



TESIS - RE092340

REDUKSI SAMPAH RUMAH TANGGA KECAMATAN KREMBANGAN KOTA SURABAYA

AUFIYAH
3314 202 006

DOSEN PEMBIMBING
I. D. A. A. Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SANITASI LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



THESIS - RE092340

REDUCTION OF RESIDENTIAL SOLID WASTE IN KREMBANGAN DISTRICT SURABAYA CITY

AUFIYAH
3314 202 006

DOSEN PEMBIMBING
I. D. A. A. Warmadewanthi, ST., MT., Ph.D

MAGISTER PROGRAM
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Magister Teknik (M.T.)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

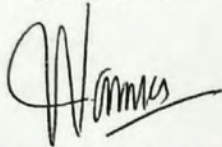
Aufiyah

NRP. 3314202006

Tanggal Ujian : 22 Juli 2016

Periode Wisuda : September 2016

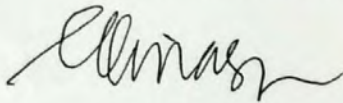
Disetujui Oleh :



1. I.D.A.A. Warmadewanthi, ST, MT, Ph.D

(Pembimbing)

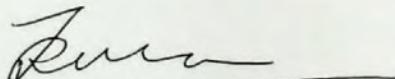
NIP : 19750212199932001



2. Dr. Ir. Ellina S Pandebesie, MT

(Penguji)

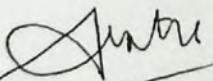
NIP : 195602041992032001



3. Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT

(Penguji)

NIP : 196505081993031001



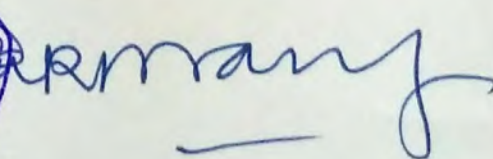
4. Arseto Yekti Bagastyo, ST, MT, M.Phill, Ph.D

(Penguji)

NIP : 198208042005011001

Direktur Program Pascasarjana,




Prof. Ir. Djauhar Manfaat, MSc., PhD
NIP. 196012021987011001

REDUKSI SAMPAH RUMAH TANGGA KECAMATAN KREMBANGAN KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Aufiyah
NRP : 3314202006
Pembimbing : IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD

ABSTRAK

Kecamatan Krembangan mempunyai kepadatan penduduk yang cukup tinggi di wilayah Surabaya Utara. Kecamatan ini merupakan kecamatan yang dikembangkan untuk fasilitas perdagangan dan jasa. Jumlah sampah yang dihasilkan cukup besar dan upaya reduksi yang dilakukan di kecamatan ini masih perlu ditingkatkan. Diperlukan penelitian di Kecamatan Krembangan terkait pengelolaan sampah dengan optimalisasi TPS 3R. Timbulan sampah Kecamatan Krembangan sebagian besar berasal dari sektor rumah tangga. Kegiatan pengelolaan sampah untuk mereduksi timbulan antara lain adalah bank sampah, pengomposan serta reduksi pemulung pada TPS.

Pengambilan sampel timbulan, densitas dan komposisi sampah dilakukan terhadap 110 KK di Kecamatan Krembangan pada 3 Kelurahan yang berbeda. Kelurahan dibedakan atas tingkat kepadatan penduduk. Berat reduksi diketahui dari wawancara pada pengelola bank sampah dan masyarakat, serta pengukuran berat reduksi pada TPS. Analisis dilakukan berdasarkan kondisi eksisting, perilaku dan sikap masyarakat terhadap pengelolaan sampah yang diketahui dengan pengisian kuisioner. Aspek yang dikaji yaitu aspek teknis, aspek peran serta masyarakat serta aspek kelembagaan.

Timbulan yang dihasilkan dari sampling sampah rumah tangga adalah 0,22 kg/org/hari atau 31.633,41 kg/hari atau 217,30 m³/hari. Komposisi sampah rumah tangga didominasi oleh sampah basah dengan presentase 67,99%. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa reduksi eksisting total sampah rumah tangga adalah 2,17%. Berdasarkan hasil analisis partisipasi masyarakat, dapat diketahui bahwa tingkat pengetahuan masyarakat mengenai daur ulang adalah 76%, bank sampah adalah 75% dan pengetahuan mengenai komposting adalah 65%. Perilaku masyarakat untuk kegiatan daur ulang 44%, bank sampah 43% dan untuk pengomposan 27%. Sedangkan sikap masyarakat mengenai bank sampah adalah 65% dan untuk pengomposan adalah 60%. Hasil analisis pada model sistem dinamik diperoleh tingkat reduksi untuk skenario bank sampah dan pengomposan adalah 18,63% merupakan skenario yang paling mudah diterapkan daripada skenario daur ulang dengan pengomposan.

Kata Kunci : Bank Sampah, Komposting, Partisipasi, Reduksi, Sampah Rumah Tangga.

Halaman ini sengaja dikosongkan

REDUCTION OF SOLID WASTE IN KREMBANGAN DISTRICT, SURABAYA CITY

Name : Aufiyah
NRP : 3314202006
Supervisor : IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD

ABSTRACT

In districts Krembangan the TPS 3R is not functioned properly, the polling station has no sorting facilities and there is no container to collect garbage from the cart cause environmental problems such as odor and leachate. There needs to be a research in Krembangan District related to waste management by optimizing the TPS 3R. Waste generation in Krembangan district is mostly derived from the household sector. Waste management process to reduce waste generation includes waste banks, composting, and reduction by scavenger in the TPS.

Sampling of waste generation, density and composition of waste conducted on 110 households in Krembangan District at 3 different village. The villages are classified of population density. Reduction of solid waste is known by interviews on waste bank and society, as well as the measurement of weight reduction in the TPS. The analysis was conducted based on the existing conditions, behaviors and attitudes towards waste management known by filling the questionnaire. The aspects that were examined are the technical aspect, community participation aspect and institutional aspect. Institutional aspect is collected from the interviews to the perpetrators of waste sources.

Solid waste generation known from sampling is 0,22 kg / person / day or 31.633,41 Kg/day or 217,30 m³ / day. The composition of solid waste is dominated by wet waste with the percentage of 67,99 %. Existing reduction of solid waste is 2,17%. Based on the analysis of public participation can be seen that the level of public knowledge about the garbage bank is 75% and the knowledge of composting is 65%. Commuting to the bank's activities bins for composting 43% and 27%. While the attitude of society regarding waste bank is 65% and for composting is 60% the dynamic system model simulation results obtained rate reduction scenarios waste bank and composting are 18,63%. This scenario is easy to use than recycle and composting.

Keywords– Composting, Participation, Reduction, Solid Waste, Waste Bank,.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
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 Penelitian.....	4
Bab 2 Kajian Pustaka dan Gambaran Umum Wilayah	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.1.1 Pengelolaan Sampah	5
2.1.2 Klasifikasi Sampah	5
2.1.3 Komposisi dan Densitas Sampah.....	7
2.1.4 Reduksi Sampah.....	8
2.1.4.1. Reduce, Reuse, Recycle (3R)	8
2.1.4.2. Pengomposan	9
2.1.4.3. TPS 3R.....	10
2.1.5 Model Sistem Dinamik	11
2.1.5.1. Variabel Model Sistem Dinamik	11
2.1.5.2. Model Dinamik Pengelolaan Sampah.....	12
2.1.6 Aspek Peran Serta Masyarakat	12
2.1.7 Penelitian Terdahulu	13
2.2 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan	14
2.2.1 Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Krembangan.....	14

2.2.2	Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Krembangan.....	17
2.2.2.1.	Kondisi Eksisting TPS Kecamatan Krembangan.....	17
2.2.2.2.	TPS Mbah Ratu.....	22
Bab 3	Metode Penelitian	29
3.1	Umum	29
3.2	Kerangka Alur Penelitian	29
3.3	Penentuan Wilayah Penelitian	30
3.4	Pelaksanaan Penelitian	32
3.4.1	Ide Penelitian.....	32
3.4.2	Studi Literatur	32
3.4.3	Pengumpulan Data	33
3.5	Hasil dan Pembahasan	36
3.6	Penarikan Kesimpulan dan Saran	41
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	41
4.1	Kepadatan Penduduk Kecamatan Krembangan	43
4.2	Timbulan, Densitas, Komposisi Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Krembangan.....	45
4.2.1	Timbulan Sampah Rumah Tangga.....	45
4.2.2	Densitas Sampah Rumah Tangga.....	46
4.2.3	Komposisi Sampah Rumah Tangga	48
4.3	Pemetaan Sampah Rumah Tangga di TPS Kecamatan Krembangan.....	53
4.4	Analisa Reduksi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Krembangan.....	54
4.4.1	Reduksi Sampah di Bank Sampah	54
4.4.2	Reduksi Sampah Basah Pada Komposter	57
4.4.3	Reduksi Sampah di TPS.....	58
4.4.4	Alur Daur Ulang Sampah.....	59
4.5	Potenis Reduksi Sampah Rumah Tangga.....	60
4.5.1	Recovery Factor	60
4.5.2	Mass balance Pengelolaan Sampah.....	61
4.6	Peran Serta Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga	65

4.6.1.	Hasil Kuisisioner Pengelolaan Sampah di Kecamatan Krembangan	65
4.6.2.	Hasil Kuisisioner Skala Likert	68
4.7	Skenario Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Krembangan.....	74
4.8	Potensi Reduksi Berdasarkan Peran Serta dan Laju Peningkatan Upaya Reduksi Kecamatan Krembangan	77
4.9	Aspek Kelembagaan Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga.....	78
4.9.1	Kondisi Eksisting Kelembagaan Sampah Rumah Tangga	78
4.9.2	Usulan Aspek Kelembagaan.....	81
4.10	Pemodelan Sistem Dinamik Pengelolaan Sampah Kecamatan Krembangan.....	85
4.10.1	Identifikasi Komponen Sistem Pengelolaan Sampah	85
4.10.2	Penentuan Diagram <i>Causal Loop</i>	86
4.10.3	Stok-Flow Diagram.....	87
4.10.4	Simulasi Model	106
4.10.5	Perbandingan Hasil Simulasi Skenario Pengelolaan sampah	112
4.10.6	Verifikasi dan Validasi Model	113
4.10.6.1.	Verifikasi Model	113
4.10.6.2.	Validasi Model	114
4.11	Rekomendasi Kegiatan Reduksi Sampah	116
4.11.1.	Upaya Reduksi dengan Optimalisasi Peran Serta Masyarakat	116
4.11.2.	Upaya Reduksi dengan Peningkatan Bank Sampah	117
4.11.3.	Upaya Reduksi dengan Individual Komposter	118
Bab 5	Kesimpulan dan Saran	127
5.1	Kesimpulan	127
5.2	Saran	127
	Daftar Pustaka.....	129
	Lampiran A Densitas, Komposisi dan Recovery Factor Sampah Rumah Tangga	133
	Lampiran B Timbulan sampah di TPA, Timbulan sampah liar dan non krembangan, reduksi TPS.....	135
	Lampiran C Kuisisioner	141

Lampiran D Hasil Kuisisioner.....	145
Lampiran E Verifikasi Dan Validasi Model.....	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 2.2.	Luas Wilayah Tiap Kelurahan di Kecamatan Krembangan	14
Tabel 2.3.	Jumlah Penduduk Perkelurahan Tahun 2014.....	15
Tabel 2.4.	Jumlah RT RW Perkelurahan Tahun 2014.....	17
Tabel 2.5.	Lokasi TPS Kecamatan Krembangan	18
Tabel 2.6.	Persyaratan Teknis SPA dan TPS 3R.....	24
Tabel 2.7.	Hasil Perhitungan Densitas Sampah dan Faktor Kompaksi TPS 3R	28
Tabel 3.1.	Kriteria Kepadatan Penduduk	31
Tabel 3.2.	Jumlah dan lokasi titik Sampling	32
Tabel 3.3.	Komponen <i>Causal loop</i>	39
Tabel 3.4.	Komponen pada <i>Stock-Flow Diagram</i>	40
Tabel 4.1.	Jumlah Penduduk Kecamatan Krembangan Tahun 2006-2016.....	44
Tabel 4.2.	Jumlah Timbulan Sampah Perorang di Kecamatan Krembangan Hasil Sampling.....	46
Tabel 4.3.	Densitas Sampah Rumah Tangga	47
Tabel 4.4.	Timbulan Sampah Sampah Sampah Rumah Tangga pada TPS dan sampah dari Luar Kecamatan Krembangan	53
Tabel 4.5.	Jumlah Nasabah Bank Sampah Tahun 2016.....	54
Tabel 4.6.	Tingkat Pertumbuhan Nsabab bank sampah di Kecamatan Krembangan Tahun 2007-2016	55
Tabel 4.7.	Reduksi Sampah Pada Bank Sampah di Kecamatan Krembangan.	56
Tabel 4.8.	Reduksi sampah Komposter	57
Tabel 4.9.	Jumlah Penarik Gerobak, Pemulung, dan Persentase pemulung TPS.....	58
Tabel 4.10.	Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga	61
Tabel 4.11.	Skor dan Range masing-masing Jawaban.....	69
Tabel 4.12.	Hasil Kuisioner Faktor Pengetahuan	69
Tabel 4.13.	Hasil Kuisioner Faktor Sikap.....	70
Tabel 4.14.	Hasil Kuisioner Faktor Perilaku	72

Tabel 4.15.	Perhitungan komposisi dan RF Mbah Ratu.....	76
Tabel 4.16.	Laju Peningkatan Persentase RF dan PF Bank Sampah dan Komposting	77
Tabel 4.17.	Laju Peningkatan Persentase RF dan PF Daur Ulang dan Komposting	78
Tabel 4.18.	Variabel Pada <i>Causal Loop</i>	85
Tabel 4.19.	Variabel Submodel Timbulan dan Komposisi.....	87
Tabel 4.20.	Variabel Model Utama Reduksi Eksisting	91
Tabel 4.21.	Variabel submodel reduksi bank sampah eksisting.....	93
Tabel 4.22.	Variabel Model utama Skenario Peningkatan Peran serta Bank Sampah dan Pengomposan	96
Tabel 4.23.	Variabel submodel Reduksi Sampah Basah	97
Tabel 4.24.	Variabel Submodel Skenario Daur Ulang Sampah oleh Bank Sampah	98
Tabel 4.25.	Variabel Model Utama Skenario Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R.....	101
Tabel 4.26.	Variabel Submodel Reduksi TPS 3R.....	102
Tabel 4.27.	Variabel Submodel Skenario Reduksi Optimal.....	104
Tabel 4.28.	Hasil Simulasi Skenario Eksisting.....	107
Tabel 4.29.	Hasil Simulasi Skenario Daur ulang dengan bank sampah dan pengomposan	108
Tabel 4.30.	Hasil Simulasi Skenario Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah, pengomposan dan TPS 3R.....	109
Tabel 4.31.	Hasil Simulasi Skenario Optimum	111
Tabel 4.32.	Timbulan Sampah TPA Tiap Skenario.....	112
Tabel 4.33.	Jumlah Nasabah yang harus ditingkatkan dan Jumlah Bank Sampah	117
Tabel 4.34.	Jumlah Komposter yang dibutuhkan berdasarkan sampah basah yang dapat direduksi	119

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Peta Administrasi Kecamatan Krembangan	16
Gambar 2.2.	TPS Dupak Bandarejo.....	18
Gambar 2.3.	TPS Dupak Bangunsari.....	19
Gambar 2.4.	TPS Tanjung Sadari	20
Gambar 2.5.	TPS Tambak Asri.....	21
Gambar 2.6.	TPS Krembangan Selatan	23
Gambar 2.7.	Kondisi Eksisting TPS 3R	23
Gambar 2.8.	Kendaraan Pengangkut di TPS Mbah Ratu.....	25
Gambar 2.9.	Kotak Mesin Pemadat	26
Gambar 2.10.	Tempat Sampling di Kelurahan Dupak.....	18
Gambar 2.11.	Tempat Sampling di Kelurahan Kemayoran.....	19
Gambar 3.1.	Kerangka Penelitian	30
Gambar 3.2.	Skenario Penelitian	39
Gambar 3.3.	<i>Causal loop</i> Penelitian	40
Gambar 3.4.	Contoh <i>Stock-Flow</i> Diagram	40
Gambar 4.1.	Lahan Terbangun Kecamatan Krembangan	44
Gambar 4.2.	Komposisi Sampah	49
Gambar 4.3.	Persentase Komposisi Sampah	50
Gambar 4.4.	Komposisi Sampah Plastik	51
Gambar 4.5.	Komposisi Kertas.....	52
Gambar 4.6.	Komposisi Sampah Basah	52
Gambar 4.7.	Persentase Komposisi Sampah Pada Bank Sampah	56
Gambar 4.8.	Komposisi Sampah Tereduksi Pada TPS.....	59
Gambar 4.9.	Pengepul Besar Jalan Rembang.....	59
Gambar 4.10.	Alur Sampah Daur Ulang di Kecamatan Krembangan.....	60
Gambar 4.11.	<i>Mass Balance</i> berdasarkan Reduksi Optimal	62
Gambar 4.12.	<i>Mass Balance</i> Berdasarkan Reduksi Eksisting.....	64
Gambar 4.13.	Usia Responden.....	65
Gambar 4.14.	Pendidikan Responden.....	66
Gambar 4.15.	Penghasilan Responden	66

Gambar 4.16. Jumlah Timbulan Sampah	67
Gambar 4.17. Jumlah Tempat Sampah.....	67
Gambar 4.18. Jumlah Retribusi sampah.....	68
Gambar 4.19. Alasan Masyarakat Tidak Mau Melakukan Pengomposan	71
Gambar 4.20. Persentase Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga	71
Gambar 4.21. Kelembagaan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Krembangan.....	79
Gambar 4.22. Kelembagaan TPS 3R Kecamatan Krembangan	80
Gambar 4.23. Kelembagaan Bank Sampah.....	81
Gambar 4.24. Kelembagaan Pengelolaan Sampah.....	82
Gambar 4.25. <i>Causal loop</i> Penelitian.....	87
Gambar 4.26. Submodel Timbulan dan Komposisi	88
Gambar 4.27. Model utama reduksi eksisting.....	90
Gambar 4.28. Submodel reduksi bank sampah eksisting.....	93
Gambar 4.29. Model utama Skenario Peningkatan Peran serta Bank Sampah dan Pengomposan.....	95
Gambar 4.30. Submodel Reduksi Sampah Basah	97
Gambar 4.31. Submodel Skenario Daur Ulang Sampah oleh Bank Sampah.....	98
Gambar 4.32. Model Utama Skenario Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R.....	100
Gambar 4.33. Submodel Reduksi TPS 3R	102
Gambar 4.34. Submodel Skenario Reduksi Optimal.....	104
Gambar 4.35. Uji Parameter Model	114
Gambar 4.36. Uji Kondisi Ekstrim.....	115

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kecamatan Krembangan mempunyai jumlah penduduk terbanyak kedua setelah Kecamatan Semampir di Surabaya Utara pada Tahun 2014 sebesar 135.009 jiwa (BPS Kota Surabaya, 2015). Luas wilayah Kecamatan Krembangan adalah 6,60 km². Jumlah penduduk yang tinggi akan berkorelasi terhadap jumlah timbunan sampah rumah tangga karena sebagian besar sampah dihasilkan dari kegiatan rumah tangga. Banyaknya timbunan sampah rumah tangga menyebabkan tingginya sampah di TPA.

Banyaknya Jumlah timbunan sampah harus diimbangi dengan pengelolaan sampah. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah Pemerintah menyarankan pengelolaan sampah dengan pengurangan sampah/reduksi yang meliputi kegiatan pembatasan timbunan sampah, daur ulang sampah, pemanfaatan kembali sampah. Reduksi sampah di sumber dilakukan dengan kegiatan pengomposan dan bank sampah.

Kecamatan Krembangan terdiri dari 5 Kelurahan yaitu Kelurahan Morokrembangan, Kelurahan Perak Barat, Kelurahan Dupak, Kelurahan Krembangan Selatan dan Kelurahan Kemayoran (BPS Kota Surabaya, 2015). TPS yang disediakan berjumlah 7 TPS yaitu TPS Mbah Ratu, TPS Pasar Dupak Bandarejo, TPS Dupak Bangunsari, TPS Tanjung Sadari, TPS Krembangan Barat, TPS Tambak Asri, dan TPS Asrama Brimob PPI. Kegiatan reduksi/pengurangan sampah di Kecamatan Krembangan dilakukan ditingkat sumber penghasil sampah dan di TPS (DKP, 2012). Besarnya reduksi pada TPS belum diketahui secara pasti.

Reduksi pada sumber sampah dilakukan dengan bank sampah pengomposan. Jumlah nasabah bank sampah tahun 2016 adalah 204 KK dengan jumlah bank sampah sebanyak 6 unit. Jumlah nasabah bank sampah tersebut tergolong kecil apabila dibandingkan dengan Kecamatan lain di Surabaya.

Reduksi sampah basah pada komposter jarang ditemui di Kecamatan Krembangan. Besarnya reduksi di sumber belum diketahui secara pasti, sehingga diperlukan kajian mengenai reduksi sampah di Kecamatan Krembangan.

Kota Surabaya memiliki TPS 3R di Kecamatan Mulyorejo yaitu Super Depo. Super Depo tersebut dapat mengelola 20 ton sampah perhari, sampah yang masuk harus melewati tahapan sebelum menjadi bahan daur ulang (Ulisfah, 2014). Selain Super Depo yang terdapat di Kecamatan Mulyorejo, terdapat TPS 3R di Kecamatan Krembangan yaitu TPS Mbah Ratu. TPS Mbah Ratu belum berfungsi dengan baik karena tidak ada fasilitas pemilahan, selain itu apabila TPS Mbah Ratu telah tutup sampah tetap di dalam gerobak sampah sampai pagi harinya. Sampah yang tidak dibongkar pada gerobak sampah menyebabkan masalah pada lingkungan seperti penumpukan sampah yang dapat menimbulkan bau dan lindi.

Hal tersebut tidak sesuai dengan persyaratan TPS 3R Menurut Permen PU No.3 Tahun 2013. Pengertian TPS 3R adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, dan pengolahan skala kawasan. Salah satu persyaratan TPS 3R adalah keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pengurangan dan pemilahan sampah. Keberadaan TPS 3R di Kecamatan Krembangan seharusnya dapat membantu meningkatkan reduksi sampah. Diperlukan optimalisasi TPS 3R Mbah Ratu dalam mengurangi sampah di Kecamatan Krembangan.

Selain aspek teknis dan aspek peran serta masyarakat, aspek kelembagaan juga diperlukan untuk memperbaiki sistem pengelolaan yang akan dilakukan. Kelembagaan dalam pengelolaan sampah berfungsi sebagai pelaku dan pengontrol. Penggerak reduksi sampah di sumber salah satunya dilakukan oleh kader lingkungan. Penurunan partisipasi masyarakat dalam mereduksi sampah membuat kerja kader lingkungan menjadi lebih berat. Hal tersebut menjadikan kelembagaan pada pengelolaan sampah tidak aktif. Pengelolaan sampah bersifat dinamis karena saling berhubungan. Diperlukan langkah yang tepat dalam menentukan kebijakan, sehingga diperlukan penggunaan model sistem dinamik dalam penentuan kebijakan pengelolaan sampah (Kollikkathara, *et al.*, 2010).

Simulasi model sistem dinamik dapat membantu memahami perilaku sistem pada kondisi saat ini dan masa yang akan datang, sehingga didapatkan langkah - langkah pengelolaan yang berpotensi akan memperbaiki perilaku sistem saat ini (Yuan,2012). Hal ini juga dapat diterapkan untuk menentukan alternatif pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan Kota Surabaya.

Penjelasan kondisi di atas menunjukkan perlunya analisis mengenai sistem pengelolaan sampah rumah tangga dengan optimisasi reduksi sampah. Skenario yang akan dikembangkan merupakan hasil survey dari kuisisioner skala likert yang dibagikan kepada masyarakat meliputi 3 faktor yaitu pengetahuan, sikap, serta perilaku. Ketiga faktor tersebut merupakan pertimbangan untuk pengembangan pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana timbulan, densitas dan komposisi sampah di Kecamatan Krembangan ?
- Bagaimana kondisi eksisting reduksi sampah di Kecamatan Krembangan ?
- Bagaimana skenario yang tepat dalam pengelolaan sampah untuk dapat diterapkan di Kecamatan Krembangan ?

1.3. TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Menganalisis timbulan, densitas, serta komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan.
- Mengevaluasi kondisi eksisting reduksi sampah di Kecamatan Krembangan.
- Menentukan skenario yang tepat dalam pengelolaan sampah untuk dapat diterapkan di Kecamatan Krembangan, aspek teknis dan aspek peran serta masyarakat disimulasikan pada model sistem dinamik.

1.4. MANFAAT

Penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi mengetahui alternatif pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan dengan optimalisasi peran serta masyarakat yang meliputi 3 aspek yaitu aspek teknis dan aspek peran serta masyarakat yang dituangkan dalam model sistem dinamik serta aspek kelembagaan.

1.5. RUANG LINGKUP

Ruang Lingkup yang menjadi batasan penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada bulan Januari – Maret 2016.
2. Lokasi studi berada di Surabaya Utara yaitu Kecamatan Krembangan.
3. Jenis sampah yang diteliti sampah rumah tangga.
4. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan dan pengambilan sampel untuk timbulan, densitas, komposisi, dan reduksi sampah rumah tangga. survey pada lokasi TPS, pembagian kuisioner pada masyarakat.
5. Pengumpulan data sekunder meliputi penelitian pendahuluan, studi literatur, dan wawancara dan pengumpulan data dari dinas terkait.
6. Struktur model sistem dinamik mencakup aspek teknis, aspek peran serta masyarakat, aspek kelembagaan.

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA DAN GAMBARAN UMUM WILAYAH

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Pengelolaan Sampah

Pengertian sampah adalah sampah yang berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga. Penyelenggaraan pengolahan sampah terdiri dari 2 kegiatan yaitu pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah dilakukan dengan pembatasan timbulan sampah, pendaur ulangan sampah dan pemanfaatan kembali sampah (Perda Kota Surabaya No.5 Tahun 2014). Konsep pengelolaan sampah terpadu terus mengalami pengembangan. Pada awalnya, pengelolaan sampah terpadu dikembangkan untuk meningkatkan rantai pengelolaan sampah yang efisien meliputi pemilahan sampah di sumber, pengumpulan dan pengangkutan sampah, tempat penampungan sementara (TPS), perawatan, dan pembuangan (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

2.1.2 Klasifikasi Sampah

Berdasarkan SNI 19-3241-1994, tipe atau jenis sampah umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

- a. Sampah organik basah (*garbage*), yaitu sampah yang terdiri dari bahan-bahan organik dan mempunyai sifat mudah membusuk.
- b. Sampah organik kering (*rubbish*), yaitu sampah yang susunannya terdiri dari bahan organik maupun yang cukup kering yang sulit terurai oleh mikroorganisme sehingga sulit membusuk.
- c. Sampah yang berukuran besar (*bulky waste*), yaitu sampah yang berukuran besar dan berat.
- d. Sampah abu (*ashes*), yaitu sampah padat yang berasal dari pembakaran kayu, batu bara atau insenerator. Ukurannya kecil, lembut, ringan dan mudah terbawa angin.

- e. Sampah berupa lumpur dari pengolahan air bersih dan air limbah. Lumpur dari kolam pengolahan yang tidak boleh langsung masuk ke air permukaan.
- f. Sampah bangkai binatang (*dead animal*), yaitu semua sampah yang berupa bangkai binatang.
- g. Sampah sapuan jalan yaitu segala jenis sampah atau kotoran yang berserakan di jalan karena dibuang oleh pengendara mobil ataupun masyarakat yang tidak bertanggung jawab.
- h. Sampah konstruksi umumnya berupa logam, beton, kaca, pipa, plumbing dan kayu.
- i. Sampah B3 merupakan buangan berbahaya dan beracun bersifat toksik karena itu perlu penanganan khusus. Banyak dihasilkan dari kegiatan industri ataupun produk yang dipakai sehari-hari. Semakin banyak industri yang berdiri akan semakin beragam limbahnya.

Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993) komposisi sampah permukiman yang dapat dipisahkan adalah :

- 1. Sampah makanan : Jenis sampah makanan dapat disebut dengan sampah yang mudah membusuk atau sampah basah. Jenis sampah ini biasanya berasal dari sisa makanan.
- 2. Sampah kebun : Jenis sampah kebun yang dimaksud adalah sampah daun, dan ranting pohon. Jenis sampah kebun berpotensi untuk dimanfaatkan kembali melalui proses komposting.
- 3. Sampah plastik : Jenis sampah plastik dibedakan menjadi 7 (tujuh) kategori, antara lain:
 - ✓ *Polyethylene terephthalate* (PET), berupa sampah botol plastik, seperti botol bekas minuman.
 - ✓ *High-density polyethylene* (HDPE), berupa plastik yang berbahan lunak dan keras, seperti tas/kantong plastik, bak plastik.
 - ✓ *Polyvinyl chloride* (PVC), berupa pipa, kabel, dan sebagainya.
 - ✓ *Low-density polyethylene* (LDPE), berupa kantong plastik kiloan.
 - ✓ *Polypropylene* (PP), berupa gelas plastik, sedotan, sendok plastik, dan sebagainya.

- ✓ *Polystyrene* (PS), berupa sterofoam. Sampah jenis ini sering ditemukan pada bungkus makanan cepat saji, atau bungkus alat elektronik.
- 4. *Mixed and other Multilayer plastics*, berupa sampah berbahan plastik selain 6 kategori plastik lainnya.
- 5. Sampah kertas, sampah kertas juga termasuk dalam komponen sampah yang berpotensi daur ulang. Jenis sampah kertas antara lain kertas putih HVS, koran, majalah, karton/kardus, dan lain sebagainya.
- 6. Sampah kaca, jenis sampah kaca merupakan sampah yang mempunyai potensi dari segi nilai ekonomis. Sampah kaca dapat berupa botol kaca, yang dibedakan berdasarkan warnanya.
- 7. Sampah kain, jenis sampah kain biasanya berasal dari baju atau pakaian bekas yang sudah tidak digunakan kembali, kain bekas jahitan, dan lain sebagainya.
- 8. Sampah karet, jenis sampah karet dapat berupa ban bekas atau pecahannya yang tidak terpakai.
- 9. Sampah kayu, jenis sampah kayu biasanya berasal dari kayu-kayu bekas bangunan.
- 10. Alumunium, jenis sampah alumunium dapat berupa kaleng bekas (bekas minuman berkarbonasi), dan alumunium bekas, seperti kerangka-kerangka bangunan.

2.1.3 Komposisi dan Densitas Sampah

Sampah memiliki karakteristik fisik antara lain densitas sampah, kadar air, ukuran partikel dan distribusi ukuran, *field capacity* dan permeabilitas kompaksi sampah (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Karakteristik fisik berupa faktor pemadatan dan berat jenis sampah diperlukan untuk menghitung beban massa dan volume total sampah yang harus dikelola, baik untuk sistem transportasi maupun di TPA.

Menurut Damanhuri dan Padmi (2010) densitas sampah diperlukan untuk menganalisis kelayakan pada pengoperasian setiap peralatan dan fasilitas-fasilitas lainnya, besarnya densitas sampah tergantung pada sarana pengumpul dan

pengangkut yang digunakan, biasanya untuk kebutuhan desain digunakan angka sebagai berikut.

- Sampah di wadah sampah rumah = $0,01 - 0,20 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di gerobak sampah = $0,20 - 0,25 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di truk terbuka = $0,30 - 0,40 \text{ ton/m}^3$
- Sampah di TPA dengan pemadatan konvensional = $(0,50-0,60) \text{ ton/m}^3$

2.1.4 Reduksi Sampah

2.1.4.1. *Reduce, Reuse, Recycle* (3R)

Dalam menuju pengelolaan sampah yang berkelanjutan, pendekatan pengurangan-penggunaan kembali-daur ulang atau 3R (*reduce, reuse, and recycle*) masih merupakan elemen penting dari semua tahapan pengelolaan sampah hingga saat ini. Disamping itu McDougall *et al.* (2001) mengusulkan pengelolaan sampah terpadu dengan pendekatan yang menyeluruh dimana semua pilihan pengelolaan sampah memiliki peran yang penting. Tidak seperti pendekatan hirarki, pendekatan menyeluruh ini tidak memprediksi jenis pengelolaan yang terbaik karena pengelolaan sampah di suatu kota tergantung kondisi setempat, termasuk kondisi geografis yang mempengaruhi komposisi dan jumlah sampah, ketersediaan pilihan pengelolaan sampah, dan ketersediaan pasar material daur ulang.

Menurut Pedoman Sampah Tahun 2013, reduksi di sumber sampah, sangat mempengaruhi jumlah timbulan sampah di suatu kota. Adanya peningkatan reduksi timbulan sampah pada sumber sampah akan menurunkan laju timbulan sampah secara signifikan. Beberapa aktivitas yang termasuk dalam reduksi sampah adalah sebagai berikut.

- Mengurangi bungkus/*packaging*
- Produk lebih tahan lama (dapat digunakan lagi)
- Mengganti bahan sekali pakai (popok, tempat makanan, piring dll)
- Meminimalisir menggunakan bahan-bahan/sumber daya alam
- Tingkatkan bahan yang dapat di daur ulang.

Penerapan daur ulang sampah dapat dilakukan melalui partisipasi masyarakat. Partisipasi masyarakat yang terkelola dengan baik, terutama dalam

konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), akan dapat mengurangi jumlah timbunan sampah yang dibawa ke TPS maupun ke TPA (Damanhuri dan Padmi, 2010)

Bank sampah merupakan salah satu kegiatan 3R pada pengelolaan sampah rumah tangga. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (2012) tentang pedoman pelaksanaan *reduce, reuse, dan recycle* melalui bank sampah merupakan tempat untuk memilah dan mengumpulkan sampah yang mampu didaur ulang dan/atau digunakan kembali, serta yang bernilai ekonomis, besarnya jumlah reduksi bank sampah dipengaruhi oleh tingkat peran serta masyarakat.

2.1.4.2. Pengomposan

Kompos adalah zat akhir suatu proses fermentasi serasah tanaman. Sesuai dengan humifikasi fermentasi suatu pemupukan dicirikan oleh hasil bagi C/N yang menurun. Bahan-bahan mentah yang biasa digunakan seperti merang, daun, sampah dapur, sampah kota dan lain-lain dan pada umumnya mempunyai hasil bagi C/N yang melebihi 30 (Sutedjo, 2002).

Di alam terbuka, kompos bisa terjadi dengan sendirinya, lewat proses alamiah. Namun proses tersebut berlangsung lama sekali padahal kebutuhan akan tanah yang subur sudah mendesak. Oleh karenanya, proses tersebut perlu dipercepat dengan bantuan manusia. Dengan cara yang baik, proses mempercepat pembuatan kompos berlangsung wajar sehingga bisa diperoleh kompos yang berkualitas baik (Murbando, 2000). Manfaat kompos antara lain sebagai berikut.

- Menyediakan unsur hara mikro bagi tanaman
- Menggemburkan tanah
- Memperbaiki struktur dan tekstur tanah
- Meningkatkan porositas, aerasi, dan komposisi mikroorganisme tanah
- Meningkatkan daya ikat tanah terhadap air
- Memudahkan pertumbuhan akar tanaman
- Menyimpan air tanah lebih lama
- Meningkatkan efisiensi pemakaian pupuk kimia
- Bersifat multi lahan karena dapat digunakan di lahan pertanian, perkebunan, reklamasi lahan kritis (Yuniawati, 2012).

