112013	Deni	08.00	180	100	100	1,800	manual, kuning	Jalan kedung pengkol RT 1 gg 5	Mojo	setiap hari	√	Rp 600

4. Data Reduksi Sampah TPS

Tabel Lamp. B.24 Data Reduksi Sampah TPS Bratang

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)										Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kertas campur	Logam	Kaleng campur	Botol kaca	B3	Karet	Kardus	kain	kabel	
1	Bani	2,950			0,310	1,770		0,440				5,470
2	Khamid	3,960			0,370		0,320	0,430				5,080
3	Udin	3,480	7,470	0,380	0,630	0,480						12,440
4	Totok	2,180		0,110	0,260				1,880			4,430
5	Katno	3,830										3,830
6	Totok	1,670			0,180							1,850
7	Sukidi	1,300			0,370				0,630			2,300
8	Huda	1,880			0,240							2,120
9	Mansur	0,920		0,050	0,380		0,110					1,460
10	Suradi	2,640			0,050							2,690
11	Munir	1,140			0,390							1,530
12	Andi	1,440			0,040							1,480
13	Tobin	0,520		0,270	0,580							1,370
14	Tasmar	0,846										0,846
15	Tobin	2,135		0,320	0,275		0,045					2,775
16	Tobin	1,145										1,145
17	Tobin	1,070										1,070
18	Katno	3,275										3,275
19	Tobin	1,155			0,420		0,980					2,555
20	Gatot	4,505	3,345	0,195	0,315		0,340					8,700
21	Abu	7,230		13,560	0,920	4,925	0,100					26,735
22	Andi	0,370			0,055		0,735					1,160
23	Edi Paeran	7,920	2,750		0,605							11,275
24	Mawi	9,195			1,025							10,220
25	Yitno	3,350			0,495							3,845
26	Abu	4,405		0,175	0,240	0,275	0,105					5,200
27	Tayem	1,695			0,075		0,380					2,150
28	Kohar	3,330		0,250	0,585		0,500					4,665
29	Eko	1,425		0,080	2,180		0,385					4,070
30	Sutiyono	4,370		0,110	1,910		0,520	0,765				7,675
31	Trimo	5,510		1,060	0,305							6,875
32	Bambang S	6,903										6,903
33	Abu	2,690										2,690
34	Iphin	6,550		1,645	0,245		0,125					8,565
35	Sugiono	7,940			0,165		0,630					8,735
36	Wondo	2,395			0,475			0,890				3,760
37	Abu	10,810										10,810
38	Gatot	2,330		0,165	0,810		0,320				0,040	3,665
39	Sutiyono	2,295			0,745	0,870	0,275					4,185
40	Khamid	0,685			0,425							1,110
41	Bambang S	3,230			0,095							3,325
42	Supri	1,345		0,610	1,080		0,095					3,130
43	Khamid	2,120		0,055	0,535		0,140					2,850
44	Tohar	0,890		1,020	0,145		0,630					2,685
45	Tasmar	1,740		1,885								3,625
46	Katno	4,210			0,630		0,085					4,925

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)									Total Reduksi Sampah (kg)	
		Plastik campur	Kertas campur	Logam	Kaleng campur	Botol kaca	B3	Karet	Kardus	kain		kabel
47	Katno	2,110			0,270		0,235			0,120	0,185	2,920
48	Tobin	4,235			0,580		0,270					5,085
49	Tobin	1,530										1,530
50	Iphin	2,095			0,260		0,185					2,540
51	Bambang S	5,695										5,695
52	Yani	1,530			0,360							1,890
53	Bani	2,865		1,045	0,215		0,335					4,460
54	Tobin	0,825					0,635					1,460
55	Tobin	3,450					0,345					3,795
56	Jono	11,700					1,905					13,605
57	Wisnadj	26,130										26,130
58	Abu	8,990										8,990
	Rata-rata	3,761	0,234	0,396	0,349	0,143	0,185	0,044	0,043	0,002	0,004	5,161

Tabel Lamp. B.25 Data Reduksi Sampah TPS Kangean

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)						Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kertas campur	Logam	Kaleng campur	Botol kaca	Kardus	
1	Darus	0,740	4,010	0,240				4,990
2	M. Ali	2,100						2,100
3	Sugik	1,700						1,700
4	Sakri	3,600	1,740					5,340
5	Darus	1,020	2,500	0,120				3,640
6	Katmidi	6,480	4,700		2,350			13,530
7	Amin	2,400					1,500	3,900
8	Slamet		3,300		1,260			4,560
9	Hadi		3,500					3,500
10	Suparman	6,400	4,050				1,530	11,980
11	Rahmat	1,200					35,400	36,600
12	Katmidi	1,300	11,800			0,100		13,200
13	Rudi	6,300	7,500					13,800
14	Katiran		4,100	2,900	0,500			7,500
15	Pariadi	3,600	2,000			0,140	0,180	5,920
16	Amin	1,500		2,080	0,720		0,400	4,700
17	Suparman	3,500						3,500
18	Sipon	1,500						1,500
19	Sakri	1,050						1,050
20	Sujono	0,980						0,980
21	Darus	1,200						1,200
22	Darus	2,200						2,200
23	Holli	1,420						1,420
24	Suwadi	6,870		0,680	0,190	2,060		9,800
25	Sumari	3,670		1,250		0,440	2,220	7,580
26	Amin	1,050						1,050
27	Slamet	0,580			0,150	0,090		0,820
Rata-rata		2,310	1,822	0,269	0,191	0,105	1,527	6,224

Tabel Lamp. B.26 Data Reduksi Sampah TPS Srikana

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)						Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kertas campur	Kaleng campur	HVS/ Duplek	Logam	Botol kaca	B3
1	Suminah	31,710	9,800		11,730			
2	Samiaji			14,050				
3	Muto'in	5,860						
4	Agus	6,410			19,710			
5	Gaguk	2,140						
6	Sugiyono	7,290			6,380			
7	Suminah	9,350		3,710	5,560			
8	Muto'in	1,500						
9	Suyatno	6,020			5,330			
10	Mulyadi	4,760			3,420			
11	Suriyono	12,310		7,210	2,310			
12	Agustin	39,410		5,310	13,670			
13	Dayat	13,840			5,320			
14	Nur	8,440			4,930			
15	Yudi	12,380	2,350		6,810			
16	Santo	7,390	1,950		4,730			
17	Khoirul	2,710	3,190					
18	Juhari	7,430						
19	Marco	9,210						
20	Kiswahyudi	9,500						
21	Yuli	7,940	6,850					
22	Samiaji				3,160			
23	Ma'ruf	4,550	6,720					
24	Yudi							
25	Salim	1,150						
26	Sutrisno	2,370						
27	Sugianto	0,980	10,000					
28	Nari	6,410		2,540	1,100		0,060	
29	Karmin	1,220						
30	Suminah	18,160			11,160			
31	Puji Srinto	13,340			4,730			1,010
32	Sodikin	6,290		1,090		2,150		0,450
33	Agus	7,980			3,170			
34	Salim	7,140			4,820			
35	Samiaji	7,310			4,220			0,240
36	Santo	5,840		2,130	3,120		1,330	
37	Samiaji	4,520		3,170	2,630			
38	Salim	8,150			3,190			0,350
39	Iswahyudi	7,310						1,320
40	Girun	3,120			2,370			
Rata-rata		7,786	1,022	0,980	3,339	0,054	0,035	0,084

Tabel Lamp. B.27 Data Reduksi Sampah TPS Mojoarum

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)											Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kaleng campur	Botol Campur	Logam	Karet	Kardus	HDPE	LDPE	HVS/ Duplek	Kaleng Baja	Kertas Putih	
1	Mujiono	4,500		7,600						10,380			22,480
2	Rokhim			2,290						2,110			4,400
3	Edy	4,150											4,150
4	Suyono					6,595							6,595
5	Ilham			1,240						3,340			4,580
6	Ateng		0,140	6,660						19,180			25,980
7	Yono			5,540						8,770			14,310
8	Topian			13,580						21,660			35,240
9	Ilham			3,380						10,170			13,550
10	Cak Dul			0,720									0,720
11	Rokhim			3,780						2,080			5,860
12	Rosydah	4,980											4,980
13	Solikin	8,440								6,220			14,660
14	Rosydah	2,787		5,233				5,000		12,963			25,983
15	Yono	7,110		1,000			4,960		4,200				17,270
16	Ateng	5,585					0,790		1,545	18,305			26,225
17	Riadi	9,250					0,845	2,680	1,075	13,225			27,075
18	Solikin	7,190					2,160	2,460	1,065	11,165			24,040
19	Rosydah	13,885							7,295	14,915			36,095
20	Samsi	4,600					7,480			7,935			20,015
21	Hari	19,575					2,725		2,925	30,045			55,270
22	Bejo	16,155					4,010	8,990	3,815	25,515			58,485
23	Veri	12,865							1,300	4,270	2,400		20,835
24	Solikin			6,350				4,430	6,350	10,340			27,470
25	Bashir	7,660					2,155	2,460	2,515	9,500			24,290
26	Suyono	4,195								1,900			6,095
27	Rosydah	35,115						5,260	20,520	48,645			109,540
28	Topian								1,360				1,360
29	Samsi		1,210	7,240	0,140		2,510			13,460		1,140	25,700
30	Solikin	10,200						6,730		10,870			27,800
31	Adnan			1,240						0,710			1,950
32	Topian	0,535		3,695			0,590			7,730			12,550
33	Solikin			6,910			1,943	4,613		6,830			20,297
34	Samsi			8,810			4,100			13,610		1,520	28,040
35	Topian	2,347		7,720						6,977			17,043
36	Samsi			7,550			2,590			7,860		1,260	19,260
37	Yono	3,540					0,830			0,920			5,290
	Rata-rata Berat	4,991	0,036	2,717	0,004	0,178	1,019	1,152	1,459	9,773	0,065	0,106	21,500

Tabel Lamp. B.28 Data Reduksi Sampah TPS Kalibokor

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)								Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kaleng campur	HDPE	HVS/Duplek	Logam	Botol kaca	B3	Kardus	
1	Legut	10,300			1,960				0,520	12,780
2	Ngatemo	2,500		2,920	4,160		2,060			11,640
3	Supardi	15,790			7,890					23,680
4	Rendi	6,225	0,680	5,270	10,790	0,130	0,790	0,095		23,980
5	Armand	6,215		2,590	3,475		5,920			18,200
6	Dwi	7,215			5,275					12,490
7	Jumain	7,365								7,365
8	Legut	6,760			6,390					13,150
9	Suwono	13,490		3,210	11,660					28,360
10	Soyo	5,685								5,685
11	Nano	3,760		11,700	6,720		1,650			23,830
Rata-rata		7,755	0,062	2,335	5,302	0,012	0,947	0,009	0,047	16,469