Ciri-ciri kompos matang Berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi dari sampah organik domestik adalah sebagai berikut:

1. Rasio C/N sebesar (10-20):1
2. Suhu kompos sesuai dengan suhu tanah
3. Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
4. Berbau tanah

2.1.4.3. TPS 3R

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2013, TPS 3R adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, dan pengolahan skala kawasan. Persyaratan TPS 3R adalah :

- a. Luas TPS 3R, lebih besar dari 200 m²
- b. Jenis pembangunan penampung residu/sisa pengolahan sampah di TPS 3R bukan merupakan wadah permanen
- c. Penempatan lokasi TPS 3R sedekat, mungkin dengan daerah pelayanan dalam radius tidak lebih dari 1 km
- d. TPS 3R dilengkapi dengan ruang pemilah, pengomposan sampah organik, gudang, zona penyangga (*buffer zone*) dan tidak mengganggu estetika serta lalu lintas
- e. Keterlibatan aktif masyarakat dalam mengurangi dan memilah sampah

Persyaratan Lokasi TPS 3R adalah sebagai berikut :

- ✓ Luas TPS 3R bervariasi. Untuk kawasan perumahan baru (cakupan pelayanan 2000 rumah) diperlukan TPS 3R dengan luas 1000 m². Sedangkan untuk cakupan pelayanan skala RW (200 rumah), diperlukan TPS 3R dengan luas 200-500 m²
- ✓ TPS 3R dengan luas 1000 m² dapat menampung sampah dengan atau tanpa proses pemilahan sampah di sumber hanya dapat menampung sampah dalam keadaan terpilah (50%) dan sampah campur 50%.
- ✓ TPS 3R dengan luas <500 m² hanya dapat menampung sampah dalam keadaan terpilah (50%) dan sampah campur 50%.

- ✓ TPS 3R dengan luas $<200 \text{ m}^2$ sebaiknya hanya menampung sampah tercampur 20%, sedangkan sampah yang sudah terpilah 80%.

2.1.5 Model Sistem Dinamik

2.1.5.1. Variabel Model Sistem Dinamik

Sebelum membuat model yang bersifat kompleks, maka harus dibuat struktur umpan balik. Struktur umpan balik terdiri dari umpan balik positif atau umpan balik negatif. Struktur ini digunakan untuk menghubungkan variabel-variabel yang dimaksud sebagai *causal loop*. Dari struktur umpan balik maka dapat dibuat diagram alir suatu model. Hubungan sebab akibat dihubungkan dengan anak panah. Jika hubungan sebab dan akibat berbanding lurus maka tanda panah adalah positif (+), sebaliknya jika hubungannya berbanding terbalik maka tanda panahnya adalah negatif (-) (Muhammadi dkk, 2001).

Sebuah model sistem dinamik dibangun oleh variabel yang disebut variabel stok, variabel flow, konektor, dan konverter. (Chaerul *et al.*, 2008).

- Variabel stok, disimbolkan dengan persegi panjang merupakan variabel yang mewakili akumulasi dalam sistem.
- Variabel flow, disimbolkan dengan katup merupakan tingkat perubahan variabel stok dan mewakili kegiatan yang menambah atau mengurangi stok.
- Konverter, diwakili oleh lingkaran adalah variabel yang mempengaruhi variabel flow.
- Konektor, diwakili oleh panah sederhana adalah link informasi yang mewakili penyebab dalam struktur model.

Model merupakan representasi ideal dari permasalahan dunia nyata. Menurut Wirjodirdjo 2012 secara teknis metodologi sistem dinamik memiliki beberapa kelebihan sebagai berikut.

- Mampu menjembatani perbedaan konsekuensi kebijakan atau aksi jangka pendek dan jangka panjang.
- Mampu mengakomodasi perilaku realitas atas ketidak-linieran sebab-akibat berbagai faktor atau aktor yang dipresentasikan dalam bentuk hubungan umpan balik.

- Mampu memanipulasi model dalam merepresentasikan realitas tenggang waktu (*time delay*) seperti halnya : masa inkubasi suatu penyakit, waktu pendeteksian dan respons atas sebuah aksi dalam memperoleh reaksi.
- Mampu menjelaskan dampak kebijakan atas beberapa skenario berbeda yang diambil oleh pembuat kebijakan sesuai dengan tujuan masing-masing.
- Mampu menjelaskan ketidak-sesuaian tujuan kebijakan diantara para pemangku kepentingan dan skenario yang diharapkan atas model dalam pencapaian tujuan tersebut.

Kekurangan model sistem dinamik adalah apabila ada efek samping yang tidak mungkin dihindari ketika hal tersebut tidak diinginkan oleh pelaku, dampak negatif harus dikelola agar tidak mengganggu kepentingan.

2.1.5.2. Model Dinamik Pengelolaan Sampah

Simulasi model sistem dinamik menggunakan software stella telah dilakukan untuk menghitung timbulan sampah di perkotaan, kapasitas TPA dan hubungan manajemen biaya di Amerika Serikat (Kollikkathara, *et al.*, 2010). Model sistem dinamik juga telah digunakan untuk menentukan perkembangan limbah B3 berupa baterai dari waktu ke waktu di Belgia (Blumberga, *et al.*, 2014). Simulasi Model Dinamik pernah diterapkan di Clide, Kota Sidney Australia untuk mengambil kebijakan untuk menangani sampah perkotaan (Guariso, *et al.*, 2009).

2.1.6 Aspek Peran Serta Masyarakat

Peran serta masyarakat yang utama dalam sistem pengumpulan sampah adalah kesadaran masyarakat sendiri untuk membawa sampahnya ke TPS (Tempat Penampungan Sementara) terdekat. Organisasi rukun tetangga (RT) dan rukun warga (RW) merupakan organisasi penting yang mengkoordinir pengumpulan sampah di permukiman yang tidak memiliki akses ke jalan utama. Berdasarkan hal tersebut, sistem pengumpulan sampah khususnya sampah rumah tangga yang saat ini dilakukan didasarkan pada kondisi dan kultur masyarakat. Selain itu, peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah, menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Sampah Dan Kebersihan Di Kota Surabaya, peran serta masyarakat dapat dilakukan melalui :

1. Pemberian usul, pertimbangan, dan saran kepada Pemerintah dan/atau pemerintah daerah.
2. Pemberian saran dan Perumusan kebijakan pengelolaan sampah rumah tangga.
3. Pelaksanaan kegiatan penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga yang dilakukan secara mandiri dan/atau bermitra dengan Pemerintah Daerah.
4. Pemberian pendidikan dan pelatihan, kampanye, dan pendampingan oleh kelompok masyarakat kepada anggota masyarakat dalam pengelolaan sampah untuk mengubah perilaku anggota masyarakat.

Tanpa adanya partisipasi masyarakat, semua program pengelolaan sampah (kebersihan) yang direncanakan akan sia-sia. Partisipasi masyarakat akan membangkitkan semangat kemandirian dan kerjasama diantara masyarakat akan meningkatkan swadaya masyarakat.

2.1.7 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian-penelitian yang pernah dilakukan.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul Penelitian	Hubungan Penelitian Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan
1	Aida Safitri	2015	Studi Pengumpulan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Simokerto Surabaya	Penelitian dilakukan terhadap sampah rumah tangga yang berada di Kota yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat hasilnya dapat dibandingkan.
2	Lusi Ulisfah	2014	Pengaruh Super Depo Terhadap Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Mulyorejo Surabaya Timur	Super Depo merupakan TPS 3R yang berada di Kecamatan Mulyorejo, Super Depo menjadi acuan bagi TPS 3R Mbah Ratu apabila dilakukan pengembangan

No	Nama	Tahun	Judul Penelitian	Hubungan Penelitian Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan
3	Nur Laily Safridah	2015	Studi Pengumpulan Sampah Rumah Tangga Di Kecamatan Wonokromo, Surabaya Selatan	Penelitian dilakukan terhadap sampah rumah tangga yang berada di Kota yang sama dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat hasilnya dapat dibandingkan.
4	Nurul Setiadewi	2014	Pengaruh Stasiun Peralihan Antara Terhadap Pengelolaan Sampah Pemukiman di Kecamatan Tambaksari, Surabaya Timur	Kondisi eksisting saat ini kegiatan yang dilakukan di TPS Mbah Ratu sama dengan kegiatan yang dilakukan di SPA, pada SPA di Kecamatan Tambak sari terdapat alat berupa kompaktor sehingga dapat dibandingkan faktor kompaksi antara SPA Kecamatan Tambaksari dengan TPS Mbah Ratu
5	Yevi Putri Agustia	2014	Model Sistem Dinamik Pada Pengembangan Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya	Merupakan salah satu penelitian yang memanfaatkan pemodelan dalam menentukan skenario pengelolaan sampah di Kecamatan Gubeng.

2.2 Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

2.2.1. Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Krembangan

Kecamatan Krembangan termasuk wilayah Geografis Kota Surabaya yang merupakan bagian dari Wilayah Surabaya Utara dengan ketinggian 3 meter di atas permukaan laut. Luas wilayah Kecamatan Krembangan adalah 6,61 km². Kecamatan Krembangan terdiri dari 5 Kelurahan yaitu Kelurahan Morokrembangan, Kelurahan Perak Barat, Kelurahan Dupak, Kelurahan Krembangan Selatan dan Kelurahan Kemayoran. Batas-batas Wilayah Kecamatan Krembangan adalah sebagai berikut :

Batas Utara : Kecamatan Laut Jawa dan Kecamatan Pabean Cantian

Batas Timur : Kecamatan Pabean Cantian

Batas Selatan : Kecamatan Bubutan

Batas Barat : Kecamatan Asemrowo

Tabel 2.2. Luas Wilayah Tiap Kelurahan di Kecamatan Krembangan

No	Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)
1	Dupak	0,48
2	Morokrembangan	3,17
3	Perak Barat	1,61
4	Kemayoran	0,51
5	Krembangan Selatan	0,85
	Jumlah	6,61

Sumber : Kecamatan Krembangan Dalam Angka 2015

Berdasarkan **Tabel 2.2** dapat diketahui bahwa wilayah yang paling luas terletak di Kelurahan Morokrembangan dengan luasan 3,17 km². Luas wilayah paling kecil terletak di Kelurahan Dupak dengan luasan 0,48 km². Berikut adalah Jumlah Penduduk Kecamatan Krembangan Tiap Kelurahan.

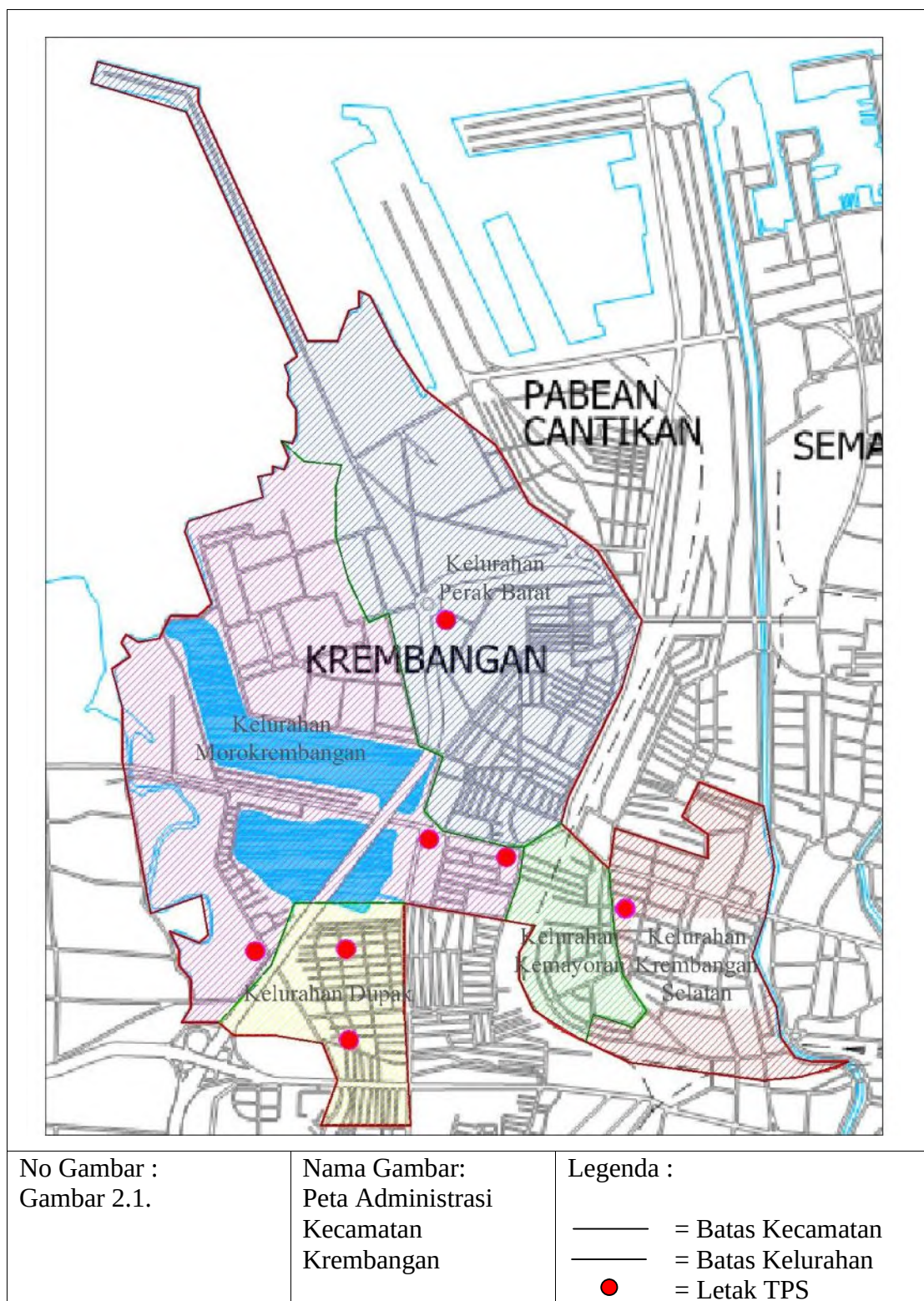
Tabel 2.3. Jumlah Penduduk Perkelurahan Tahun 2014

No	Kelurahan	Jumlah Penduduk	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	Sex Ratio
1	Dupak	27.356	56.992	102,038
2	Morokrembangan	47.260	14.909	102,711
3	Perak Barat	23.325	14.515	98,106
4	Kemayoran	20.254	39.714	98,219
5	Krembangan Selatan	16.814	20.017	100,860
	Jumlah	135.009	146,147	100,855

Sumber : Kecamatan Krembangan Dalam Angka 2015

Dari **Tabel 2.3** terlihat bahwa jumlah penduduk Kecamatan Krembangan adalah 135.009 jiwa. Kepadatan penduduknya adalah 146,147 jiwa/km². Kepadatan penduduk tertinggi terdapat pada Kelurahan Dupak, kemudian Kelurahan

Kemayoran, Kelurahan Krembangan Selatan, Morokrembangan dan Kelurahan Perak Barat. Berikut adalah Jumlah RT dan RW per kelurahan tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.4. Peta Administrasi Kecamatan Krembangan Dapat dilihat pada Gambar 2.1



Tabel 2.4.Jumlah RT RW Perkelurahan Tahun 2014

No	Kelurahan	RT	RW
1	Dupak	75	5
2	Morokrembangan	98	9
3	Perak Barat	71	8
4	Kemayoran	74	9
5	Krembangan Selatan	72	14
	Jumlah	390	48

Sumber : Kecamatan Krembangan Dalam Angka 2015

Dari **Tabel 2.4** terlihat bahwa jumlah RW terbanyak adalah Krembangan Selatan yaitu 72 RT dan 14 RW. Jumlah RW di Kecamatan Krembangan adalah 48 RW dengan jumlah RT sebanyak 390 RT. Total jumlah penduduk tahun 2014 sebanyak 135.009, diketahui bahwa jumlah penduduk Kecamatan Krembangan adalah 346 jiwa/RT.

2.2.2. Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Krembangan

Pengelolaan sampah yang ada di Kecamatan Krembangan terdapat di TPS yang melayani pengumpulan sampah baik sampah rumah tangga maupun sejenis rumah tangga. Alat pengumpulan sampah yang digunakan di Kecamatan Krembangan adalah gerobak sampah dan becak.

2.2.2.1 Kondisi Eksisting TPS Kecamatan Krembangan

Jumlah TPS di Kecamatan Krembangan sebanyak 7 TPS yaitu TPS Mbah Ratu, TPS Pasar Dupak Bandarejo, TPS Dupak Bangunsari, TPS Tanjung Sadari, TPS Krembangan Barat, TPS Tambak Asri, dan TPS Asrama Brimob PPI (Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, 2012). Informasi mengenai TPS dilakukan dengan wawancara dan survey langsung. Nama dan TPS Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5.Lokasi TPS Kecamatan Krembangan

No	Nama TPS	Alamat	Kelurahan
1	TPS 3R Mbah Ratu	Jl. Gresik Gadukan	Morokrembangan
2	TPS Pasar Dupak Bandarejo	Jl. Dupak Bandarejo	Dupak
3	TPS Dupak Bangunsari	Pasar Dupak Bangunsari	Dupak
4	Krembangan Barat	Jl. Krembangan Barat	Krembangan Selatan
5	Depo Tanjung Sadari	Jl. Tanjung Sadari	Perak Barat
6	TPS Asrama Brimob PPI	Kawasan Asrama Brimob	Morokrembangan
7	TPS Tambak Asri	Tambak Asri	Morokrembangan

➤ **Kondisi Eksisting TPS Dupak Pasar Bandarejo**

TPS Dupak Pasar Bandarejo berada di Jl. Dupak Bandarejo Kelurahan Dupak. Petugas pengumpul sampah terdiri dari 8 orang, 5 orang dari petugas pengumpul juga memulung sampah. Kendaraan pengumpul sampah yang digunakan adalah gerobak dorong. Kendaraan pengangkut sampah merupakan *arm roll truck* berukuran 8 m³ berjumlah satu. Sumber Sampah pada TPS ini berasal dari Dupak Bandarejo RW 3 dan Babadan Rukun RW 2 yang merupakan Kelurahan Dupak. Jumlah sampah rumah tangga yang masuk pada TPS ini adalah ±2,41 ton/hari. Kondisi eksisting TPS Dupak Bandarejo dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2.TPS Dupak Bandarejo

➤ **Kondisi Eksisting TPS Dupak Bangunsari**

TPS Dupak Bangunsari berada di Pasar Dupak Bandarejo Kelurahan Dupak. Petugas pengumpul sampah terdiri dari 15 orang dan 8 orang dari petugas pengumpul juga memulung sampah. Kendaraan pengumpul sampah yang digunakan adalah gerobak dorong. Kendaraan pengangkut sampah merupakan *arm roll truck* berukuran 8 m³ berjumlah 1 buah. Sumber Sampah pada TPS ini berasal dari rumah tangga di Bangunrejo yang merupakan Kelurahan Dupak. Jumlah sampah yang masuk pada TPS ini adalah ±7,41 ton/hari. Berat sampah liar pada TPS ini adalah 341,13 kg/hari. Sampah liar ini adalah pedagang kaki lima di luar Kecamatan Krembangan dan Kecamatan Bubutan yang membuang sampah di TPS setiap hari. Kondisi eksisting TPS Dupak Bangunsari dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3.TPS Dupak Bangunsari

➤ **Kondisi Eksisting TPS Tanjung Sadari**

TPS Tanjung Sadari berada di Jalan Tanjung Sadari Kelurahan Perak Barat. Petugas pengumpul sampah terdiri dari 26 orang dan 26 orang dari petugas pengumpul juga memulung sampah. Kendaraan pengumpul sampah yang digunakan adalah gerobak dorong. Kendaraan pengangkut sampah merupakan *arm roll truck* berukuran 8 m³ berjumlah 2 buah.

Sumber Sampah pada TPS ini berasal dari Perumahan di Perak Barat serta fasilitas umum seperti Kantor Samsat Colombo, masjid serta perkantoran di Jl. Perak Barat. Jumlah sampah yang masuk pada TPS ini adalah ±6 ton/hari.

Berat sampah liar pada TPS ini adalah 279,73 kg/hari. Sampah liar berasal dari pedagang kaki lima dan Kecamatan Pabean Cantian. Kondisi eksisting TPS Tanjung Sadari dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4.TPS Tanjung Sadari

➤ **Kondisi Eksisting TPS Tambakasri**

TPS Tambakasri berada di Tambak Asri di bawah tol Kelurahan Morokrembangan. Petugas pengumpul sampah terdiri dari 30 orang dan 23 orang dari petugas pengumpul juga memulung sampah. Kendaraan pengumpul sampah yang digunakan adalah gerobak dorong. Kendaraan pengangkut sampah merupakan *arm roll truck* berukuran 8 m³ berjumlah 2 buah. Sumber Sampah pada TPS ini berasal dari Rumah-rumah di Tambak Asri dan beberapa dari Kelurahan Asemrowo serta fasilitas umum seperti Pasar Kremil. Jumlah sampah yang masuk pada TPS ini adalah ±7,2 ton/hari. Berat sampah liar pada TPS ini adalah 407,93 kg/hari. Sampah liar berasal dari pedagang kaki lima dan Kecamatan Asemrowo. Kondisi eksisting TPS Tambak Asri dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5.TPS Tambak Asri

➤ **Kondisi Eksisting TPS Krembangan Selatan**

TPS Krembangan Selatan berada di Jalan Krembangan Barat Kelurahan Krembangan Selatan. Petugas pengumpul sampah terdiri dari 35 orang dan 24 orang dari petugas pengumpul juga memulung sampah. Kendaraan pengumpul sampah yang digunakan adalah gerobak dorong, gerobak motor dan gerobak yang ditarik motor. Kendaraan pengangkut sampah merupakan *arm roll truck* berukuran 8 m³ berjumlah 2 buah. Sumber Sampah pada TPS ini berasal dari rumah-rumah pada Kelurahan Kemayoran dan Krembangan Selatan, selain itu TPS juga menerima sampah dari Kelurahan Perak Timur Kecamatan Pabean Cantian. Jumlah sampah yang masuk pada TPS ini adalah ± 11 ton/hari. Berat sampah liar pada TPS ini adalah ± 1.221 kg/hari. Sampah liar berasal dari pedagang kaki lima, Kecamatan Pabean Cantian dan Pasar turi. Kondisi eksisting TPS Krembangan Selatan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6.TPS Krembangan Selatan

2.2.2.2 TPS Mbah Ratu

TPS 3R Mbah Ratu yang terletak di Kelurahan Morokrengan Kecamatan Krengan beroperasi dari tahun 2013. TPS Mbah Ratu melayani 2 Kelurahan yaitu Morokrengan dan Kelurahan Jepara Kecamatan Babatan. TPS Mbah Ratu mempunyai fasilitas pengolahan berupa mesin pemadat sampah untuk mereduksi volume sampah dengan menekan sampah sehingga densitas sampah bertambah.

➤ **Kondisi Eksisting**

Mesin pemadat sering mengalami kerusakan, sehingga sering terjadi penumpukan sampah. Sampah yang masuk pada TPS Mbah Ratu berasal dari sampah rumah tangga, sampah fasilitas umum, sampah sapuan jalan serta sampah dari pembersihan saluran. Meskipun TPS Mbah Ratu merupakan TPS 3R belum terdapat fasilitas pemilahan sampah, pemilahan sampah dilakukan oleh beberapa petugas sampah dan 3 pemulung yang menetap. Pemilahan sampah oleh pemulung dilakukan di bawah mesin pemadat, hal tersebut seharusnya tidak dilakukan karena mesin pemadat sering terjadi kerusakan.

Fasilitas lain yang terdapat pada TPS Mbah Ratu adalah instalasi pengolahan lindi (IPL) berupa bak penampung. Lindi yang ditampung ditangani secara berkala melalui penyedotan dan dibawa ke IPLT Keputih. Proses penyedotan lindi secara berkala oleh petugas Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Surabaya setiap 1 bulan sekali pada musim kemarau dan 1 minggu sekali pada musim penghujan.

Karakteristik air lindi tergantung dari beberapa faktor, yaitu komposisi sampah, tingkat pemadatan sampah, dan iklim serta kadar air dalam sampah. Pada umumnya, pengolahan lindi dapat menggunakan dua kategori proses, yaitu proses pengolahan biologis dan fisik/kimiawi (Raghab *et al.*, 2013). Fasilitas pendukung di TPS 3R yang tersedia adalah kantor pengelola, papan nama, instalasi air bersih, sedangkan fasilitas pendukung yang tidak ada adalah pos jaga dan gudang B3.

Hasil analisis data timbulan sampah TPS Mbah Ratu dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu sejenis sampah rumah tangga sebesar 2.402,57 kg/hari, sampah liar (kecamatan lain dan sampah pembersihan saluran) sebesar 2.607,33 kg/hari. Selanjutnya adalah sampah rumah tangga sebesar 5.321,58 Kg/hari atau 16,8%

dari timbunan total sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan. Kondisi eksisting TPS Mbah Ratu dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Kondisi Eksisting TPS 3R

Pengolahan sampah yang dilakukan oleh TPS 3R adalah dengan mereduksi volume sampah menggunakan mesin pemadat sampah. Pemadatan ini dapat meningkatkan densitas sampah hingga 3 kali lipat. Mekanisme penanganan sampah yang seharusnya dilakukan di TPS 3R terdiri atas 5 tahapan proses, yaitu pencatatan, transfer sampah masuk, reduksi volume, transfer sampah keluar, dan pemrosesan akhir (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013). Pada TPS 3R tidak dilakukan pencatatan terkait jenis kendaraan pengumpul, nomor kendaraan, sumber sampah, dan berat sampahnya. Sampah yang masuk langsung dibawa menuju mesin pemadat yang dioperasikan oleh operator kemudian dilakukan

proses reduksi volume. Transfer sampah yang masuk dilakukan dengan kendaraan pengumpul, seperti gerobak dorong atau gerobak motor.

Aktivitas penanganan sampah di TPS Mbah Ratu adalah sebagai berikut :

1. *Unloading* : sampah dari sumber dibawa ke TPS 3R dengan kendaraan pengumpul seperti gerobak.
2. *Loading* : sampah dari kendaraan pengumpul masuk ke mesin pemadat untuk dilakukan kompaksi.
3. *Transport* : sampah yang telah dipadatkan diangkut dengan kendaraan pengangkut.
4. *Discharge* : sampah tiba di TPA.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, aktivitas penanganan sampah di TPS Mbah Ratu lebih mirip dengan *Transfer Station* (Stasiun Peralihan Antara) daripada dengan TPS 3R. Fungsi serta fasilitas yang ada hampir sama dengan SPA Rangkah yang terdapat di Kecamatan Tambaksari yaitu mesin pemadat dan tidak ada fasilitas pemilahan sampah (Setiadewi, 2014).

Pengelolaan sampah pada TPS Mbah Ratu lebih memenuhi persyaratan teknis sebagai SPA bukan sebagai TPS 3R. Sehingga penyebutan TPS 3R sesuai papan yang ada di TPS tersebut kurang tepat. Berikut adalah kriteria TPS Mbah Ratu dibandingkan dengan Persyaratan teknis SPA dan TPS 3R menurut Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2013.

Tabel 2.6. Persyaratan Teknis SPA dan TPS 3R

No	Kriteria Persyaratan teknis	Kondisi Eksisting TPS Mbah Ratu
Persyaratan Teknis SPA		
1	Luas SPA skala lingkungan hunian minimal 600 m ²	Tidak memenuhi
2	Produksi timbulan sampah 20-30 ton/hari	Tidak memenuhi
3	Lokasi penempatan di titik pusat area lingkungan hunian	memenuhi
4	Fasilitas yang terdapat pada SPA adalah	
	Ramp	Memenuhi
	Sarana pemadatan,	Memenuhi
	Sarana alat angkut khusus	Memenuhi
	Penampungan lindi	Memenuhi

No	Kriteria Persyaratan teknis	Kondisi Eksisting TPS Mbah Ratu
Persyaratan Teknis TPS 3R		
1	Luas TPS 3R lebih besar dari 20.000 m ²	Tidak memenuhi
2	Penempatan lokasi TPS 3R dapat di dalam kota dan atau di TPA	Tidak memenuhi
3	Jarak TPS 3R ke permukiman terdekat paling sedikit 500 m	Tidak memenuhi
4	Fasilitas TPS 3R	
	Ruang pemilah	Tidak memenuhi
	Instalasi pengolahan sampah	Memenuhi
	Pengendalian pencemaran lingkungan	Memenuhi
	Penanganan residu	Tidak memenuhi
	Fasilitas penunjang	Memenuhi
	Zona penyangga	Tidak memenuhi

➤ **Reduksi Sampah di TPS Mbah Ratu**

Reduksi volume sampah dilakukan dengan pemadatan sampah menggunakan mesin pemadat. Pemadatan dilakukan dengan metode vertikal satu arah dari atas ke bawah, dimana rasio pemadatan sebesar 4:1 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013). Timbulan sampah yang diangkut oleh truk pengangkut adalah 6-7 ton setiap kali angkut. Pengangkutan sampah di TPS 3R Mbah Ratu dilakukan oleh DKP Kota Surabaya menggunakan kendaraan bantuan dari Kementerian Pekerjaan Umum. Kontainer yang digunakan adalah *dump truck* yang tertutup dengan ukuran 4,25 m x 1,7 x 2,3 m atau volume 16 m³.



Gambar 2.8. Kendaraan Pengangkut di TPS Mbah Ratu

Densitas sampah di TPS 3R Mbah Ratu dilakukan dengan membagi massa sampah yang diangkut setelah dipadatkan dengan volume kotak mesin pemadat. Sampah diangkut 2 kali sehari pada pagi hari dan siang hari. Pengukuran densitas TPS 3R dilakukan selama 3 hari. Kotak mesin pemadat terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian yang tidak terlihat dan bagian untuk pemadatan. Ukuran setiap kotak mesin pemadat adalah 1,7 x 1,6 m x 1,6 m, sehingga volume totalnya $1,7 \times 1,6 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} \times 2$ adalah $8,7 \text{ m}^3$. Kondisi eksisting Kota Pemadat dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9.Kotak Mesin Pemadat

Pada Gambar 2.9 terlihat bahwa di bawah kotak mesin pemadat sangat kotor dan berair dikarenakan IPL tidak beroperasi dengan baik. Hal tersebut mengakibatkan air lindi tidak mengalir sempurna ke IPL sehingga terdapat sebagian air lindi yang menggenang di bawah Kota Pemadat. Terdapat banyak sampah yang tercecer di bawah dan tidak dibersihkan oleh petugas sehingga menyebabkan bau yang sangat menyengat.

Kotak pemadat terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian yang tidak terlihat dan bagian untuk pemadatan berdasarkan ukuran kotak pemadat dapat diketahui densitas sampah pada TPS Mbah Ratu. Berat sampah yang dimaksud adalah berat hasil penimbangan sampah yang diangkut truk ke TPA. Volume sampah dapat diketahui dengan pengukuran luas alas kotak pemadat dan tinggi akhir sampah setelah dipadatkan. Pemadatan yang dilakukan secara mekanik dengan mesin

dapat meningkatkan densitas hingga 3 kali lipat. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Peningkatan densitas tersebut disebut juga dengan faktor kompaksi. Faktor kompaksi pada TPS Mbah Ratu cukup besar sehingga dapat menghemat rit pengangkutan. Densitas sampah pada mesin pemadat SPA Rangkah adalah 843,59 kg/m³ (Setiadewi, 2014). Berdasarkan hasil analisis densitas sampah di TPS Mbah Ratu rata-rata 734,95 kg/m³. Berikut adalah contoh perhitungan densitas sampah dan faktor kompaksi.

$$\begin{aligned}
 \text{Densitas sampah (kg/m}^3\text{)} &= \frac{\text{Berat sampah (kg)}}{(\text{La} \times \text{t} \times \text{2 kotak 1}) + (\text{La} \times \text{t} \times \text{2 kotak 2})} \\
 &= \frac{6.650}{(2,72 \times 1,6) + (2,72 \times 1,47)} = 796,37 \text{ kg/m}^3 \\
 \text{Faktor Kompaksi} &= \frac{\text{Densitas sampah pada mesin } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{\text{Densitas sampah pada gerobak } (\frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} \\
 &= \frac{796,37}{207,81} = 3,83
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan densitas sampah dan faktor kompaksi di TPS 3R Mbah Ratu dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Hasil Perhitungan Densitas Sampah dan Faktor Kompaksi TPS 3R

Hari Ke	Urutan Pemasangan	Berat Sampah	Luas Alas (m ²)	t ₁ kotak I (m)	t ₂ kotak II (m)	Vol. Setelah dipadatkan	Densitas sampah (kg/m ³)	Densitas sampah Gerobak (kg/m ³)	Faktor Kompaksi
1	1	6.650	2,72	1,6	1,47	8,35	796,37	207,81	3,83
	2	6.660	2,72	1,6	1,5	8,43	789,85	229,66	3,44
Rata-rata Densitas (kg/m ³)							793,11		3,64
2	1	6.043	2,72	1,6	1,5	8,43	716,67	210,12	3,41
	2	6.756	2,72	1,6	1,6	8,70	776,19	228,71	3,39
Rata-rata Densitas (kg/m ³)							746,43		3,40
3	1	6.570	2,72	1,6	1,5	8,43	779,17	210,37	3,70
	2	6.012	2,72	1,6	1,6	8,70	690,72	196,73	3,51
Rata-rata Densitas (kg/m ³)							734,95		3,61

BAB 3

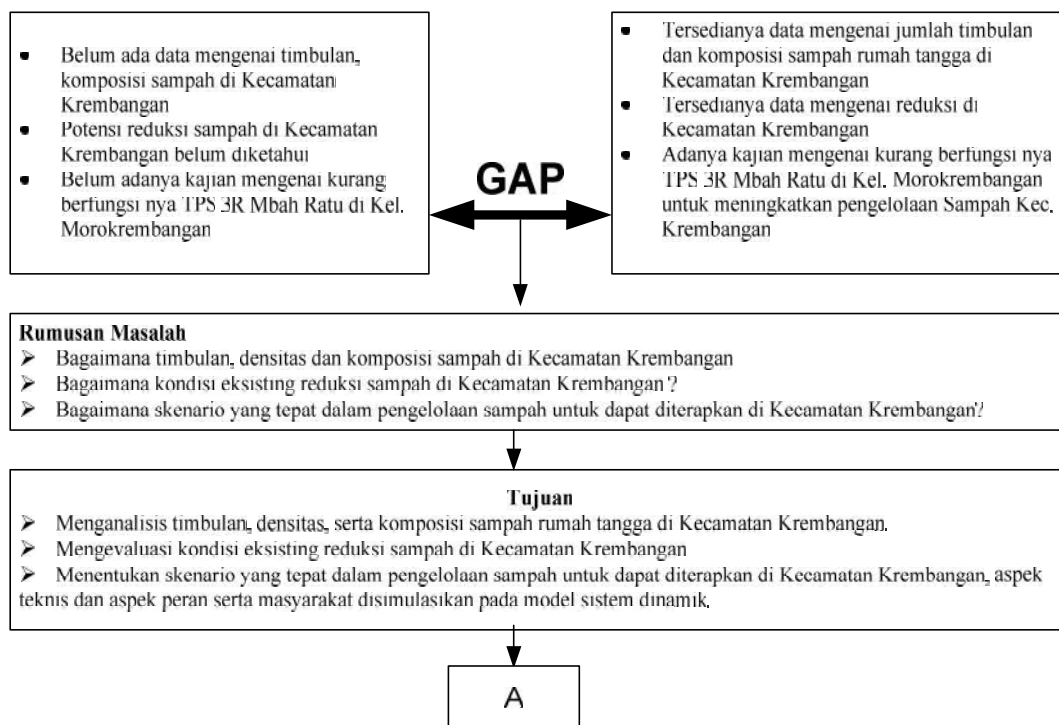
METODE PENELITIAN

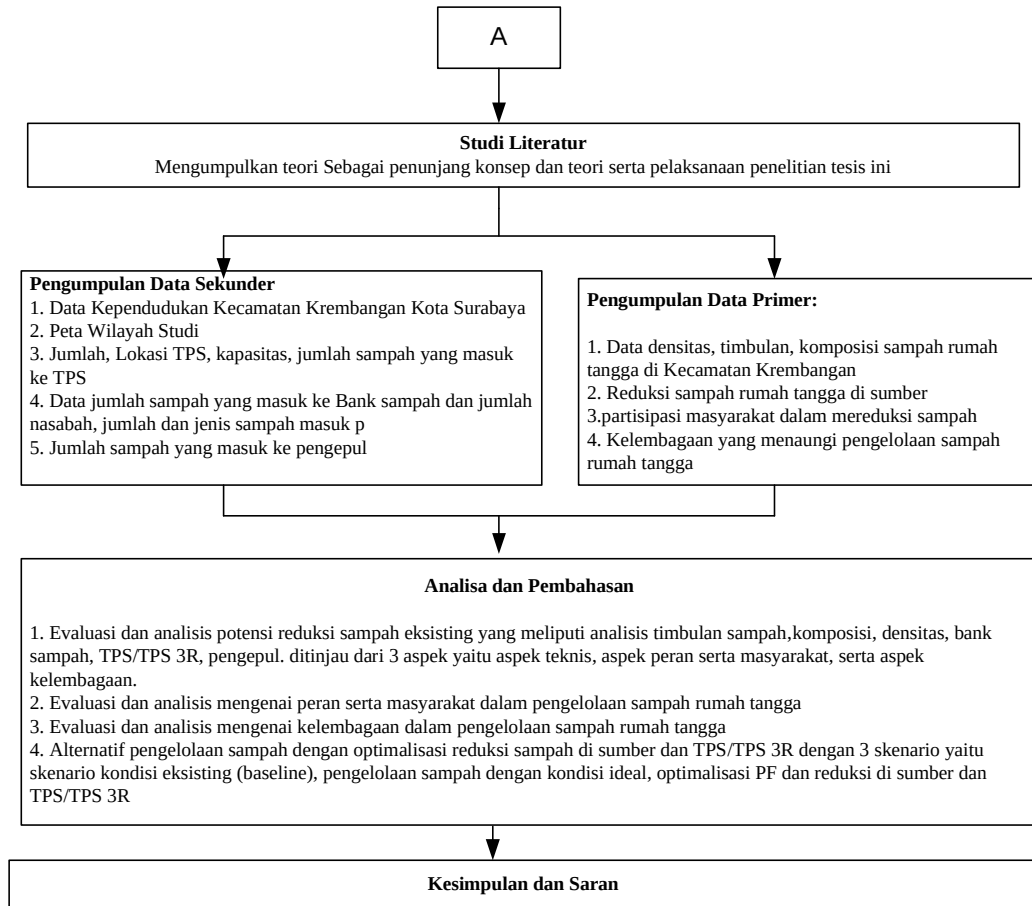
3.1. Umum

Metode penelitian digunakan untuk memperoleh gambaran langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian. Metode penelitian harus disusun dengan baik untuk memperkecil kesalahan yang terjadi saat proses penelitian. Metode harus disusun secara sistematis agar mudah untuk dipahami.