Tabel Lamp. B.29 Data Reduksi Sampah TPS Kaliwaron

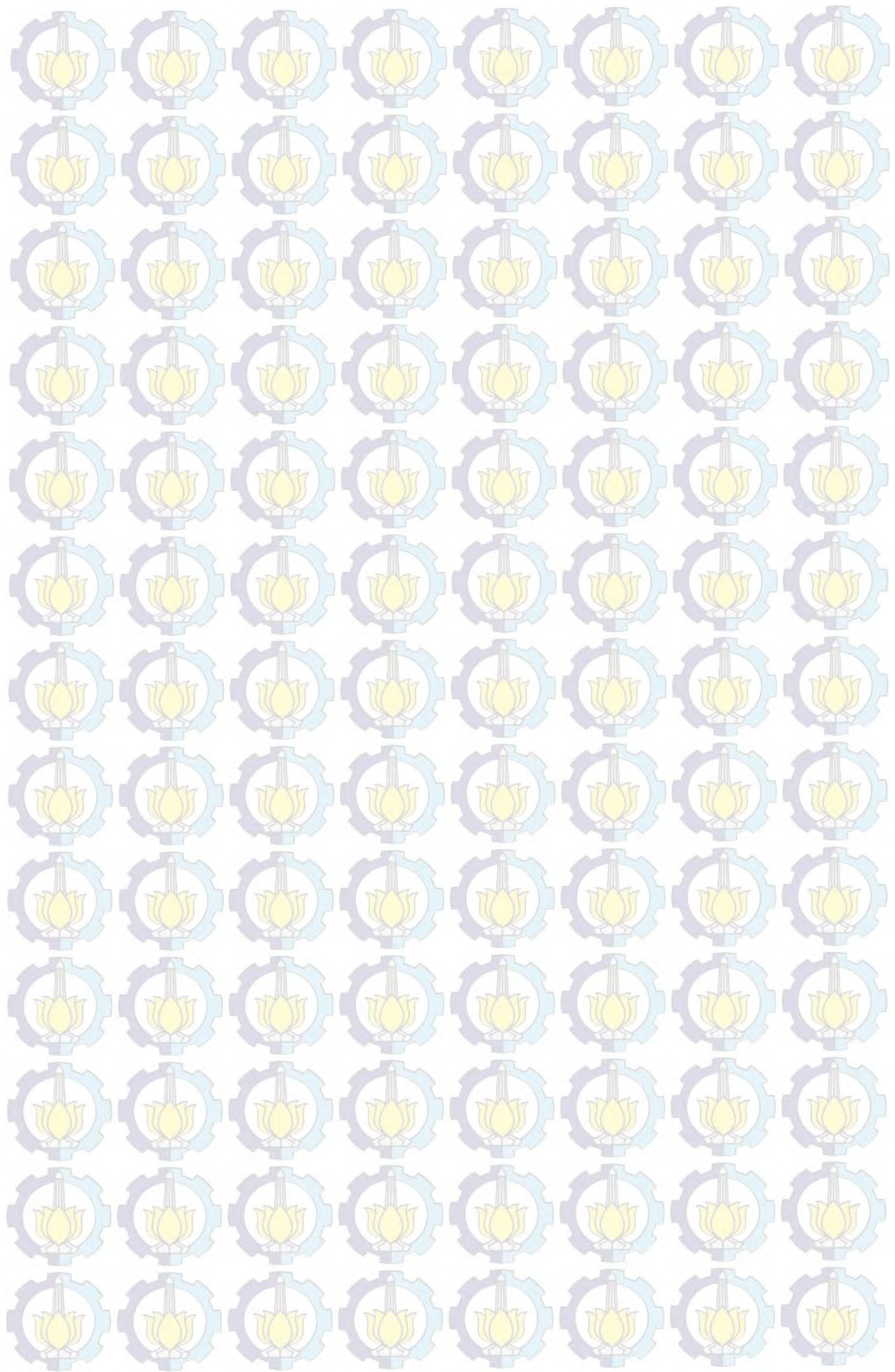
No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)								Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kertas campur	Kaleng campur	Botol kaca	Karet	Kardus	kain	PET	
1	No			1,205						1,205
2	Sarlan							1,400		1,400
3	Anto	5,475	4,100		3,300			2,700		15,575
4	Yoto	16,700	35,000					0,100		51,800
5	Gito	7,400	16,000							23,400
6	Samadi	19,000								19,000
7	Sarlan	8,300	1,140	20,540		9,600	38,000			77,580
8	Supartin		7,200	2,500						9,700
9	Dul	28,000					5,700			33,700
10	Sulis	15,300					20,800			36,100
11	Agus	13,300					13,900			27,200
12	Yoto	20,000	2,670							22,670
13	Aan	16,000								16,000
14	Tun	4,560	0,670				7,250			12,480
15	Agus B					6,010			4,870	10,880
16	Adngan								1,580	1,580
17	Agus B		6,510						5,290	11,800
18	Supartin		5,820						3,660	9,480
19	Supartin	5,930	12,800	4,190						22,920
20	Sulis	5,740	8,560							14,300
21	Tun	38,420	9,680							48,100
22	Samadi		14,280							14,280
23	Sulis			9,740						9,740
24	Tun		3,600							3,600
25	Yoto	8,125	12,610							20,735
26	Sarlan		2,453			2,753				5,205
27	Agus B		5,465							5,465
Rata-rata		7,861	5,502	1,414	0,122	0,680	3,172	0,156	0,570	19,478

Tabel Lamp. B.30 Data Reduksi Sampah TPS Barata Jaya

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)								Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kertas campur	Botol kaca	Kardus	PET	HDPE	koran	HVS	
1	Agus Mad					0,37	0,15			0,52
2	Suparno	0,16	2,29							2,45
3	Yanto	1,08								1,08
4	Suparno	4,06		1,25	1,2		0,06	0,32	0,46	7,35
Rata-Rata berat		1,325	0,573	0,313	0,300	0,093	0,053	0,080	0,115	2,850

Tabel Lamp. B.31 Data Reduksi Sampah TPS Bakti Husada

No	Nama	Jenis dan Berat sampah (kg)				Total Reduksi Sampah (kg)
		Plastik campur	Kaleng campur	HVS/ Duplex	Botol Kaca	
1	Mardi	10,800		11,000		21,800
2	Eko	8,200				8,200
3	Khoirul	4,000		7,800		11,800
4	Nursio	5,800		8,300		14,100
5	Budi	3,900				3,900
6	Wijiyanto	3,25		3,26		6,510
7	Mujiono	2,04		0,6		2,640
8	Nursio	1,24		3,02		4,260
9	Yanto	6,8		9,8		16,600
10	Eko	7,4		2,2		9,600
11	Deni	15,5		5,8		21,300
12	Choirul	4,65		8,3		12,950
13	Darwano	2,9		1,9		4,800
14	Jaiz	0,4		1,09		1,490
15	Ringgo	1,8		2,3		4,100
16	Nursio	3,8		1,5		5,300
17	Choirul	9,4				9,400
18	Darwono	3,02				3,020
19	Choirul	6				6,000
20	Arco	2,38		2,15		4,530
21	Ringgo	1,95		2,2		4,150
22	Deni	8,5		11,05		19,550
23	Eko	18,2				18,200
24	Deni	15,56		8,62		24,180
25	Ringgo	15,5		10,5		26,000
26	Mad	4,3		0,5		4,800
27	Choirul	4,95		0,3		5,250
28	Yanto	10,26		20	7,46	37,720
29	Slamet			2,46		2,460
30	Nursio	4,68		0,92		5,600
31	Nursio	0,6				0,600
32	Budi	16,3	0,7	7,15		24,150
Rata-rata		6,378	0,022	4,148	0,233	10,780



LAMPIRAN C MODEL DINAMIK

1. Definisi dan Unit Variabel Causal Loop

Tabel Lamp. C.1 Definisi dan Unit Variabel

No	Variabel	Definisi	Unit
1	Tingkat pertumbuhan	Jumlah pertumbuhan penduduk setiap tahun	orang. tahun ⁻¹
2	Jumlah penduduk Kecamatan Gubeng	Jumlah penduduk di Kecamatan Gubeng setelah mengalami pertumbuhan	orang
3	Jumlah fasilitas	Jumlah unit seluruh fasilitas yang menghasilkan sampah dan masuk ke TPS	Unit
4	Berat sampah fasilitas	Total sampah yang dihasilkan fasilitas	ton. tahun ⁻¹
5	Berat sampah di sumber	Total sampah yang dihasilkan pemukiman	ton. tahun ⁻¹
6	Reduksi sampah pemulung di TPS	Sampah yang berhasil dikumpulkan pemulung setelah <i>unloading</i> gerobak	ton. tahun ⁻¹
7	Reduksi sampah di bank sampah	Sampah yang berhasil dikumpulkan masyarakat dan dijual ke pengepul	ton. tahun ⁻¹
8	Reduksi sampah di komposter	Sampah yang dimasukkan ke komposter dengan volume sampah sesuai kapasitas komposter	ton. tahun ⁻¹
9	Reduksi sampah di rumah kompos	Sampah yang masuk ke rumah kompos	ton. tahun ⁻¹
10	Reduksi sampah	Total sampah yang masuk ke komposter, rumah kompos, bank sampah dan pemulung	ton. tahun ⁻¹
11	Berat sampah di TPS	Total sampah masuk ke TPS dimana sampah di sumber dikurangi reduksi sampah oleh bank sampah, rumah kompos dan komposter dalam perjalanan menuju TPS	ton. tahun ⁻¹
12	Pengangkutan sampah ke TPA	Jumlah sampah yang diangkut ke TPA	ton. tahun ⁻¹
13	Jumlah ritasi pengangkutan	Jumlah trip yang dilakukan untuk mengangkut sampah di TPS	trip. hari ⁻¹
14	Kebutuhan Bakar	Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tertentu	Liter. km ⁻¹
15	Jarak tempuh	Jarak antara Garasi, TPS dan TPA sesuai dengan rute yang ditempuh	km. hari ⁻¹
16	Berat sampah masuk TPA	Jumlah sampah yang masuk ke TPA sesuai dengan jumlah ritasi yang dilakukan	ton. tahun ⁻¹
17	Biaya pengumpulan sampah ke TPS	Biaya yang dibutuhkan untuk mengangkut sampah dari rumah ke TPS	IDR. ton ⁻¹
18	Biaya pengolahan sampah	Biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan reduksi sampah di rumah kompos, komposter dan bank sampah	IDR. ton ⁻¹
19	Biaya pengangkutan sampah	Biaya yang dibutuhkan untuk pengangkutan sampah meliputi biaya investasi, operasional dan perawatan armada	IDR. ton ⁻¹
20	Biaya penimbunan sampah	Biaya yang dibutuhkan untuk pemrosesan akhir sampah di TPA meliputi biaya investasi, operasional dan perawatan TPA	IDR. ton ⁻¹
21	Total biaya pengelolaan sampah	Total seluruh biaya yang dibutuhkan dalam pengelolaan sampah yaitu biaya pengumpulan, pengolahan, pengangkutan dan penimbunan sampah	IDR. ton ⁻¹
22	Emisi GRK pengolahan sampah	Emisi CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari proses pengolahan sampah	ton. tahun ⁻¹
23	Emisi GRK pengangkutan sampah	Emisi CO ₂ , CH ₄ dan N ₂ O dari proses pengangkutan sampah	ton. tahun ⁻¹
24	Emisi GRK	Total emisi GRK pengelolaan dan pengangkutan sampah	ton. tahun ⁻¹

2. Hubungan Variable Diagram Causal Loop

Tabel Lamp. C.2 Hubungan Variabel Diagram Causal Loop

No	Variabel Causal	Variabel Impact	Causal	Impact	Relationship
1	Tingkat pertumbuhan	Jumlah Penduduk Kecamatan Gubeng	↑	↑	+
2	Jumlah Penduduk Kecamatan Gubeng	Jumlah fasilitas	↑	↑	+
3	Jumlah Fasilitas	Berat sampah fasilitas	↑	↑	+
4	Berat sampah fasilitas	Berat sampah di TPS	↑	↑	+
5	Berat sampah fasilitas	Reduksi sampah	↑	↑	+
6	Jumlah Penduduk Kecamatan Gubeng	Berat sampah di sumber	↑	↑	+
7	Berat sampah di sumber	Berat sampah di TPS	↑	↑	+
8	Berat sampah di sumber	Reduksi sampah pemulung di TPS	↑	↑	+
9	Berat sampah di sumber	Reduksi sampah di bank sampah	↑	↑	+
10	Berat sampah di sumber	Reduksi sampah di komposter	↑	↑	+
11	Berat sampah di sumber	Reduksi sampah di rumah kompos	↑	↑	+
12	Reduksi sampah di bank sampah	Berat sampah di sumber	↑	↓	-
13	Reduksi sampah di komposter	Berat sampah di sumber	↑	↓	-
14	Reduksi sampah di rumah kompos	Berat sampah di sumber	↑	↓	-
15	Reduksi sampah pemulung di TPS	Reduksi sampah	↑	↑	+
16	Reduksi sampah di bank sampah	Reduksi sampah	↑	↑	+
17	Reduksi sampah di komposter	Reduksi sampah	↑	↑	+
18	Reduksi sampah di rumah kompos	Reduksi sampah	↑	↑	+
19	Reduksi sampah pemulung di TPS	Berat sampah di TPS	↑	↓	-
20	Berat sampah di TPS	Reduksi sampah pemulung di TPS	↑	↑	+
21	Reduksi sampah	Berat sampah di TPS	↑	↓	-
22	Berat sampah di TPS	Reduksi sampah	↑	↑	+
23	Berat sampah di TPS	Pengangkutan Sampah ke TPA	↑	↑	+
24	Pengangkutan Sampah ke TPA	Berat sampah di TPS	↑	↓	-
25	Berat sampah di TPS	Jumlah ritasi pengangkutan	↑	↑	+
26	Jumlah ritasi pengangkutan	Pengangkutan Sampah ke TPA	↑	↓	-
27	Pengangkutan Sampah ke TPA	Jumlah ritasi pengangkutan	↑	↑	+
28	Jumlah ritasi pengangkutan	Biaya pengangkutan sampah	↑	↑	+
29	Biaya pengangkutan sampah	Jumlah ritasi pengangkutan	↑	↓	-
30	Pengangkutan Sampah ke TPA	Kebutuhan bahan bakar	↑	↑	+
31	Jarak tempuh	Kebutuhan bahan bakar	↑	↑	+
32	Kebutuhan bahan bakar	Biaya pengangkutan sampah	↑	↑	+
33	Reduksi sampah	Pengangkutan Sampah ke TPA	↑	↓	-
34	Reduksi sampah	Jumlah ritasi pengangkutan	↑	↓	-
35	Reduksi sampah	Biaya pengangkutan sampah	↑	↓	-
36	Reduksi sampah	Emisi GRK	↑	↓	-
37	Reduksi sampah	Biaya pengolahan sampah	↑	↓	-
38	Berat sampah di sumber	Biaya pengumpulan sampah	↑	↑	+
39	Biaya pengumpulan sampah	Total biaya pengelolaan sampah	↑	↑	+
40	Biaya pengolahan sampah	Total biaya pengelolaan sampah	↑	↑	+
41	Biaya pengangkutan sampah	Total biaya pengelolaan sampah	↑	↑	+
42	Biaya penimbunan sampah	Total biaya pengelolaan sampah	↑	↑	+
43	Pengangkutan Sampah ke TPA	Berat sampah masuk TPA	↑	↑	+
44	Berat sampah masuk TPA	Biaya penimbunan sampah	↑	↑	+
45	Berat sampah masuk TPA	Emisi GRK pengolahan sampah	↑	↑	+
46	Emisi GRK pengolahan sampah	Emisi GRK	↑	↑	+
47	Emisi GRK pengangkutan sampah	Emisi GRK	↑	↑	+