3.2. Kerangka Alur Penelitian

Penentuan kerangka penelitian dibutuhkan untuk memberikan arah pada penelitian menjadi sistematis, ringkas dan logis. Kerangka alur penelitian diharapkan akan mempermudah proses pengerjaan penelitian ini dan dapat mencapai tujuan yang telah direncanakan. Kerangka alur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.





Gambar 3.1. Kerangka Penelitian

3.3. Penentuan Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian terletak di Surabaya Utara Kecamatan Krembangan meliputi 5 Kelurahan yaitu Kelurahan Kemayoran, Dupak, Morokrembangan, Perak Barat, Krembangan Selatan. Kecamatan Krembangan merupakan kecamatan terpadat kedua di Surabaya Utara.

- Berikut adalah metode sampling untuk memperoleh data jumlah timbulan dan komposisi sampah.
- Penentuan jumlah contoh jiwa dan kepala keluarga (KK).

Penentuan jumlah titik sampling menggunakan Rumus slovin dengan tingkat keakuratan sampai 95%.

Rumus Slovin :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

n = Jumlah titik Sampling

N = Jumlah Populasi

e = Tingkat Kesalahan (5%)

$$K = \frac{S}{N} \dots\dots\dots(3.2)$$

Yaitu :

K = Jumlah contoh (KK)

N = Jumlah jiwa per keluarga = 5

Di dapatkan jumlah titik sampling sebagai berikut adalah 80 KK. Dengan pertimbangan asumsi bahwa 1 KK menghasilkan 1 kg sampah per harinya maka didapat sampah sebanyak ± 100 kg. Namun pada kenyataannya ada beberapa KK yang menghasilkan kurang dari 1 kg, sehingga pengambilan sampel dibulatkan menjadi 110 KK. Penentuan wilayah sampling didasarkan pada kepadatan penduduk. Penentuan interval kepadatan penduduk yang ada di Kecamatan Krembangan sebagai berikut :

$$\text{Interval : } \frac{\text{Kepadatan tinggi} - \text{Kepadatan rendah}}{\text{jumlah Interval}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Kepadatan Rendah < 28.674 jiwa/km²

Kepadatan Sedang 28.674 – 42.833

Kepadatan Tinggi 42.833- 56.992

Tabel 3.1. Kriteria Kepadatan Penduduk

Kelurahan	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)	Kriteria
Dupak	56.992	Tinggi
Morokrembangan	14.909	Rendah
Perak Barat	14.515	Rendah
Kemayoran	39.714	Sedang
Krembangan Selatan	20.017	Rendah

Penentuan wilayah sampling timbulan sampah menggunakan Metode *Stratified Random Sampling* dengan melakukan pemilihan secara acak.

Tabel 3.2. Jumlah dan lokasi titik Sampling

Kelurahan	Jumlah Penduduk	Kriteria	% Kepadatan	Jumlah titik Sampling
Dupak	56.992	Tinggi	51%	56
Morokrembangan	14.909	Rendah	13%	15
Kemayoran	39.714	Sedang	36%	39
Jumlah	111.615	-	100%	110

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Ide Penelitian

Ide penelitian diperoleh dari belum tersedianya data mengenai densitas, timbulan, komposisi, serta potensi reduksi sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan. Kegiatan pengelolaan dan reduksi sampah belum pernah diteliti. Data tersebut menjadi informasi dan acuan bagi penelitian selanjutnya.

3.4.2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori/referensi sebagai dasar untuk melaksanakan penelitian sehingga mempermudah dalam mendalami kajian, sumber literatur diperoleh dari :

- Peraturan pemerintah terkait pengelolaan sampah dan SNI persampahan.
- Jurnal, prosiding, dan buku terkait pengelolaan sampah rumah tangga, dan reduksi sampah rumah tangga.
- Artikel dan informasi lainnya yang valid dan dapat diakses melalui internet.

Studi literatur yang dibutuhkan adalah metode sampling mengenai densitas, timbulan dan komposisi sampah, metode pengambilan titik sampling, metode pengukuran timbulan sampah dan potensi reduksi pada sampah rumah tangga. Studi literatur juga bermanfaat untuk membandingkan hasil penelitian dengan penelitian sebelumnya, sehingga dapat memperkecil kesalahan pada penelitian.

3.4.3. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang langsung diambil di sumber pada saat proses penelitian. Pencarian data sekunder dapat dilakukan sebelum penelitian maupun saat proses penelitian.

➤ Pengumpulan Data Primer

Data primer didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan. Data yang diperlukan adalah komposisi sampah, jumlah sampah basah dan sampah kering dari tiap sumber rumah tangga yang akan disampling, jumlah timbulan sampah, jumlah sampah rumah tangga yang masuk ke bank sampah serta jumlah sampah yang masuk ke sektor informal (pemulung di TPS).

a. Pengukuran Timbulan, komposisi, densitas dan reduksi sampah

Data primer mengenai timbulan, densitas, dan komposisi didapatkan dari pengukuran dan analisis dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah. berikut adalah metode sampling yang digunakan dalam penelitian.

1. Pengukuran timbulan

Pengukuran timbulan sampah diambil selama 8 hari berturut-turut dengan jumlah sampel yang diambil adalah 110 KK. Pada pengukuran timbulan sampah digunakan berat basah (kg/hari). Setiap rumah yang disampling diberikan kantong 1 plastik sehingga didapatkan 110 data timbulan sampah. Sehingga dari data di atas dapat diketahui timbulan sampah yang dinyatakan dalam kg/KK.hari dan kg/orang.hari.

Berikut ini adalah metode pengukuran sampah rumah tangga.

- ✓ Membagikan kantong plastik yang sudah diberi kode (nomor rumah) kepada sumber sampah pada satu hari sebelum dikumpulkan.
- ✓ Mengumpulkan kantong plastik yang sudah terisi sampah.
- ✓ Mengangkut seluruh kantong plastik ke tempat pengukuran, menimbang dan mencatat berat sampah.

- ✓ Perhitungan untuk timbulan sampah dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$\text{Timbulan (kg/org/hari)} = \frac{\text{berat sampah } \left(\frac{\text{kg}}{\text{hari}}\right)}{\text{jumlah orang (org)}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Timbulan sampah total (kg/hari) =

$$\text{Timbulan Sampah } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{orang.hari}}\right) \times \text{Jumlah Penduduk (org)} \dots\dots\dots (3.5)$$

2. Pengukuran Komposisi

Berikut ini adalah metode pengukuran komposisi sampah.

- ✓ Melakukan pemilahan berdasarkan komponen komposisi sampah
- ✓ Komposisi sampah yang akan dipilah menurut jenisnya adalah: sampah organik, kertas, plastik (HDPE, LDPE, PET, steroform, PP, dan lain-lain), kaca, logam, kain, kayu dan lain-lain.
- ✓ Setiap jenis sampah yang telah terpilah ditempatkan dalam kantong plastik besar atau *trashbag* untuk memudahkan proses penimbangan.
- ✓ Menimbang dan mencatat berat sampah setiap jenis.
- ✓ Perhitungan untuk komposisi sampah dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut.

$$\% \text{ komposisi sampah} = \frac{\text{berat sampah tiap jenis (kg)}}{\text{berat total sampah (kg)}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

3. Pengukuran densitas

Pengukuran densitas dilakukan yang diukur adalah densitas sampah total. Langkah-langkah untuk mengetahui densitas total adalah sebagai berikut.

- ✓ Sampah yang telah ditimbang pada pengukuran timbulan ditempatkan ke dalam kotak densitas 500 L tanpa ada kompaksi/penekanan dilakukan pengukuran tinggi sampah dalam kotak (H_1).
- ✓ Kemudian kotak diangkat setinggi 20 cm dan dijatuhkan ke tanah. Hal tersebut dilakukan 3 kali kemudian diukur lagi tinggi sampah dalam kotak (H_2).
- ✓ Dihitung volume sampah setelah dihentakkan dengan menggunakan rumus:
Volume = $100 \times 100 \times H'$ (cm^3).
- ✓ Diukur densitas sampah dengan cara berat dibagi volume yang didapatkan.
- ✓ Pengukuran densitas dilakukan selama 8 hari

- ✓ Perhitungan densitas sampah dapat dilihat pada persamaan :

$$\text{Densitas sampah (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Berat sampah (kg)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}} \dots\dots\dots(3.7)$$

4. Reduksi sampah rumah tangga dengan survey lapangan

Reduksi yang diteliti adalah reduksi yang dilakukan oleh sumber sampah maupun pihak lain yang memanfaatkan kembali sampah rumah tangga. Pengambilan informasi pada sumber sampah dilakukan dengan metode wawancara dan penyebaran kuisioner. Informasi yang diambil meliputi aspek teknis, peran serta masyarakat dan kelembagaan.

➤ Reduksi di sumber sampah

Sasaran kuisioner dan wawancara untuk reduksi di sumber adalah warga yang terkena sampling untuk timbulan sampah dll. Kuisioner dibagikan sebelum sampling dimulai. Isi dari kuisioner meliputi pertanyaan umum mengenai pengelolaan sampah eksisting (pengelolaan sampah sehari-hari, frekuensi pengambilan sampah oleh gerobak sampah, pelayanan bank sampah), pengetahuan, sikap dan perilaku, masyarakat mengenai pengelolaan sampah.

➤ Bank Sampah

Metode pengumpulan data di bank sampah dengan wawancara dan survei langsung. Wawancara pada bank sampah diberikan kepada pengelola bank sampah. Pertanyaan yang diajukan pada saat wawancara meliputi jumlah dan identitas nasabah bank sampah, area pelayanan, jenis sampah yang dikumpulkan, jumlah sampah yang masuk per hari.

➤ Sektor informal (Pemulung sampah di TPS)

Metode pengumpulan data di Pemulung sampah di TPS dengan wawancara dan survei langsung. Pertanyaan yang diberikan meliputi jenis sampah yang dikumpulkan, jumlah petugas gerobak yang memilah dan jumlah pemulung di setiap TPS. Dilakukan pengukuran terhadap potensi reduksi dengan melakukan penimbangan pada sampah yang telah direduksi di TPS.

b. Partisipasi masyarakat dalam mereduksi sampah

Data peran serta masyarakat dalam melakukan reduksi sampah didapatkan dengan pemberian kuisioner terkait pengetahuan, perilaku dan sikap masyarakat

dalam melakukan reduksi sampah. Jumlah responden pada kuisioner ini adalah 110 dimana disesuaikan dengan sampel pengukuran timbulan sampah.

c. Kelembagaan dalam Pengelolaan sampah

Data untuk kelembagaan didapatkan dengan wawancara terhadap RT, RW, bank sampah, dan TPS 3R. Wawancara dilakukan untuk mengetahui struktur kelembagaan. Selain itu, dapat diketahui kendala-kendala yang dihadapi saat melakukan reduksi sampah.

➤ Pengumpulan Data Sekunder

Berikut adalah data sekunder yang harus diambil pada proses penelitian.

1. Data Kependudukan Kecamatan Krembangan Kota Surabaya.
2. Jumlah, Lokasi TPS, kapasitas.
3. Data jumlah sampah yang masuk ke Bank sampah dan jumlah nasabah.
4. Potensi reduksi TPS 3R di kecamatan lain.

Data-data tersebut dapat diambil dari BPS Kota Surabaya, Dinas Kebersihan dan Pertanaman Kota Surabaya, Bank Sampah di Kecamatan Krembangan Kota Surabaya.

3.5. Hasil dan Pembahasan

Data-data yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengolahan data dan pembahasan untuk menjawab rumusan masalah.

1. Evaluasi potensi reduksi sampah eksisting

Analisis pengelolaan sampah meliputi analisis timbulan sampah, komposisi sampah, densitas sampah, serta analisa mengenai reduksi sampah rumah tangga yang meliputi reduksi di sumber (bank sampah dan komposting) sektor informal (pemulung di TPS).

- Analisis timbulan, komposisi, densitas mengacu pada SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Sampel Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.
- Reduksi sampah di sumber.

Data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk mengetahui reduksi yang dilakukan oleh sumber sampah, dari sumber sampah (penduduk) dapat diketahui pelaku reduksi sampah dan pola persebaran sampah mengarah ke TPS, bank sampah ataupun sektor informal. Reduksi sampah yang ada di bank sampah dapat diketahui dari jumlah dan komposisi sampah yang masuk dalam jangka waktu tertentu.

Setelah persentase reduksi pada kondisi eksisting diketahui maka dilakukan proyeksi reduksi sampah. Reduksi sampah dipengaruhi oleh RF (*Recovery Factor*) presentase peran serta masyarakat yaitu PF (*Participation Factor*) dengan model sistem dinamik. Proyeksi penduduk akan mempengaruhi jumlah timbulan sampah rumah tangga. Dalam pencapaian target tersebut harus ditentukan langkah-langkah yang tepat dalam reduksi sampah baik dari sumber penghasil sampah.

2. Analisa Aspek Peran Serta Masyarakat

Data partisipasi masyarakat yang telah didapatkan dari kuisioner dilakukan analisis dengan menggunakan Skala Likert. Kelebihan kuisioner dengan skala likert yaitu lebih mudah untuk digunakan dan diterapkan. Jawaban pertanyaan pada kuisioner sebanyak 5 pilihan dengan skor terbesar adalah 5 dan skor terkecil adalah 1. Selanjutnya ditentukan interval skor tiap pilihan jawaban.

Pertanyaan dalam skala likert ada 2 bentuk yaitu pertanyaan positif untuk mengukur sikap positif dan pertanyaan negatif untuk mengukur sikap negatif. Pertanyaan positif diberi skor 5, 4, 3, 2 dan 1 sedangkan pertanyaan negatif diberi skor 1, 2, 3, 4, dan 5. Bentuk jawaban skala likert adalah sangat setuju, setuju, ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju (Muljono, 2007).

Langkah penyusunan metode menggunakan skala likert menurut Sugiyono (2012) sebagai berikut.

1. Menentukan skor pada masing-masing jawaban.
2. Menentukan interval skor pada tiap jawaban, yang terdiri dari 5 jenis jawaban sehingga tiap jawaban mempunyai interval skor sebanyak 20 %.

Skor 1	Skor 2	Skor 3	Skor 4	Skor 5	
0%	20%	40%	60%	80%	100%

3. Menghitung skor maksimum.
4. Skor maksimum = jumlah responden x skor tertinggi.
5. Menjumlahkan responden yang memiliki jawaban yang sama pada setiap pertanyaan.
6. Menghitung skor total.

$$\text{Skor total} = \Sigma (\text{jumlah jawaban responden} \times \text{skor})$$
7. Menentukan hasil akhir.

$$\text{Hasil akhir} = \frac{\text{Skor total}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \%$$
8. Menarik kesimpulan dengan membandingkan hasil akhir dengan interval skor yang telah ditentukan.

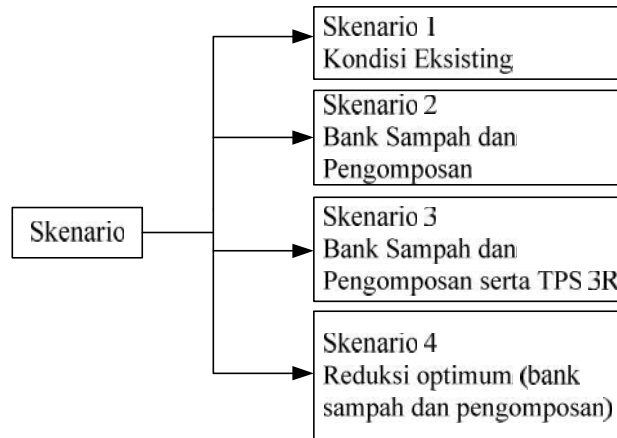
Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai persentase masing-masing kegiatan untuk ke tiga faktor, yaitu faktor pengetahuan, perilaku serta sikap. Nilai dari masing-masing faktor akan menjadi pertimbangan dalam pengembangan pengelolaan sampah. Nilai dari faktor perilaku dan sikap merupakan persentase peran serta masyarakat dan menjadi input data untuk pemodelan.

3. Analisa Aspek Kelembagaan

Data aspek kelembagaan yang telah didapatkan dari wawancara bentuk kelembagaan, jumlah anggota, serta kendala-kendala yang dihadapi. Sehingga dapat diberikan usulan mengenai perbaikan kelembagaan.

4. Optimalisasi Sistem Pengelolaan Sampah

Pada penelitian sistem optimalisasi pengelolaan sampah dilakukan dengan memaksimalkan sistem reduksi sampah di sumber, pemaksimalan pemanfaatan TPS 3R, pemaksimalan sistem pengangkutan aspek teknis, dan aspek peran serta masyarakat disimulasikan pada model sistem dinamik Kecamatan Krembangan. Skenario dibuat berdasarkan kegiatan yang telah ada, yaitu kegiatan daur ulang, bank sampah serta pengomposan. Berikut adalah skenario dalam penelitian.



Gambar 3.2.Skenario Penelitian

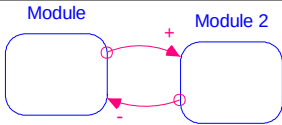
A. Metode Sistem Dinamik

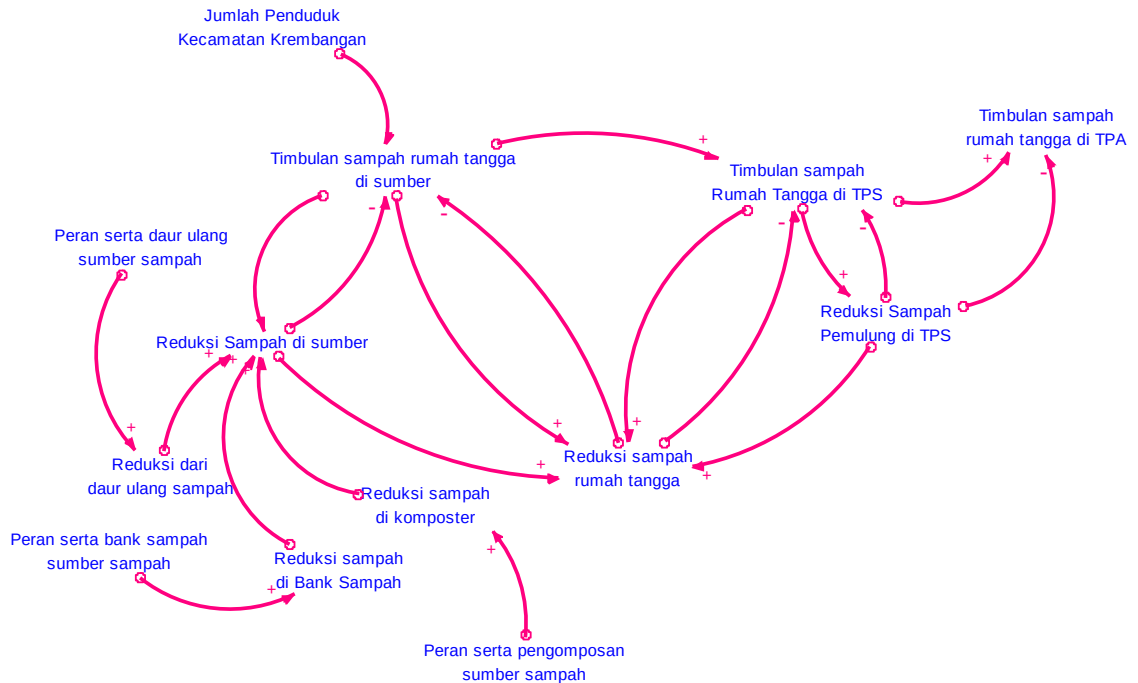
Model sistem dinamik bermanfaat untuk memudahkan dalam perhitungan serta menggambarkan kondisi nyata dalam bentuk model. Langkah awal membuat model sistem dinamik adalah menentukan *causal loop* diagram kemudian dikonversi menjadi *stock-flow* diagram. Hasil simulasi dapat diketahui dari simulasi program.

➤ Causal loop diagram

Simulasi menggunakan model sistem dinamik meliputi hal-hal yang bersifat teknis yang dapat digambarkan melalui *causal loop*. *Causal loop* diagram menunjukkan keterkaitan setiap variabel yang menunjukkan hubungan sebab akibat. Komponen dalam *causal loop* adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3.Komponen Pada *Causal Loop*

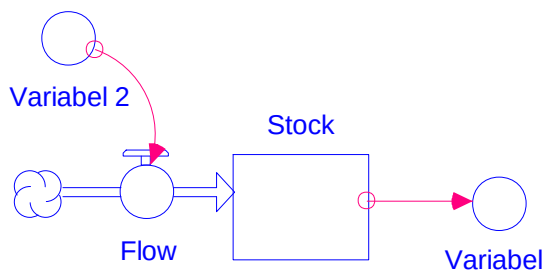
No	Icon	Nama komponen
1		Module yaitu variabel-variabel yang dihubungkan dalam <i>causal loop</i> (dapat dimunculkan kotak module atau hanya nama module)
2		Connector yaitu penghubung variabel



Gambar 3.3. *Causal loop* Penelitian

➤ **Stock Flow Diagram**

Model sistem dinamik terdiri dari beberapa simbol dasar yang membentuk *causal loop*, simbol dasar tersebut terdiri dari 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*. *Database* yang telah berhasil dikumpulkan dan formulasi yang telah dirumuskan dimasukkan sebagai *stock*, *flow* maupun *converter*.



Gambar 3.4. Contoh *Stock-Flow* Diagram

Tabel 3.4.Komponen pada *Stock-Flow* Diagram

No	Icon	Nama komponen
1	 Noname 1	“ <i>Converter</i> ” dapat digunakan untuk menyimpan konstanta, input bagi suatu persamaan, melakukan kalkulasi dari berbagai input lainnya atau menyimpan data dalam bentuk grafis (tabulasi x dan y). Secara umum tugasnya adalah mengubah suatu input menjadi output
2	 Noname 2	‘ <i>Stock</i> ’ ini merupakan hasil suatu akumulasi. Fungsinya untuk menyimpan informasi berupa nilai suatu parameter yang masuk ke dalamnya.
3	 Noname 3	Fungsi dari ‘ <i>flow</i> ’ seperti aliran yakni menambah atau mengurangi stock. Arah anak panah menunjukkan arah aliran tersebut. Aliran bisa satu arah maupun dua arah
4		“ <i>Ghost</i> ” berfungsi untuk mengcopy <i>converter</i> beserta data yang diisikan
5		“ <i>Dynamite</i> ” menghapus variabel atau connector yang tidak sesuai
6		“ <i>Graphic</i> ” membuat grafik
7		“ <i>Table</i> ” membuat tabel

3.6. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dalam penelitian ini akan menjawab tujuan umum penelitian yaitu diperoleh alternatif perbaikan yang layak dilakukan dengan memperhatikan 3 aspek yaitu aspek teknis, aspek peran serta masyarakat, serta aspek kelembagaan. Penarikan kesimpulan aspek teknis diambil berdasarkan simulasi model yang dilakukan. Pada setiap tahap penelitian juga terdapat kesimpulan yang digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya. Saran penelitian akan merupakan lanjutan dan penyempurnaan penelitian yang telah dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan ditunjukkan dengan besarnya reduksi oleh sumber sampah maupun petugas pengumpul sampah. Reduksi sampah di sumber dapat diketahui dari jumlah sampah yang dihasilkan pada bank sampah dan reduksi pada komposter. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengelolaan sampah yang tepat untuk diterapkan di Kecamatan Krembangan.

Penelitian membutuhkan data primer berupa pendataan area TPS dan jumlah petugas pengumpul sampah, pengukuran timbulan, densitas, dan komposisi sampah rumah tangga, pengukuran kemampuan reduksi oleh bank sampah dan pemulung. Data tersebut dibutuhkan untuk pembentukan struktur model sistem dinamik. Model sistem dinamik bermanfaat untuk memilih skenario yang tepat dalam pengelolaan sampah.

4.1. Kepadatan Penduduk Kecamatan Krembangan

Jumlah penduduk akan mempengaruhi penambahan timbulan sampah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga setiap tahun. Hal tersebut dipengaruhi oleh angka kelahiran, kematian serta migrasi penduduk dan luas lahan yang tersedia. Penentuan laju pertumbuhan penduduk dapat diketahui dari proyeksi penduduk dengan menggunakan jumlah penduduk pada tahun-tahun sebelumnya. Kepadatan penduduk diketahui dengan membagi jumlah penduduk dengan luas Kecamatan Krembangan.

Luas Kecamatan Krembangan adalah 6,61 km² atau 661 Ha, sedangkan luas lahan terbangun untuk pemukiman pada Kecamatan Krembangan adalah ±295 Ha atau 44,6% dari luas total lahan. Lahan di Kecamatan Krembangan banyak digunakan untuk fasilitas umum, pelabuhan serta bozem yang cukup luas di Kelurahan Morokrembangan.



Gambar 4.1.Lahan terbangun Kecamatan Krembangan

Jumlah penduduk tahun 2016 adalah 143.788 orang dan luas lahan terbangun Kecamatan Krembangan ± 295 Ha. Sehingga, dapat diketahui kepadatan penduduk Kecamatan Krembangan adalah 457 orang/Ha. Menurut SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, kepadatan penduduk >300 jiwa/Ha tergolong kepadatan tinggi, sehingga Kecamatan Krembangan merupakan Kecamatan dengan kepadatan tinggi. Jumlah penduduk Tahun 2006-2016 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1.Jumlah Penduduk Kecamatan Krembangan Tahun 2006-2016

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/Ha)
2005	120.098	407
2006	121.443	412
2007	123.003	417
2008	125.159	424

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/Ha)
2009	122.561	415
2010	124.005	420
2011	125.800	426
2012	129.603	439
2013	133.084	451
2014	135.009	458
2015	142.261	482
2016	143.788	487

Sumber : Krembangan dalam Angka Tahun 2015

Menurut Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034, Kecamatan Krembangan masuk dalam Unit Pengembangan V Tanjung Perak. Fungsi kegiatan utama pusat lingkungan pada Unit Pengembangan V Tanjung Perak meliputi pelabuhan, kawasan pertahanan dan keamanan negara, kawasan industri strategis, perdagangan dan jasa, lindung terhadap bangunan dan lingkungan cagar budaya. Berdasarkan penjelasan tersebut diketahui bahwa pada Kecamatan Krembangan tidak terdapat pengembangan untuk wilayah permukiman sehingga tidak ada peningkatan jumlah penduduk pada wilayah permukiman.

4.2. Timbulan, Densitas, dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Krembangan

4.2.1. Timbulan Sampah Rumah Tangga

Data Timbulan sampah rumah tangga didapatkan dari hasil sampling yang dilakukan di 3 Kelurahan yaitu Kelurahan Dupak, Kelurahan Kemayoran dan Kelurahan Perak Barat. Pengambilan sampel dari setiap rumah dilakukan selama 8 hari berturut-turut sesuai dengan SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan. Berat sampah yang dihasilkan di setiap rumah berbeda-beda. Jumlah timbulan sampah tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan. Jumlah Timbulan Sampah Per Orang di Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jumlah Timbunan Sampah Per Orang di Kecamatan Krembangan

Sampling Hari Ke -	Berat Sampah (kg/hari)	Jumlah Penduduk (org)	Timbunan Sampah (kg/KK/hari)	Timbunan Sampah (kg/org/hari)
1	105,56	435	0,865	0,24
2	90,58	420	0,768	0,22
3	81,16	394	0,718	0,21
4	60,72	295	0,675	0,21
5	75,24	373	0,738	0,20
6	80,65	387	0,727	0,21
7	102,56	435	0,841	0,24
8	101,23	435	0,830	0,23
Rata-Rata	87,21	396,75	0,770	0,22

Jumlah timbunan sampah per orang di Kecamatan Krembangan adalah 0,22 kg/orang/hari. Pada penelitian sebelumnya di Kecamatan Mulyorejo didapatkan jumlah timbunan sampah rumah tangga sebesar 0,23 kg/orang/hari (Ulisfah, 2014), Kecamatan Wonokromo sebesar 0,224 kg/orang/hari (Safridah, 2015), Kecamatan Simokerto sebesar 0,213 (Safitri, 2015). Berdasarkan hasil sampling diketahui bahwa banyaknya sampah yang dihasilkan setiap orang adalah 0,22 kg/orang/hari. Jumlah Penduduk Kecamatan Krembangan tahun 2016 adalah 143.788 jiwa, sehingga jumlah timbunan sampah di Kecamatan Krembangan adalah 31.633 kg/hari atau 31,63 ton/hari.

4.2.2. Densitas Sampah Rumah Tangga

Data densitas yang diperoleh digunakan untuk menentukan volume sampah yang dihasilkan di Kecamatan Krembangan. Densitas sampah diketahui dari sampling selama 8 hari berturut-turut menggunakan kotak densitas berukuran 500 L. Sampah yang telah dikumpulkan kemudian dicampur merata dan dimasukkan kotak 500 L sampai penuh, kemudian kotak diangkat dan dihentakkan 3 kali dan diukur lagi ketinggian sampahnya. Berikut adalah hasil pengukuran densitas sampah dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3.Densitas Sampah Rumah Tangga

Sampling Hari	Timbulan Sampah Total (kg)	Dimensi Kotak		Volume Kotak (m ³)	Densitas Sampah (kg/m ³)
		Luas Alas (m ²)	Tinggi (m)		
1	73,20	1	0,43	0,43	170,23
2	59,13	1	0,46	0,46	128,54
3	67,44	1	0,43	0,43	156,84
4	58,23	1	0,43	0,43	135,42
5	55,64	1	0,45	0,45	123,64
6	60,96	1	0,44	0,44	138,55
7	64,96	1	0,44	0,44	147,64
8	68,77	1	0,42	0,42	163,74
Rata-rata (kg/m ³)					145,57

Hasil pengukuran densitas rata-rata sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan sebesar 145,57 kg/m³. Berdasarkan penelitian sebelumnya densitas total sampah rumah tangga adalah 256,52 kg/m³ (Safitri, 2015). Hasil pengukuran densitas rata-rata sampah rumah tangga di Kecamatan Wonokromo sebesar 107,77 kg/m³ (Safridah, 2015).

Pada SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbunan Dan Komposisi Sampah Perkotaan dicontohkan bahwa sampah yang digunakan untuk pengukuran densitas seharusnya langsung dipilah untuk pengukuran komposisi sampah sejumlah 100 kg, akan tetapi menurut hasil sampling berat sampah pada kotak densitas tidak mencapai 100 kg. Hal ini dikarenakan kotak densitas berukuran 500 L tidak dapat menampung sampah sejumlah 100 kg dengan komposisi sampah saat ini. Sehingga diperlukan kotak densitas berukuran 1000 L agar dapat menampung 100 kg sampah untuk komposisi sampah rumah tangga saat ini.

Timbunan sampah rumah tangga yang dihasilkan di Kecamatan Krembangan adalah 31.633,41 Kg/hari. Volume sampah rumah tangga yang dihasilkan sebesar 217,30 m³/hari. Volume yang dihasilkan tiap orang per hari dapat ditentukan dari volume rata-rata sampah yang ada yaitu 0,0015 m³/orang/hari atau 1,5 L/orang/hari.