3. Formulasi Model

Tabel Lamp. C.3 Formulasi Model Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Penduduk Kecamatan Gubeng	Stock	$Penduduk_Kecamatan_Gubeng(t) = Penduduk_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_penduduk) * dt$ INIT Penduduk_Kecamatan_Gubeng = 152653
2	Pertumbuhan Penduduk	Flow	$Pertumbuhan_penduduk = Penduduk_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Penduduk$
3	Tingkat pertumbuhan penduduk	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Penduduk = 0.0054$
4	Plastik	Converter	$Plastik = Komposisi_sampah_Plastik * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
5	Sisa makanan	Converter	$Sisa_Makanan = Komposisi_sisa_makanan * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
6	Sampah kebun	Converter	$Sampah_Kebun = Komposisi_sampah_kebun * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
7	Kertas	Converter	$Kertas = Komposisi_kertas * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
8	Logam	Converter	$Logam = Komposisi_sampah_logam * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
9	Kaca	Converter	$Kaca = Komposisi_kaca * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
10	Kain	Converter	$Kain = Komposisi_Kain * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
11	Karet	Converter	$Karet = Komposisi_Karet * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
12	Kayu	Converter	$Kayu = Komposisi_Kayu * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
13	Diapers	Converter	$Diapers = Komposisi_Diapers * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
14	Sampah lain	Converter	$Sampah_Lain = Komposisi_Sampah_lain * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
15	B3	Converter	$B3 = Komposisi_B3 * Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga$
16	Komposisi sampah plastik	Converter	$Komposisi_sampah_Plastik = 0.1265$
17	Komposisi sisa makanan	Converter	$Komposisi_sisa_makanan = 0.5742$
18	Komposisi sampah kebun	Converter	$Komposisi_sampah_kebun = 0.042$
19	Komposisi kertas	Converter	$Komposisi_kertas = 0.0859$
20	Komposisi sampah logam	Converter	$Komposisi_sampah_logam = 0.0095$
21	Komposisi kaca	Converter	$Komposisi_kaca = 0.0137$
22	Komposisi kain	Converter	$Komposisi_Kain = 0.0288$
23	Komposisi karet	Converter	$Komposisi_Karet = 0.006$
24	Komposisi kayu	Converter	$Komposisi_Kayu = 0.0093$
25	Komposisi diapers	Converter	$Komposisi_Diapers = 0.0918$
26	Komposisi sampah lain	Converter	$Komposisi_Sampah_lain = 0.0045$
27	Komposisi B3	Converter	$Komposisi_B3 = 0.0045$
28	Timbulan sampah rumah tangga	Converter	$Timbulan_Sampah_Rumah_Tangga = 0.32 * 365 / 1000$
29	Total berat sampah rumah tangga	Converter	$Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga = Penduduk_Kecamatan_Gubeng * Timbulan_Sampah_Rumah_Tangga$

Tabel Lamp. C.4 Formulasi Model Timbulan dan Komposisi Sampah Sejenis Rumah Tangga

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Restoran Kecamatan Gubeng	Stock	Restoran_Kecamatan_Gubeng(t) = Restoran_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Restoran) * dt INIT Restoran_Kecamatan_Gubeng = 34
2	Pertumbuhan restoran	Flow	Pertumbuhan_Restoran = Restoran_Kecamatan_Gubeng*Tingkat_Pertumbuhan_Restoran
3	Tingkat pertumbuhan restoran	Converter	Tingkat_Pertumbuhan_Restoran = 0.0275
4	Timbulan sampah restoran	Converter	Timbulan_Sampah_Restoran = 0.5*365/1000
5	Ave jumlah stand restoran	Converter	Ave_Jumlah_Stand_Restoran = 200 Berat_Sampah_Restoran =
6	Berat sampah restoran	Converter	Restoran_Kecamatan_Gubeng*(Ave_Jumlah_Stand_Restoran*Timbulan_Sampah_Restoran)
7	R Plastik	Converter	R_Plastik = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Plastik
8	R sisa makanan	Converter	R_Sisa_makanan = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Sisa_Makanan
9	R kertas	Converter	R_Kertas = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Kertas
10	R logam	Converter	R_Logam = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Logam
11	R kaca	Converter	R_Kaca = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Kaca
12	R karet	Converter	R_Karet = Berat_Sampah_Restoran*R_Komposisi_Karet
13	R komposisi plastik	Converter	R_Komposisi_Plastik = 0.0341
14	R komposisi sisa makanan	Converter	R_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.9121
15	R komposisi kertas	Converter	R_Komposisi_Kertas = 0.0405
16	R komposisi logam	Converter	R_Komposisi_Logam = 0.001
17	R komposisi kaca	Converter	R_Komposisi_Kaca = 0.014
18	R komposisi karet	Converter	R_Komposisi_Karet = 0.0009
19	Jumlah siswa sekolah Kecamatan Gubeng	Stock	Jumlah_Siswa_Sekolah_Kecamatan_Gubeng(t) = Jumlah_Siswa_Sekolah_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Sekolah) * dt INIT Jumlah_Siswa_Sekolah_Kecamatan_Gubeng = 30585
20	Pertumbuhan sekolah	Flow	Pertumbuhan_Sekolah = Jumlah_Siswa_Sekolah_Kecamatan_Gubeng*Tingkat_Pertumbuhan_Sekolah
21	Tingkat pertumbuhan sekolah	Converter	Tingkat_Pertumbuhan_Sekolah = 0.0525
22	Timbulan sampah sekolah	Converter	Timbulan_Sampah_Sekolah = 0.02*365/1000
23	Berat sampah sekolah	Converter	Berat_Sampah_Sekolah = Jumlah_Siswa_Sekolah_Kecamatan_Gubeng*Timbulan_Sampah_Sekolah
24	S B3	Converter	S_B3 = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_B3
25	S Diapers	Converter	S_Diapers = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Diapers
26	S Kaca	Converter	S_Kaca = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Kaca
27	S kain	Converter	S_Kain = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Kain
28	S karet	Converter	S_Karet = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Karet
29	S kayu	Converter	S_Kayu = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Kayu
30	S kertas	Converter	S_Kertas = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Kertas
31	S logam	Converter	S_Logam = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Logam
32	S plastik	Converter	S_Plastik = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Plastik
33	S sampah kebun	Converter	S_Sampah_Kebun = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Sampah_Kebun
34	S sisa makanan	Converter	S_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Sekolah*S_Komposisi_Sisa_Makanan
35	S komposisi B3	Converter	S_Komposisi_B3 = 0.0010
36	S komposisi diapers	Converter	S_Komposisi_Diapers = 0.0029
37	S komposisi kaca	Converter	S_Komposisi_Kaca = 0.0004
38	S komposisi kain	Converter	S_Komposisi_Kain = 0.0109
39	S komposisi karet	Converter	S_Komposisi_Karet = 0.0021
40	S komposisi kayu	Converter	S_Komposisi_Kayu = 0.0053
41	S komposisi kertas	Converter	S_Komposisi_Kertas = 0.1827
42	S komposisi logam	Converter	S_Komposisi_Logam = 0.0006
43	S komposisi plastik	Converter	S_Komposisi_Plastik = 0.4188

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
44	S komposisi sampah kebun	Converter	$S_Komposisi_Sampah_Kebun = 0.0023$
45	S komposisi sisa makanan	Converter	$S_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.3729$
46	Kamar hotel Kecamatan Gubeng	Stock	$Kamar_Hotel_Kecamatan_Gubeng(t) = Kamar_Hotel_Kecamatan_Gubeng(t - dt) +$ $(Pertumbuhan_Hotel) * dt$ $INIT\ Kamar_Hotel_Kecamatan_Gubeng = 383$
47	Pertumbuhan hotel	Flow	$Pertumbuhan_Hotel$ $Kamar_Hotel_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Hotel$
48	Tingkat pertumbuhan hotel	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Hotel = 0.0346$
49	Timbulan sampah hotel	Converter	$Timbulan_Sampah_Hotel = 2.18 * 365 / 1000$
50	Berat sampah hotel	Converter	$Berat_Sampah_Hotel$ $Kamar_Hotel_Kecamatan_Gubeng * Timbulan_Sampah_Hotel$
51	H diapers	Converter	$H_Diapers = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Diapers$
52	H kaca	Converter	$H_Kaca = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Kaca$
53	H Kain	Converter	$H_Kain = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Kain$
54	H karet	Converter	$H_Karet = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Karet$
55	H kayu	Converter	$H_Kayu = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Kayu$
56	H kertas	Converter	$H_Kertas = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Kertas$
57	H logam	Converter	$H_Logam = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Logam$
58	H plastik	Converter	$H_Plastik = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Plastik$
59	H sampah kebun	Converter	$H_Sampah_Kebun = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_Sampah_Kebun$
60	H sisa makanan	Converter	$H_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Hotel * H_Komposisi_sisa_makanan$
61	H komposisi diapers	Converter	$H_Komposisi_Diapers = 0.008$
62	H komposisi kaca	Converter	$H_Komposisi_Kaca = 0.0149$
63	H komposisi kain	Converter	$H_Komposisi_Kain = 0.008$
64	H komposisi karet	Converter	$H_Komposisi_Karet = 0.0239$
65	H komposisi kayu	Converter	$H_Komposisi_Kayu = 0.0069$
66	H komposisi logam	Converter	$H_Komposisi_Logam = 0.0058$
67	H komposisi sampah kebun	Converter	$H_Komposisi_Sampah_Kebun = 0.1594$
68	H komposisi kertas	Converter	$H_Komposisi_Kertas = 0.0566$
69	H komposisi plastik	Converter	$H_Komposisi_Plastik = 0.0787$
70	H komposisi sisa makanan	Converter	$H_Komposisi_sisa_makanan = 0.6378$
71	Perkantoran Kecamatan Gubeng	Stock	$Perkantoran_Kecamatan_Gubeng(t) = Perkantoran_Kecamatan_Gubeng(t - dt) +$ $(Pertumbuhan_Perkantoran) * dt$ $INIT\ Perkantoran_Kecamatan_Gubeng = 62$
72	Pertumbuhan perkantoran	Flow	$Pertumbuhan_Perkantoran$ $Perkantoran_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Kantor$
73	Tingkat pertumbuhan kantor	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Kantor = 0.0924$
74	Timbulan sampah kantor	Converter	$Timbulan_Sampah_Kantor = 0.11 * 365 / 1000$
75	Ave jumlah pegawai	Converter	$Ave_Jumlah_Pegawai = 100$ $Berat_Sampah_Kantor$
76	Berat sampah kantor	Converter	$Perkantoran_Kecamatan_Gubeng * (Ave_Jumlah_Pegawai * Timbulan_Sampah_Kantor)$
77	K B3	Converter	$K_B3 = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_B3$
78	K diapers	Converter	$K_Diapers = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Diapers$
79	K kaca	Converter	$K_Kaca = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Kaca$
80	K kain	Converter	$K_Kain = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Kain$
81	K karet	Converter	$K_Karet = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Karet$
82	K kayu	Converter	$K_Kayu = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Kayu$
83	K kertas	Converter	$K_Kertas = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Kertas$
84	K logam	Converter	$K_Logam = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Logam$
85	K plastik	Converter	$K_Plastik = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Plastik$
86	K sampah kebun	Converter	$K_Sampah_Kebun = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Sampah_Kebun$
87	K sisa makanan	Converter	$K_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Kantor * K_Komposisi_Sisa_Makanan$
88	K komposisi B3	Converter	$K_Komposisi_B3 = 0.0181$

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
89	K komposisi diapers	Converter	$K_Komposisi_Diapers = 0.0048$
90	K komposisi kaca	Converter	$K_Komposisi_Kaca = 0.0023$
91	K komposisi kain	Converter	$K_Komposisi_Kain = 0.0035$
92	K komposisi karet	Converter	$K_Komposisi_Karet = 0.0027$
93	K komposisi kayu	Converter	$K_Komposisi_Kayu = 0.0044$
94	K komposisi sampah kebun	Converter	$K_Komposisi_Sampah_Kebun = 0.0447$
95	K komposisi sisa makanan	Converter	$K_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.4591$
96	K komposisi kertas	Converter	$K_Komposisi_Kertas = 0.2192$
97	K komposisi logam	Converter	$K_Komposisi_Logam = 0.0010$
98	K komposisi plastik	Converter	$K_Komposisi_Plastik = 0.2402$
99	Pasar Kecamatan Gubeng	Stock	$Pasar_Kecamatan_Gubeng(t) = P_asar_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Pasar) * dt$
100			$INIT\ Pasar_Kecamatan_Gubeng = 16930$
101	Pertumbuhan pasar	Flow	$Pertumbuhan_Pasar = Pasar_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Pasar$
102	Tingkat pertumbuhan pasar	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Pasar = 0$
103	Ave timbulan sampah pasar	Converter	$Ave_Timbulan_Sampah_Pasar = 0.42 * 365 / 1000$
104	Berat sampah pasar	Converter	$Berat_Sampah_Pasar = Pasar_Kecamatan_Gubeng * Ave_Timbulan_Sampah_Pasar$
105	P B3	Converter	$P_B3 = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_B3$
106	P diapers	Converter	$P_Diapers = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Diapers$
107	P kaca	Converter	$P_Kaca = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Kaca$
108	P kain	Converter	$P_Kain = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Kain$
109	P karet	Converter	$P_Karet = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Karet$
110	P kayu	Converter	$P_Kayu = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Kayu$
111	P kertas	Converter	$P_Kertas = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Kertas$
112	P lainnya	Converter	$P_Lainnya = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Lainnya$
113	P logam	Converter	$P_Logam = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Logam$
114	P plastik	Converter	$P_Plastik = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Plastik$
115	P sampah kebun	Converter	$P_Sampah_Kebun = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Sampah_Kebun$
116	P sisa makanan	Converter	$P_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Pasar * P_Komposisi_Sisa_Makanan$
117	P komposisi B3	Converter	$P_Komposisi_B3 = 0.0002$
118	P komposisi diapers	Converter	$P_Komposisi_Diapers = 0.0049$
119	P komposisi kaca	Converter	$P_Komposisi_Kaca = 0.0015$
120	P komposisi kain	Converter	$P_Komposisi_Kain = 0.0061$
121	P komposisi karet	Converter	$P_Komposisi_Karet = 0.0004$
122	P komposisi kayu	Converter	$P_Komposisi_Kayu = 0.0115$
123	P komposisi kertas	Converter	$P_Komposisi_Kertas = 0.0254$
124	P komposisi lainnya	Converter	$P_Komposisi_Lainnya = 0.0048$
125	P komposisi logam	Converter	$P_Komposisi_Logam = 0.0021$
126	P komposisi sampah kebun	Converter	$P_Komposisi_Sampah_Kebun = 0.166$
127	P komposisi plastik	Converter	$P_Komposisi_Plastik = 0.0424$
128	P komposisi sisa makanan	Converter	$P_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.7348$
129	Laboratorium Kecamatan Gubeng	Stock	$Laboratorium_Kecamatan_Gubeng(t) = Laboratorium_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Lab) * dt$
130	Pertumbuhan lab	Flow	$INIT\ Laboratorium_Kecamatan_Gubeng = 4$ $Pertumbuhan_Lab = Laboratorium_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Lab$
131	Tingkat pertumbuhan lab	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Lab = 0$
132	Timbulan sampah lab	Converter	$Timbulan_Sampah_Lab = 25.58$
133	Berat sampah lab	Converter	$Berat_Sampah_Lab = Laboratorium_Kecamatan_Gubeng * Timbulan_Sampah_Lab$
134	L B3	Converter	$L_B3 = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_B3$
135	L diapers	Converter	$L_Diapers = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Diapers$
136	L kaca	Converter	$L_Kaca = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Kaca$

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
137	L kain	Converter	$L_Kain = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Kain$
138	L kayu	Converter	$L_Kayu = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Kayu$
139	L kertas	Converter	$L_Kertas = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Kertas$
140	L logam	Converter	$L_Logam = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Logam$
141	L plastik	Converter	$L_Plastik = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Plastik$
142	L sisa makanan	Converter	$L_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Lab * L_Komposisi_Sisa_Makanan$
143	L komposisi B3	Converter	$L_Komposisi_B3 = 0.038$
144	L komposisi diapers	Converter	$L_Komposisi_Diapers = 0.0061$
145	L komposisi kaca	Converter	$L_Komposisi_Kaca = 0.0032$
146	L komposisi kain	Converter	$L_Komposisi_Kain = 0.0044$
147	L komposisi kayu	Converter	$L_Komposisi_Kayu = 0.0049$
148	L komposisi kertas	Converter	$L_Komposisi_Kertas = 0.35552$
149	L komposisi logam	Converter	$L_Komposisi_Logam = 0.0018$
150	L komposisi plastik	Converter	$L_Komposisi_Plastik = 0.282$
151	L komposisi sisa makanan	Converter	$L_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.3044$
152	Mahasiswa Kecamatan Gubeng	Stock	$Mahasiswa_Kecamatan_Gubeng(t) = Mahasiswa_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Kampus) * dt$ $INIT\ Mahasiswa_Kecamatan_Gubeng = 56148$
153	Pertumbuhan kampus	Flow	$Mahasiswa_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Kampus$
154	Tingkat pertumbuhan kampus	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Kampus = 0.0926$
155	Timbulan sampah kampus	Converter	$Timbulan_Sampah_Kampus = 0.11 * 365 / 1000$
156	Berat sampah kampus	Converter	$Mahasiswa_Kecamatan_Gubeng * Timbulan_Sampah_Kampus$
157	C diapers	Converter	$C_Diapers = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Diapers$
158	C kaca	Converter	$C_Kaca = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Kaca$
159	C kain	Converter	$C_Kain = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Kain$
160	C karet	Converter	$C_Karet = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Karet$
161	C kayu	Converter	$C_Kayu = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Kayu$
162	C kertas	Converter	$C_Kertas = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Kertas$
163	C logam	Converter	$C_logam = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Logam$
164	C plastik	Converter	$C_Plastik = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Plastik$
165	C sisa makanan	Converter	$C_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Kampus * C_Komposisi_Sisa_Makanan$
166	C komposisi diapers	Converter	$C_Komposisi_Diapers = 0.0024$
167	C komposisi kaca	Converter	$C_Komposisi_Kaca = 0.0068$
168	C komposisi kain	Converter	$C_Komposisi_Kain = 0.0066$
169	C komposisi karet	Converter	$C_Komposisi_Karet = 0.0005$
170	C komposisi kayu	Converter	$C_Komposisi_Kayu = 0.0016$
171	C komposisi kertas	Converter	$C_Komposisi_Kertas = 0.3151$
172	C komposisi logam	Converter	$C_Komposisi_Logam = 0.0019$
173	C komposisi plastik	Converter	$C_Komposisi_Plastik = 0.3260$
174	C komposisi sisa makanan	Converter	$C_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.3392$
175	Luas pertokoan Kecamatan Gubeng	Stock	$Luas_Pertokoan_Kecamatan_Gubeng(t) = Luas_Pertokoan_Kecamatan_Gubeng(t - dt) + (Pertumbuhan_Toko) * dt$ $INIT\ Luas_Pertokoan_Kecamatan_Gubeng = 95400$
176	Pertumbuhan toko	Flow	$Luas_Pertokoan_Kecamatan_Gubeng * Tingkat_Pertumbuhan_Toko$
177	Tingkat pertumbuhan toko	Converter	$Tingkat_Pertumbuhan_Toko = 0.0129$
178	Timbulan sampah toko	Converter	$Timbulan_Sampah_Toko = 0.05 * 365 / 1000$
179	Berat sampah toko	Converter	$Luas_Pertokoan_Kecamatan_Gubeng * Timbulan_Sampah_Toko$
180	T kaca	Converter	$T_Kaca = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Kaca$
181	T kain	Converter	$T_Kain = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Kain$

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
182	T kayu	Converter	$T_Kayu = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Kayu$
183	T kertas	Converter	$T_Kertas = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Kertas$
184	T lainnya	Converter	$T_Lainnya = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Lainnya$
185	T logam	Converter	$T_Logam = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Logam$
186	T plastik	Converter	$T_Plastik = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Plastik$
187	T sisa makanan	Converter	$T_Sisa_Makanan = Berat_Sampah_Toko * T_Komposisi_Sisa_Makanan$
188	T komposisi kaca	Converter	$T_Komposisi_Kaca = 0.0007$
189	T komposisi kain	Converter	$T_Komposisi_Kain = 0.0019$
190	T komposisi kayu	Converter	$T_Komposisi_Kayu = 0.0012$
191	T komposisi kertas	Converter	$T_Komposisi_Kertas = 0.1898$
192	T komposisi lainnya	Converter	$T_Komposisi_Lainnya = 0.0376$
193	T komposisi logam	Converter	$T_Komposisi_Logam = 0.0241$
194	T komposisi plastik	Converter	$T_Komposisi_Plastik = 0.0754$
195	T komposisi sisa makanan	Converter	$T_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.6693$
196	Total berat sampah fasilitas	Converter	$Total_Berat_Sampah_Fasilitas = SUM(Berat_Sampah_Kampus, Berat_Sampah_Kantor, Berat_Sampah_Lab, Berat_Sampah_Pasar, Berat_Sampah_Toko, Berat_Sampah_Restoran, Berat_Sampah_Sekolah, Berat_Sampah_Hotel)$
197	Total berat sampah Kecamatan Gubeng	Converter	$Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber = Total_Berat_Sampah_Rumah_Tangga + Total_Berat_Sampah_Fasilitas$