4.2.3. Komposisi Sampah Rumah Tangga

Pengukuran komposisi sampah dilakukan dengan pemilahan sampah dari sampling timbunan. Komposisi sampah yang dipilah terdiri dari sampah plastik (PP, LDPE, HDPE, PET), kertas (HVS, kardus, koran), logam, kaca (botol kaca dan kaca lain), kain, kayu, diapers (popok, pembalut, tissue), B3, residu. Komposisi sampah dari hasil sampling di Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Sterefoam



LDPE



PET



HDPE



Sampah Kertas





Kaleng



Kayu



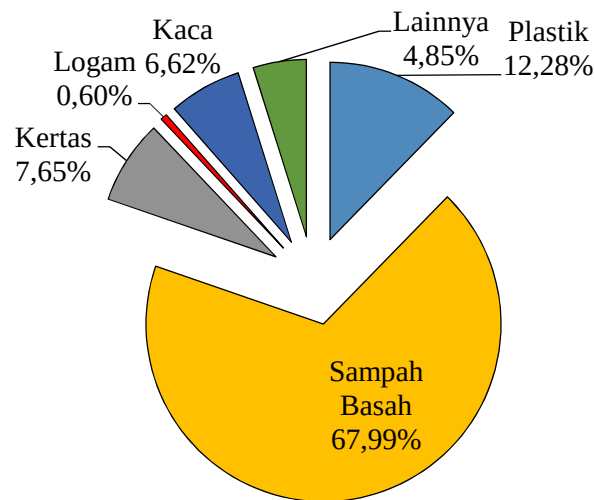
Sampah Diapers



Sampah Kain

Gambar 4.2. Komposisi Sampah

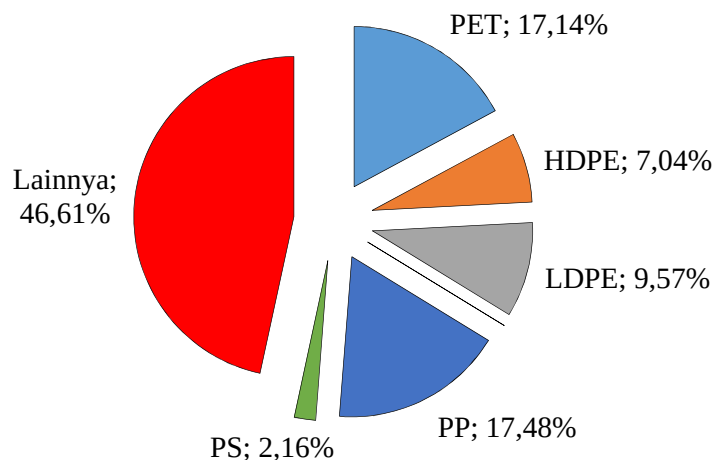
Sampling Komposisi sampah dilakukan dengan memilah sampah sesuai dengan masing-masing komposisinya kemudian ditimbang dan dinyatakan dalam % (persentase). Persentase sampah didapatkan dengan membandingkan berat rata-rata jenis sampah dan berat total sampah selama 3 hari. Dari setiap komposisi sampah terdapat sampah yang masih dapat dimanfaatkan dan tidak. Sampah plastik seperti botol aqua, aqua gelas, botol-botol bekas shampo masih dapat dijual. Kertas koran, kertas yang masih bagus serta kardus dapat dimanfaatkan kembali atau dijual, sampah kaca dalam bentuk botol bekas jamu atau bekas bensin dapat dimanfaatkan kembali. Sebagian besar masyarakat tidak memanfaatkan kayu dan kain. Komposisi sampah yang dihasilkan dari sampling sampah rumah tangga dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Persentase Komposisi Sampah

Jenis sampah basah merupakan sampah yang paling banyak dihasilkan pada rumah tangga dengan persentase sebesar 67,99%. Berdasarkan hasil sampling diketahui banyaknya sampah basah berasal dari sisa makanan. Pengelolaan sampah basah dapat dilakukan dengan melakukan pengomposan. Keunggulan dari pengomposan adalah menyuburkan tanah, membersihkan tanah dari zat pencemar yang dikandungnya, dan merupakan teknologi yang murah dan mudah diterapkan (Reddy, 2011). Pembuatan kompos dapat dilakukan pada skala rumah tangga dengan memanfaatkan komposter. Selain pengomposan, sisa nasi dapat dikeringkan menjadi nasi karak yang dapat dimanfaatkan sendiri atau dijual lagi.

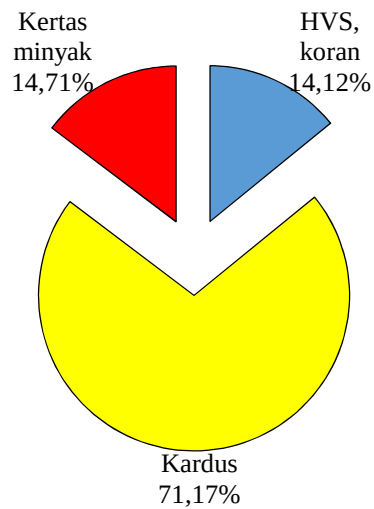
Komposisi sampah plastik sebesar 12,28% dan sampah kertas 7,65%, sampah kertas dan plastik direduksi dengan menjual sampah pada bank sampah atau dikumpulkan untuk dimanfaatkan sendiri. Berdasarkan hasil sampling dapat diketahui bahwa sampah kaca sebesar 6,62% terdiri dari botol kaca sisa sirup, saos, kecap. Sampah logam yang terdiri dari kaleng bekas minuman sebesar 0,6%. Sedangkan sampah lainnya adalah 4,85% termasuk sampah tisu dan *diapers*, sampah B3, logam, kayu dan karet. Persentase komposisi sampah plastik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Komposisi Sampah Plastik

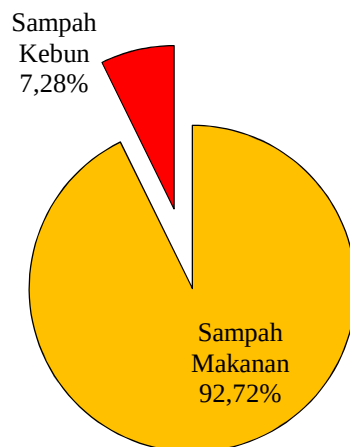
Pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa sampah plastik lainnya (berupa kresek dan kemasan) merupakan sampah yang mendominasi dari komposisi sampah plastik. Angka tersebut mempunyai nilai terbesar karena pada saat penimbangan kondisi sampah dalam keadaan sedikit basah. Sampah kresek berasal dari dapur dan tempat cucian rumah tangga. Kemudian nilai terbesar kedua adalah PET (17,14%) dan PP (17,48%) dari kemasan minuman. Persentase LDPE yang merupakan plastik bening dengan persentase 9,57%, HDPE yang berasal dari botol shampo, sabun, *lotion* mempunyai persentase sebesar 7,04%, PS atau *sterofoam* sebanyak 2,16% dan tidak dihasilkan sampah berupa PVC.

Persentase sampah plastik memiliki nilai terbesar kedua dari sampah yang dapat dikomposkan. Sampah plastik seperti kresek, botol bekas air mineral, dan bak dapat dimanfaatkan kembali. Sampah daur ulang seperti kertas, plastik, logam, kaca dapat dimanfaatkan kembali atau dijual ke bank sampah. Berbagai jenis sampah yang dihasilkan oleh masyarakat dipengaruhi oleh gaya hidup, aktivitas komersil, kegiatan daur ulang masyarakat (Jha *et al.*, 2008).



Gambar 4.5.Komposisi Kertas

Persentase terbesar sampah kertas adalah Kardus dengan nilai 71,17%, sampah kardus berasal dari kardus makanan, kardus roti atau kardus barang-barang rumah tangga lainnya. Sampah kertas minyak menempati urutan terbesar ke dua yaitu 14,71%. Selanjutnya adalah sampah dari HVS dan Koran dengan persentase 14,12%.



Gambar 4.6.Komposisi Sampah Basah

Komposisi sampah basah didominasi oleh sampah makanan dengan persentase sebesar 92,72%, sampah makanan berasal dari sisa nasi dan sampah dapur. Sampah kebun mempunyai persentase sebesar 7,28%. Sampah kebun

berasal dari tanaman yang ditanam di depan rumah warga di Kecamatan Krembangan. Menurut hasil survey dan wawancara pada masyarakat, reduksi sampah basah masih kurang karena tidak adanya tempat dan alat untuk pengomposan, kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai pengomposan, dan sebagian masyarakat tidak mau melakukan pengomposan dikarenakan bau.

4.3. Pemetaan Sampah Rumah Tangga di TPS Kecamatan Krembangan

Pemetaan sampah pada TPS bertujuan untuk mengetahui pelayanan TPS di Kecamatan Krembangan. Berdasarkan hasil analisis jumlah timbulan sampah dari luar Kecamatan Krembangan di TPS sebesar 4,86 ton/hari. Jumlah sampah sampah rumah tangga yang masuk ke TPS Kecamatan Krembangan sejumlah 30.925,94 kg/hari. Detail hasil pemetaan di TPS ditunjukkan pada **Lampiran B**. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pemetaan sampah rumah tangga TPS di Kecamatan Krembangan.

Tabel 4.4. Timbulan Sampah Rumah Tangga pada TPS dan Sampah dari Luar Kecamatan Krembangan

No	Nama TPS	Timbulan sampah Dari Luar Kecamatan Krembangan (kg/hari)	Timbulan Sampah Rumah Tangga (kg/hari)
1	Tanjung Sadari	279,73	5.025,92
2	Mbah Ratu	2.607,34	5.627,25
3	Krembangan Barat	1.221,69	6.266,63
4	Tambak asri	407,93	6.499,29
5	Dupak Bangun sari	341,13	5.618,98
6	Dupak Bandar Rejo	0	1.887,87
Jumlah		4.857,82	30.925,94

Berdasarkan Tabel 4.4. jumlah timbulan sampah Krembangan yang masuk ke TPS adalah 30.925,94 kg/hari. Jumlah total timbulan sampah pada Kecamatan Krembangan adalah 31.633 kg/hari. Pelayanan TPS terhadap timbulan sampah rumah tangga adalah 98%. Berdasarkan survei lapangan terdapat beberapa masyarakat yang tinggal di dekat sungai sekitar 2% yang masih membuang sampah ke sungai.

4.4. Analisis Reduksi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Krembangan

Reduksi sampah rumah tangga terdiri dari reduksi pada sumber sampah dan reduksi pada TPS. Reduksi sampah pada sumber sampah dilakukan oleh masyarakat dengan daur ulang sampah, kegiatan daur ulang sampah dilakukan dengan memanfaatkan sampah di rumah, diberikan orang lain maupun dijual, selanjutnya adalah bank sampah maupun pada komposter. Reduksi di TPS dilakukan oleh petugas sampah yang memulung sampah ataupun pemulung.

4.4.1. Reduksi Sampah di Bank Sampah

Reduksi sampah di Kecamatan Krembangan juga dilakukan oleh bank sampah. Reduksi pada bank sampah diketahui dengan wawancara kepada pengelola bank sampah. Dari hasil wawancara dapat diketahui jumlah nasabah dan jumlah sampah yang direduksi serta jenis-jenis sampah yang direduksi. Berikut adalah jumlah nasabah bank sampah tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Jumlah Nasabah Bank Sampah Tahun 2016

No	Nama Bank Sampah	Kelurahan	Jumlah Nasabah (KK)
1	Bank Sampah Perak Barat	Perak Barat	50
2	Bank Sampah Binaan Unilever	Perak Barat	70
3	Bank Sampah Dikelola Mandiri RT 13	Perak Barat	20
4	Bank Sampah Dikelola Mandiri RT 12	Perak Barat	18
5	Bank Sampah Dikelola Mandiri RT 16	Perak Barat	17
6	Dupak RT 4	Dupak	29
Jumlah			204

Jumlah bank sampah terdapat di 4 lokasi yang berada di Kelurahan Perak Barat dan 1 lokasi Kelurahan Dupak. Jumlah nasabah bank sampah tahun 2016 adalah 204 KK, jumlah bank sampah yang masih aktif adalah 6 bank sampah. Bank sampah pada Kecamatan Krembangan mengalami fluktuasi jumlah nasabah, dari tahun 2007 jumlah nasabah semakin meningkat. Pada dua tahun terakhir jumlah nasabah bank sampah menurun sehingga bank sampah menjadi tidak aktif.

Berikut adalah Tingkat pertumbuhan nasabah bank sampah Kecamatan Krembangan tahun 2007-2016 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Tingkat Pertumbuhan Nasabah Bank Sampah Kecamatan Krembangan Tahun 2007-2016

Tahun	Total Penambahan Jumlah Nasabah (KK)	Jumlah Anggota Bank Sampah (KK)	Jumlah Anggota Bank Sampah (orang)	Jumlah Penduduk (orang)	Persentase Jumlah Participation Factor (PF) pada Bank Sampah	Laju Peningkatan Participation Factor (PF) pada Bank Sampah
2007	70	70	248	123.003	0,20%	-
2008	25	95	336	125.159	0,27%	0,07%
2009	25	120	425	122.561	0,35%	0,08%
2010	5	125	443	124.005	0,36%	0,01%
2011	20	145	513	125.800	0,41%	0,05%
2012	15	160	566	129.603	0,44%	0,03%
2013	37	197	697	133.084	0,52%	0,09%
2014	47	244	864	135.009	0,64%	0,12%
2015	-22	222	786	142.261	0,55%	-0,09%
2016	-18	204	722	143.788	0,50%	-0,05%
	Rata-rata	158	560	130.427	0,42%	0,03%

Sumber : Survey lapangan

Persentase *Participation Factor* (PF) pada bank sampah menunjukkan tingkat peran serta eksisting dari bank sampah. Persentase *Participation Factor* (PF) diketahui dengan mengubah nasabah bank sampah dalam satuan Kepala Keluarga (KK) menjadi satuan orang. Jumlah nasabah dalam satuan orang kemudian dibagi dengan jumlah penduduk pada tahun terhitung. Jumlah orang per KK adalah 3,54 (Monografi Kecamatan Krembangan, 2015).

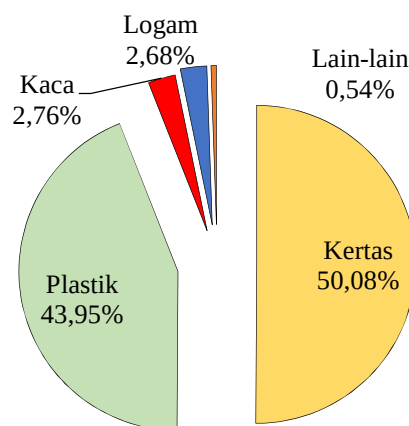
Hasil perhitungan menunjukkan jumlah orang yang berpartisipasi pada bank sampah adalah 722 orang, sehingga tingkat partisipasi masyarakat kondisi eksisting adalah 0,50%. Laju rata-rata Peningkatan *Participation Factor* (PF) pada bank sampah pada tahun 2016 adalah 0,03%. Nilai tersebut termasuk kecil dibandingkan dengan laju penambahan nasabah bank sampah Kota Surabaya tahun 2013 yaitu 3,38% (DKP, 2013). Peningkatan laju rata-rata peningkatan *Participation Factor* (PF) berbanding lurus dengan peningkatan reduksi pada

bank sampah. Reduksi sampah pada bank sampah Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7.Reduksi Sampah Pada Bank Sampah Kecamatan Krembangan

Komposisi	Dupak RT 4 (kg/bulan)	Bank Sampah Perak Barat (kg/bulan)	Bank Sampah Binaan Unilever (kg/bulan)	Bank Sampah RT 13 (kg/bulan)	Bank Sampah RT 12 (kg/bulan)	Bank Sampah RT 16 (kg/bulan)	Jumlah Sampah Di Bank Sampah (kg/bulan)	Jumlah Sampah Di Bank Sampah (kg/hari)
Kertas	36,65	37,05	105,70	28,60	12,50	15,30	235,80	7,86
plastik	35,71	24,70	85,00	10,23	27,80	23,50	206,94	6,90
kaca	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,00	0,43
logam	-	1,56	5,86	1,76	1,34	2,08	12,60	0,42
lain-lain	0,00	2,55		0,00	0,00	0,00	2,55	0,09
Jumlah	72,36	78,86	196,56	40,59	41,64	40,88	470,88	15,70

Total reduksi bank sampah dihitung berdasarkan jumlah nasabah dan kemampuan reduksi perorang. Reduksi eksisting tahun 2016 bank sampah adalah 15,70 kg/hari, jumlah timbulan sampah adalah 31.633 kg/hari, sehingga tingkat reduksi bank sampah adalah 0,049%. Tingkat reduksi bank sampah didapatkan dengan membagi jumlah reduksi bank sampah perhari dengan jumlah timbulan sampah rumah tangga per hari. Persentase komposisi bank sampah ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7.Persentase Komposisi Sampah Pada Bank Sampah

Komposisi bank sampah terbesar adalah kertas sebesar 50,08%. Kertas yang dijual pada bank sampah terdiri dari koran, kardus, kertas HVS (kertas putihan), kertas buram, dan sak semen. Persentase komposisi plastik pada bank sampah adalah 43,95%. Komposisi plastik terdiri dari gelas air mineral kotor, gelas air mineral bersih, botol air mineral kotor, botol air mineral bersih, tutup galon air mineral, rak hitam, bak campur. Komposisi selanjutnya adalah kaca dengan persentase 2,76%, kaca yang diterima pada bank sampah berupa botol saus/kecap, botol saus dan bensin. Komposisi lain-lain sebesar 0,54% berupa sandal/sepatu bekas.

4.4.2. Reduksi Sampah Basah Pada Komposter

Reduksi sampah basah pada Kecamatan Krembangan menggunakan individual komposter. Jumlah komposter di Kecamatan Krembangan adalah 3 unit/Kelurahan. Jadi pada Kecamatan Krembangan terdapat 15 komposter. Komposting menggunakan tong dengan kapasitas 120 L.

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat, waktu pematangan kompos adalah ± 60 hari. Berdasarkan hasil survey di lapangan berat kompos yang masih basah pada komposter berukuran 120 L adalah 36,3 kg. Data untuk peningkatan unit komposter Kecamatan Krembangan yaitu 0,48% (DKP, 2013). Data reduksi sampah komposter dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8.Reduksi Sampah Komposter

Parameter	Jumlah	Satuan
Jumlah Komposter	3	Unit/Kelurahan
Jumlah Kelurahan	5	RT
Jumlah Total Komposter	15	Unit
Kapasitas Komposter	0,12	m ³
Lama pematangan	60	Hari
Berat kompos kompos basah	36,3	Kg/komposter
Berat kompos kompos basah	9,08	Kg/hari
Reduksi Kompos	3,31	ton/tahun

4.4.3. Reduksi Sampah di TPS

Reduksi sampah di TPS dilakukan oleh petugas gerobak yang memulung sampah. Beberapa petugas gerobak mau melakukan pemilahan sampah. Reduksi pada TPS mempunyai jumlah yang lebih besar daripada di bank sampah. Reduksi sampah pada TPS diketahui dengan menimbang hasil pilahan pada petugas gerobak selama 3 hari pada masing-masing TPS. Reduksi petugas gerobak rata-rata 6,60 kg/orang/hari. Persentase jumlah pemulung dan penarik gerobak dapat dilihat pada Tabel 4.9.

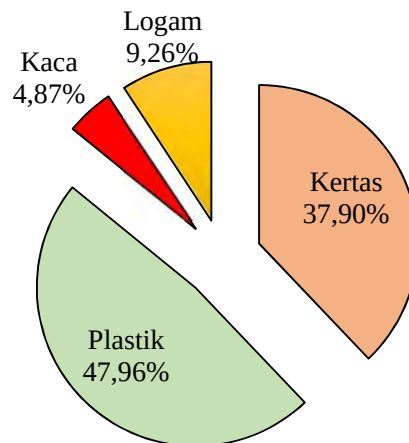
Tabel 4.9. Jumlah Penarik Gerobak, Pemulung, dan Persentase Pemulung TPS

No	Nama TPS	Jumlah Penarik Gerobak (orang)	Jumlah Penarik Gerobak yang Memulung (orang)	Jumlah (kg/hari)
1	TPS Dupak Bandarejo	8	5	5,30
2	TPS Dupak Bangunsari	15	8	6,02
3	TPS Mbah Ratu	40	14	7,35
4	TPS Tambak Asri	30	23	7,72
5	TPS Tanjung Sadari	26	26	6,66
6	TPS Krembangan Barat	35	24	6,57
Jumlah		154	100	39,62
Rata-Rata Reduksi Setiap Orang				6,60

Jumlah petugas sampah yang memulung adalah 100 orang dari 6 TPS. Sebenarnya jumlah TPS pada Kecamatan Krembangan adalah 7 TPS, akan tetapi untuk TPS Brimob hanya melayani asrama Brimob. Sehingga reduksi pada TPS tersebut tidak diperhitungkan untuk kegiatan rumah tangga. Perhitungan hasil reduksi sampah di TPS dapat dilihat pada **Lampiran A**.

Persentase sampah terbesar adalah plastik sebesar 47,96%, plastik yang dikumpulkan berupa botol-botol plastik bekas minuman. Sedangkan kertas yang dikumpulkan berupa kardus bekas dengan persentase 37,90%. Kaca yang dikumpulkan berupa botol dengan persentase 4,87%. Sampah logam berupa kaleng atau benda logam lain yang masih bisa dimanfaatkan kembali sebesar

9,26%. Pada Kecamatan Krembangan pada semua TPS mengumpulkan plastik dan kertas, namun hanya 3 TPS yang mengumpulkan kaca dan logam.



Gambar 4.8.Komposisi Sampah Tereduksi Pada TPS

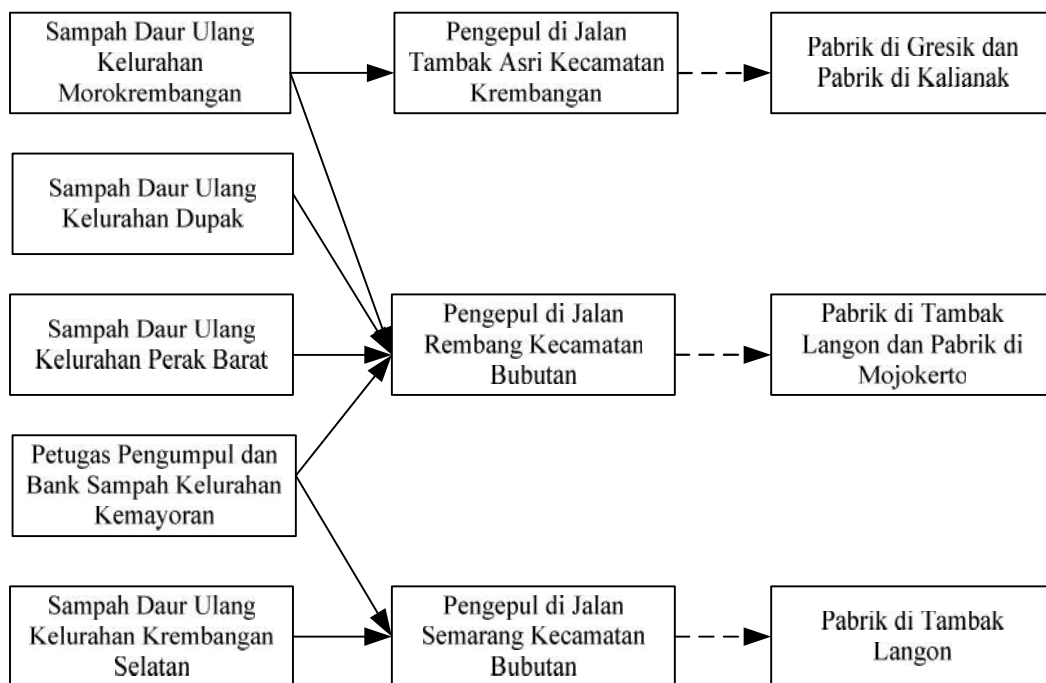
4.4.4. Alur Daur Ulang Sampah

Daur ulang sampah rumah tangga dilakukan oleh masyarakat melalui bank sampah serta petugas sampah TPS yang memulung sampah. petugas bank sampah dan pemulung menjual sampah kepada pengepul. Sampah yang dijual pada pengepul akan dikirimkan ke pabrik. Gambar 4.9 menunjukkan pengepul besar di Jalan Rembang yang menerima sampah plastik, kertas, dan sampah logam.



Gambar 4.9.Pengepul Besar Jalan Rembang

Menurut hasil wawancara sampah daur ulang di Kecamatan Krembangan dijual kepada 3 pengepul besar. Sampah daur ulang dari Kelurahan Krembangan Selatan dan sebagian Kelurahan Kemayoran dijual pada pengepul di Kecamatan Bubutan di Jalan Semarang. Sebagian Kelurahan Kemayoran, Kelurahan Dupak dan Kelurahan Perak Barat dan sebagian Kelurahan Morokrembangan menjual sampah pada pengepul besar di Jalan Rembang Kecamatan Bubutan. Sebagian sampah dari Morokrembangan dijual pada pengepul di Jalan Tambak Asri Kelurahan Morokrembangan.



Gambar 4.10. Alur Sampah Daur Ulang di Kecamatan Krembangan

4.5. Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga

4.5.1. *Recovery Factor*

Sampah yang tereduksi pada bank sampah terdiri dari Kertas, plastik, kaca, logam, lain-lain (sandal, sepatu). Perhitungan RF Optimum diperoleh dari hasil sampling yang perhitungannya dilampirkan pada **Lampiran A**. Berikut adalah perhitungan Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga Kecamatan Krembangan.

Tabel 4.10.Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga

Komposisi	Berat total (kg/hari)	RF Optimum	Reduksi dari Bank Sampah (kg/hari)	Reduksi Dari TPS (kg/hari)	Reduksi Total (kg/hari)	Persentase Reduksi Sampah (%)
Kertas	31.633,41	83%	7,86	250,12	257,98	0,82%
Plastik	31.633,41	74%	6,90	316,56	323,46	1,02%
Kaca	31.633,41	36%	0,43	32,17	32,60	0,10%
Logam	31.633,41	61%	0,42	61,15	61,57	0,19%
lain-lain	31.633,41	16%	0,09		0,09	0,00%
Jumlah			15,70	660,00	675,70	2,14%
Reduksi Sampah Basah						
Sampah Basah	31.633,41	60%	9,08		12.904,53	0,03%

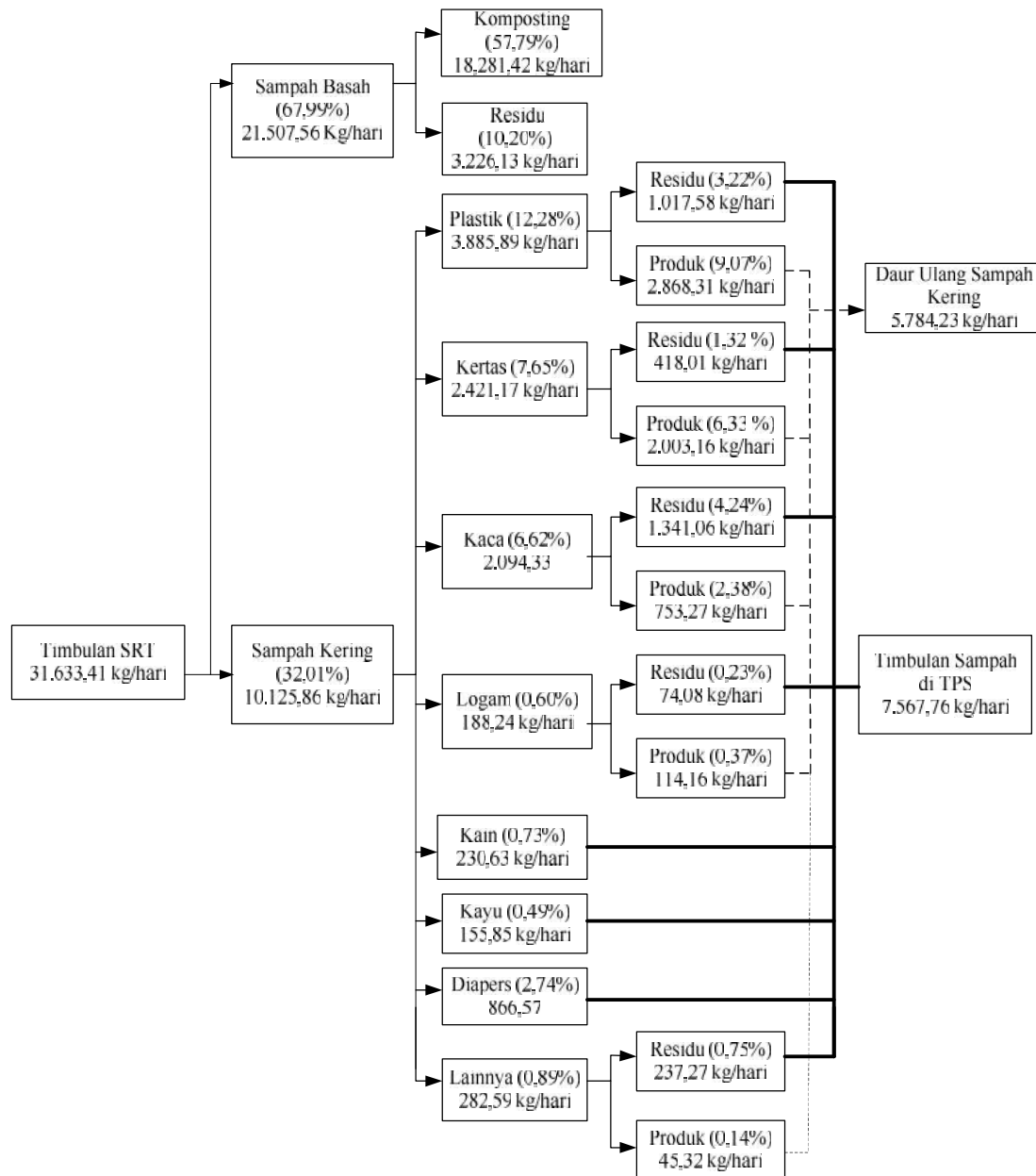
Berdasarkan Tabel 4.10 diketahui bahwa reduksi daur ulang total sampah rumah tangga diperoleh dari penjumlahan sampah reduksi pada bank sampah dan TPS yaitu 675,70 Kg/hari. Reduksi untuk sampah basah hanya 9,08 kg/hari. Dari hasil perhitungan didapatkan tingkat reduksi eksisting Kecamatan Krembangan adalah 2,17%. Reduksi Kecamatan Krembangan lebih kecil dibandingkan dengan Kecamatan Gubeng yaitu 5,17% (Agustia, 2014), sehingga diperlukan peningkatan reduksi di Kecamatan Krembangan.

4.5.2. *Mass Balance* Pengelolaan Sampah

Diagram *mass balance* dapat memudahkan mengetahui aliran sampah dari sumber sampah menuju ke TPA. Reduksi sampah rumah tangga dilakukan oleh bank sampah, pengomposan, serta reduksi pada TPS. Sampah yang dapat direduksi berupa plastik, kertas, kaca, logam, lainnya. Kegiatan reduksi sampah dapat mengurangi sampah yang masuk ke TPA. Sampah basah yang dihasilkan sebesar 21.507,56 kg/hari dan sampah kering sebesar 10.125,86 kg/hari.

Berdasarkan hasil sampling nilai RF terbesar untuk sampah plastik adalah 74%, sehingga sampah plastik yang dapat dimanfaatkan adalah 2.868,31 kg/hari. Nilai RF terbesar untuk sampah kertas adalah 83%, sampah kaca 36%, sampah logam 61%, dan sampah lainnya 16%. Sampah basah yang dapat dimanfaatkan untuk komposting adalah 18.281,42 kg/hari atau 57,79% dari total jumlah sampah Kecamatan Krembangan. Reduksi sampah basah sangat dibutuhkan karena sebagian besar sampah rumah tangga adalah sampah basah.

Mass Balance Berdasarkan reduksi dengan nilai RF terbesar dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. *Mass Balance* Berdasarkan Reduksi Dengan Nilai RF Terbesar

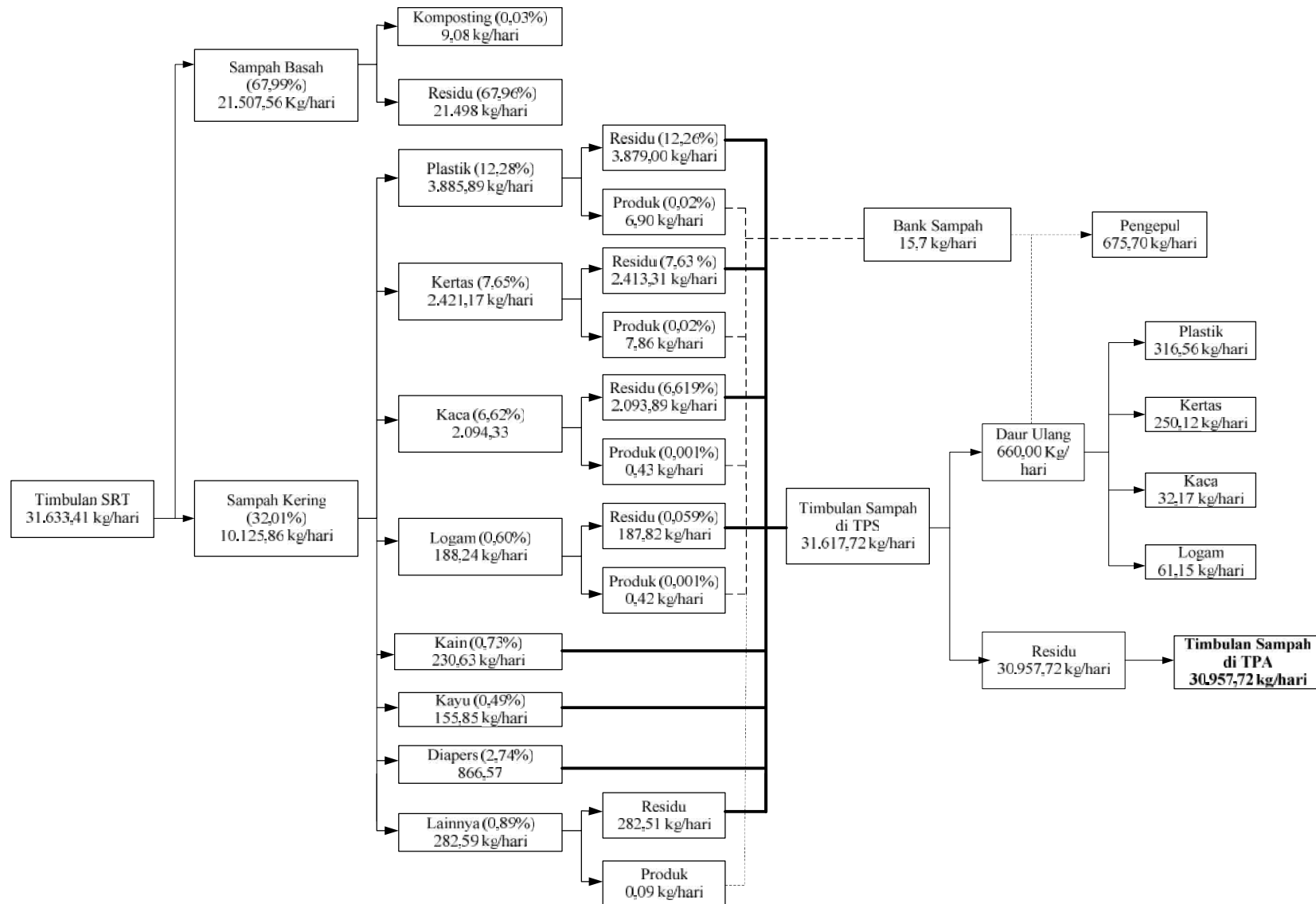
Berdasarkan Gambar 4.11 dapat diketahui bahwa berat sampah kering yang dapat di daur ulang adalah 5.784,23 kg/hari. Sampah kering yang dapat didaur ulang yaitu sampah plastik, kertas, kaca, logam dan sampah lainnya. Potensi reduksi untuk sampah daur ulang adalah 18,29%. Potensi reduksi untuk

sampah basah adalah 57,79%. Hal tersebut menunjukkan bahwa potensi reduksi di Kecamatan Krembangan adalah 76,08%. Jumlah timbunan sampah pada TPS dengan persentase reduksi sebesar 76,08% adalah 7.567, 76 kg/hari.

Pada Sub Bab sebelumnya telah dijelaskan bahwa reduksi kondisi eksisting di Kecamatan Krembangan terdiri dari reduksi kompos, reduksi pada bank sampah dan reduksi pada TPS. Di Kecamatan Krembangan terdapat 3 unit komposter/kelurahan, sehingga total komposter yang berada di Kecamatan Krembangan adalah 15 unit. Komposter yang digunakan untuk pengomposan sampah basah berupa tong dengan kapasitas 120 L dengan lama pengomposan ± 60 hari. Sampai saat ini, sampah basah yang dapat direduksi di Kecamatan Krembangan adalah 9,08 kg/hari. Persentase reduksi sampah basah di Kecamatan Krembangan adalah 0,03%. Diperlukan peningkatan reduksi sampah basah untuk mencapai reduksi optimum sebesar 57,79%.

Jumlah bank sampah di Kecamatan Krembangan adalah 6 unit dengan jumlah nasabah 204 KK. Sampah yang dapat direduksi pada bank sampah terdiri dari plastik, kertas, logam, kaca, dan lainnya. Berat reduksi total bank sampah adalah 15,7 kg/hari, sehingga dapat diketahui tingkat reduksi bank sampah sebesar 0,05%. Reduksi sampah pada TPS dilakukan oleh petugas sampah yang memilah sampah. sampah yang dipilah akan dijual ke pengepul di Kecamatan Krembangan yang tersebar menjadi 3 pengepul, yaitu pengepul di Tambak Asri, Jalan Rembang, dan Jalan Semarang. Berat sampah yang dapat direduksi oleh pemulung adalah 6,60 kg/hari. Total jumlah pemulung di Kecamatan Krembangan adalah 100 orang, sehingga berat sampah yang tereduksi di TPS sebesar 660 kg/hari. Persentase reduksi pada TPS adalah 2,09%.

Kondisi eksisting sampah rumah tangga yang masuk ke TPA setelah adanya reduksi komposter, bank sampah dan TPA adalah 30.948,64 Kg/hari. Sampah rumah tangga yang tereduksi sebesar 675,7 kg/hari. Tingkat reduksi sampah di Kecamatan Krembangan adalah 2,17% yang terdiri dari reduksi sampah pada komposter 0,03%, reduksi pada bank sampah 0,05%, dan reduksi pada TPS sebesar 2,09%. *Mass balance* sampah rumah tangga Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. *Mass Balance* Berdasarkan Reduksi Pada Kondisi Eksisting

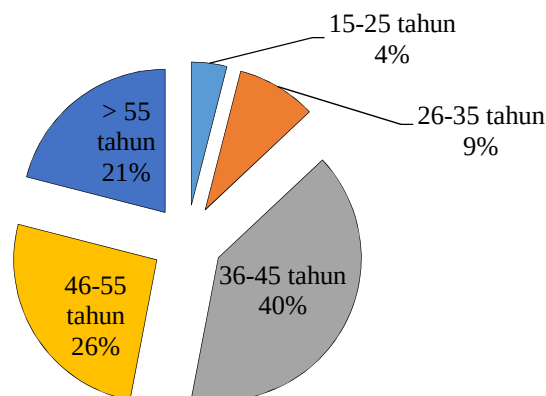
4.6. Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga

4.6.1. Hasil Kuisisioner Pengelolaan Sampah di Kecamatan Krembangan

Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui pengelolaan sampah pada daerah sampling yaitu Kelurahan Dupak, Kelurahan Kemayoran dan Kelurahan Perak Barat. Kuisisioner dibagikan kepada 110 responden. Berikut adalah hasil kuisisioner yang dibagikan.

A. Identitas Responden

Sebagian besar responden adalah ibu rumah tangga di daerah sampling, jenis kelamin responden yaitu 6% laki-laki dan 94% wanita. Usia responden terdiri dari 15 sampai lebih dari 55 tahun. sebagian besar responden berusia 36-45 tahun sebanyak 40%, usia 46-55 tahun sebanyak 26%, usia >55 tahun adalah 21%, sebesar 9% berusia 26-35 tahun dan sisanya adalah 4% berusia 15-25 tahun. Status Responden sebagian besar adalah Ibu dengan persentase 87%, Anak 8% dan Bapak 5%. Responden sebagian besar istri karena pengelolaan sampah dilakukan oleh wanita. Usia responden dapat dilihat pada Gambar 4.13.

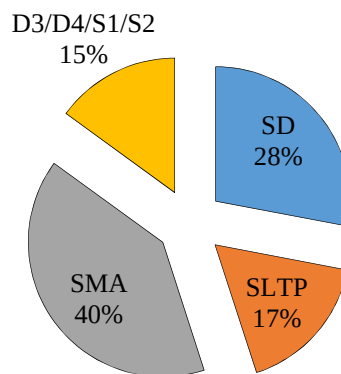


Gambar 4.13. Usia Responden

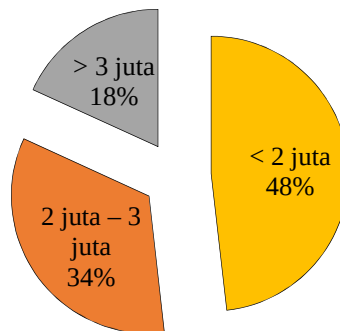
Jumlah KK pada daerah sampling sebagian besar adalah 1 KK yaitu sebanyak 90%, dan yang memiliki 2 KK adalah 10%. Sebagian besar responden adalah pekerja dengan persentase 86%, sementara sisanya adalah 14% ibu rumah tangga sebagai ibu rumah tangga atau menunggu warung di rumah. Pendidikan responden terdiri dari SD-kuliah. Sebagian besar responden adalah lulusan SMA

dengan persentase sebanyak 40%, SD sebanyak 28%, SLTP sebanyak 17%, dan D3/D4/S1/S2/S3 sebanyak 15%.

Pendapatan Responden sebagian besar < 2juta yaitu 48%, 2-3 juta sebesar 34% dan > juta sebanyak 18%. Pendidikan dan pendapatan masyarakat akan berpengaruh terhadap pengelolaan sampah. Masyarakat yang mempunyai pendidikan lebih tinggi akan mudah menerima pengetahuan mengenai pengelolaan sampah dan mudah dalam penarikan iuran kebersihan. Status bekerja dan pendidikan responden dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15.



Gambar 4.14. Pendidikan Responden

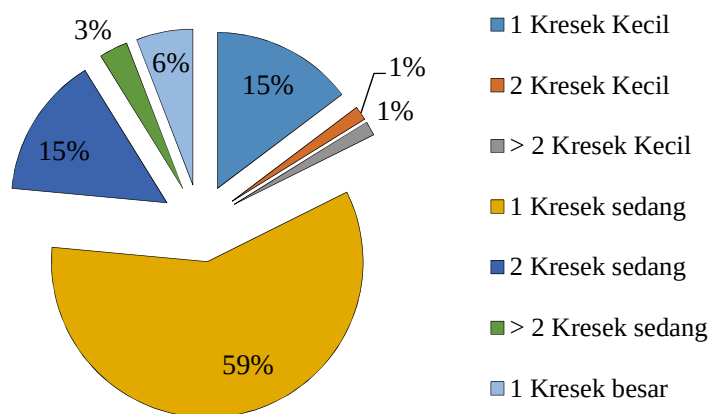


Gambar 4.15. Penghasilan Responden

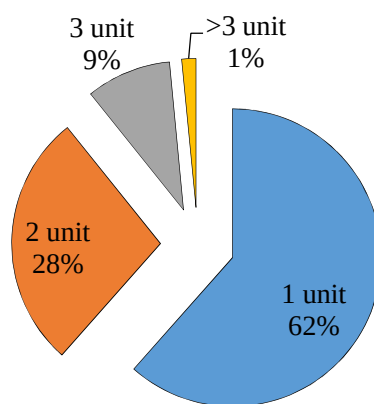
B. Kondisi Pengelolaan Sampah

Timbulan sampah pada masyarakat diukur dengan jumlah dan besarnya sampah di dalam kresek. Sebagian besar masyarakat menghasilkan sampah 1 kresek sedang dengan persentase 59%, 15% untuk 1 kresek kecil dan 1 kresek sedang. Sebanyak 62% responden mempunyai tempat sampah berjumlah 1 buah,

responden yang memiliki tempat sampah sebanyak 2 buah adalah 28% , 3 tempat sampah 9% dan sisanya lain-lain sebanyak 1%. Banyaknya tempat sampah menunjukkan kecukupan dalam pewadahan sampah. Jumlah timbulan sampah dan jumlah tempat sampah dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.



Gambar 4.16. Jumlah Timbulan Sampah

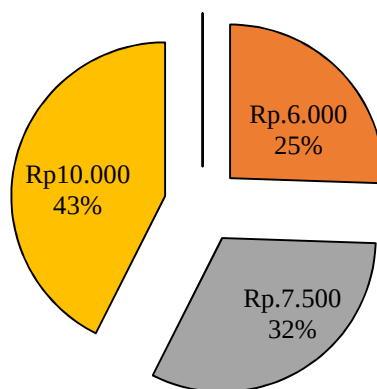


Gambar 4.17. Jumlah Tempat Sampah

Pengelolaan sampah di sumber sebagian besar diambil oleh petugas sampah sebanyak 97%, daerah yang dekat dengan sungai masih membuang sampah ke sungai sebanyak 3%. Sosialisasi dibutuhkan untuk membekali masyarakat yang belum paham mengenai pengelolaan sampah, sehingga tidak ada lagi masyarakat yang membuang sampah di sungai. Pengumpulan sampah

dilakukan setiap 2-5 hari sekali. Beberapa responden pada Kelurahan Dupak mengeluhkan keterlambatan pengumpulan sampah oleh petugas, sampah diambil 5 hari sekali. Hal tersebut menimbulkan penumpukan sampah pada tempat sampah dan menimbulkan bau. Saran dari masyarakat untuk pengelolaan sampah di daerah mereka adalah diharapkan petugas gerobak mengambil sampah secara rutin maksimal 3 hari sekali agar tidak terjadi bau dan penumpukan sampah.

Retribusi sampah pada tingkat RT tercampur dengan retribusi kematian dan lainnya. Retribusi sampah dari masyarakat digunakan untuk membiayai pengumpulan sampah oleh petugas gerobak. Sebagian besar masyarakat ditarik iuran 10.000 setiap bulan dengan persentase 43%. Responden yang membayar iuran Rp7.500 adalah 32% dan yang membayar iuran sebanyak Rp.6000 adalah 25%. Persentase retribusi sampah dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18. Jumlah Retribusi sampah

4.6.2. Hasil Kuisioner Skala Likert

Pengelolaan sampah akan lebih efektif apabila dibantu oleh masyarakat sebagai peghasil sampah. Peran serta masyarakat akan membantu mengurangi sampah yang masuk ke TPA. Sampah yang dihasilkan dari sumber lebih layak dijual karena belum tercampur oleh sampah lainnya. Pertanyaan yang diajukan pada kuisioner untuk mengetahui peran serta masyarakat adalah sebagai berikut :

- Kegiatan pemilahan sampah basah dan kering
- Kegiatan Daur ulang sampah botol dan plastik, kertas
- Kegiatan pengomposan

d. Kegiatan Pengelolaan sampah dengan bank sampah

Peran serta masyarakat diketahui dengan penyebaran kuisioner mengenai faktor-faktor tingkat partisipasi masyarakat yaitu, pengetahuan, sikap dan perilaku responden terhadap pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan. Jumlah responden adalah 110 orang. Skor pada masing-masing jawaban ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11.Skor dan *Range* Pada Masing-Masing Jawaban

Jawaban	Skor	<i>Range</i>
Sangat negatif	1	1-20%
negatif	2	21-40%
sedang	3	41-60%
Positif	4	61-80%
Sangat Positif	5	81-100%
Skor maksimal	550	

A. PENGETAHUAN

Kuisioner yang dibagikan bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan responden tentang pengelolaan sampah rumah tangga. *Range* nilai kuisioner digunakan untuk mengetahui tingkat pengetahuan masyarakat pada masing-masing pertanyaan. Hasil kuisioner faktor pengetahuan dilihat pada pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12.Hasil Kuisioner Faktor Pengetahuan

No	Apakah responden mengetahui	Persentase	Keterangan
1	Perbedaan sampah basah dan kering	73%	Responden mengetahui Perbedaan sampah basah dan kering
2	Sampah botol dan plastik , kertas dapat dijual	76%	Responden mengetahui bahwa sampah botol dan plastik , kertas dapat dijual
3	Pengelolaan sampah dengan pengomposan	65%	Responden mengetahui Pengelolaan sampah dengan pengomposan
4	Pengelolaan sampah tentang bank sampah?	75%	Responden mengetahui Pengelolaan sampah mengenai bank sampah?

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa masyarakat telah mengetahui tentang kegiatan pemilahan sampah basah dan kering, kegiatan daur ulang sampah

botol dan plastik, kertas, kegiatan pengomposan, kegiatan pengelolaan sampah dengan bank sampah. Kegiatan pengelolaan sampah oleh masyarakat diketahui dari penyuluhan yang pernah dilakukan. Berdasarkan hasil kuisisioner diketahui bahwa 74% warga pernah mengikuti penyuluhan tentang sampah dan 26% belum pernah mengikuti penyuluhan.

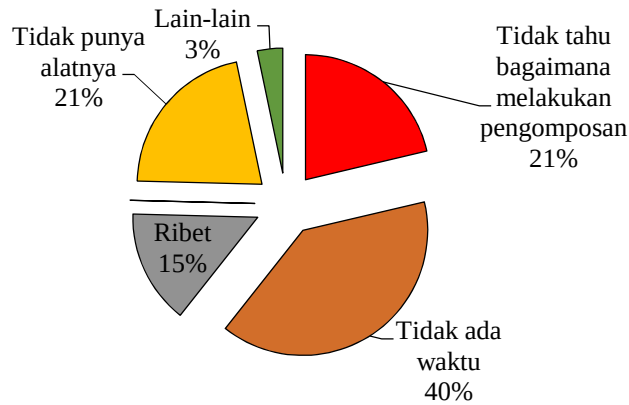
B. SIKAP

Kuisisioner mengenai sikap bertujuan untuk mengetahui sikap responden terhadap kegiatan pengelolaan sampah. *Range* nilai kuisisioner digunakan untuk mengetahui tingkat kesediaan masyarakat dalam pengelolaan sampah pada masing-masing pertanyaan. Hasil kuisisioner pada faktor sikap dapat dilihat pada pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil Kuisisioner pada Faktor Sikap

No	Apakah responden bersedia apabila	Persentase	Keterangan
1	melakukan pemilahan sampah	66%	Responden bersedia melakukan pemilahan sampah
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas	70%	Responden bersedia Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas
3	Menabung sampah di bank sampah	65%	Responden bersedia Menabung sampah di bank sampah
4	Melakukan pengomposan	60%	Responden tidak bersedia Melakukan pengomposan

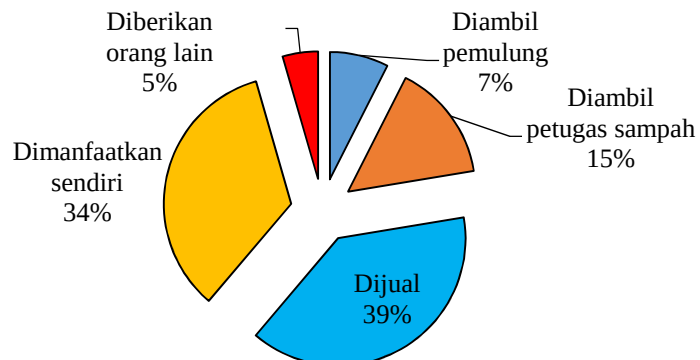
Berdasarkan hasil kuisisioner diketahui bahwa warga bersedia untuk melakukan pemilahan sampah, mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas, menabung sampah di bank sampah. Sedangkan untuk pengomposan masyarakat tidak bersedia. Pada kondisi eksisting kegiatan pengelolaan sampah di lapangan dapat dilaksanakan dengan baik saat mengikuti lomba atau kegiatan kebersihan kampung yang lain, setelah kegiatan selesai maka pengelolaan sampah yang ada tidak dilanjutkan. Alasan masyarakat tidak bersedia melakukan pengomposan dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. Alasan Masyarakat Tidak Mau Melakukan Pengomposan

Berdasarkan hasil kuisioner dapat diketahui bahwa alasan masyarakat tidak mau melakukan pengomposan adalah tidak ada waktu yaitu sebesar 40% dan alasan ribet 15%. Hal tersebut dikarenakan sebagian besar responden bekerja. Alasan selanjutnya adalah tidak punya alatnya atau tidak ada tempat untuk meletakkan tong atau takakura sebesar 21%. Masyarakat yang tidak tau cara melakukan pengomposan sebesar 21% yaitu responden yang belum pernah mengikuti penyuluhan mengenai pengomposan.

Kegiatan pemilahan sampah dianggap kurang berhasil karena setelah dipisahkan, sampah tetap diletakkan pada tempat sampah yang tidak terpisah. Sehingga sampah kering tercampur dengan sampah basah. Namun beberapa warga memilah sampah untuk diambil pemulung, diambil petugas sampah, dijual, dimanfaatkan sendiri, atau diberikan orang lain. Persentase pemanfaatan sampah rumah tangga dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20. Persentase Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga

Sampah kering yang dimanfaatkan masyarakat merupakan kardus, plastik, kaca dan logam. Berdasarkan hasil kuisioner diketahui bahwa 39% masyarakat memanfaatkan sampah untuk dijual. Tempat penjualan sampah kering adalah di bank sampah dan sebagian kecil menjual langsung pada rombongan. Responden yang memanfaatkan sampahnya sendiri setelah dipilah sebesar 34%. Sampah yang dimanfaatkan sendiri biasa berbentuk kresek, plastik, botol plastik dan botol kaca. Responden yang lain memilah sampah untuk diberikan orang lain, diambil petugas sampah maupun diambil pemulung.

C. PERILAKU

Pertanyaan mengenai perilaku bertujuan untuk mengetahui bagaimana perilaku responden sehari-hari dalam mengelola sampah rumah tangga yang mereka hasilkan. Pilihan jawaban yang disediakan adalah tidak pernah, jarang, kadang-kadang, sering, dan sangat sering. Hasil kuisioner pada faktor perilaku dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Kuisioner pada Faktor Perilaku

No	Apakah responden	Persentase	Keterangan
1	Melakukan pemilahan sampah organik dan sampah anorganik sebelum dibuang ke TPS	43%	Responden kadang-kadang Melakukan pemilahan sampah organik dan sampah anorganik sebelum dibuang ke TPS
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas	44%	Responden kadang-kadang Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas
3	Menabung sampah di bank sampah	43%	Responden kadang-kadang Menabung sampah di bank sampah
4	Mendaur ulang sampah menjadi kompos	27%	Responden jarang Melakukan pengomposan

Berdasarkan hasil kuisioner dapat diketahui bahwa responden kadang-kadang melakukan pemilahan sampah organik dan sampah anorganik sebelum dibuang ke TPS, mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas, menabung sampah di bank sampah, sedangkan untuk mendaur ulang sampah menjadi kompos masyarakat masih jarang melakukan. Dari hasil kuisioner

12 % warga telah melakukan pemilahan sampah dan 88% belum melakukan pemilahan. Berdasarkan hasil kuisioner dan wawancara dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Kurangnya tingkat kesadaran masyarakat

Berdasarkan hasil kuisioner pengetahuan masyarakat mengenai pengelolaan sampah sudah cukup. Masyarakat sudah tau cara melakukan pemilahan sampah dan tata cara mengikuti bank sampah. sebanyak 21% mengatakan belum tau cara melakukan pengomposan. Selain itu, masyarakat yang tinggal di tepi sungai masih ada yang membuang sampah ke sungai. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pengetahuan dan tingkat kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah, sehingga diperlukan sosialisasi mengenai pengelolaan sampah.

Sosialisasi juga diperlukan untuk penyegaran bagi masyarakat karena sudah lama kegiatan pengelolaan sampah seperti bank sampah dan pengomposan tidak aktif. Kegiatan pengelolaan sampah seperti pemilahan bank sampah dan pengomposan dilakukan pada saat mengikuti lomba kebersihan, pada saat mengikuti lomba masyarakat sangat antusias. Setelah lomba kebersihan selesai, pengelolaan sampah yang sudah dilakukan kemudian ditinggalkan. Diperlukan evaluasi dan monitoring secara rutin kepada masyarakat agar kegiatan pengelolaan sampah yang telah dilakukan secara konsisten.

2. Diperlukan kader lingkungan dan pengelolaan sampah yang berkomitmen

Berdasarkan hasil wawancara dengan kepengurusan RT dan kader lingkungan setempat, salah satu penyebab bank sampah tidak aktif adalah kurangnya kontribusi masyarakat dalam kegiatan bank sampah. Sampah yang akan dijual harus diambil di setiap rumah oleh petugas bank sampah yang juga merangkap sebagai kader lingkungan. Hal tersebut menambah beban kerja bagi kader lingkungan, sehingga beberapa kader lingkungan tidak melanjutkan kegiatan bank sampah. Diperlukan pembentukan, pendampingan rutin kepada kader lingkungan dan masyarakat untuk selalu memberikan motivasi dalam pengelolaan sampah.

3. Penambahan sarana pengelolaan sampah

Berdasarkan hasil kuisioner salah satu alasan masyarakat tidak melakukan pengomposan adalah tidak punya alatnya atau tidak ada tempat untuk

meletakkan tong atau takakura sebesar yaitu sebesar 21%. Sehingga diperlukan penambahan sarana pengomposan. Peletakan komposter lebih mudah diletakkan di depan rumah masing-masing daripada di dalam rumah.

Persentase nilai pengetahuan, sikap, dan perilaku masyarakat didefinisikan sesuai dengan *range* yang telah ditentukan. Pengembangan pengelolaan sampah didasarkan pada ketiga faktor tersebut. berdasarkan hasil kuisioner skala likert, pengelolaan sampah yang dapat dikembangkan di Kecamatan Krembangan adalah sebagai berikut :

1. Bank Sampah

Berdasarkan hasil kuisioner bank sampah memenuhi untuk 3 faktor yaitu pengetahuan, sikap dan perilaku. Bank sampah di Kecamatan Krembangan masih sangat sedikit dengan jumlah nasabah 204 KK atau % PF sebesar 0,5%. Kegiatan bank sampah diharapkan terus berkembang karena bank sampah merupakan wadah bagi masyarakat untuk melakukan daur ulang sampah dari sumber sampah. Kegiatan Daur ulang sampah pada rumah tangga dianggap sama dengan kegiatan daur ulang.

2. Pengomposan

Kegiatan pengomposan merupakan kegiatan pengelolaan sampah yang kurang diminati oleh masyarakat. Pengomposan harus mempunyai pengetahuan yang cukup, alat serta tempat untuk melakukan pengomposan. Selain itu, pengomposan dianggap kegiatan yang kotor dan dapat menimbulkan bau oleh masyarakat. Meskipun kurang diminati kegiatan pengomposan tetap harus dikembangkan karena pengurangan sampah basah sangat diperlukan untuk mengurangi timbunan sampah di TPA.

4.7. Skenario Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Krembangan

Pengembangan kegiatan untuk pengelolaan sampah pada Kecamatan Krembangan akan dilakukan melalui kegiatan daur ulang, bank sampah dan pengomposan. Kegiatan pengembangan yang ada dapat digabungkan untuk membentuk skenario pengelolaan sampah sehingga diketahui skenario yang besar

dan tepat untuk dikembangkan. Selain ketiga kegiatan tersebut, kegiatan daur ulang sampah rumah tangga juga dilakukan pada TPS pada kondisi eksisting.

Kegiatan pemilahan sampah dilarang untuk dilakukan di TPS karena akan mengganggu kegiatan operasional di TPS. Pemulung juga sering meletakkan hasil pilahan di TPS sehingga mengurangi nilai estetika di TPS. Hal tersebut menjadi pertimbangan dalam pembuatan skenario pengelolaan sampah pada Kecamatan Krembangan. Skenario pengelolaan sampah Kecamatan Krembangan telah dijelaskan pada **Bab 3**. Berikut adalah penjelasan masing-masing skenario.

1. Skenario 1 (Kondisi Eksisting)

Kondisi eksisting pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan terdiri dari reduksi bank sampah, reduksi pada TPS, dan reduksi sampah basah pada komposter. Pada skenario 1 terdapat satu model utama dan 2 submodel yaitu submodel jumlah timbulan sampah dan komposisi sampah, submodel reduksi bank sampah. Pemodelan pada skenario 1 bertujuan untuk menghitung berat reduksi dan jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA dari tahun 2016-2036. Timbulan sampah yang masuk ke TPA dihitung berdasarkan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan dikurangi dengan jumlah reduksi total.

Peningkatan reduksi diketahui dari berat reduksi total dibandingkan dengan jumlah timbulan total. Reduksi pada bank sampah dan pengomposan dipengaruhi oleh laju RF (*recovery factor*) dan laju PF (*Participation Factor*). Laju RF merupakan hasil perhitungan dari selisih RF optimum dengan RF eksisting dibagi dengan 20 tahun (2016-2036). Laju PF pada skenario 1 menggunakan data peningkatan nasabah bank sampah berdasarkan Tabel 4.6 yaitu 0,03%.

2. Skenario 2 (Bank sampah dan pengomposan)

Skenario 2 menggambarkan reduksi sampah di Kecamatan Krembangan dilakukan dengan bank sampah dan pengomposan. Pada skenario 2, reduksi dari TPS tidak direkomendasikan, reduksi di TPS dilarang oleh Pemerintah. Model pada skenario 2 terdiri dari 1 model utama dan 2 submodel yaitu submodel reduksi bank sampah, dan submodel reduksi sampah basah dengan komposting.

Tujuan setiap skenario adalah menghitung reduksi total dan jumlah timbulan sampah yang masuk ke TPA sehingga dapat diketahui tingkat reduksi sampah setiap tahun sampai tahun 2036. Reduksi pada bank sampah dan

pengomposan juga dipengaruhi oleh laju RF dan laju PF. Seperti skenario 1, Laju RF dan PF merupakan hasil perhitungan dari selisih RF atau PF target dengan RF atau PF eksisting dibagi dengan 20 tahun (2016-2036). PF eksisting pada bank sampah diperoleh berdasarkan jumlah nasabah bank sampah eksisting dan PF target diketahui dari hasil kuisioner skala likert faktor perilaku (berdasarkan frekuensi kegiatan yang telah dilakukan). Perhitungan laju RF dan PF akan dijelaskan pada Sub Bab 4.8.

3. Skenario 3 (Bank sampah, pengomposan dan TPS 3R)

Pemodelan pada skenario 2 sama dengan skenario 3 akan tetapi pada skenario 3 ditambahkan reduksi optimum pada TPS 3R. Reduksi optimum pada TPS 3R akan berjalan apabila terdapat fasilitas pemilahan sampah. Reduksi pada TPS 3R dipengaruhi oleh RF masing-masing komposisi sampah. Persentase RF didapatkan dari hasil sampling yang perhitungannya dapat dilihat pada **Lampiran A**. Hasil perhitungan persentase RF dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Perhitungan Komposisi dan RF TPS Mbah Ratu

No	Jenis Sampah	Komposisi sampah	<i>Recovery Factor</i> Optimum (% RF)
1	Plastik	6,29%	73,50%
2	Kertas	7,31%	54,19%
3	Kaca	0,66%	81,82%
4	Logam	0,91%	94,13%
	Jumlah		

4. Skenario 4 (Reduksi optimum Sampah dari daur ulang sampah dan pengomposan)

Pemodelan pada skenario 4 hampir sama dengan skenario 4. Reduksi optimum pada skenario 4 dilakukan dengan mengoptimalkan peran serta masyarakat sebagai pengelola sampah. Laju PF pada skenario 4 didapatkan dari selisih PF target dengan PF eksisting dibagi dengan 20 tahun. PF target merupakan persentase faktor sikap pada hasil kuisioner skala likert. Faktor sikap mengukur seberapa banyak masyarakat yang sebenarnya bersedia melakukan pengelolaan sampah meskipun yang sekarang melakukan pengelolaan sampah

masih sedikit. Seperti pada skenario yang lainnya Perhitungan reduksi dan jumlah timbulan sampah juga dilakukan selama 20 tahun.

4.8. Potensi Reduksi Berdasarkan Peran Serta dan Laju Peningkatan Upaya Reduksi Kecamatan Krembangan

Reduksi di Kecamatan Krembangan dilihat dari *recovery factor* dan peran serta pelaku reduksi sampah. Reduksi sampah di Kecamatan Krembangan dilakukan dengan bank sampah dan pengomposan. Berat reduksi untuk masing-masing kegiatan perlu mempertimbangkan *recovery factor* setiap komposisi sampah.

Pada subbab sebelumnya telah dijelaskan bahwa laju RF dan PF diketahui dari selisih RF atau PF target dengan RF atau PF eksisting dibagi dengan 20 tahun (2016-2036). Perhitungan Laju Peningkatan Persentase RF dan PF bank sampah dan komposting dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan perhitungan laju peningkatan persentase RF dan PF daur ulang dan komposting dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Laju Peningkatan Persentase RF dan PF Bank sampah dan Komposting

Komposisi sampah	% RF Optimu m	%RF Eksisting	Laju Peningkatan RF	PF skala likert	PF eksisting	Laju Peningkatan PF
Kertas	83%	65,07%	0,88%	43%	0,50%	2,10%
plastik	74%	35,58%	1,91%	43%	0,50%	2,10%
kaca	36%	4,15%	1,59%	43%	0,50%	2,10%
logam	61%	44,72%	0,80%	43%	0,50%	2,10%
lain-lain	16%	6,03%	0,50%	43%	0,50%	2,10%
Sampah Basah	85%	8,46%	3,83%	27%	0,37%	1,32%

Partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah diketahui dari hasil kuisioner. Partisipasi masyarakat yang diukur yaitu perilaku dan sikap. Peran serta masyarakat kondisi eksisting pada bank sampah dilihat dari jumlah nasabah. jumlah nasabah bank sampah saat ini adalah 722 orang sehingga dengan total jumlah penduduk Kecamatan Tahun 2016 yaitu 143.788, diketahui *participation factor* eksisting untuk bank sampah adalah 0,50%.

Kegiatan Pengomposan pada sumber sampah dilakukan dengan individual komposter. Berat sampah basah yang dikomposkan tahun 2016 adalah 9,08 kg/hari. Berdasarkan SNI 19-7029-2004 tentang spesifikasi komposter rumah tangga individual dan komunal, menyatakan bahwa komposter komunal dibutuhkan untuk melayani 10 keluarga atau lebih.

Jumlah orang/KK kecamatan Krembangan adalah 3,54. Dengan jumlah komposter yang ada dapat melayani 525 orang, sehingga *participation factor* eksisting untuk kegiatan pengomposan adalah 0,37%. Pada skenario 2 dan 3 PF target kegiatan pengelolaan sampah berdasarkan hasil kuisioner skala likert faktor perilaku, sedangkan pada skenario 4 (kondisi optimum) PF target menggunakan hasil kuisioner skala likert faktor sikap. Perhitungan laju peningkatan persentase RF dan PF daur ulang dan komposting optimum dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Laju Peningkatan Persentase RF dan PF Bank Sampah dan Komposting Optimum

Komposisi sampah	% RF Optimum	%RF Eksisting	Laju Peningkatan RF	PF skala likert	PF eksisting	Laju Peningkatan PF
Kertas	83%	2,72%	4,00%	65%	0,50%	3,22%
plastik	74%	1,49%	3,62%	65%	0,50%	3,22%
kaca	36%	0,17%	1,79%	65%	0,50%	3,22%
logam	61%	1,87%	2,94%	65%	0,50%	3,22%
lain-lain	16%	0,25%	0,79%	65%	0,50%	3,22%
Sampah Basah	85%	8,46%	3,83%	60%	0,37%	2,97%

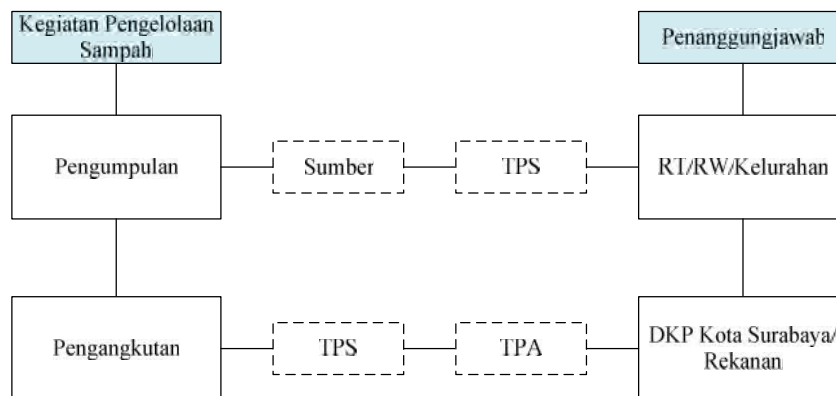
4.9. Aspek Kelembagaan Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga

4.9.1 Kondisi Eksisting Kelembagaan Sampah Rumah Tangga

Kelembagaan pada pengelolaan sampah rumah tangga meliputi kelembagaan pengelolaan sampah secara umum di Kecamatan Krembangan, kelembagaan pada TPS 3R serta kelembagaan pengelolaan sampah pada masyarakat. Kelembagaan tingkat masyarakat meliputi yaitu kelembagaan pada bank sampah, kegiatan pengelolaan sampah basah belum dibentuk kelembagaan. Kelembagaan pada kegiatan pengelolaan sampah basah diperlukan agar kegiatan pengelolaan sampah basah lebih terstruktur dan terdapat pemantauan.

1. Kelembagaan Pengelolaan Sampah

Pengelolaan bank sampah meliputi pewadahan, pengumpulan dan pengangkutan. Pewadahan sampah merupakan tanggungjawab sumber sampah. Pengumpulan sampah dari sumber ke TPS dikoordinasikan melalui RT/RW setempat, petugas pengumpul sampah dibayar langsung oleh RT/RW berdasarkan uang iuran dari warga setiap bulannya. Bagan pengelolaan sampah secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.21.