Tabel Lamp. C.5 Formulasi Model Reduksi Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Jumlah KK nasabah Bank Sampah	Stock	Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah(t) = Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah(t - dt) + (Penambahan_Nasabah_BS) * dt INIT Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah = 900
2	Penambahan nasabah BS	Flow	Penambahan_Nasabah_BS = ROUND((Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah*Tingkat_Penambahan_Nasabah_BS))
3	Tingkat penambahan nasabah	Converter	Tingkat_Penambahan_Nasabah_BS = 0.03386
4	Ave reduksi sampah BS per orang	Converter	Ave_Reduksi_Sampah_BS_Per_Orang = (1.19*12/1000)*Aktivator_BS
5	Aktivator BS	Converter	Aktivator_BS = 1
6	Ave jumlah anggota keluarga	Converter	Ave_Jumlah_Anggota_Keluarga = 3.22
7	BS berat kaca	Converter	BS_Berat_Kaca = BS_Komposisi_Kaca*Reduksi_Sampah_BS
8	BS berat karet	Converter	BS_Berat_Karet = BS_Komposisi_Karet*Reduksi_Sampah_BS
9	BS berat kertas	Converter	BS_Berat_Kertas = BS_Komposisi_Kertas*Reduksi_Sampah_BS
10	BS berat logam	Converter	BS_Berat_Logam = BS_Komposisi_Logam*Reduksi_Sampah_BS
11	BS berat plastik	Converter	BS_Berat_Plastik = BS_Komposisi_Plastik*Reduksi_Sampah_BS
12	BS komposisi kaca	Converter	BS_Komposisi_Kaca = 0.0553
13	BS komposisi karet	Converter	BS_Komposisi_Karet = 0.0075
14	BS komposisi kertas	Converter	BS_Komposisi_Kertas = 0.6131
15	BS komposisi logam	Converter	BS_Komposisi_Logam = 0.0716
16	BS komposisi plastik	Converter	BS_Komposisi_Plastik = 0.2524
17	Reduksi sampah BS	Converter	Reduksi_Sampah_BS = Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah*Ave_Jumlah_Anggota_Keluarga*Ave_Reduksi_Sampah_BS_Per_Orang
18	Persentase reduksi BS	Converter	Persentase_Reduksi_BS = Reduksi_Sampah_BS/Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber*100
19	Jumlah komposter tiap RT	Stock	Jumlah_Komposter_tiap_RT(t) = Jumlah_Komposter_tiap_RT(t - dt) + (Penambahan_Komposter) * dt INIT Jumlah_Komposter_tiap_RT = 3
20	Penambahan komposter	Flow	Penambahan_Komposter = (Jumlah_Komposter_tiap_RT*Tingkat_Penambahan_Komposter)
21	Tingkat penambahan komposter	Converter	Tingkat_Penambahan_Komposter = 0.00487
22	Kapasitas komposter	Converter	Kapasitas_Komposter = 0.11*Aktivator_Komposter
23	Lama waktu pengomposan	Converter	Lama_waktu_pengomposan = 60
24	Aktivator komposter	Converter	Aktivator_Komposter = 1
25	Jumlah RT	Converter	Jumlah_RT = 519
26	Densitas sampah kebun	Converter	Densitas_Sampah_Kebun = 214.161/1000
27	Densitas sampah makanan	Converter	Densitas_Sisa_Makanan = 505.217/1000
28	Densitas sampah campuran	Converter	Densitas_Campuran = ((Densitas_Sampah_Kebun*IK_Komposisi_Sampah_Kebun)+(Densitas_Sisa_Makanan*IK_Komposisi_Sisa_Makanan))/(IK_Komposisi_Sampah_Kebun+IK_Komposisi_Sisa_Makanan)
29	IK komposisi sampah kebun	Converter	IK_Komposisi_Sampah_Kebun = 0.0424
30	IK komposisi sampah makanan	Converter	IK_Komposisi_Sisa_Makanan = 0.5742
31	IK sampah kebun	Converter	IK_Sampah_Kebun = IK_Komposisi_Sampah_Kebun*Reduksi_Sampah_Komposter
33	IK sampah sisa makanan	Converter	IK_Sampah_Sisa_Makanan = IK_Komposisi_Sisa_Makanan*Reduksi_Sampah_Komposter
34	Total unit komposter	Converter	Total_Unit_Komposter = DELAY(ROUND(Jumlah_Komposter_tiap_RT*Jumlah_RT),1)
35	Reduksi sampah komposter	Converter	Reduksi_Sampah_Komposter = Jumlah_Komposter_tiap_RT*Jumlah_RT*((Kapasitas_Komposter*Densitas_Campuran)/Lama_waktu_pengomposan)*365
37	Persentase reduksi IK	Converter	Persentase_Reduksi_IK = Reduksi_Sampah_Komposter/Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber*100

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
38	RK Bratang komposisi dapat dikomposkan	Converter	$RK_Bratang_Komposisi_dapat_dikomposkan = 0.7866$
39	RK Bratang komposisi residu	Converter	$RK_Bratang_Komposisi_residu = 0.2134$
41	RK Srikana komposisi dapat dikomposkan	Converter	$RK_Srikana_Komposisi_dapat_dikomposkan = 0.7725$
42	RK Srikana komposisi residu	Converter	$RK_Srikana_Komposisi_residu = 0.2275$
43	Persentase pelayanan RK	Converter	$Persentase_Pelayanan_RK = 0.272$
44	Aktivator reduksi RK Bratang	Converter	$Aktivator_Reduksi_RK_Bratang = 1$
46	Aktivator reduksi RK Srikana	Converter	$Aktivator_Reduksi_RK_Srikana = 1$
47	Ave volume sampah masuk RK Bratang	Converter	$Ave_Volume_sampah_masuk_RK_Bratang = (11.7*365)*Aktivator_Reduksi_RK_Bratang$
48	Ave volume sampah masuk RK Srikana	Converter	$Ave_Volume_sampah_masuk_RK_Srikana = (1.282*365)*Aktivator_Reduksi_RK_Srikana$
50	Ave berat sampah masuk RK Bratang	Converter	$Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Bratang = Ave_Volume_sampah_masuk_RK_Bratang * Densitas_Sampah_Kebun * Persentase_Pelayanan_RK$
51	Ave berat sampah masuk RK Srikana	Converter	$Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Srikana = Ave_Volume_sampah_masuk_RK_Srikana * Densitas_Sampah_Kebun$
52	Berat sampah dapat dikomposkan RK Bratang	Converter	$Berat_Sampah_dapat_dikomposkan_RK_Bratang = Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Bratang * RK_Bratang_Komposisi_residu$
54	Berat sampah dapat dikomposkan RK Srikana	Converter	$Berat_Sampah_dapat_dikomposkan_RK_Srikana = Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Srikana * RK_Srikana_Komposisi_dapat_di_komposkan$
55	Berat sampah residu RK Bratang	Converter	$Berat_Sampah_Residu_RK_Bratang = Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Bratang * RK_Bratang_Komposisi_dapat_di_komposkan$
56	Berat sampah residu RK Srikana	Converter	$Berat_Sampah_Residu_RK_Srikana = Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Srikana * RK_Srikana_Komposisi_residu$
57	Reduksi sampah Rumah Kompos	Converter	$Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos = Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Bratang + Ave_Berat_Sampah_Masuk_RK_Srikana$
59	Persentase reduksi RK	Converter	$Persentase_Reduksi_RK = Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos / Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber * 100$
60	Ave jumlah penarik gerobak	Converter	$Ave_Jumlah_Penarik_Gerobak = 29$
61	Persentase Ave penarik gerobak memilah	Converter	$Persentase_Ave_Penarik_Gerobak_Memilah = 0.7459$
63	Kemampuan reduksi tiap orang	Converter	$Kemampuan_Reduksi_tiap_orang = (11.970*365/1000)*Aktivator_Pemulung$
64	Jumlah TPS	Converter	$Jumlah_TPS = 8$
65	Jumlah pemulung di TPS	Converter	$Jumlah_Pemulung_di_TPS = (Jumlah_TPS * Ave_Jumlah_Penarik_Gerobak) * Persentase_Ave_Penarik_Gerobak_Memilah$
67	Aktivator pemulung	Converter	$Aktivator_Pemulung = 1$
68	PM komposisi B3	Converter	$PM_Komposisi_B3 = 0.001$
69	PM komposisi logam	Converter	$PM_Komposisi_Logam = 0.0403$
70	PM komposisi kaca	Converter	$PM_Komposisi_Kaca = 0.0198$
72	PM komposisi kain	Converter	$PM_Komposisi_Kain = 0.00002$
73	PM komposisi karet	Converter	$PM_Komposisi_Karet = 0.0354$
74	PM komposisi kertas	Converter	$PM_Komposisi_Kertas = 0.3666$
76	PM komposisi plastik	Converter	$PM_Komposisi_Plastik = 0.5278$
77	PM berat B3	Converter	$PM_Berat_B3 = PM_Komposisi_B3 * Reduksi_Sampah_di_TPS$
78	PM berat kertas	Converter	$PM_Berat_Kertas = Reduksi_Sampah_di_TPS * PM_Komposisi_Kertas$
80	PM berat logam	Converter	$PM_Berat_Logam = PM_Komposisi_Logam * Reduksi_Sampah_di_TPS$
81	PM berat plastik	Converter	$PM_Berat_Plastik = PM_Komposisi_Plastik * Reduksi_Sampah_di_TPS$
82	PM berat kaca	Converter	$PM_Berat_Kaca = Reduksi_Sampah_di_TPS * PM_Komposisi_Kaca$
83	PM berat kain	Converter	$PM_Berat_Kain = Reduksi_Sampah_di_TPS * PM_Komposisi_Kain$
85	PM berat karet	Converter	$PM_Berat_Karet = Reduksi_Sampah_di_TPS * PM_Komposisi_Karet$
86	Reduksi sampah di TPS	Converter	$Reduksi_Sampah_di_TPS =$

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
87	Persentase reduksi PM	Converter	$\frac{\text{Jumlah_Pemulung_di_TPS} \times \text{Kemampuan_Reduksi_tiap_orang}}{\text{Persentase_Reduksi_PM} = \frac{\text{Reduksi_Sampah_di_TPS}}{\text{Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber}} \times 100}$
89	Reduksi sampah rumah tangga	Converter	$\text{Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos} + \text{Reduksi_Sampah_Komposter} + \text{Reduksi_Sampah_BS} + \text{Reduksi_Sampah_di_TPS}$
90	Total persentase reduksi	Converter	$\text{Total_Persentase_Reduksi} = \text{SUM}(\text{Persentase_Reduksi_BS}, \text{Persentase_Reduksi_IK}, \text{Persentase_Reduksi_PM}, \text{Persentase_Reduksi_RK})$

Tabel Lamp. C.6 Formulasi Model Pengangkutan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Jumlah truk	Stock	$Jumlah_Truk(t) = Jumlah_Truk(t - dt) + (Penambahan_Truk + Pengurangan_Truk) * dt$ INIT Jumlah__Truk = 11
2	Penambahan truk	Flow	$Penambahan_Truk = ROUND(Jumlah_Truk * Tingkat_Penambahan_Truk_Pertahun)$
3	Pengurangan truk	Flow	$Pengurangan_Truk = ROUND(Jumlah_Truk * Tingkat_Pengurangan_Truk_Pertahun)$
4	Tingkat penambahan truk	Converter	$Tingkat_Penambahan_Truk_Pertahun = 0.0542$
5	Tingkat pengurangan truk	Converter	$Tingkat_Pengurangan_Truk_Pertahun = 0.0336$
6	Kapasitas truk	Converter	$Kapasitas_Truk = 14$
7	Sampah di TPS	Converter	$Sampah_di_TPS = \frac{Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber-Reduksi_Sampah_Rumah_Tangga}{365}$
8	Beban sampah tiap trip	Converter	$Beban_Sampah_Tiap_Trip = Densitas_Sampah_di_Truk * Kapasitas_Truk$
9	Kebutuhan trip	Converter	$Kebutuhan_Trip = ROUND(Sampah_di_TPS / Beban_Sampah_Tiap_Trip / 365)$
10	Beban trip tiap truk	Converter	$Beban_Trip_Tiap_Truk = 2$
11	Kebutuhan truk	Converter	$Kebutuhan_Truk = ROUND(Kebutuhan_Trip / Beban_Trip_Tiap_Truk)$
12	Total jumlah truk	Converter	$Total_Jumlah_Truk = ROUND(Jumlah_Truk - Kebutuhan_Truk)$
13	Densitas sampah di truk	Converter	$Densitas_Sampah_di_Truk = 0.35$
14	Jumlah trip	Converter	$Jumlah_Trip = 6522$
15	Ave berat sampah tiap kontainer	Converter	$Ave_Berat_Sampah_Tiap_Kontainer = 5.67$
16	Ave persentase pelayanan	Converter	$Ave_Persentase_Pelayanan = 0.61$
17	Rate pengangkutan eksisting	Converter	$Rate_Pengangkutan_Eksisting = \frac{Sampah_TPS_Terangkut_ke_TPA}{Sampah_di_TPS}$
18	Sampah TPS terangkut ke TPA	Converter	$Sampah_TPS_Terangkut_ke_TPA = (Jumlah_Trip * Ave_Berat_Sampah_Tiap_Kontainer) * Ave_Persentase_Pelayanan$
19	Sisa sampah di TPS	Converter	$Sisa_Sampah_di_TPS = Sampah_di_TPS - Sampah_TPS_Terangkut_ke_TPA$

Tabel Lamp. C.7 Formulasi Model Timbulan dan Komposisi Sampah Sejenis Rumah Tangga