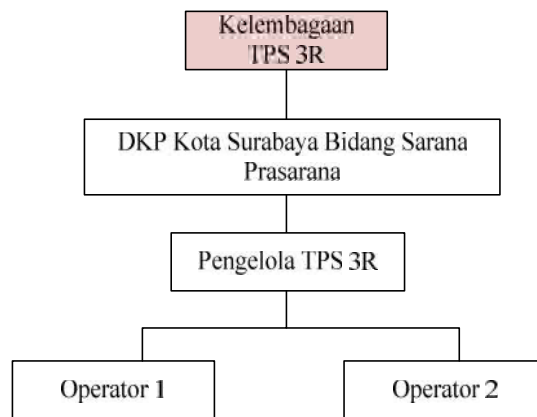
Gambar 4.21.Kelembagaan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Krembangan

Kegiatan pengangkutan meliputi pengelolaan sampah dari TPS menuju ke TPA. Kegiatan pengangkutan sampah dilakukan oleh DKP dan rekanan. Biaya pengangkutan sampah masuk dalam retribusi kebersihan pada rekening PDAM. Besarnya retribusi tersebut tergantung jenis jalan tempat tinggal masyarakat. Kegiatan pengangkutan sampah masuk dalam Bidang Operasional Kebersihan Seksi Pengangkutan dan Pemanfaatan Sampah sesuai Peraturan Walikota Surabaya Nomor 42 Tahun 2011 Tentang Rincian Tugas Dan Fungsi Dinas Kota Surabaya. Permasalahan pengelolaan sampah pada sumber antara lain sulitnya koordinasi petugas pengumpul sampah. Jadwal pengambilan sampah yang tidak rutin membuat masyarakat tidak nyaman.

2. Kelembagaan TPS 3R

Kelembagaan pada TPS 3R di bawah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya Bidang Sarana dan Prasarana. Bidang Sarana dan Prasarana DKP Kota Surabaya dibagi menjadi Seksi Pembangunan dan Seksi Pemeliharaan.

Bidang tersebut menunjuk seseorang sebagai Pengelola TPS 3R, apabila terdapat kerusakan alat dan gangguan pada TPS 3R Pihak Pengelola melakukan pelaporan ke DKP Bidang Sarana dan Prasarana untuk dilakukan penanganan. Pengelola TPS 3R dibantu oleh 2 Operator yang membantu dalam pengoperasian alat dan *unloading* sampah dari gerobak menuju ke mesin kompaktor.

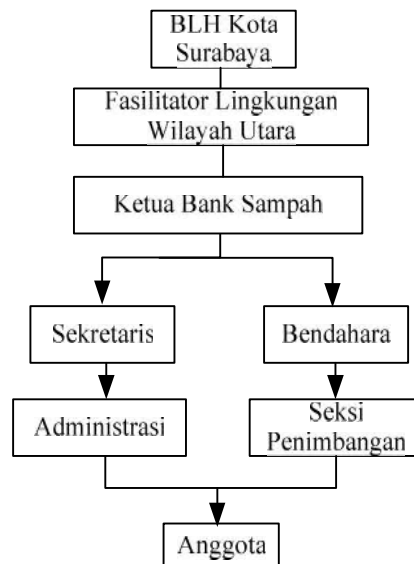


Gambar 4.22.Kelembagaan TPS 3R Kecamatan Krembangan

3. Kelembagaan Pada Bank Sampah

Kelembagaan bank sampah Kecamatan Krembangan secara umum di bawah oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Bank sampah di Kecamatan Krembangan ada yang bergerak secara mandiri dan bekerja sama dengan Bank Sampah Unilever. Setelah sampah terkumpul, pihak pengelola bank sampah menghubungi pihak pengepul untuk mengambil sampah yang telah terkumpul. Bank sampah yang bergerak secara mandiri dikelola oleh RT/RW dibantu oleh kader lingkungan setempat.

Kondisi eksisting kelembagaan pada bank sampah terdiri dari Ketua, Sekretaris, administrasi, seksi penimbangan dan anggota. Sekretaris dibantu oleh administrasi dalam merekap data keanggotaan bank sampah, bendahara dan seksi penimbangan bertugas dalam pengelolaan keuangan termasuk kegiatan penimbangan sampah tersebut terjual. Kelembagaan bank sampah pada beberapa daerah masih kekurangan jumlah orang, sehingga satu orang dapat merangkap beberapa tugas. Kemauan keras pada pengelola diperlukan untuk kegiatan bank sampah agar kegiatan bank sampah berjalan secara rutin.



Gambar 4.23. Kelembagaan Bank Sampah

Berdasarkan hasil wawancara permasalahan pada bank sampah di Kecamatan Krembangan adalah kurangnya kemauan masyarakat untuk menabung di bank sampah yaitu sebesar 0,5% dari total penduduk. Selain itu kelembagaan tidak efektif karena terdapat banyak anggota yang tidak aktif. Hal tersebut menyebabkan pengurus yang aktif mempunyai beban yang lebih tinggi, misalnya terdapat pada bank sampah Perak Barat, masyarakat tidak mau mengantar sampah ke pos penimbangan, sehingga pengurus harus mengambil dari rumah ke rumah.

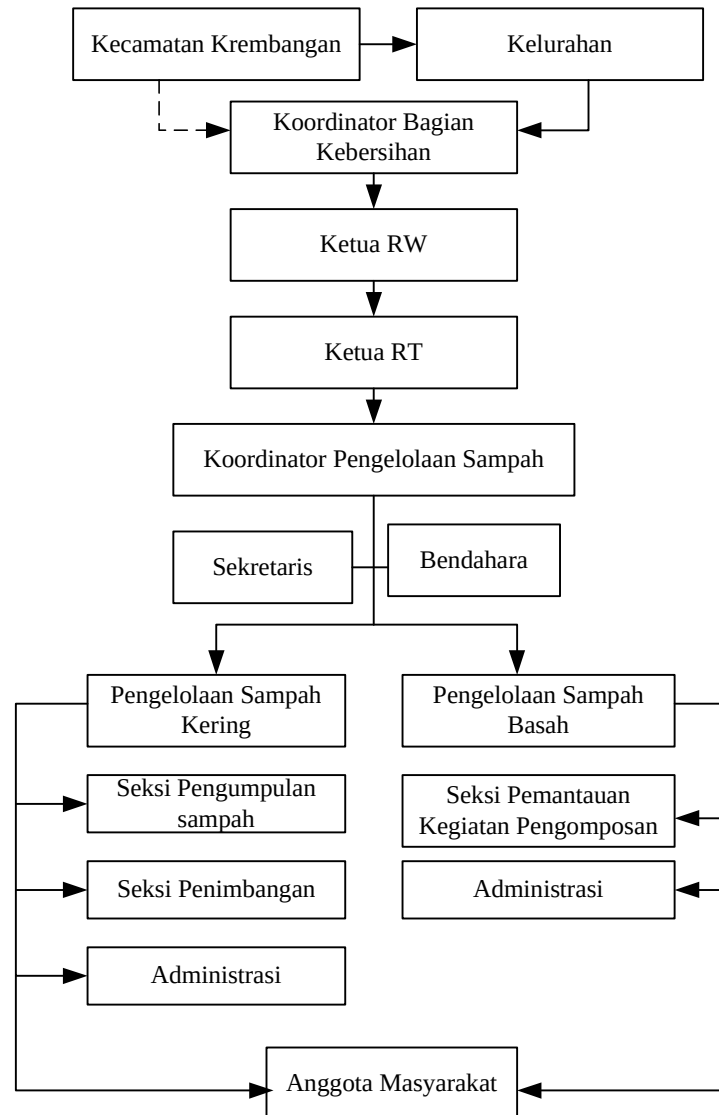
Apabila jumlah pengurus semakin sedikit beban kerja pengurus lain semakin banyak dan akhirnya bank sampah tidak dijalankan lagi. Selain itu, permasalahan juga terjadi karena kurang stabilnya harga sampah. Harga sampah yang rendah membuat pengurus merugi.

4.9.2 Usulan Aspek Kelembagaan

Berdasarkan hasil analisis di lapangan pengelolaan sampah lebih baik dilaksanakan dari tingkat yang paling kecil yaitu tingkat RT. Pada kelembagaan RT seharusnya disediakan bagian untuk pengelolaan sampah. Ketua RT bertindak sebagai pengawas kegiatan pengelolaan sampah. Usulan kelembagaan pengelolaan sampah dapat dilihat pada Gambar 4.24.

Pada tingkat Kelurahan terdapat Koordinator bagian kebersihan, koordinator tersebut menghubungkan pengelolaan sampah di tingkat Kelurahan

dengan Kecamatan. Koordinator Bagian Kebersihan Kelurahan melakukan koordinasi dengan setiap ketua RW. Kemudian Ketua RW berkoordinasi dengan masing-masing ketua RT di daerahnya. Ketua RT membentuk organisasi pengelolaan sampah yang masuk dalam organisasi RT. Pengelolaan sampah dipimpin koordinator pengelolaan sampah tingkat RT yang dibantu oleh sekretaris, bendahara, serta divisi pengelolaan sampah kering dan divisi pengelolaan sampah basah.



Gambar 4.24. Kelembagaan Pengelolaan Sampah

Divisi pengelolaan sampah kering terdiri dari seksi pengumpulan sampah, seksi penimbangan, dan administrasi. Divisi sampah basah terdiri dari seksi pemantauan kegiatan pengomposan dan administrasi. Berikut adalah tugas masing-masing pengurus :

1. Koordinator Pengelolaan sampah tingkat Kecamatan dan Kelurahan
 - ✓ Melakukan koordinasi dengan pihak terkait pengelolaan sampah, seperti Kelurahan, Kecamatan dan Pemerintah Kota Surabaya serta pihak terkait lainnya
 - ✓ Memberikan arahan dan masukan pengelolaan sampah
 - ✓ Memberikan motivasi kepada pengurus di bawahnya dalam mengelola sampah
2. Ketua RW
 - ✓ Melakukan koordinasi dengan RT dan Koordinator Pengelolaan sampah tingkat Kelurahan
 - ✓ Memimpin rapat pertemuan tingkat RW
 - ✓ Memberikan arahan dan masukan pengelolaan sampah di RT masing-masing
3. Ketua RT
 - ✓ Melakukan koordinasi dengan RT dan Koordinator Pengelolaan sampah tingkat RT dan Ketua RW
 - ✓ Memimpin rapat pertemuan tingkat RT
 - ✓ Pengawas pengelolaan sampah di RT masing-masing
 - ✓ Memberikan motivasi kepada pengurus pengelola sampah agar konsisten menjalankan tugas
4. Koordinator pengelolaan sampah tingkat RT, Sekretaris, bendahara
 - ✓ Melakukan koordinasi dengan pihak terkait pengelolaan sampah, seperti kelurahan, kecamatan dan Pemerintah Kota Surabaya serta pihak terkait lainnya
 - ✓ Menyusun rencana kegiatan pengelolaan sampah rumah tangga.
 - ✓ Sekretaris dan bendahara membantu koordinator dalam menjalankan tugasnya
5. Divisi Pengelolaan sampah kering
 - ✓ Mengadakan pelatihan mengenai pemilahan sampah
 - ✓ Melakukan pendampingan dalam pengelolaan sampah kering
 - ✓ Mengkoordinasi pengumpulan sampah yang layak untuk dijual.
 - ✓ Melakukan pemilahan sampah kering sesuai jenisnya untuk kemudian dijual.

6. Seksi Pengumpulan

Seksi pengumpulan sampah bertanggungjawab untuk koordinasi dengan nasabah bank sampah dalam pengumpulan sampah, pengumpulan sampah dapat dilakukan dengan menjemput di setiap rumah atau masyarakat yang mendatangi bank sampah.

7. Seksi Penimbangan

Seksi penimbangan bertanggung jawab dalam penimbangan dan pengepakan sampah sampai sampah terjual ke pengepul

8. Administrasi

Administrasi bertugas sebagai sekretaris dan bendahara pada kegiatan bank sampah

9. Divisi Pengelolaan sampah basah

- ✓ Mengadakan pelatihan mengenai pengomposan
- ✓ Melakukan pendampingan dalam pengelolaan sampah basah
- ✓ Mengkoordinasi penggunaan peralatan komposting
- ✓ Mengkoordinasi pelaksanaan pengomposan sampah rumah tangga.

10. Seksi Pemantauan Kegiatan Pengomposan

Seksi Pemantauan Kegiatan Pengomposan bertanggung jawab dalam berjalannya kegiatan pengomposan di masyarakat, selain melakukan pemantauan tugas seksi ini adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat dalam melakukan pengomposan

11. Adminitrasi

Administrasi bertugas sebagai sekretaris dan bendahara pada kegiatan pengomposan

12. Anggota Masyarakat

- ✓ Melakukan pemilahan terhadap sampah basah dan kering.
- ✓ Melakukan kegiatan pengomposan di rumah masing-masing.
- ✓ Menyerahkan hasil pemilahan sampah kering kepada divisi sampah kering tanpa harus diambil ke rumah masing-masing

4.10. Pemodelan Sistem Dinamik Pengelolaan Sampah Kecamatan Krembangan

4.10.1 Identifikasi Komponen Sistem Pengelolaan Sampah

Identifikasi variabel diperlukan untuk mempermudah pemahaman terhadap struktur yang akan dimodelkan. Berdasarkan hasil identifikasi dapat diketahui kaitan tiap parameter yang menghasilkan hubungan sebab akibat pada kondisi eksisting sistem. Komponen yang diidentifikasi adalah timbulan dan komposisi sampah, reduksi sampah.

➤ **Identifikasi Timbulan dan Komposisi Sampah di Sumber**

Dalam penelitian ini timbulan sampah yang dimaksud adalah timbulan dan komposisi sampah dari rumah tangga. Timbulan sampah rumah tangga meningkat berkorelasi dengan meningkatnya jumlah timbulan sampah Kecamatan Krembangan. Timbulan sampah rumah tangga diproyeksikan selama 20 tahun.

➤ **Identifikasi Kegiatan Reduksi**

Kegiatan reduksi sampah Kecamatan Krembangan dilakukan dengan bank sampah, komposting individual dan reduksi pemulung di TPS. Kegiatan reduksi masyarakat akan bertambah menurut kesediaan masyarakat dalam pengelolaan sampah. Tingkat kesediaan masyarakat untuk berpartisipasi pada bank sampah serta kesediaan dalam melakukan komposting dapat diketahui dari hasil kuisioner yang telah dibagikan. Kegiatan reduksi sampah pada pengomposan dilakukan pada sampah kebun dan sampah makanan. Reduksi bank sampah dan pemulung dilakukan pada sampah plastik, kertas, kaca, logam, dan B3.

➤ **Identifikasi Variabel**

Tujuan identifikasi variabel yaitu untuk memahami sistem yang akan dimodelkan. Variabel yang akan diidentifikasi adalah variabel yang terkait aliran berat sampah dalam sistem. Variabel –variabel tersebut saling terkait. Model sistem dinamik mencakup aspek teknis dan aspek peran serta masyarakat.

Tabel 4.18. Variabel pada *Causal Loop*

Variabel	Definisi	Unit
Tingkat Pertumbuhan penduduk	Jumlah pertumbuhan penduduk setiap tahun	%
Jumlah penduduk Kecamatan Krembangan	Jumlah penduduk Kecamatan Krembangan setelah mengalami	Org

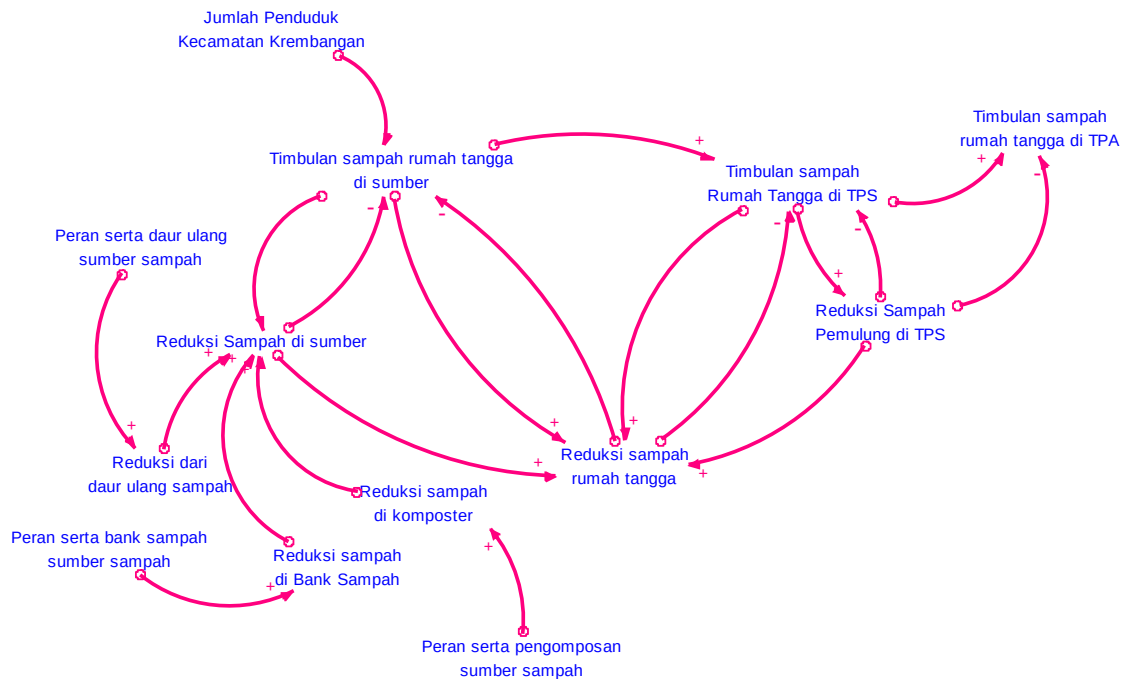
Variabel	Definisi	Unit
	pertumbuhan	
Berat Sampah Rumah Tangga	Total sampah yang dihasilkan pemukiman	Ton/tahun
Berat Sampah Rumah Tangga di TPS	Total sampah masuk ke TPS dimana sampah di sumber dikurangi reduksi sampah oleh bank sampah, dan komposter	Ton/tahun
Reduksi Sampah di daur ulang	Sampah yang berhasil dikumpulkan masyarakat dan dijual ke pengepul	Ton/tahun
Reduksi Sampah di Bank Sampah	Sampah yang berhasil dikumpulkan masyarakat dari bank sampah dan dijual ke pengepul	Ton/tahun
Reduksi Sampah di Komposter	Sampah yang dimasukkan ke komposter dengan volume sampah sesuai kapasitas komposter	Ton/tahun
Reduksi Sampah Pemulung di TPS	Sampah yang berhasil dikumpulkan pemulung setelah unloading gerobak	Ton/tahun
Reduksi Sampah rumah tangga	Total sampah yang masuk ke komposter, bank sampah dan sampah yang dapat direduksi oleh pemulung di TPS, dan di TPS 3R	Ton/tahun
Berat Sampah di TPA	Jumlah sampah yang masuk ke TPA sesuai dengan jumlah ritasi yang dilakukan	Ton/tahun

4.10.2 Penentuan *Causal Loop Diagram*

Causal loop diagram menunjukkan keterkaitan setiap variabel yang menunjukkan hubungan sebab akibat. Hubungan sebab akibat ditunjukkan dengan arah panah yang bertanda positif dan negatif. Tanda positif menunjukkan hubungan berbanding lurus antar variabel, sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan berbanding terbalik. *Causal loop* pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan dapat dilihat pada Gambar 4.25. Berikut adalah definisi *causal loop* pengelolaan sampah di Kecamatan Krembangan :

1. Tingkat pertumbuhan → jumlah penduduk Kecamatan Krembangan :
(+/+) : *loop* positif
2. Timbulan sampah rumah tangga di sumber → reduksi sampah di sumber → reduksi sampah rumah tangga : (+/-/+) : *loop* negatif

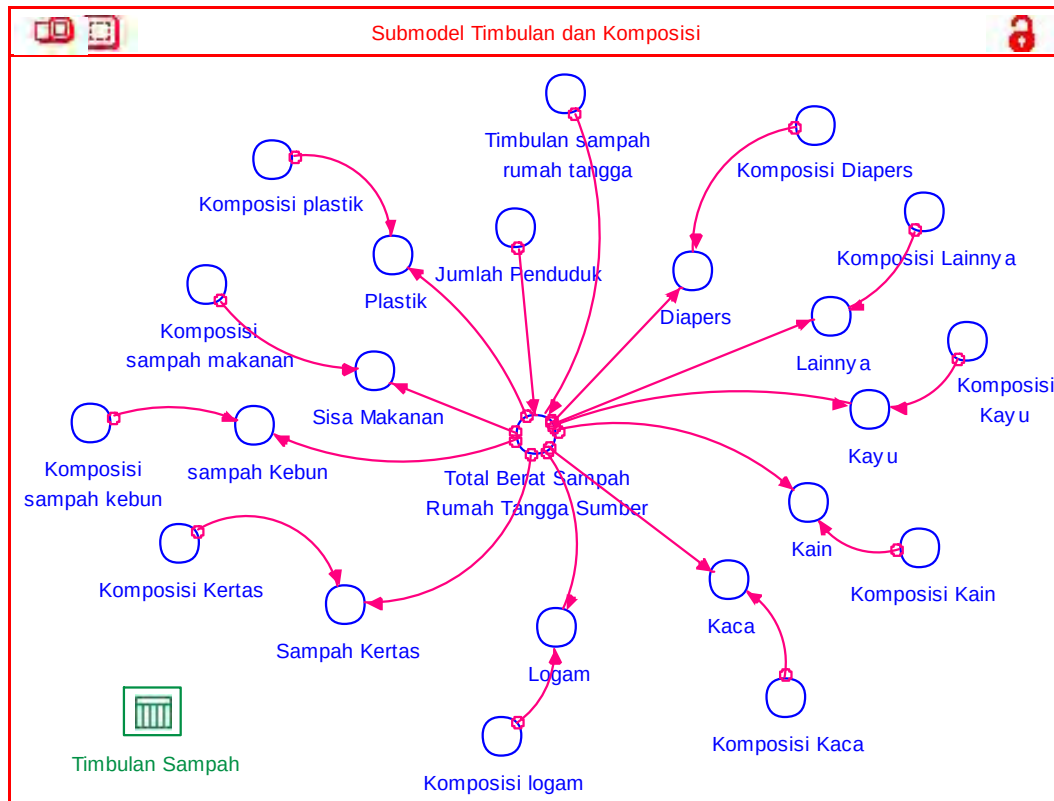
3. Timbulan sampah rumah tangga di TPS → reduksi sampah pemulung di TPS → reduksi sampah rumah tangga → : (+/-/-) : *loop* negatif
4. Timbulan sampah rumah tangga di TPA → timbulan sampah di TPS → reduksi sampah pemulung di TPS (+/-/-) : *loop* negatif



Gambar 4.25. *Causal loop* Penelitian

4.10.3 *Stock-Flow* Diagram

Stock-flow disusun berdasarkan *causal loop* yang telah di buat sebelumnya. *Stock flow* berfungsi menghubungkan setiap variabel-variabel sehingga membentuk sistem yang saling berhubungan. Setiap skenario mempunyai model dan submodel yang berbeda. Submodel satu dengan yang lainnya dapat saling berhubungan. Misalnya adalah submodel timbulan sampah dan komposisi, hasil dari submodel tersebut digunakan untuk menghitung reduksi pada model dan submodel lain. Submodel timbulan sampah dan komposisi dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26.Submodel Timbulan dan Komposisi

Tabel 4.19.Variabel Submodel Timbulan dan Komposisi

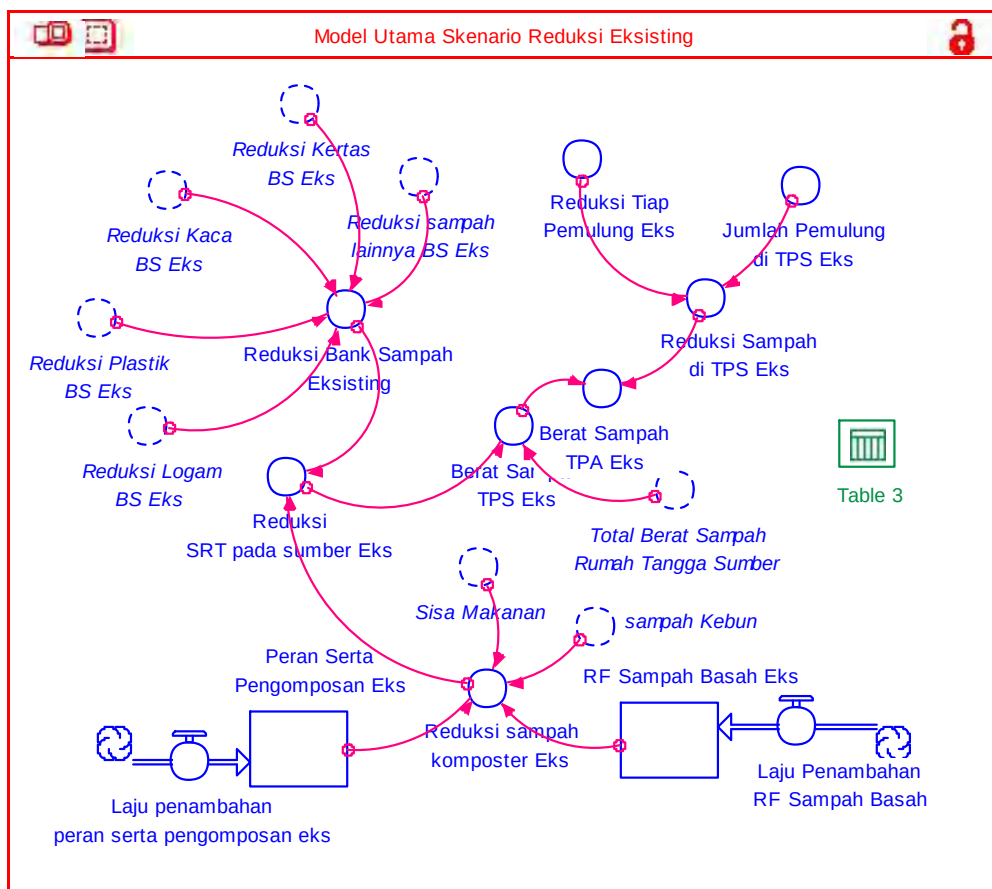
Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Jumlah penduduk Kecamatan Krembangan	Jumlah penduduk Kecamatan Krembangan	143.788	orang
Timbulan sampah rumah tangga	Jumlah sampah rumah tangga perorang	$0,22/1000 \times 365$	ton/org/tahun
Total Berat Sampah rumah tangga	Total Berat Sampah rumah tangga Kecamatan Krembangan	Jumlah Penduduk * Timbulan sampah rumah tangga	ton/tahun
Plastik	Berat sampah plastik	Komposisi plastik * Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Sisa makanan	Berat sampah Sisa makanan	Komposisi sampah makanan * Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kebun	Berat sampah Kebun	Komposisi sampah kebun * Total Berat	ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
		Sampah Rumah Tangga Sumber	
Kertas	Berat sampah Kertas	Komposisi Kertas*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Logam	Berat sampah Logam	Komposisi logam*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kaca	Berat sampah Kaca	Komposisi Kaca*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kain	Berat sampah Kain	Komposisi Kain*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kayu	Berat sampah Kayu	Komposisi Kayu*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Diapers	Berat sampah Diapers	Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber*Komposisi Diapers	ton/tahun
Lainnya	Berat sampah Lainnya	Komposisi Lainnya*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Komposisi Plastik	Persentase komposisi sampah plastik	0,1228	%
Komposisi Sisa makanan	Persentase komposisi sampah Sisa makanan	0,6304	%
Komposisi Kebun	Persentase komposisi sampah Kebun	0,0495	%
Komposisi Kertas	Persentase komposisi sampah Kertas	0,0765	%
Komposisi Logam	Persentase komposisi sampah Logam	0,006	%
Komposisi Kaca	Persentase komposisi sampah Kaca	0,062	%
Komposisi Kain	Persentase komposisi sampah Kain	0,073	%
Komposisi Kayu	Persentase komposisi sampah Kayu	0,049	%
Komposisi Lainnya	Persentase komposisi sampah Lainnya	0,0089	%
Komposisi Diapers	Persentase komposisi sampah Diapers	0,0274	%

➤ Skenario Kondisi Eksisting

Pada skenario kondisi eksisting model dibagi menjadi 2 yaitu submodel yaitu reduksi bank sampah eksisting dan model utama pengelolaan sampah eksisting Kecamatan Krembangan. Submodel reduksi bank sampah eksisting digunakan untuk mengetahui reduksi dari bank sampah saja, sementara model utama untuk mengetahui reduksi total dari bank sampah, pengomposan maupun reduksi pada TPS.

Pada model utama terdiri dari beberapa submodel. Pada submodel reduksi Bank sampah eksisting terdapat variabel reduksi logam BS (Bank Sampah) eksisting, reduksi plastik BS eksisting diambil dari submodel Bank Sampah Eksisting yang dicopy dengan menggunakan *icon ghost* pada *toolbar stella*. Fungsi *toolbar ghost* adalah meng-copy variabel beserta data di dalamnya. Hal tersebut juga berlaku untuk model dan submodel yang lain. Hasil dari meng-copy dengan *icon ghost* adalah variabel dengan garis putus-putus pada model. Model skenario eksisting dapat dilihat pada Gambar 4.27 dan Gambar 4.28.



Gambar 4.27. Model utama reduksi eksisting

Tabel 4.20. Variabel Model Utama Reduksi Eksisting

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Reduksi plastik BS Eks	Berat reduksi plastik oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF plastik BS Eks* plastik	ton/tahun
Reduksi kertas BS Eks	Berat reduksi kertas oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF kertas BS Eks* kertas	ton/tahun
Reduksi kaca BS Eks	Berat reduksi kaca oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF kaca BS Eks* kaca	ton/tahun
Reduksi logam BS Eks	Berat reduksi logam oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF logam BS Eks*Logam	ton/tahun
Reduksi lainnya BS Eks	Berat reduksi lainnya oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF lainnya BS Eks* lainnya	ton/tahun
Reduksi Bank Sampah Eksisting	Berat total reduksi oleh bank sampah	Reduksi Kaca BS Eks+Reduksi Kertas BS Eks+Reduksi Logam BS Eks+Reduksi Plastik BS Eks+Reduksi sampah lainnya BS Eks	ton/tahun
Peran serta pengomposan Eks	Persentase peran serta masyarakat dalam kegiatan pengomposan	0,0037	%
Laju penambahan peran serta pengomposan eks	Persentase laju penambahan peran serta masyarakat dalam kegiatan pengomposan kondisi eksisting	0,00483	%
Sisa makanan	Berat sampah sisa makan yang dihasilkan di Kecamatan Krembangan	Komposisi sampah makanan*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Sampah kebun	Berat sampah kebun yang dihasilkan di Kecamatan	Komposisi Sampah kebun *Total Berat Sampah Rumah	ton/tahun

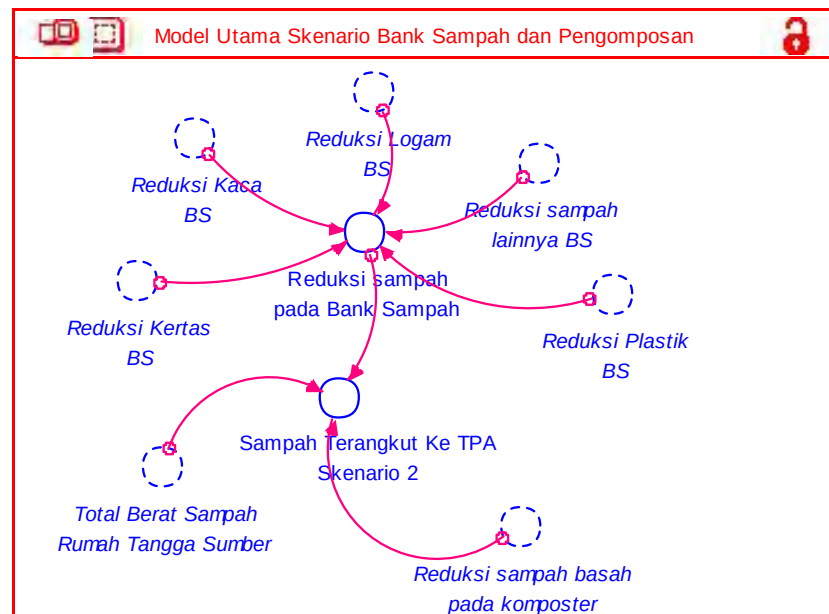
Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
	Krembangan	Tangga Sumber	
RF sampah Basah Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah basah eksisting	0,1163	%
Laju Penamabahan RF sampah Basah	Persentase laju penambahan <i>recovery factor</i> dalam kegiatan pengomposan kondisi eksisting	0,0088	%
Reduksi sampah basah padakomposter	Total reduksi sampah basah dengan kegiatan komposting	(sampah Kebun+Sisa Makanan)*Peran Serta Pengomposan Eks*RF Sampah Basah Eks	ton/tahun
Reduksi SRT pada sumber Eks	Total reduksi sampah rumah tangga pada sumber kondisi eksisting	Reduksi Bank Sampah Eksisting+Reduksi sampah komposter Eks	ton/tahun
Berat sampah TPS Eks	Timbulan sampah rumah tangga di TPS setelah dikurangi reduksi pada sumber	Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber-Reduksi SRT pada sumber Eks	ton/tahun
Reduksi tiap pemulung Eks	Kemampuan rata-rata reduksi setiap pemulung di TPS	6,6*365/1000	ton/tahun
Jumlah Pemulung di TPS Eks	Jumlah pemulung di TPS kondisi eksisting	100	orang
Reduksi sampah di TPS Eks	Total reduksi sampah di TPS kondisi eksisting	Reduksi tiap pemulung Eks* Jumlah Pemulung di TPS Eks	ton/tahun
Total berat sampah rumah tangga di sumber	Total timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan	Jumlah Penduduk*Timbulan sampah rumah tangga	ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Kaca	Berat kertas yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi Kaca*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Logam	Berat logam yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi logam*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Lainnya	Berat lainnya yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi Lainnya*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
RF plastik BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah plastik pada bank sampah kondisi eksisting	0,3558	%
RF kertas BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah kertas pada bank sampah kondisi eksisting	0,6507	%
RF kaca BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah kaca pada bank sampah kondisi eksisting	0,0415	%
RF logam BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah logam pada bank sampah kondisi eksisting	0,4472	%
RF lainnya BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah lainnya pada bank sampah kondisi eksisting	0,0603	%
Laju Penambahan RF plastik BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah plastik pada bank sampah kondisi eksisting	0,0191	%
Laju Penambahan RF kertas BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah kertas pada bank sampah kondisi eksisting	0,0088	%
Laju Penambahan RF kaca BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah kaca pada bank sampah kondisi eksisting	0,0159	%
Laju Penambahan RF logam BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah logam pada bank sampah kondisi eksisting	0,008	%
Laju Penambahan RF lainnya BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah lainnya pada bank sampah kondisi eksisting	0,005	%

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Reduksi sampah plastik BS Eks	Berat sampah plastik yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF plastik BS Eks* plastik	ton/tahun
Reduksi sampah kertas BS Eks	Berat sampah kertas yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF kertas BS Eks* kertas	ton/tahun
Reduksi sampah kaca BS Eks	Berat sampah kaca yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF kaca BS Eks* kaca	ton/tahun
Reduksi sampah logam BS Eks	Berat sampah logam yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF logam BS Eks*Logam	ton/tahun
Reduksi sampah lainnya BS Eks	Berat sampah lainnya yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah Eks*RF lainnya BS Eks* lainnya	ton/tahun