Biaya Pengelolaan Sampah			
No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Jumlah unit BS	Converter	Jumlah_Unit_BS =
2	Ave jumlah nasabah tiap BS	Converter	ROUND(Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah/Ave_Jumlah_Nasabah_Tiap_BS)
3	Aktivator biaya stimulan	Converter	Ave_Jumlah_Nasabah_Tiap_BS = 45
4	Biaya stimulan tiap BS	Converter	Aktivator_Biaya_Stimulan = 1
5	Biaya BS	Converter	Biaya_Stimulan_Tiap_BS = 2000
6	Jumlah IK eksisting	Converter	Biaya_BS =
7	Jumlah unit IK	Converter	Jumlah_Unit_BS*Biaya_Stimulan_Tiap_BS*Aktivator_Biaya_Stimulan
8	Biaya investasi unit IK	Converter	Jumlah_IK_Eksisting = 3*519
9	Biaya IK	Converter	Jumlah_Unit_IK = ROUND(Jumlah_Komposter_tiap_RT*Jumlah_RT)-
10	Biaya sampah masuk RK tiap ton	Converter	Jumlah_IK_Eksisting
11	Biaya RK	Converter	Biaya_Investasi_Unit_IK = 400
12	Biaya pengolahan	Converter	Biaya_IK = Jumlah_Unit_IK*Biaya_Investasi_Unit_IK*Aktivator_Biaya_Stimulan
13	Biaya pengumpulan tiap ton	Converter	Biaya_Sampah_Masuk_RK_Tiap_Ton = 87.973
14	Biaya pengumpulan	Converter	Biaya_RK =
15	Biaya pemindahan tiap ton	Converter	Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos*Biaya_Sampah_Masuk_RK_Tiap_Ton
16	Biaya pemindahan	Converter	Biaya_Pengolahan = SUM(Biaya_BS,Biaya_IK,Biaya_RK)
17	Sampah diangkut ke TPA	Converter	Biaya_Pengumpulan_Tiap_Ton = 74.444
18	Rate pengangkutan	Converter	Biaya_Pengumpulan =
19	Biaya pengangkutan tiap ton	Converter	Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber*Biaya_Pengumpulan_Tiap_Ton
20	Biaya pemrosesan tiap ton	Converter	Biaya_Pemindahan_Tiap_Ton = 7.500
21	Biaya pemrosesan akhir	Converter	Biaya_Pemindahan =
22	Total biaya	Converter	Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber*Biaya_Pemindahan_Tiap_Ton
			Sampah_diangkut_ke_TPA = Sampah_di_TPS*Rate_Pengangkutan
			Rate_Pengangkutan = 0.85
			Biaya_Pengangkutan_Tiap_Ton = 65.794
			Biaya_Pengangkutan = Sampah_diangkut_ke_TPA*Biaya_Pengangkutan_Tiap_Ton
			Biaya_Pemrosesan_Tiap_Ton = 141.684
			Biaya_Pemrosesan_Akhir =
			Sampah_diangkut_ke_TPA*Biaya_Pemrosesan_Tiap_Ton
			Total_Biaya =
			SUM(Biaya_Pemindahan,Biaya_Pemrosesan_Akhir,Biaya_Pengangkutan,Biaya_Pengolahan,Biaya_Pengumpulan)

Tabel Lamp. C.8 Formulasi Model Biaya Pengelolaan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Jumlah unit BS	Converter	$\text{Jumlah_Unit_BS} = \text{ROUND}(\text{Jumlah_KK_Nasabah_Bank_Sampah} / \text{Ave_Jumlah_Nasabah_Tiap_BS})$
2	Ave jumlah nasabah tiap BS	Converter	$\text{Ave_Jumlah_Nasabah_Tiap_BS} = 45$
3	Aktivator biaya stimulan	Converter	$\text{Aktivator_Biaya_Stimulan} = 1$
4	Biaya stimulan tiap BS	Converter	$\text{Biaya_Stimulan_Tiap_BS} = 2000$
5	Biaya BS	Converter	$\text{Biaya_BS} = \text{Jumlah_Unit_BS} * \text{Biaya_Stimulan_Tiap_BS} * \text{Aktivator_Biaya_Stimulan}$
6	Jumlah IK eksisting	Converter	$\text{Jumlah_IK_Eksisting} = 3 * 519$
7	Jumlah unit IK	Converter	$\text{Jumlah_Unit_IK} = \text{ROUND}(\text{Jumlah_Komposter_tiap_RT} * \text{Jumlah_RT}) - \text{Jumlah_IK_Eksisting}$
8	Biaya investasi unit IK	Converter	$\text{Biaya_Investasi_Unit_IK} = 400$
9	Biaya IK	Converter	$\text{Biaya_IK} = \text{Jumlah_Unit_IK} * \text{Biaya_Investasi_Unit_IK} * \text{Aktivator_Biaya_Stimulan}$
10	Biaya sampah masuk RK tiap ton	Converter	$\text{Biaya_Sampah_Masuk_RK_Tiap_Ton} = 87.973$
11	Biaya RK	Converter	$\text{Biaya_RK} = \text{Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos} * \text{Biaya_Sampah_Masuk_RK_Tiap_Ton}$
12	Biaya pengolahan	Converter	$\text{Biaya_Pengolahan} = \text{SUM}(\text{Biaya_BS}, \text{Biaya_IK}, \text{Biaya_RK})$
13	Biaya pengumpulan tiap ton	Converter	$\text{Biaya_Pengumpulan_Tiap_Ton} = 74.444$
14	Biaya pengumpulan	Converter	$\text{Biaya_Pengumpulan} = \text{Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber} * \text{Biaya_Pengumpulan_Tiap_Ton}$
15	Biaya pemindahan tiap ton	Converter	$\text{Biaya_Pemindahan_Tiap_Ton} = 7.500$
16	Biaya pemindahan	Converter	$\text{Biaya_Pemindahan} = \text{Total_Berat_Sampah_Kecamatan_Gubeng_di_Sumber} * \text{Biaya_Pemindahan_Tiap_Ton}$
17	Sampah diangkut ke TPA	Converter	$\text{Sampah_diangkut_ke_TPA} = \text{Sampah_di_TPS} * \text{Rate_Pengangkutan}$
18	Rate pengangkutan	Converter	$\text{Rate_Pengangkutan} = 0.85$
19	Biaya pengangkutan tiap ton	Converter	$\text{Biaya_Pengangkutan_Tiap_Ton} = 65.794$
20	Biaya pengangkutan	Converter	$\text{Biaya_Pengangkutan} = \text{Sampah_diangkut_ke_TPA} * \text{Biaya_Pengangkutan_Tiap_Ton}$
21	Biaya pemrosesan tiap ton	Converter	$\text{Biaya_Pemrosesan_Tiap_Ton} = 141.684$
22	Biaya pemrosesan akhir	Converter	$\text{Biaya_Pemrosesan_Akhir} = \text{Sampah_diangkut_ke_TPA} * \text{Biaya_Pemrosesan_Tiap_Ton}$
23	Total biaya	Converter	$\text{Total_Biaya} = \text{SUM}(\text{Biaya_Pemindahan}, \text{Biaya_Pemrosesan_Akhir}, \text{Biaya_Pengangkutan}, \text{Biaya_Pengolahan}, \text{Biaya_Pengumpulan})$

Tabel Lamp. C.9 Formulasi Model Emisi CH₄ Pengolahan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Total sampah B3	Converter	Total_Sampah_B3 = SUM(B3,K_B3,L_B3,P_B3,S_B3)
2	Total sampah diapers	Converter	Total_Sampah_Diapers = SUM(C_Diapers,Diapers,K_Diapers,L_Diapers,S_Diapers)
3	Total sampah kaca	Converter	Total_Sampah_Kaca = SUM(C_Kaca,Kaca,K_Kaca,L_Kaca,P_Kaca,R_Kaca,S_Kaca,T_Kaca)
4	Total sampah kain	Converter	Total_Sampah_Kain = SUM(C_Kain,Kain,K_Kain,L_Kain,P_Kain,S_Kain,T_Kain)
5	Total sampah karet	Converter	Total_Sampah_Karet = SUM(C_Karet,Karet,K_Karet,P_Karet,R_Karet,S_Karet)
6	Total sampah kayu	Converter	Total_Sampah_Kayu = SUM(C_Kayu,Kayu,K_Kayu,L_Kayu,P_Kayu,S_Kayu,T_Kayu)
7	Total sampah kebun	Converter	Total_Sampah_Kebun = SUM(K_Sampah_Kebun,P_Sampah_Kebun,Sampah_Kebun,S_Sampah_Kebun)
8	Total sampah kertas	Converter	Total_Sampah_Kertas = SUM(C_Kertas,Kertas,K_Kertas,L_Kertas,P_Kertas,R_Kertas,S_Kertas,T_Kertas)
9	Total sampah logam	Converter	Total_Sampah_Logam = SUM(C_logam,K_Logam,Logam,L_Logam,P_Logam,R_Logam,S_Logam,T_Logam)
10	Total sampah plastik di sumber	Converter	Total_Sampah_Plastik_di_Sumber = SUM(C_Plastik,K_Plastik,L_Plastik,Plastik,P_Plastik,R_Plastik,S_Plastik,T_Plastik)
11	Total sampah sisa makanan	Converter	Total_Sampah_Sisa_Makanan = SUM(C_Sisa_Makanan,K_Sisa_Makanan,L_Sisa_Makanan,P_Sisa_Makanan,R_Sisa_makanan,Sisa_Makanan,S_Sisa_Makanan,T_Sisa_Makanan)
12	Total sampah lain	Converter	Total_Sampah_Lain = SUM(P_Lainnya,Sampah_Lain,T_Lainnya)
13	DOCf	Converter	DOCf = 0.5
14	DOC B3	Converter	DOC_B3 = 0
15	DOC kaca	Converter	DOC_Kaca = 0
16	DOC kain	Converter	DOC_Kain = 0.24
17	DOC karet	Converter	DOC_Karet = 0.39
18	DOC kayu	Converter	DOC_Kayu = 0.43
19	DOC logam	Converter	DOC_Logam = 0
20	DOC plastik	Converter	DOC_plastik = 0
21	DOC diapers	Converter	DOC_Diapers = 0.24
22	DOC kertas	Converter	DOC_Kertas = 0.4
23	DOC sampah kebun	Converter	DOC_Sampah_Kebun = 0.2
24	DOC sampah lain	Converter	DOC_Sampah_Lain = 0
25	DOC sisa makanan	Converter	DOC_Sisa_Makanan = 0.15
26	DDOC B3	Converter	DDOC_B3 = Total_Sampah_B3*DOC_B3*DOCf*MCF
27	DDOC diapers	Converter	DDOC_Diapers = Total_Sampah_Diapers*DOC_Diapers*DOCf*MCF
28	DDOC kaca	Converter	DDOC_Kaca = Total_Sampah_Kaca*DOC_Kaca*DOCf*MCF
29	DDOC kain	Converter	DDOC_Kain = Total_Sampah_Kain*DOC_Kain*DOCf*MCF
30	DDOC karet	Converter	DDOC_Karet = Total_Sampah_Karet*DOC_Karet*DOCf*MCF
31	DDOC kayu	Converter	DDOC_Kayu = Total_Sampah_Kayu*DOC_Kayu*DOCf*MCF
32	DDOC kertas	Converter	DDOC_Kertas = Total_Sampah_Kertas*DOC_Kertas*DOCf*MCF
33	DDOC plastik	Converter	DDOC_Plastik = Total_Sampah_Plastik_di_Sumber*DOC_plastik*DOCf*MCF
34	DDOC sisa makanan	Converter	DDOC_Sisa_Makanan = Total_Sampah_Sisa_Makanan*DOC_Sisa_Makanan*DOCf*MCF
35	DDOC logam	Converter	DDOC_Logam = Total_Sampah_Logam*DOC_Logam*DOCf*MCF
36	DDOC sampah kebun	Converter	DDOC_Sampah_Kebun = Total_Sampah_Kebun*DOC_Sampah_Kebun*DOCf*MCF
37	DDOC sampah lain	Converter	DDOC_Sampah_Lain = Total_Sampah_Lain*DOC_Sampah_Lain*DOCf*MCF