➤ Skenario Bank Sampah dengan Pengomposan

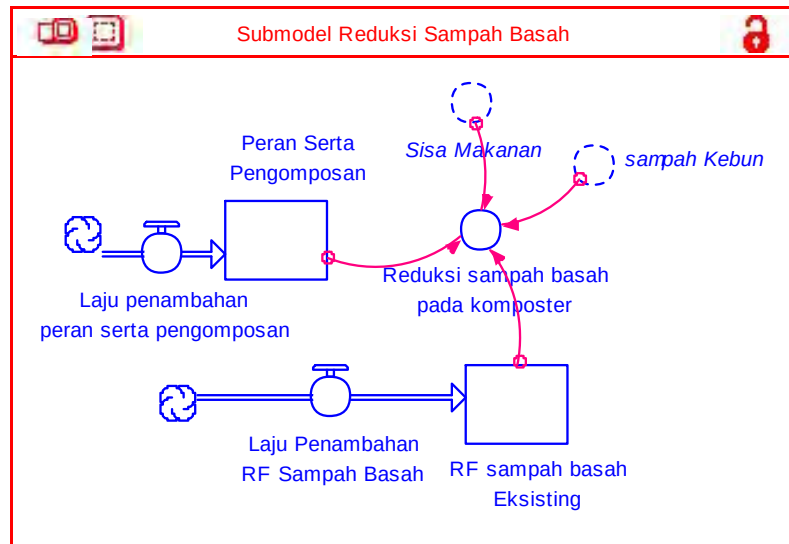
Pada Skenario ini daur ulang sampah kering diasumsikan hanya dari bank sampah. Reduksi sampah di sumber, terdiri dari reduksi bank sampah dan reduksi sampah basah pada komposter. Model utama Skenario Bank Sampah dan Pengomposan dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29. Model utama Skenario Peningkatan Peran Serta Bank Sampah dan Pengomposan

Tabel 4.22. Variabel Model utama Skenario Peningkatan Peran Serta Bank Sampah dan Pengomposan

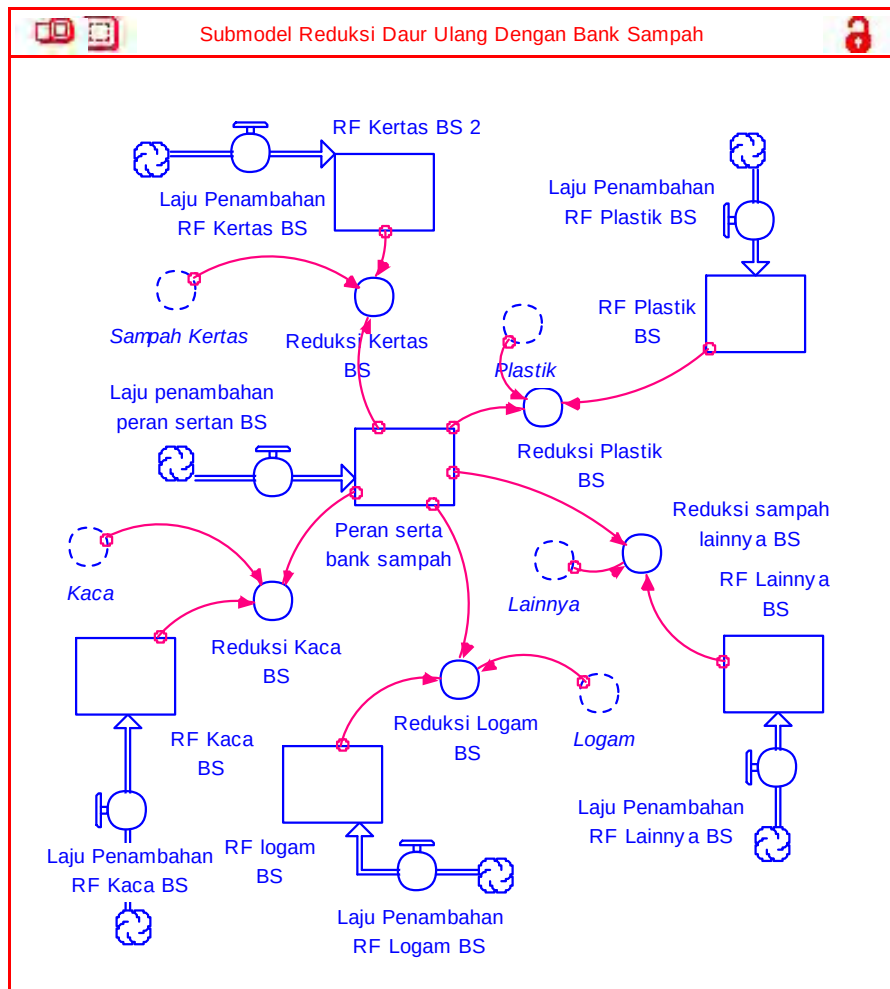
Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Reduksi Plastik2 BS	Berat reduksi sampah plastik pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Kertas2 BS	Berat reduksi sampah Kertas2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Kaca2 BS	Berat reduksi sampah Kaca2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Logam2 BS	Berat reduksi sampah Logam2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Lainnya2 BS	Berat reduksi sampah Lainnya2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi sampah pada Bank Sampah	Reduksi Total dari bank sampah	Reduksi Kaca2 BS+Reduksi Kertas2 BS+Reduksi Logam2 BS+Reduksi Plastik2 BS+Reduksi sampah lainnya2 BS	Ton/tahun
Reduksi sampah Basah pada komposter	Reduksi total sampah basah	(sampah Kebun+Sisa Makanan)*Peran Serta Pengomposan*RF sampah basah Eksisting	Ton/tahun
Total berat sampah rumah tangga sumber	Timbulan total sampah rumah tangga	Jumlah Penduduk*Timbulan sampah rumah tangga	Ton/tahun
Sampah Terangkut Ke TPA Skenario 2	Total timbulan sampah rumah tangga yang diangkut ke TPA	Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber-Reduksi sampah basah pada komposter-Reduksi sampah pada Bank Sampah	Ton/tahun



Gambar 4.30.Submodel Reduksi Sampah Basah

Tabel 4.23. Variabel Submodel Reduksi Sampah Basah

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Peran serta pengomposan	Persentase peran serta masyarakat dalam kegiatan pengomposan	0,0037	%
Laju penambahan peran serta pengomposan	Persentase laju penambahan peran serta masyarakat dalam kegiatan pengomposan	0,0132	%
Sisa makanan	Berat sampah sisa makan yang dihasilkan di Kecamatan Krembangan	Komposisi sampah makanan*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Sampah kebun	Berat sampah kebun yang dihasilkan di Kecamatan Krembangan	Komposisi sampah kebun*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
RF sampah basah eksisting	Persentase <i>recovery factor</i> sampah basah eksisting	0,1163	%
Reduksi sampah basah pada komposter	Total reduksi sampah basah dengan kegiatan komposting	(sampah Kebun+Sisa Makanan)*Peran Serta Pengomposan*RF sampah basah Eksisting	ton/tahun



Gambar 4.31.Submodel Skenario Daur Ulang Sampah oleh Bank Sampah

Tabel 4.24.Variabel Submodel Skenario Daur Ulang Sampah oleh Bank Sampah

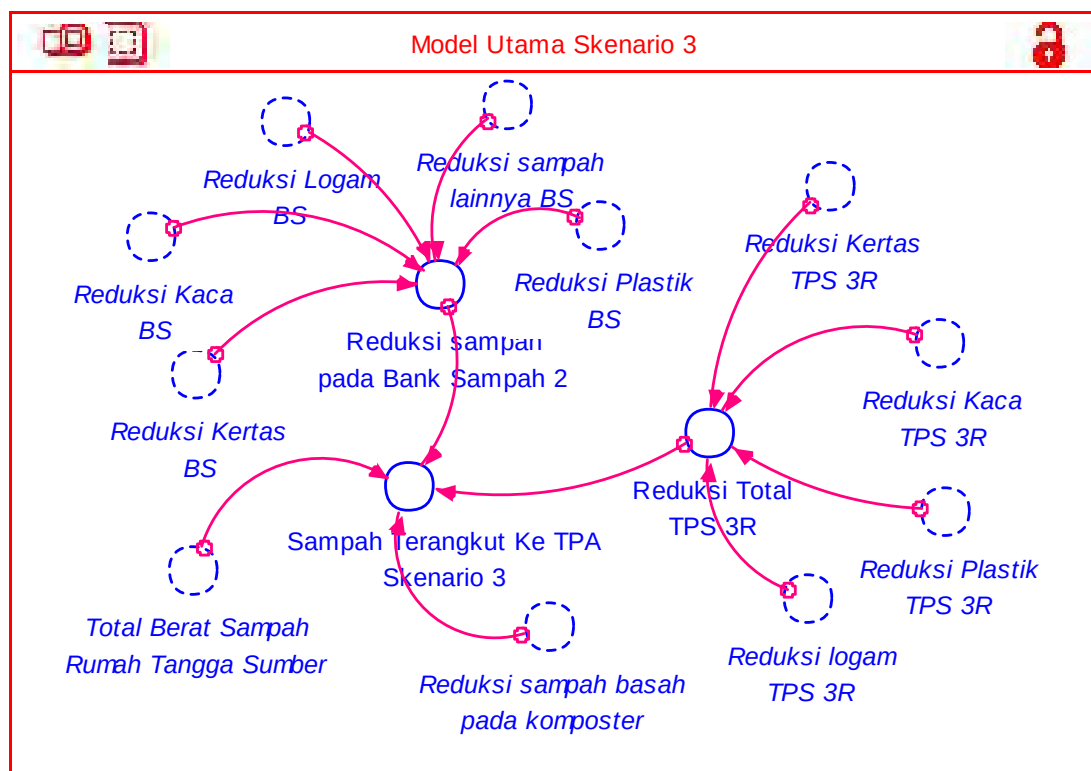
Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Persentase PF BS	Persentase peran serta masyarakat dalam kegiatan bank sampah eksisting	0,00502	
Laju Penambahan PF BS	Persentase peningkatan peran serta masyarakat dalam kegiatan bank sampah eksisting	0,021	
Plastik	Berat plastik yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi plastik*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Sampah kertas	Berat plastik yang dihasilkan	Komposisi	ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
	dari sampah rumah tangga	Kertas*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	
Kaca	Berat kertas yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi Kaca*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Logam	Berat logam yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi logam*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Lainnya	Berat lainnya yang dihasilkan dari sampah rumah tangga	Komposisi Lainnya*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
RF plastik BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah plastik pada bank sampah kondisi eksisting	0,3558	%
RF kertas BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah kertas pada bank sampah kondisi eksisting	0,6507	%
RF kaca BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah kaca pada bank sampah kondisi eksisting	0,0415	%
RF logam BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah logam pada bank sampah kondisi eksisting	0,4472	%
RF lainnya BS Eks	Persentase <i>recovery factor</i> sampah lainnya pada bank sampah kondisi eksisting	0,0603	%
Laju Penambahan RF plastik BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah plastik pada bank sampah kondisi eksisting	0,0191	%
Laju Penambahan RF kertas BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah kertas pada bank sampah kondisi eksisting	0,0088	%
Laju Penambahan RF kaca BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah kaca pada bank sampah kondisi eksisting	0,0159	%
Laju Penambahan RF logam BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah logam pada bank sampah kondisi eksisting	0,008	%
Laju Penambahan RF lainnya BS Eks	Persentase peningkatan <i>recovery factor</i> sampah lainnya pada bank sampah kondisi eksisting	0,005	%
Reduksi sampah	Berat sampah plastik yang	Peran serta bank	ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
plastik BS Eks	dapat direduksi oleh bank sampah	sampah*RF Plastik BS*Plastik	
Reduksi sampah kertas BS Eks	Berat sampah kertas yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah*RF kertas BS* kertas	ton/tahun
Reduksi sampah kaca BS Eks	Berat sampah kaca yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah*RF kaca BS* kaca	ton/tahun
Reduksi sampah logam BS Eks	Berat sampah logam yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah*RF logam BS* logam	ton/tahun
Reduksi sampah lainnya BS Eks	Berat sampah lainnya yang dapat direduksi oleh bank sampah	Peran serta bank sampah*RF lainnya BS* lainnya	ton/tahun

➤ Skenario Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R

Pemodelan pada skenario 3 (Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R) sama dengan skenario 2 untuk submodel bank sampah dan pengomposan. Pada model utama ditambahkan reduksi dari TPS 3R. Model skenario 3 dapat dilihat pada Gambar 4.32.

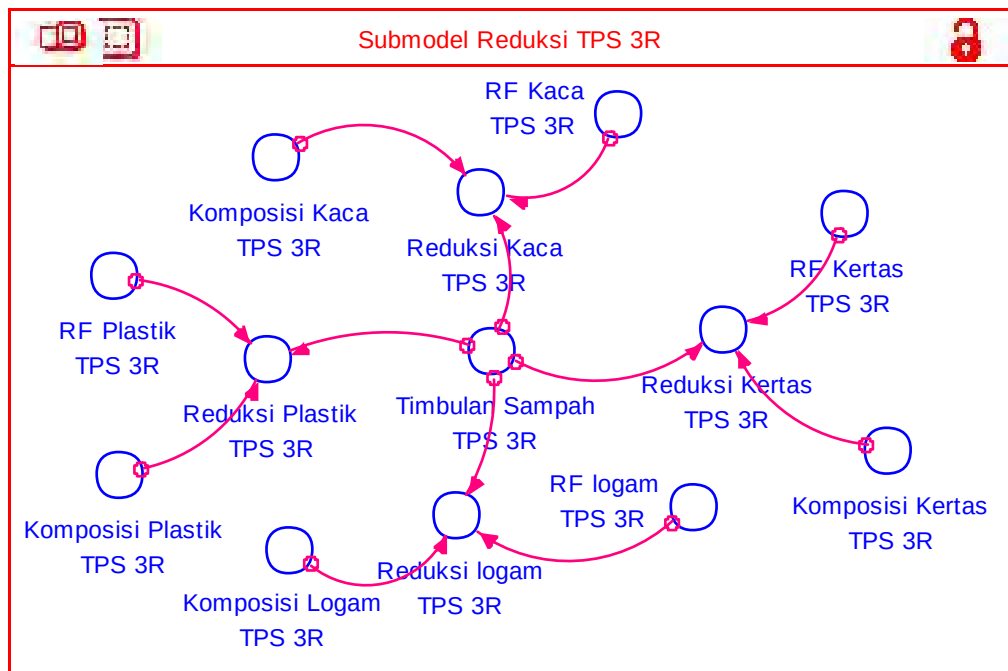


Gambar 4.32. Model Utama Skenario Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R

Tabel 4.25. Variabel Model Utama Skenario Bank Sampah, Pengomposan dan TPS 3R

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Reduksi Plastik BS	Berat reduksi sampah plastik pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Kertas BS	Berat reduksi sampah Kertas2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Kaca BS	Berat reduksi sampah Kaca2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Logam BS	Berat reduksi sampah Logam2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi Lainnya BS	Berat reduksi sampah Lainnya2 pada Bank Sampah	Plastik*RF Plastik BS Eks*Persentase PF BS	Ton/tahun
Reduksi sampah pada Bank Sampah 2	Reduksi Total dari bank sampah	Reduksi Kaca2 BS+Reduksi Kertas2 BS+Reduksi Logam2 BS+Reduksi Plastik2 BS+Reduksi sampah lainnya2 BS	Ton/tahun
Reduksi sampah Basah pada komposter	Reduksi total sampah basah	(sampah Kebun+Sisa Makanan)*Peran Serta Pengomposan*RF sampah basah Eksisting	Ton/tahun
Reduksi Kertas TPS 3R	Berat reduksi kertas pada TPS 3R	Komposisi Kertas TPS 3R*RF Kertas TPS 3R*Timbulan Sampah TPS 3R	Ton/tahun
Reduksi Kaca TPS 3R	Berat reduksi Kaca pada TPS 3R	Timbulan Sampah TPS 3R*RF Kaca TPS 3R*Komposisi Kaca TPS 3R	Ton/tahun
Reduksi Plastik TPS 3R	Berat reduksi Plastik pada TPS 3R	Komposisi Plastik TPS 3R*RF Plastik TPS 3R*Timbulan Sampah TPS 3R	Ton/tahun
Reduksi logam TPS 3R	Berat reduksi logam pada TPS 3R	Komposisi Logam TPS 3R*RF logam TPS 3R*Timbulan Sampah TPS 3R	Ton/tahun
Reduksi Total TPS 3R	Berat reduksi total pada TPS 3R	Reduksi Kaca TPS 3R+Reduksi Kertas TPS 3R+Reduksi logam TPS	Ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
		3R+Reduksi Plastik TPS 3R	
Total berat sampah rumah tangga sumber	Timbulan total sampah rumah tangga	Jumlah Penduduk*Timbulan sampah rumah tangga	Ton/tahun
Sampah Terangkut Ke TPA Skenario 2	total timbulan sampah rumah tangga yang diangkut ke TPA	Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber-Reduksi sampah basah pada komposter-Reduksi sampah pada Bank Sampah 2-Reduksi Total TPS 3R	Ton/tahun



Gambar 4.33.Submodel Reduksi TPS 3R

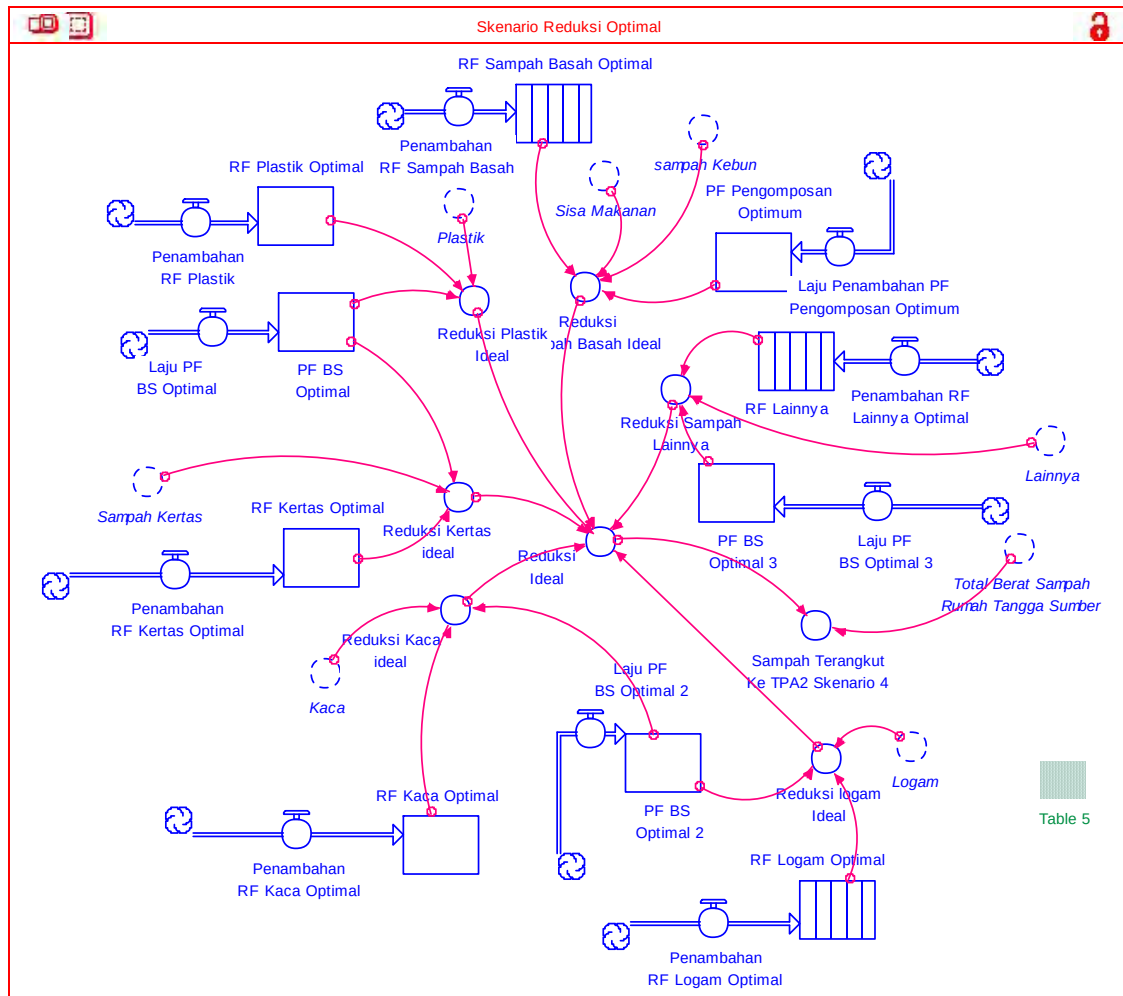
Tabel 4.26.Variabel Submodel Reduksi TPS 3R

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Timbulan Sampah TPS 3R	Timbulan sampah rumah tangga yang masuk ke TPS	5,6*365	Ton/hari

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
	Mbah Ratu		
RF Kaca TPS 3R	Persentase RF Kaca pada TPS 3R	0,8182	%
RF Kertas TPS 3R	Persentase RF Kertas pada TPS 3R	0,5419	%
RF Logam TPS 3R	Persentase RF Logam pada TPS 3R	0,9413	%
RF Plastik TPS 3R	Persentase RF Plastik pada TPS 3R	0,735	%
Komposisi Kaca TPS 3R	Persentase Komposisi Kaca pada TPS 3R	0,0066	%
Komposisi Kertas TPS 3R	Persentase Komposisi Kertas pada TPS 3R	0,0731	%
Komposisi Logam TPS 3R	Persentase Komposisi Logam pada TPS 3R	0,0091	%
Komposisi Plastik TPS 3R	Persentase Komposisi Plastik pada TPS 3R	0,0629	%

➤ **Skenario Reduksi Optimum**

Skenario reduksi optimum dilakukan dengan daur ulang sampah dan pengomposan. Persentase peran serta masyarakat yang digunakan sesuai dengan tingkat kesediaan masyarakat dalam pengelolaan sampah (kuisisioner skala likert faktor sikap). Skenario ini memaksimalkan peran serta masyarakat dalam pengelolaan sampah. nilai faktor sikap dalam kegiatan daur ulang adalah 70%, sehingga didapatkan laju peningkatan peran serta sebesar 2,97%. Model utama Skenario Reduksi Kondisi Ideal dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34. Model Utama Skenario Reduksi optimum

Tabel 4.27. Variabel Model Utama Skenario Reduksi optimum

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
PF BS Optimum (1,2,3)	Persentase peran serta masyarakat bank sampah optimum (berdasarkan kuisioner skala likert sikap)	0,005	%
PF Pengomposan Optimum (1,2,3)	Persentase peran serta masyarakat dalam kegiatan Pengomposan optimaum (berdasarkan kuisioner skala likert sikap)	0,0037	%
Laju Penambahan PF BS Optimum	Penambahan Persentase peran serta masyarakat bank sampah optimum (berdasarkan kuisioner skala likert sikap)	0.0322	%

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Laju Penambahan PF Pengomposan Optimum	Penambahan Persentase peran serta masyarakat dalam kegiatan Pengomposan optimaum (berdasarkan kuisisioner skala likert sikap)	0.0297	%
Penambahan RF Plastik	Penambahan <i>Recovery Factor</i> plastik	0,0362	%
Penambahan RF Sampah Basah	Penambahan <i>Recovery Factor</i> Sampah Basah	0,0242	%
Penambahan RF Kertas	Penambahan <i>Recovery Factor</i> Kertas	0,04	%
Penambahan RF Logam	Penambahan <i>Recovery Factor</i> Logam	0,0294	%
Penambahan RF Kaca	Penambahan <i>Recovery Factor</i> Kaca	0,0179	%
Penambahan RF Lainnya	Penambahan <i>Recovery Factor</i> Lainnya	0,0079	%
RF Plastik	<i>Recovery Factor</i> Plastik Eksisting	0,0149	%
RF Sampah Basah	<i>Recovery Factor</i> Sampah Basah Eksisting	0,1163	%
RF Kertas	<i>Recovery Factor</i> Kertas Eksisting	0,0272	%
RF Logam	<i>Recovery Factor</i> Logam Eksisting	0,00187	%
RF Kaca	<i>Recovery Factor</i> Kaca Eksisting	0,0017	%
RF Lainnya	<i>Recovery Factor</i> Lainnya Eksisting	0,0025	%
Reduksi Plastik	Berat reduksi plastik optimum	PF BS Optimum*RF Plastik Optimum*Plastik	ton/tahun
Reduksi Sampah Basah	Berat reduksi Sampah Basah optimum	PF BS Optimum*RF Sampah Basah Optimum* (sampah Kebun+Sisa Makanan)	ton/tahun
Reduksi Kertas	Berat reduksi Kertas optimum	PF BS Optimum*RF Kertas Optimum* Kertas	ton/tahun
Reduksi Logam	Berat reduksi Logam optimum	PF BS Optimum*RF Logam Optimum* Logam	ton/tahun
Reduksi Kaca	Berat reduksi Kaca optimum	PF BS Optimum*RF Kaca Optimum* Kaca	ton/tahun
Reduksi Lainnya	Berat reduksi Lainnya optimum	PF BS Optimum*RF Lainnya Optimum* Lainnya	ton/tahun

Nama Variabel	Definisi	Input Data	Satuan
Plastik	Berat total sampah plastik eksisting	Komposisi plastik*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Sisa makanan	Berat total sampah Sisa makanan	Komposisi sampah makanan*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kebun	Berat total sampah Kebun	Komposisi sampah kebun*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kertas	Berat total sampah Kertas eksisting	Komposisi Kertas*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Logam	Berat total sampah Logam eksisting	Komposisi logam*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Kaca	Berat total sampah Kaca eksisting	Komposisi Kaca*Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Lainnya	Berat total sampah Lainnya eksisting	Komposisi Lainnya *Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	ton/tahun
Reduksi optimum	Total Reduksi optimum	Reduksi Kaca ideal+Reduksi Kertas ideal+Reduksi logam Ideal+Reduksi Plastik Ideal+Reduksi Sampah Lainnya+Reduksi Sampah Basah Ideal	ton/tahun
Berat Sampah di TPA ideal	Berat timbulan sampah yang diangkut ke TPA setelah dikurangi reduksi optimum	Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber-Reduksi Ideal	ton/tahun
Total Berat Sampah Rumah Tangga Sumber	Total timbulan Sampah Rumah Tangga Sumber	Jumlah Penduduk*Timbulan sampah rumah tangga	ton/tahun

4.10.4 Simulasi Model

Simulasi model dilakukan setelah semua input data telah dimasukkan pada *stock flow*. Dari hasil simulasi didapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Berikut adalah Simulasi model untuk setiap skenario. Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui reduksi terbesar mulai dari sumber sampah pada TPS adalah sebagai berikut..

1. Skenario 1 (Kondisi Eksisting)

Persentase tingkat reduksi tahun 2016 merupakan perbandingan antara reduksi total dan timbulan total sampah. persentase reduksi tahun 2016 yaitu 2,17 %. Reduksi pada kondisi eksisting terdiri dari reduksi sampah basah pada komposter, reduksi bank sampah dan reduksi pada TPS yang telah dijelaskan pada Sub Bab 4.4. Tingkat reduksi kegiatan komposting adalah 0,03%, tingkat reduksi pada bank sampah adalah 0,05%, dan reduksi sampah pada TPS adalah 2,09%. Total reduksi pada skenario kondisi eksisting adalah 250,03 ton/tahun atau 675,70 kg/hari. Hasil simulasi kondisi skenario kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28. Hasil Simulasi Skenario Eksisting

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi Kompos (ton/tahun)	Reduksi Bank Sampah (ton/tahun)	Reduksi TPS (ton/tahun)	Total Reduksi (ton/tahun)	Sampah Terangkut ke TPA (ton/tahun)	Persentase Reduksi
2016	11.546,18	3,37	5,76	240,90	250,03	11.296,15	2,17%
2017	11.546,18	8,46	6,41	240,90	255,77	11.290,41	2,22%
2018	11.546,18	14,33	7,10	240,90	262,33	11.283,85	2,27%
2019	11.546,18	21,02	7,83	240,90	269,75	11.276,43	2,34%
2020	11.546,18	28,53	8,56	240,90	277,99	11.268,19	2,41%
2021	11.546,18	36,90	9,36	240,90	287,16	11.259,02	2,49%
2022	11.546,18	46,14	10,18	240,90	297,22	11.248,96	2,57%
2023	11.546,18	56,27	11,03	240,90	308,20	11.237,98	2,67%
2024	11.546,18	67,32	11,92	240,90	320,14	11.226,04	2,77%
2025	11.546,18	79,30	12,84	240,90	333,04	11.213,14	2,88%
2026	11.546,18	92,25	13,80	240,90	346,95	11.199,23	3,00%
2027	11.546,18	106,17	14,79	240,90	361,86	11.184,32	3,13%
2028	11.546,18	121,09	15,80	240,90	377,79	11.168,39	3,27%
2029	11.546,18	137,04	16,86	240,90	394,80	11.151,38	3,42%
2030	11.546,18	154,02	17,94	240,90	412,86	11.133,32	3,58%
2031	11.546,18	172,08	19,05	240,90	432,03	11.114,15	3,74%
2032	11.546,18	191,21	20,20	240,90	452,31	11.093,87	3,92%
2033	11.546,18	211,46	21,38	240,90	473,74	11.072,44	4,10%
2034	11.546,18	232,83	22,61	240,90	496,34	11.049,84	4,30%
2035	11.546,18	255,35	23,86	240,90	520,11	11.026,07	4,50%
2036	11.546,18	279,05	25,15	240,90	545,10	11.001,08	4,72%

Reduksi sampah meningkat dari 2,17% menjadi 4,72% di tahun 2036. Peningkatan tersebut dikarenakan terjadi peningkatan pada reduksi kompos dan reduksi pada bank sampah. Berat reduksi pada komposter meningkat dari 3,37 ton/tahun menjadi 279,05 ton/tahun. reduksi pada bank sampah meningkat dari

5,76 ton/tahun menjadi 25,15 ton/tahun pada tahun 2036. Peningkatan reduksi sampah basah pada komposter dan reduksi bank sampah dipengaruhi oleh meningkatnya peran serta masyarakat pada kegiatan tersebut.

2. Skenario 2 (Daur Ulang Dengan Bank Sampah Dan Pengomposan)

Skenario 2 mempertimbangkan reduksi dari bank sampah dan kompos. Tingkat reduksi diketahui dari membagi reduksi total dengan jumlah timbulan sampah total. Timbulan sampah pada Kecamatan Krembangan tidak terjadi peningkatan dari tahun ke tahun, hal tersebut dikarenakan tidak adanya lahan untuk pengembangan pemukiman. Berdasarkan hasil perhitungan tingkat reduksi di tahun 2016 adalah 0,08%. Persentase tersebut didapatkan dari dari reduksi bank sampah sebesar 5,75 ton/tahun dan reduksi sampah basah pada komposter sebesar 3,37 ton/tahun. Hasil simulasi skenario daur ulang dengan bank sampah dan pengomposan dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29. Hasil Simulasi Skenario Daur ulang Dengan Bank Sampah Dan Pengomposan

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi bank sampah (ton/tahun)	Reduksi kompos (ton/tahun)	Total Reduksi (ton/tahun)	Sampah Terangkut ke TPA (ton/tahun)	Persentase reduksi (ton/tahun)
2016	11.546,18	5,75	3,37	9,12	11.537,06	0,08%
2017	11.546,18	31,05	18,64	49,69	11.496,49	0,43%
2018	11.546,18	58,34	38,92	97,26	11.448,92	0,84%
2019	11.546,18	87,61	64,21	151,82	11.394,36	1,31%
2020	11.546,18	118,87	94,52	213,39	11.332,79	1,85%
2021	11.546,18	152,12	129,84	281,96	11.264,22	2,44%
2022	11.546,18	187,35	170,18	357,53	11.188,65	3,10%
2023	11.546,18	224,57	215,53	440,10	11.106,08	3,81%
2024	11.546,18	263,78	265,90	529,68	11.016,50	4,59%
2025	11.546,18	304,97	321,29	626,26	10.919,92	5,42%
2026	11.546,18	348,15	381,69	729,84	10.816,34	6,32%
2027	11.546,18	393,32	447,10	840,42	10.705,76	7,28%
2028	11.546,18	440,47	517,54	958,01	10.588,17	8,30%
2029	11.546,18	489,61	592,98	1.082,59	10.463,59	9,38%
2030	11.546,18	540,74	673,44	1.214,18	10.332,00	10,52%
2031	11.546,18	593,86	758,92	1.352,78	10.193,40	11,72%

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi bank sampah (ton/tahun)	Reduksi kompos (ton/tahun)	Total Reduksi (ton/tahun)	Sampah Terangkut ke TPA (ton/tahun)	Persentase reduksi (ton/tahun)
2032	11.546,18	648,96	849,41	1.498,37	10.047,81	12,98%
2033	11.546,18	706,04	944,92	1.650,96	9.895,22	14,30%
2034	11.546,18	765,12	1.045,44	1.810,56	9.735,62	15,68%
2035	11.546,18	826,18	1.150,98	1.977,16	9.569,02	17,12%
2036	11.546,18	889,23	1.261,54	2.150,77	9.395,41	18,63%

Pada tahun 2036 reduksi sampah meningkat sampai 18,63%. Reduksi sampah pada bank sampah di tahun 2036 mencapai 889,23 ton/tahun. Tingkat reduksi bank sampah meningkat dari 0,03% menjadi 7,70%. Reduksi sampah basah pada komposter pada tahun 2036 adalah 1.261,54 ton/tahun. Tingkat reduksi pada bank sampah naik dari 0,05% menjadi 10,93%. Peningkatan reduksi sampah dipengaruhi oleh peningkatan peran serta masyarakat. Persentase peran serta masyarakat di tahun 2036 adalah 43% untuk kegiatan bank sampah, dan 27% untuk kegiatan pengomposan.