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
38	Lo B3	Converter	$Lo_B3 = DDOC_B3 * F * (16/12)$
39	Lo diapers	Converter	$Lo_Diapers = DDOC_Diapers * F * (16/12)$
40	Lo kaca	Converter	$Lo_Kaca = DDOC_Kaca * F * (16/12)$
41	Lo kain	Converter	$Lo_Kain = DDOC_Kain * F * (16/12)$
42	Lo karet	Converter	$Lo_Karet = DDOC_Karet * F * (16/12)$
43	Lo kayu	Converter	$Lo_Kayu = DDOC_Kayu * F * (16/12)$
44	Lo kertas	Converter	$Lo_Kertas = DDOC_Kertas * F * (16/12)$
45	Lo logam	Converter	$Lo_Logam = DDOC_Logam * F * (16/12)$
46	Lo plastik	Converter	$Lo_Plastik = DDOC_Plastik * F * (16/12)$
47	Lo sampah kebun	Converter	$Lo_Sampah_Kebun = DDOC_Sampah_Kebun * F * (16/12)$
48	Lo sampah lain	Converter	$Lo_Sampah_Lain = DDOC_Sampah_Lain * F * (16/12)$
49	Lo sisa makanan	Converter	$Lo_Sisa_Makanan = DDOC_Sisa_Makanan * F * (16/12)$
50	MCF	Converter	$MCF = 0.8$
51	OX	Converter	$OX = 0$
52	F	Converter	$F = 0.5$
53	Recovery CH4 B3	Converter	$Recovery_CH4_B3 = 0$
54	Recovery CH4 diapers	Converter	$Recovery_CH4_Diapers = 0$
55	Recovery CH4 kaca	Converter	$Recovery_CH4_Kaca = 0$
56	Recovery CH4 kain	Converter	$Recovery_CH4_Kain = 0$
57	Recovery CH4 karet	Converter	$Recovery_CH4_Karet = 0$
58	Recovery CH4 kayu	Converter	$Recovery_CH4_Kayu = 0$
59	Recovery CH4 kertas	Converter	$Recovery_CH4_Kertas = 0$
60	Recovery CH4 logam	Converter	$Recovery_CH4_Logam = 0$
61	Recovery CH4 plastik	Converter	$Recovery_CH4_Plastik = 0$
62	Recovery CH4 sampah kebun	Converter	$Recovery_CH4_Sampah_Kebun = 0$
63	Recovery CH4 sampah lain	Converter	$Recovery_CH4_Sampah_Lain = 0$
64	Recovery CH4 sisa makanan	Converter	$Recovery_CH4_Sisa_Makanan = 0$
65	Emisi CH4 B3	Converter	$Emisi_CH4_B3 = (Lo_B3 - Recovery_CH4_B3) * (1 - OX)$
66	Emisi CH4 diapers	Converter	$Emisi_CH4_Diapers = (Lo_Diapers - Recovery_CH4_Diapers) * (1 - OX)$
67	Emisi CH4 kaca	Converter	$Emisi_CH4_Kaca = (Lo_Kaca - Recovery_CH4_Kaca) * (1 - OX)$
68	Emisi CH4 kain	Converter	$Emisi_CH4_Kain = (Lo_Kain - Recovery_CH4_Kain) * (1 - OX)$
69	Emisi CH4 karet	Converter	$Emisi_CH4_Karet = (Lo_Karet - Recovery_CH4_Karet) * (1 - OX)$
70	Emisi CH4 kayu	Converter	$Emisi_CH4_Kayu = (Lo_Kayu - Recovery_CH4_Kayu) * (1 - OX)$
71	Emisi CH4 kertas	Converter	$Emisi_CH4_Kertas = (Lo_Kertas - Recovery_CH4_Kertas) * (1 - OX)$
72	Emisi CH4 logam	Converter	$Emisi_CH4_Logam = (Lo_Logam - Recovery_CH4_Logam) * (1 - OX)$
73	Emisi CH4 plastik	Converter	$Emisi_CH4_Plastik = (Lo_Plastik - Recovery_CH4_Plastik) * (1 - OX)$
74	Emisi CH4 sampah kebun	Converter	$Emisi_CH4_Sampah_Kebun = (Lo_Sampah_Kebun - Recovery_CH4_Sampah_Kebun) * (1 - OX)$
75	Emisi CH4 sampah lain	Converter	$Emisi_CH4_Sampah_Lain = (Lo_Sampah_Lain - Recovery_CH4_Sampah_Lain) * (1 - OX)$
76	Emisi CH4 sisa makanan	Converter	$Emisi_CH4_Sisa_Makanan = (Lo_Sisa_Makanan - Recovery_CH4_Sisa_Makanan) * (1 - OX)$
77	Emisi CH4 Pengolahan sampah	Converter	$Emisi_CH4_Pengolahan_Sampah = SUM(Emisi_CH4_B3, Emisi_CH4_Diapers, Emisi_CH4_Kaca, Emisi_CH4_Kain, Emisi_CH4_Karet, Emisi_CH4_Kayu, Emisi_CH4_Kertas, Emisi_CH4_Logam, Emisi_CH4_Plastik, Emisi_CH4_Sampah_Kebun, Emisi_CH4_Sampah_Lain, Emisi_CH4_Sisa_Makanan)$

Tabel Lamp. C.10 Formulasi Model Reduksi Emisi CH₄ Pengolahan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	PM DDOC B3	Converter	$PM_DDOC_B3 = PM_Berat_B3 * DOC_B3 * DOCf * MCF$
2	PM DDOC kaca	Converter	$PM_DDOC_Kaca = PM_Berat_Kaca * DOC_Kaca * DOCf * MCF$
3	PM DDOC kain	Converter	$PM_DDOC_Kain = PM_Berat_Kain * DOC_Kain * DOCf * MCF$
4	PM DDOC kertas	Converter	$PM_DDOC_Kertas = PM_Berat_Kertas * DOC_Kertas * DOCf * MCF$
5	PM DDOC logam	Converter	$PM_DDOC_Logam = PM_Berat_Logam * DOC_Logam * DOCf * MCF$
6	PM DDOC plastik	Converter	$PM_DDOC_Plastik = PM_Berat_Plastik * DOC_plastik * DOCf * MCF$
7	PM Lo B3	Converter	$PM_Lo_B3 = PM_DDOC_B3 * F * (16/2)$
8	PM Lo kaca	Converter	$PM_Lo_Kaca = PM_DDOC_Kaca * F * (16/2)$
9	PM Lo kain	Converter	$PM_Lo_Kain = PM_DDOC_Kain * F * (16/2)$
10	PM Lo kertas	Converter	$PM_Lo_Kertas = PM_DDOC_Kertas * F * (16/12)$
11	PM Lo logam	Converter	$PM_Lo_Logam = PM_DDOC_Logam * F * (16/12)$
12	PM Lo plastik	Converter	$PM_Lo_Plastik = PM_DDOC_Plastik * F * (16/12)$
13	PM Recovery CH ₄ kertas	Converter	$PM_Recovery_CH4_Kertas_TPS = 0$
14	PM Recovery CH ₄ logam	Converter	$PM_Recovery_CH4_Logam_TPS = 0$
15	PM Recovery CH ₄ plastik	Converter	$PM_Recovery_CH4_Plastik_TPS = 0$
16	PM Recovery CH ₄ B3	Converter	$PM_Recovery_CH4_B3_TPS = 0$
17	PM Recovery CH ₄ kaca	Converter	$PM_Recovery_CH4_Kaca_TPS = 0$
18	PM Recovery CH ₄ kain	Converter	$PM_Recovery_CH4_Kain_TPS = 0$
19	PM Reduksi emisi CH ₄ B3	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_B3 = (PM_Lo_B3 - PM_Recovery_CH4_B3_TPS) * (1 - OX)$
20	PM Reduksi emisi CH ₄ kaca	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kaca = (PM_Lo_Kaca - PM_Recovery_CH4_Kaca_TPS) * (1 - OX)$
21	PM Reduksi emisi CH ₄ kain	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kain = (PM_Lo_Kain - PM_Recovery_CH4_Kain_TPS) * (1 - OX)$
22	PM Reduksi emisi CH ₄ kertas	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kertas = (PM_Lo_Kertas - PM_Recovery_CH4_Kertas_TPS) * (1 - OX)$
23	PM Reduksi emisi CH ₄ logam	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_Logam = (PM_Lo_Logam - PM_Recovery_CH4_Logam_TPS) * (1 - OX)$
24	PM Reduksi emisi CH ₄ plastik	Converter	$PM_Reduksi_Emisi_CH4_Plastik = (PM_Lo_Plastik - PM_Recovery_CH4_Plastik_TPS) * (1 - OX)$
25	Reduksi emisi CH ₄ pemulung TPS	Converter	$Reduksi_Emisi_CH4_Pemulung_TPS = SUM(PM_Reduksi_Emisi_CH4_B3, PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kaca, PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kertas, PM_Reduksi_Emisi_CH4_Plastik, PM_Reduksi_Emisi_CH4_Logam, PM_Reduksi_Emisi_CH4_Kain)$
26	BS DDOC kaca	Converter	$BS_DDOC_Kaca = BS_Berat_Kaca * DOC_Kaca * DOCf * MCF$
27	BS DDOC karet	Converter	$BS_DDOC_Karet = BS_Berat_Karet * DOC_Karet * DOCf * MCF$
28	BS DDOC kertas	Converter	$BS_DDOC_Kertas = BS_Berat_Kertas * DOC_Kertas * DOCf * MCF$
29	BS DDOC plastik	Converter	$BS_DDOC_Plastik = BS_Berat_Plastik * DOC_plastik * DOCf * MCF$
30	BS DDOC logam	Converter	$BS_DDOC_Logam = BS_Berat_Logam * DOC_Logam * DOCf * MCF$
31	BS Lo kaca	Converter	$BS_Lo_Kaca = BS_DDOC_Kaca * F * (16/12)$
32	BS Lo karet	Converter	$BS_Lo_Karet = BS_DDOC_Karet * F * (16/12)$
33	BS Lo kertas	Converter	$BS_Lo_Kertas = BS_DDOC_Kertas * F * (16/12)$
34	BS Lo plastik	Converter	$BS_Lo_Plastik = BS_DDOC_Plastik * F * (16/12)$
35	BS Lo logam	Converter	$BS_Lo_Logam = BS_DDOC_Logam * F * (16/12)$
36	BS recovery CH ₄ kaca	Converter	$BS_Recovery_CH4_Kaca = 0$
37	BS recovery CH ₄ karet	Converter	$BS_Recovery_CH4_Karet = 0$
38	BS recovery CH ₄ kertas	Converter	$BS_Recovery_CH4_Kertas = 0$
39	BS recovery CH ₄ plastik	Converter	$BS_Recovery_CH4_Logam = 0$

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
40	BS recovery CH4 logam	Converter	BS_Recovery__CH4_Plastik = 0
41	BS reduksi emisi CH4 kaca	Converter	BS_Reduksi_Emisi__CH4_Kaca = (BS_Lo_Kaca-BS_Recovery_CH4_Kaca)*(1-OX)
42	BS reduksi emisi CH4 karet	Converter	BS_Reduksi_Emisi__CH4_Karet = (BS_Lo_Karet-BS_Recovery_CH4_Karet)*(1-OX)
43	BS reduksi emisi CH4 kertas	Converter	BS_Reduksi_Emisi__CH4_Kertas = (BS_Lo_Kertas-BS_Recovery_CH4_Kertas)*(1-OX)
44	BS reduksi emisi CH4 plastik	Converter	BS_Reduksi_Emisi__CH4_Logam = (BS_Lo_Logam-BS_Recovery_CH4_Logam)*(1-OX)
45	BS reduksi emisi CH4 logam	Converter	BS_Reduksi_Emisi__CH4_Plastik = (BS_Lo_Plastik-BS_Recovery_CH4_Plastik)*(1-OX)
46	Reduksi emisi CH4 BS	Converter	Reduksi_Emisi__CH4_BS = SUM(BS_Reduksi_Emisi__CH4_Kaca,BS_Reduksi_Emisi__CH4_Karet,BS_Reduksi_Emisi__CH4_Kertas,BS_Reduksi_Emisi__CH4_Logam,BS_Reduksi_Emisi__CH4_Plastik)
47	Recovery CH4 komposter	Converter	Recovery_CH4_Komposter = 0
48	Recovery CH4 rumah kompos	Converter	Recovery_CH4_Rumah_Kompos = 0
49	EF pengomposan	Converter	EF_Pengomposan = 4
50	Reduksi emisi CH4 rumah kompos	Converter	Reduksi_Emisi_CH4_Rumah_Kompos = ((Reduksi_Sampah_Komposter*EF_Pengomposan)/1000)-Recovery_CH4_Rumah_Kompos
51	Reduksi emisi CH4 komposter	Converter	Reduksi_Emisi_CH4_Komposter = ((Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos*EF_Pengomposan)/1000)-Recovery_CH4_Komposter
52	Reduksi emisi CH4 pengolahan sampah	Converter	Reduksi_Emisi_CH4_Pengolahan_Sampah = SUM(Reduksi_Emisi_CH4_Pemulung_TPS,Reduksi_Emisi_CH4_Rumah_Kompos,Reduksi_Emisi_CH4_BS,Reduksi_Emisi_CH4_Komposter)

Tabel Lamp. C.11 Formulasi Model Emisi CO₂ Pengolahan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Carbon stok B3	Converter	Carbon_Stok_B3 = Total_Sampah_B3*DOC_B3
2	Carbon stok diapers	Converter	Carbon_Stok_Diapers = Total_Sampah_Diapers*DOC_Diapers
3	Carbon stok kaca	Converter	Carbon_Stok_Kaca = Total_Sampah_Kaca*DOC_Kaca
4	Carbon stok kain	Converter	Carbon_Stok_Kain = Total_Sampah_Kain*DOC_Kain
5	Carbon stok karet	Converter	Carbon_Stok_Karet = Total_Sampah_Karet*DOC_Karet
6	Carbon stok kayu	Converter	Carbon_Stok_Kayu = Total_Sampah_Kayu*DOC_Kayu
7	Carbon stok kertas	Converter	Carbon_Stok_Kertas = Total_Sampah_Kertas*DOC_Kertas
8	Carbon stok logam	Converter	Carbon_Stok_Logam = Total_Sampah_Logam*DOC_Logam
9	Carbon stok plastik	Converter	Carbon_Stok_Plastik = Total_Sampah_Plastik_di_Sumber*DOC_plastik
10	Carbon stok sampah kebun	Converter	Carbon_Stok_Sampah_Kebun = Total_Sampah_Kebun*DOC_Sampah_Kebun
11	Carbon stok sampah lain	Converter	Carbon_Stok_Sampah_Lain = Total_Sampah_Lain*DOC_Sampah_Lain
12	Carbon stok sisa makanan	Converter	Carbon_Stok_Sisa_Makanan = Total_Sampah_Sisa_Makanan*DOC_Sisa_Makanan
13	Emisi CO2 B3	Converter	Emisi_CO2_B3 = (44/12)*Carbon_Stok_B3*(1-MCF)*DOCf
14	Emisi CO2 diapers	Converter	Emisi_CO2_Diapers = (44/12)*Carbon_Stok_Diapers*(1-MCF)*DOCf
15	Emisi CO2 kaca	Converter	Emisi_CO2_Kaca = (44/12)*Carbon_Stok_Kaca*(1-MCF)*DOCf
16	Emisi CO2 kain	Converter	Emisi_CO2_Kain = (44/12)*Carbon_Stok_Kain*(1-MCF)*DOCf
17	Emisi CO2 karet	Converter	Emisi_CO2_Karet = (44/12)*Carbon_Stok_Karet*(1-MCF)*DOCf
18	Emisi CO2 kayu	Converter	Emisi_CO2_Kayu = (44/12)*Carbon_Stok_Kayu*(1-MCF)*DOCf
19	Emisi CO2 kertas	Converter	Emisi_CO2_Kertas = (44/12)*Carbon_Stok_Kertas*(1-MCF)*DOCf
20	Emisi CO2 logam	Converter	Emisi_CO2_Logam = (44/12)*Carbon_Stok_Logam*(1-MCF)*DOCf
21	Emisi CO2 plastik	Converter	Emisi_CO2_Plastik = (44/12)*Carbon_Stok_Plastik*(1-MCF)*DOCf
22	Emisi CO2 sampah kebun	Converter	Emisi_CO2_Sampah_Kebun = (44/12)*Carbon_Stok_Sampah_Kebun*(1-MCF)*DOCf
23	Emisi CO2 sampah lain	Converter	Emisi_CO2_Sampah_Lain = (44/12)*Carbon_Stok_Sampah_Lain*(1-MCF)*DOCf
24	Emisi CO2 sisa makanan	Converter	Emisi_CO2_Sisa_Makanan = (44/12)*Carbon_Stok_Sisa_Makanan*(1-MCF)*DOCf
25	Emisi CO2 Pengolahan sampah	Converter	Emisi_CO2_Pengolahan_Sampah = SUM(Emisi_CO2_B3,Emisi_CO2_Diapers,Emisi_CO2_Kaca,Emisi_CO2_Kain,Emisi_CO2_Karet,Emisi_CO2_Kayu,Emisi_CO2_Kertas,Emisi_CO2_Logam,Emisi_CO2_Plastik,Emisi_CO2_Sampah_Kebun,Emisi_CO2_Sampah_Lain,Emisi_CO2_Sisa_Makanan)
26	Carbon stok komposter	Converter	Carbon_Stok_Komposter = (IK_Total_Sampah_Kebun*DOC_Sampah_Kebun)+(IK_Total_Sisa_Makanan*DOC_Sisa_Makanan)
27	Carbon stok rumah kompos	Converter	Carbon_Stok_Rumah_Kompos = Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos*DOC_Sampah_Kebun
28	IK total sampah kebun	Converter	IK_Total_Sampah_Kebun = Reduksi_Sampah_Komposter*IK_Komposisi_Sampah_Kebun
29	IK total sisa makanan	Converter	IK_Total_Sisa_Makanan = Reduksi_Sampah_Komposter*IK_Komposisi_Sisa_Makanan
30	Reduksi emisi CO2 komposter	Converter	Reduksi_Emisi_CO2_Komposter = (44/12)*Carbon_Stok_Komposter
31	Reduksi emisi CO2 rumah kompos	Converter	Reduksi_Emisi_CO2_Rumah_Kompos = (44/12)*Carbon_Stok_Rumah_Kompos
32	Reduksi emisi CO2 Pengolahan sampah	Converter	Reduksi_Emisi_CO2_Pengolahan_Sampah = Reduksi_Emisi_CO2_Komposter+Reduksi_Emisi_CO2_Rumah_Kompos
33	EF N2O pengomposan	Converter	EF_N2O_Pengomposan = 0.3
34	Reduksi emisi N2O komposter	Converter	Reduksi_Emisi_N2O_Komposter = Reduksi_Sampah_Komposter*EF_N2O_Pengomposan/1000
35	Reduksi emisi N2O rumah kompos	Converter	Reduksi_Emisi_N2O_Rumah_Kompos = Reduksi_Sampah_Rumah_Kompos*EF_N2O_Pengomposan/1000
36	Reduksi emisi N2O Pengomposan	Converter	Reduksi_Emisi_N2O_Pengomposan = Reduksi_Emisi_N2O_Komposter+Reduksi_Emisi_N2O_Rumah_Kompos

Tabel Lamp. C.12 Formulasi Model Emisi GRK Pengangkutan Sampah

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	Ave jarak tempuh	Converter	$Ave_Jarak_Tempuh = 74.39$
2	Kebutuhan bahan bakar tiap km	Converter	$Kebutuhan_Bahan_Bakar_Tiap_Km = 3.58$
3	Kebutuhan bahan bakar	Converter	$Kebutuhan_Bahan_Bakar = Ave_Jarak_Tempuh * Kebutuhan_Trip * Kebutuhan_Bahan_Bakar_Tiap_Km$
4	Densitas bahan bakar	Converter	$Densitas_Bahan_Bakar = 850$
5	Massa bahan bakar	Converter	$Massa_Bahan_Bakar = Densitas_Bahan_Bakar * Kebutuhan_Bahan_Bakar / 10^6$
6	NCV bahan bakar	Converter	$NCV_Bahan_Bakar = 43$
7	Konsumsi bahan bakar	Converter	$Konsumsi_Bahan_Bakar_TJ = NCV_Bahan_Bakar * Massa_Bahan_Bakar$
8	EF bahan bakar	Converter	$EF_Bahan_Bakar = 74100$
9	Emisi CO2 pengangkutan	Converter	$Emisi_CO2_Pengangkutan = Konsumsi_Bahan_Bakar_TJ * EF_Bahan_Bakar$
10	EF CH4 running	Converter	$EF_CH4_Running = 4$
11	EF CH4 cold start	Converter	$EF_CH4_Cold_Start = (-11)$
12	Emisi CH4 pengangkutan	Converter	$Emisi_CH4_Pengangkutan = ((Ave_Jarak_Tempuh * Kebutuhan_Trip) * EF_CH4_Running) + EF_CH4_Cold_Start * (365 / 10^6)$
13	EF N2O running	Converter	$EF_N2O_Running = 3$
14	EF N2O cold start	Converter	$EF_N2O_Cold_Start = (-2)$
15	Emisi N2O pengangkutan	Converter	$Emisi_N2O_Pengangkutan = ((Ave_Jarak_Tempuh * Kebutuhan_Trip) * EF_N2O_Running) + EF_N2O_Cold_Start * (365 / 10^6)$

Tabel Lamp. C.13 Formulasi Model Emisi dan Reduksi Emisi GRK

No	Variabel	Model Buildings	Formulation
1	GWP CH4	Converter	$GWP_CH4 = 25$
2	GWP N2O	Converter	$GWP_N2O = 298$
3	Total emisi GRK	Stock	$Total_Emisi_GRK(t) = Total_Emisi_GRK(t - dt) + (Penambahan_Emisi_GRK + Pengurangan_Emisi_GRK) * dt$ $INIT\ Total_Emisi_GRK = Penambahan_Emisi_GRK - Pengurangan_Emisi_GRK$
4	Penambahan emisi GRK	Flow	$Penambahan_Emisi_GRK = ((Emisi_CH4_Pengolahan_Sampah + Emisi_CH4_Pengangkutan) * GWP_CH4) + (Emisi_CO2_Pengangkutan + Emisi_CO2_Pengolahan_Sampah) + (Emisi_N2O_Pengangkutan * GWP_N2O)$
5	Pengurangan emisi GRK	Flow	$Pengurangan_Emisi_GRK = ((Reduksi_Emisi_CH4_Pemulung_TPS + Reduksi_Emisi_CH4_Rumah_Kompos + Reduksi_Emisi_CH4_BS + Reduksi_Emisi_CH4_Komposter) * GWP_CH4) + (Reduksi_Emisi_CO2_Rumah_Kompos + Reduksi_Emisi_CO2_Komposter) + ((Reduksi_Emisi_N2O_Komposter + Reduksi_Emisi_N2O_Rumah_Kompos) * GWP_N2O)$
6	Emisi GRK	Converter	$Emisi_GRK = Penambahan_Emisi_GRK$
7	Reduksi emisi GRK	Converter	$Reduksi_Emisi_GRK = Pengurangan_Emisi_GRK$

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Yevi Putri Agustia dan akrab dipanggil Yevi. Penulis lahir di Surabaya, 11 Desember 1991 merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan S1 dan S2 Teknik Lingkungan ini telah menempuh pendidikan formal di TK Kartika V/91, SDN Sawunggaling VII/388, SMP Negeri 6 Surabaya dan SMA Negeri 6 Surabaya. Setelah lulus SMA, penulis mengikuti SNMPTN dan diterima sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Lingkungan ITS angkatan 2009. Kemudian, penulis menerima beasiswa Fast Track yang memberikan kesempatan menyelesaikan S1 dan S2 selama 5 tahun.

Penulis lulus S1 pada tahun 2013 dan lulus S2 pada tahun 2014. Penulis banyak melakukan publikasi nasional dan internasional melalui conference dan publikasi jurnal terkait bidang pengelolaan sampah. Penulis yang menyukai travelling dan camping ini, aktif mengikuti kegiatan organisasi kemahasiswaan dan unit kegiatan mahasiswa (UKM) selama masa perkuliahan S1. Penulis pernah menjadi bagian dari Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL), Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas (BEM FTSP), Unit Kegiatan Tari dan Karawitan Rara Kananta ITS (UKTK) dan Dewan Perwakilan Angkatan (DPA). Beberapa pelatihan pernah diikuti penulis seperti LKMM Tingkat Dasar, OHSAS 18001:2007 dan pelatihan surveyor. Selain itu, penulis juga aktif sebagai asisten laboratorium dan tutor mata kuliah. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Semen Gresik, Tuban. Penulis pernah bekerja di berbagai proyek pemerintahan dan swasta. Segala bentuk komunikasi yang ingin disampaikan kepada penulis terkait tesis ini dapat disampaikan melalui email yeviputriagustia@gmail.com.