3. Skenario 3 (Bank Sampah, Pengomposan Dan TPS 3R)

Berdasarkan skenario 3 reduksi pada Kecamatan Krembangan ditambahkan dengan adanya TPS 3R. TPS 3R yang dikembangkan adalah TPS Mbah Ratu yang saat ini hanya berfungsi sebagai SPA. Keberadaan TPS 3R pada Kecamatan Krembangan akan menambah reduksi sebesar 204,01 ton/tahun. Skenario 3 menghasilkan tingkat reduksi dari 0,08% menjadi 20,39%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya TPS 3R akan meningkatkan persentase reduksi sampah rumah tangga sebesar 1,76%. Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah, pengomposan dan TPS 3R dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30. Hasil Simulasi Skenario Hasil Simulasi Skenario Bank Sampah, pengomposan dan TPS 3R

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi bank sampah (ton/tahun)	Reduksi TPS 3R (ton/tahun)	Reduksi kompos (ton/tahun)	Total Reduksi (ton/tahun)	Sampah Terangkut ke TPA (ton/tahun)	Persentase reduksi (ton/tahun)
2016	11.546,18	5,75	-	3,37	9,12	11.537,06	0,08%
2017	11.546,18	31,05	204,01	18,64	253,70	11.292,48	2,20%

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi bank sampah (ton/tahun)	Reduksi TPS 3R (ton/tahun)	Reduksi kompos (ton/tahun)	Total Reduksi (ton/tahun)	Sampah Terangkut ke TPA (ton/tahun)	Persentase reduksi (ton/tahun)
2018	11.546,18	58,34	204,01	38,92	301,27	11.244,91	2,61%
2019	11.546,18	87,61	204,01	64,21	355,83	11.190,35	3,08%
2020	11.546,18	118,87	204,01	94,52	417,40	11.128,78	3,62%
2021	11.546,18	152,12	204,01	129,84	485,97	11.060,21	4,21%
2022	11.546,18	187,35	204,01	170,18	561,54	10.984,64	4,86%
2023	11.546,18	224,57	204,01	215,53	644,11	10.902,07	5,58%
2024	11.546,18	263,78	204,01	265,90	733,69	10.812,49	6,35%
2025	11.546,18	304,97	204,01	321,29	830,27	10.715,91	7,19%
2026	11.546,18	348,15	204,01	381,69	933,85	10.612,33	8,09%
2027	11.546,18	393,32	204,01	447,10	1.044,43	10.501,75	9,05%
2028	11.546,18	440,47	204,01	517,54	1.162,02	10.384,16	10,06%
2029	11.546,18	489,61	204,01	592,98	1.286,60	10.259,58	11,14%
2030	11.546,18	540,74	204,01	673,44	1.418,19	10.127,99	12,28%
2031	11.546,18	593,86	204,01	758,92	1.556,79	9.989,39	13,48%
2032	11.546,18	648,96	204,01	849,41	1.702,38	9.843,80	14,74%
2033	11.546,18	706,04	204,01	944,92	1.854,97	9.691,21	16,07%
2034	11.546,18	765,12	204,01	1.045,44	2.014,57	9.531,61	17,45%
2035	11.546,18	826,18	204,01	1.150,98	2.181,17	9.365,01	18,89%
2036	11.546,18	889,23	204,01	1.261,54	2.354,78	9.191,40	20,39%

Optimumisasi TPS Mbah Ratu sebagai TPS 3R akan membuat jumlah sampah yang reduksi lebih besar. Optimalisasi dilakukan dengan membandingkan TPS Mbah Ratu dengan Super Depo di Kecamatan Mulyorejo. Super Depo terletak di Kelurahan Sutorejo mempunyai kapasitas 15 ton/hari (Ulisfah, 2014). Sampah rumah tangga yang masuk pada TPS Mbah Ratu saat ini $\pm 5,6$ ton.

Pengembangan TPS 3R dilakukan dengan penambahan fasilitas pemilahan sampah. Fasilitas yang ada pada super depo adalah timbangan sampah, *conveyor* sampah, mesin pencacah, dan kontainer. Timbangan sampah digunakan untuk menimbang sampah yang masuk, sampah yang dapat direduksi, serta residu yang dihasilkan. *Conveyor* sampah merupakan fasilitas untuk pemilahan sampah, jumlah *conveyor* sampah pada Super Depo sebanyak 3. *Conveyor* pertama digunakan untuk memilah sampah kering seperti plastik dan kertas, *conveyor* kedua untuk memilah sampah basah berupa ranting dan daun, *conveyor* ke 3 untuk membawa residu. *Conveyor* akan memudahkan dalam pemilahan sampah.

Mesin pencacah digunakan untuk mencacah sampah ranting dan daun sebelum dibawa ke rumah kompos. Peralatan yang lain yaitu mesin pencuci

sampah plastik dan mesin press sampah anorganik. Super depo seharusnya juga memiliki fasilitas pengomposan (PU, 2013). Super Depo Sutorejo tidak memiliki fasilitas pengomposan, sehingga sampah organik yang telah dicacah diangkut menuju rumah kompos Wonorejo. Sampah basah Kecamatan Krembangan lebih baik diolah dengan individual komposter. Penambahan fasilitas sampah juga membutuhkan tenaga operator. Diharapkan TPS Mbah Ratu dapat berkembang seperti Super Depo untuk meningkatkan reduksi sampah.

4. Skenario 4 (Reduksi optimum)

Reduksi optimum yang dimaksud pada skenario ini adalah reduksi dengan mengoptimalkan peran serta masyarakat. Pada skenario 4 target % PF menggunakan faktor sikap (tingkat kesediaan masyarakat) berdasarkan hasil kuisioner skala likert yaitu 65% untuk kegiatan daur ulang pada bank sampah dan 60% untuk kegiatan pengomposan. Tingkat reduksi sampah dengan skenario kondisi ideal akan meningkat dari 0,08% menjadi 36,15%, sehingga residu sampah yang diangkut ke TPA sebesar $\pm 6,3$ ton pada tahun 2036. Hasil simulasi skenario reduksi optimum dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31. Hasil Simulasi Skenario Reduksi optimum

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi Daur Ulang Bank Sampah Optimum (ton/tahun)	Reduksi Kompos (ton/tahun)	Reduksi optimum (ton/tahun)	Sampah di TPA (ton/tahun)	Persentase Reduksi (ton/tahun)
2016	11.546,18	0,24	3,37	3,61	11.542,57	0,03%
2017	11.546,18	5,54	36,84	42,38	11.503,80	0,37%
2018	11.546,18	17,45	81,58	99,03	11.447,15	0,86%
2019	11.546,18	35,94	137,61	173,55	11.372,63	1,50%
2020	11.546,18	61,02	204,93	265,95	11.280,23	2,30%
2021	11.546,18	92,69	283,53	376,22	11.169,96	3,26%
2022	11.546,18	130,95	373,41	504,36	11.041,82	4,37%
2023	11.546,18	175,79	474,58	650,37	10.895,81	5,63%
2024	11.546,18	227,24	587,03	814,27	10.731,91	7,05%
2025	11.546,18	285,26	710,77	996,03	10.550,15	8,63%
2026	11.546,18	349,88	845,79	1.195,67	10.350,51	10,36%
2027	11.546,18	421,08	992,10	1.413,18	10.133,00	12,24%
2028	11.546,18	498,88	1.149,69	1.648,57	9.897,61	14,28%
2029	11.546,18	583,26	1.318,57	1.901,83	9.644,35	16,47%
2030	11.546,18	674,24	1.498,73	2.172,97	9.373,21	18,82%

Tahun	Timbulan (ton/tahun)	Reduksi Daur Ulang Bank Sampah Optimum (ton/tahun)	Reduksi Kompos (ton/tahun)	Reduksi optimum (ton/tahun)	Sampah di TPA (ton/tahun)	Persentase Reduksi (ton/tahun)
2031	11.546,18	771,80	1.690,17	2.461,97	9.084,21	21,32%
2032	11.546,18	875,96	1.892,90	2.768,86	8.777,32	23,98%
2033	11.546,18	986,70	2.106,91	3.093,61	8.452,57	26,79%
2034	11.546,18	1.104,04	2.332,21	3.436,25	8.109,93	29,76%
2035	11.546,18	1.227,96	2.568,79	3.796,75	7.749,43	32,88%
2036	11.546,18	1.358,47	2.815,25	4.173,72	7.372,46	36,15%

Berdasarkan hasil simulasi diketahui skenario ini menghasilkan tingkat reduksi yang paling besar. Skenario reduksi optimum hanya sebagai perbandingan skenario yang lain bahwa sampah cukup untuk direduksi. Peningkatan partisipasi masyarakat tidak bisa dilakukan dengan cepat karena peran serta masyarakat pada tahun 2016 sangat kecil. Sedangkan penambahan fasilitas sampah akan menghabiskan biaya yang cukup besar, sehingga pengelolaan sampah dengan TPS 3R lebih mahal untuk diterapkan.

4.10.5 Perbandingan Hasil Simulasi Skenario Pengelolaan Sampah

Simulasi pada tiap skenario bermanfaat untuk mengetahui jumlah reduksi sampah per tahun. Simulasi setiap skenario pengelolaan sampah menggunakan durasi 20 tahun. Besar reduksi sampah berpengaruh pada total timbulan sampah yang masuk ke TPA Benowo. Tabel 4.32 menunjukkan perbandingan timbulan sampah di TPA dari tiap skenario pengelolaan sampah.

Tabel 4.32. Timbulan Sampah TPA Tiap Skenario

Tahun	Timbulan Sampah TPA (ton/tahun)			
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
2016	11.296,15	11.537,06	11.333,05	11.542,57
2017	11.290,41	11.496,49	11.292,48	11.503,80
2018	11.283,85	11.448,92	11.244,91	11.447,15
2019	11.276,43	11.394,36	11.190,35	11.372,63
2020	11.268,19	11.332,79	11.128,78	11.280,23
2021	11.259,02	11.264,22	11.060,21	11.169,96
2022	11.248,96	11.188,65	10.984,64	11.041,82
2023	11.237,98	11.106,08	10.902,07	10.895,81
2024	11.226,04	11.016,50	10.812,49	10.731,91

Tahun	Timbulan Sampah TPA (ton/tahun)			
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
2025	11.213,14	10.919,92	10.715,91	10.550,15
2026	11.199,23	10.816,34	10.612,33	10.350,51
2027	11.184,32	10.705,76	10.501,75	10.133,00
2028	11.168,39	10.588,17	10.384,16	9.897,61
2029	11.151,38	10.463,59	10.259,58	9.644,35
2030	11.133,32	10.332,00	10.127,99	9.373,21
2031	11.114,15	10.193,40	9.989,39	9.084,21
2032	11.093,87	10.047,81	9.843,80	8.777,32
2033	11.072,44	9.895,22	9.691,21	8.452,57
2034	11.049,84	9.735,62	9.531,61	8.109,93
2035	11.026,07	9.569,02	9.365,01	7.749,43
2036	11.001,08	9.395,41	9.191,40	7.372,46

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi, dapat disimpulkan bahwa skenario yang menghasilkan reduksi sampah terbesar adalah skenario 4. Reduksi optimum lebih sulit diterapkan karena mengoptimalkan peran serta masyarakat yang sekarang masih sangat kecil. Skenario 1 kondisi eksisting menghasilkan peningkatan reduksi yang kecil dari tahun ke tahun.

Skenario yang mungkin diterapkan adalah skenario 2. Pengembangan TPS 3R membutuhkan biaya yang cukup besar, sehingga diprioritaskan pengelolaan sampah dengan biaya yang minim yaitu skenario 2. Skenario 2 memanfaatkan daur ulang dengan bank sampah, sebenarnya ke-2 skenario tersebut harus berjalan beriringan. Skenario 2 dapat diterapkan lebih mudah karena memudahkan dalam koordinasi kepada masyarakat. sehingga dapat disimpulkan bahwa skenario terbaik adalah skenario 2.

4.10.6 Verifikasi dan Validasi Model

Tujuan dari verifikasi dan validasi model adalah untuk mengetahui *error* saat running dan mengetahui perilaku pada struktur model dengan perilaku pada kondisi eksisting di lapangan. Berikut akan dijelaskan verifikasi dan validasi model pada penelitian ini.

4.10.6.1. Verifikasi Model

Error pada suatu model diperiksa dengan melakukan verifikasi. Verifikasi dilakukan dengan mengetahui memeriksa formulasi dan unit variabel

dari model. Berdasarkan hasil verifikasi tidak terdapat *error* pada unit dan formulasi. Verifikasi model dinamik Pengelolaan Sampah dapat dilihat pada **Lampiran E**.

4.10.6.2. Validasi Model

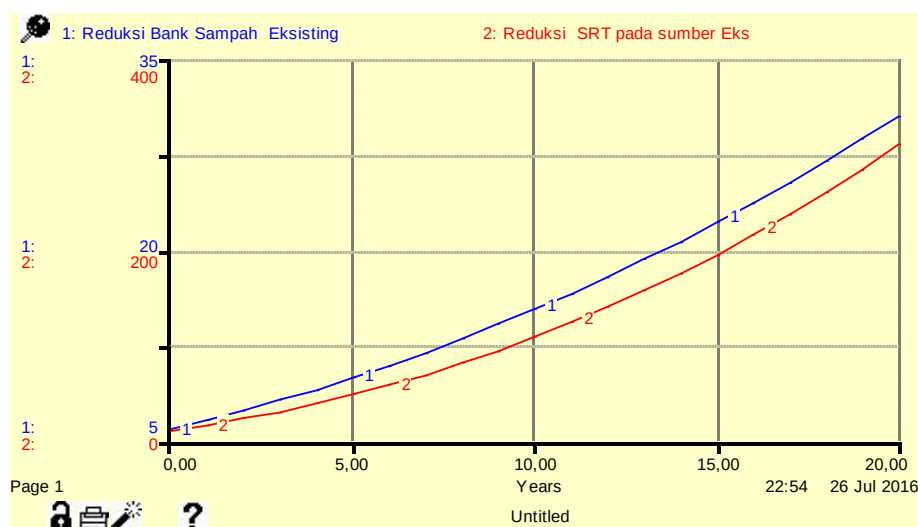
Tujuan validasi untuk mengetahui apakah model yang dibuat telah representatif dengan keadaan nyata. Validasi dilakukan dengan melakukan pengujian pada struktur dan perilaku pada model (Wirjodirjo, 2012). Berikut adalah beberapa macam uji untuk validasi model.

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

Uji Struktur Model dilakukan untuk memastikan kesesuaian struktur model dengan sistem nyata. Penelitian langsung harus dilakukan untuk membandingkan kondisi lapangan dengan sistem ideal. Model sistem pengelolaan sampah reduksi Kecamatan Krembangan harus diuji oleh evaluator. Apabila evaluator mengatakan valid maka submodel sudah valid.

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

Uji parameter model dapat dilakukan dengan dua cara yaitu validasi variabel input dan validasi logika. Validasi variabel input dilakukan dengan membandingkan data aktual yang ada dengan data hasil simulasi model. Validasi logika dengan membandingkan hasil nyata dan hasil simulasi melihat dua variabel yang saling berhubungan. Hasil Uji Parameter Model dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35. Uji Parameter Model

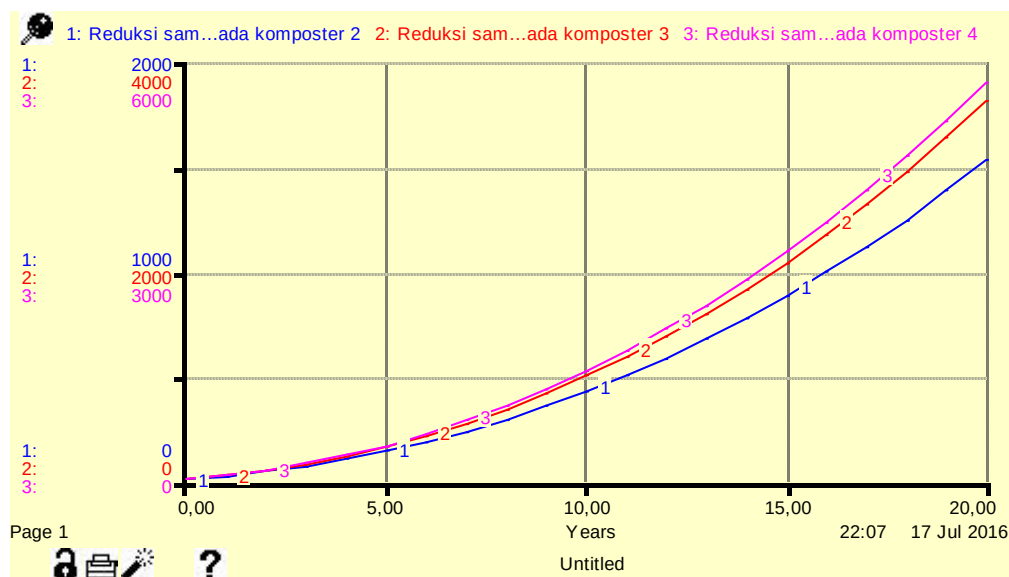
Berdasarkan Gambar 4.35 dapat dilihat bahwa reduksi sampah rumah tangga pada sumber merupakan total berat sampah antara reduksi pengomposan dan reduksi bank sampah. Meningkatnya reduksi bank sampah eksisting akan meningkatkan reduksi sampah rumah tangga pada sumber. Kedua variabel tersebut berjalan sesuai logika sehingga dapat dikatakan Valid.

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

Pembatasan model dilakukan dengan menguji variabel-variabel yang dimasukkan dalam model. Apabila suatu variabel tidak berpengaruh terhadap tujuan, maka variabel tersebut tidak perlu dimasukkan dalam model. Contohnya adalah reduksi sampah di TPA. 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

Uji kondisi ekstrim dilakukan untuk menguji kemampuan model pada kondisi ekstrim, yaitu apabila nilai variabel berubah signifikan. Model yang menghasilkan pola hasil konsisten dalam berbagai kondisi dan sesuai dengan logika sistem maka model dianggap valid. Pengujian kondisi ekstrim pada model ini dimasukkan nilai minimal, nilai medium, dan nilai maksimum. Hasil uji kondisi ekstrim dapat dilihat pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36. Uji Kondisi Ekstrim

Pada Uji kondisi ekstrim nilai minimal, nilai medium, dan nilai maksimum yang dimasukkan adalah nilai pada % PF untuk target. Contoh yang diambil untuk uji ekstrim adalah submodel reduksi sampah basah. Nilai minimum yang dicantumkan adalah % PF untuk faktor perilaku, sementara nilai maksimum adalah 100%, sedangkan nilai mediumnya adalah 63,5% yaitu nilai tengah antara nilai minimum dan nilai maksimum.

Berdasarkan Gambar 4.36 simulasi dari 3 nilai dapat menghasilkan pola yang konsisten yaitu naik dari tahun ke tahun. hal tersebut telah sesuai dengan logika bahwa semakin besar nilai PF akan meningkatkan reduksi sampah basah dari tahun ke tahun. Dapat disimpulkan bahwa uji kondisi ekstrim adalah valid.

4.11. Rekomendasi Kegiatan Reduksi Sampah

Hasil simulasi pada setiap skenario bahwa pada tahun 2036 dengan skenario 2 akan menghasilkan reduksi sebesar 18,63%. Peran serta masyarakat juga berperan penting dalam peningkatan reduksi sampah. Rekomendasi kegiatan reduksi yang diusulkan sebagai berikut.

4.11.1. Upaya Reduksi dengan Optimumisasi Peran serta Masyarakat

Berdasarkan hasil simulasi reduksi peran serta masyarakat dengan perilaku pada skenario bank sampah dan pengomposan akan meningkatkan reduksi sebesar 18,63%. Peran serta masyarakat pada pengelolaan sampah berpengaruh pada reduksi sampah di sumber. Kegiatan reduksi sampah di sumber terdiri dari bank sampah dan pengomposan.

Kendala dalam reduksi sumber adalah adanya bank sampah yang sudah tidak aktif karena banyaknya nasabah dan pengurus yang tidak aktif. Sedikitnya pengurus bank sampah yang aktif dapat membebani intensitas kerja yang lebih berat. Rekomendasi pengelolaan sampah diusulkan berdasarkan hasil kuisisioner dan wawancara yang telah dijelaskan pada Sub Bab 4.6. Berikut merupakan upaya untuk meningkatkan peran serta masyarakat pada kegiatan reduksi sampah.

1. Sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya reduksi sampah rumah tangga.
2. Pembentukan dan pelatihan Kader lingkungan yang berkomitmen (dari RT/RW atau dari Kelurahan)

3. Pendampingan rutin dilakukan untuk memberikan motivasi kepada kader lingkungan dan masyarakat agar selalu aktif melakukan pemilahan dan daur ulang sampah basah dan sampah kering
4. Pembentukan kepengurusan bank sampah yang berkomitmen
5. Kewajiban untuk mengikuti program pemerintah misalnya lomba kebersihan lingkungan dan akan selalu dipantau.
6. Pemberian bantuan sarana pengelolaan sampah dapat memberikan keinginan masyarakat dalam pengelolaan sampah.
7. Evaluasi dan monitoring, kegiatan tersebut dilakukan untuk mengetahui faktor hambatan dan keberhasilan selama kegiatan sehingga kedepannya dapat meminimasi hambatan dan memperbesar keberhasilan

4.11.2. Upaya Reduksi dengan Peningkatan Bank sampah

Bank sampah di Kecamatan Krembangan hanya berjumlah 6 unit di Kecamatan Krembangan. Bank sampah merupakan wadah daur ulang yang dapat mempermudah masyarakat dalam menjual sampah yang telah dipilah. Berdasarkan kondisi eksisting dengan jumlah nasabah sebanyak 204 KK dapat mereduksi sampah sebesar 407,88 Kg/bulan sehingga didapatkan reduksi setiap KK adalah 2,31 kg/KK/bulan.

Rata-rata jumlah nasabah setiap bank sampah adalah 34 KK. Data reduksi bank sampah perorang dan rata-rata jumlah nasabah Per-KK digunakan untuk perhitungan Jumlah nasabah yang harus ditingkatkan dan jumlah bank sampah yang harus dikembangkan. Perhitungan jumlah nasabah yang harus ditingkatkan dan jumlah bank sampah dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33. Jumlah Nasabah yang Harus Ditingkatkan dan Jumlah Bank Sampah

Tahun	Sampah dapat di daur ulang dengan bank sampah (ton/tahun)	Sampah dapat di daur ulang dengan bank sampah (kg/bulan)	Jumlah Nasabah yang harus ditingkatkan	Jumlah bank sampah yang harus dikembangkan
2016	5,75	407,88	204	5
2017	31,05	2.587,50	1.120	33
2018	58,34	4.861,67	2.105	62
2019	87,61	7.300,83	3.161	93
2020	118,87	9.905,83	4.288	126

Tahun	Sampah dapat di daur ulang dengan bank sampah (ton/tahun)	Sampah dapat di daur ulang dengan bank sampah (kg/bulan)	Jumlah Nasabah yang harus ditingkatkan	Jumlah bank sampah yang harus dikembangkan
2021	152,12	12.676,67	5.488	162
2022	187,35	15.612,50	6.759	199
2023	224,57	18.714,17	8.101	238
2024	263,78	21.981,67	9.516	280
2025	304,97	25.414,17	11.002	324
2026	348,15	29.012,50	12.560	370
2027	393,32	32.776,67	14.189	418
2028	440,47	36.705,83	15.890	468
2029	489,61	40.800,83	17.663	520
2030	540,74	45.061,67	19.507	574
2031	593,86	49.488,33	21.424	631
2032	648,96	54.080,00	23.411	689
2033	706,04	58.836,67	25.470	750
2034	765,12	63.760,00	27.602	812
2035	826,18	68.848,33	29.804	877
2036	889,23	74.102,50	32.079	944

4.11.3. Upaya Reduksi Dengan Individual Komposter

Sampah rumah tangga didominasi oleh sampah basah, sehingga pengelolaan terhadap sampah basah harus dilakukan untuk memperbesar reduksi sampah di Kecamatan Krembangan. Selama ini pengelolaan sampah basah pada kondisi eksisting dilakukan dengan individual komposter. Dari hasil wawancara menyebutkan bahwa kendala masyarakat tidak mau melakukan pengomposan adalah tidak ada waktu, tidak mempunyai alat, tidak ada tempat, tidak tau bagaimana cara melakukan pengomposan serta bau.

Kendala-kendala tersebut dapat diatasi dengan adanya program kewajiban untuk mengelola sampah basah, mengadakan sosialisasi dan pelatihan, memberikan alat pengomposan yang lebih menghemat tempat (tong yang dapat diletakkan di depan rumah). Saat ini jumlah sampah basah yang telah direduksi oleh 15 komposter (150 KK) adalah 9,08 kg/hari. Sehingga dalam sehari sampah yang dapat direduksi adalah 0,06 kg/KK/hari. Dari perhitungan tersebut dan dengan memperhatikan jumlah sampah yang harus direduksi maka dapat diketahui jumlah komposter yang dibutuhkan.

Pengembangan individual komposter direncanakan bertahap di setiap rumah pada warga yang bersedia. Jumlah warga tahun 2014 adalah 135.009 jiwa

dengan jumlah RT 390 unit, dengan demikian maka terdapat 346 orang/RT atau ± 98 KK/RT (BPS Kota Surabaya, 2015). Perhitungan jumlah komposter dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34. Jumlah Komposter Yang Dibutuhkan Berdasarkan Sampah Basah Yang Dapat Direduksi

Tahun	Jumlah Sampah Basah Yang Dapat Direduksi (kg/hari)	Jumlah Komposter (unit)	Jumlah RT Yang Harus Dikembangkan (RT)
2016	9,23	15	
2017	51,62	84	1
2018	108,90	177	2
2019	181,53	295	3
2020	269,97	439	4
2021	374,66	609	6
2022	496,00	806	8
2023	634,47	1.031	11
2024	790,47	1.284	13
2025	964,47	1.567	16
2026	1.156,88	1.879	19
2027	1.368,16	2.223	23
2028	1.598,77	2.597	27
2029	1.849,10	3.004	31
2030	2.119,62	3.444	35
2031	2.410,74	3.917	40
2032	2.722,93	4.424	45
2033	3.056,60	4.966	51
2034	3.412,22	5.544	57
2035	3.790,19	6.158	63
2036	4.190,96	6.809	69

Berdasarkan Tabel 4.34 dapat diketahui bahwa jumlah RT yang harus dikembangkan untuk kegiatan pengomposan akan meningkat 1-6 RT sampai tahun 2036. Jumlah sampah basah yang dapat direduksi dengan %PF perilaku adalah 4.190,96 kg/hari sehingga jumlah komposter yang harus dikembangkan adalah 6.809 unit atau dikembangkan pada 69 RT. Komposter yang digunakan berupa tong komposter berukuran 120 L karena lahan di Krembangan sangat padat. Masyarakat juga mengeluhkan tidak ada tempat untuk komposter apabila diletakkan di dalam rumah.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

DENSITAS, KOMPOSISI DAN RECOVERY FACTOR SAMPAH RUMAH TANGGA

A. KOMPOSISI SAMPAH RUMAH TANGGA

No	Jenis Sampah	Massa sampah (kg)			Rata-rata (kg)	Presentase (%)
		Hari ke				
		1	2	3		
1	Sampah Basah					
	a Sampah Makanan	68,40	54,28	66,45	63,04	63,04%
	b Sampah Kebun	5,54	4,76	4,54	4,95	4,95%
2	Sampah Plastik					
	a PET	0,87	4,77	0,67	2,11	2,11%
	b HDPE	1,24	0,67	0,68	0,86	0,86%
	c LDPE	1,45	0,94	1,14	1,18	1,18%
	d PVC					
	e PP	3,78	0,00	2,66	2,15	2,15%
	f PS	0,14	0,12	0,54	0,26	0,26%
	g Lainnya	5,54	7,45	4,19	5,73	5,73%
3	Sampah kertas					
	a HVS, koran	1,50	0,43	1,32	1,08	1,08%
	b Kardus	6,62	3,31	6,41	5,45	5,45%
	c Kertas minyak	1,27	1,16	0,95	1,13	1,13%
4	Logam	0,60	0,98	0,20	0,60	0,60%
5	Kaca	0,00	14,39	5,47	6,62	6,62%
6	Kain	0,00	1,51	0,67	0,73	0,73%
7	Kayu	0,00	0,11	1,37	0,49	0,49%
8	Karet					
9	Diapers, tissu dll	2,29	3,74	2,19	2,74	2,74%
10	B3					
11	Lainnya	0,76	1,38	0,54	0,89	0,89%
	Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00	100%

B. RECOVERY FACTOR SAMPAH RUMAH TANGGA

Jenis Sampah	1			2			3			RF Rata-rata
	Berat (kg)	Berat yang dapat dimanfaatkan (kg)	RF	Berat (kg)	Berat yang dapat dimanfaatkan (kg)	RF	Berat (kg)	Berat yang dapat dimanfaatkan (kg)	RF	
Sampah Basah										
Plastik	13,02	9,44	72%	13,95	10,7	77%	9,88	7,16	72%	74%
kertas	9,39	8,12	87%	4,89	3,74	76%	8,68	7,41	85%	83%
logam	0,60	0,20	33%	0,98	0,50	51%	0,20	0,20	98%	61%
Kaca	0,00	0,00	0%	14,39	5,00	35%	5,47	4,00	73%	36%
Kain	0,00	0,00	0%	1,51	0,00	0%	0,67	0,00	0%	0%
Kayu	0,00	0,00	0%	0,11	0,00	0%	1,37	0,00	0%	0%
Lainnya	0,76	0,25	33%	1,38	0,21	15%	0,54	0,00	0%	16%

C. KOMPOSISI TPS MBAH RATU

No	Jenis Sampah	Massa sampah (kg)			Rata-rata (kg)	Presentase (%)
		Hari ke				
		1	2	3		
1	Sampah Basah					
	a Sampah Makanan	70,69	70,21	74,17	71,69	71,69%
	b Sampah Kebun	5,23	7,45	3,48	5,39	5,39%
2	Sampah Plastik					
	a PET	1,02	0,57	0,67	0,75	0,75%
	b HDPE	2,21	2,58	3,57	2,79	2,79%
	c LDPE	0,88	0,94	1,14	0,99	0,99%
	d PVC	0,23	0,00	0,12	0,12	0,12%
	e PP	1,59	0,77	0,89	1,08	1,08%
	f PS	0,25	0,12	0,54	0,30	0,30%
	g Lainnya	0,23	0,22	0,33	0,26	0,26%
3	Sampah kertas					
	a HVS, koran	2,45	1,32	1,34	1,70	1,70%
	b Kardus	3,44	4,31	3,21	3,65	3,65%
	c Kertas minyak	1,34	2,54	2,01	1,96	1,96%
4	Logam	0,60	1,21	0,98	0,54	0,91
5	Kaca	0,00	0,54	1,23	0,21	0,66
6	Kain	0,00	2,34	1,51	2,15	2,00
7	Kayu	0,00	1,28	0,11	1,37	0,92
8	Karet		0,008	0,023	0,015	0,02
9	Diapers, tissu dll	2,29	4,39	3,74	3,58	3,90
10	B3		0,02	0,03	0,04	0,03
11	Lainnya	0,76	0,65	1,35	0,63	0,88
	Jumlah	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

D. RECOVERY FACTOR TPS MBAH RATU

Jenis sampah	Hari Ke			Rata-rata	Persentase
	1	2	3		
Sampah Plastik	4,82	3,92	5,13	4,62	73,50%
Sampah kertas	4,86	4,49	2,55	3,97	54,19%
Logam	1,05	0,98	0,54	0,86	94,13%
Kaca	0,54	1,08	0,00	0,54	81,82%

LAMPIRAN B

**TIMBULAN SAMPAH RUMAH TANGGA DAN SAMPAH
LIAR PADA TPS, REDUKSI TPS**

**A. TOTAL TIMBULAN SAMPAH DI TPA BENOWO DARI TPS KECAMATAN
KREMBANGAN**

TPS	Area Pelayanan	Volume Sampah	Ritasi	Frekuensi Pengumpulan	berat sampah
Mbah Ratu	Kalianak RT 6	1,62	2	1/6	121,50
	Kampung gadukan RT 5	1,62	1	1	364,50
	Kampung kremil	1,32	2	1	594,00
	Kampung kalianak RT 1 dan 2	1,62	1	1	364,50
	Kampung kalianak RT 3 dan 5	1,62	1	1	364,50
	Gadukan RT 3	1,62	1	1/2	182,25
	Kampung PPI	1,32	2	1	594,00
	Gresik PPI RW 4	1,20	1	1/3	90,00
	Kremil RT 8	1,32	1	1	297,00
	Gadukan utara RT 3 RW 7	1,32	1	1/2	148,50
	Sedayu gang 5 (RT 2, 3, 4, 6, 9)	1,62	2	1	729,00
	Gadukan utara RW 5	1,32	2	1	594,00
	Gadukan RT 06 RW 04	1,20	1	1/3	90,00
	Kampung kalianak RT 3 RW 7	1,32	1	1	297,00
	Sedayu RT 1 RT 3	1,20	1	1	270,00
	Sedayu RW 5	1,20	1	1	270,00
	Salahtiga, Kel. Dupak RW 5	1,32	1	1/2	148,50
	Kalianak Timur RW 7	1,44	1	1/3	108,00
	Total Sampah				5.627,25
Krembangan Barat	RT7	1,08	1	1/2	109,62
	RW4	1,28	1	1/3	86,28
	4 RT Krembangan bakti	1,63	1	1/3	110,43
	Perak Barat	1,20	1	1/3	81,20
	Kalangan Kemayoran	1,20	2	1/3	162,40
	Kepanjen	1,26	4	1/4	255,78
	Krembangan Baru 07/01	1,35	2	1/3	182,70
	Kemayoran baru 06/01	1,05	4	1/3	284,20
	Kemayoran Budidayan	1,46	1	1/3	98,96
	Krembangan timur	1,46	2	1/3	197,93
	Krembangan Kidul RW 10	1,35	2	1/3	182,70
	Krembangan RT12	1,41	1	1/3	95,16
	Krembangaan makam	1,13	2	1/3	152,25
	Krembangan Jaya selatan	1,01	1	1/2	102,77
	Krembangan Jaya utara	1,20	2	1/3	162,40
	Krembangan Buyut	1,35	3	1/3	274,05
	Jl Krembangan Baru	1,38	3	1/3	289,80
	Jl. Kalangan 03	1,17	1	1/3	246,02
	Jl. Cendrawasih RW 10	1,38	1	1/3	289,80
	Krembangan Selatan 01	1,38	2	1/3	289,80
	Krembangan Selatan 05	1,07	3	1/3	223,65

TPS	Area Pelayanan	Volume Sampah	Ritasi	Frekuensi Pengumpulan	berat sampah
	Krembangan Selatan 07	1,38	3	1/3	289,80
	Krembangan Selatan 08	1,04	1	1/3	217,35
	Krembangan Selatan 09	1,07	1	1/3	223,65
	Krembangan Barat 08	1,21	1	1/3	253,57
	Krembangan Selatan 07	1,27	2	1/3	265,65
	Krembangan Selatan 12	1,28	1	1/3	268,38
	Krembangan Barat 05	1,38	3	1/3	289,80
	Jl Kalongan 04	1,38	2	1/3	290,75
	Jl Gatotan 8	1,38	3	1/3	289,80
	Total Sampah				6.266,63
Tambakasri	gg. Dahlia RT 41	1,08	1	1	226,80
	gg. Dahlia RT 40	1,02	1	1	214,20
	Kembang Turi gg. 5	0,96	1	1/2	100,80
	Kembang Turi gg. 2	1,08	1	1	226,80
	Kalianak RT 9	0,88	1	1	185,22
	Kalianak RT 8	0,88	1	1	185,22
	RT 13, RT 14	1,68	1	1	352,80
	Tambak Asri RT 42	1,44	1	1/2	151,20
	Tambak Asri Rt 8, RT 9	1,50	1	1	315,00
	Tambak Asri RT 10, RT 11	1,56	1	1	327,60
	Tambak Asri RT 2	1,32	1	1	277,20
	Tambak Asri RT 3	1,20	1	1	252,00
	Tambak Asri RT 24, RT 22	0,96	1	1	201,60
	Tambak Asri RT 24	0,95	1	1	198,45
	Tambak Asri RT 25, RT 22	0,96	1	1	201,60
	Tambak Asri RT 31	1,02	1	1	214,20
	Tambak Asri RT 17	1,08	1	1/2	113,40
	Tambak Asri 18	1,02	1	1/2	107,10
	Tambak Asri RT 27	0,90	1	1	189,00
	Tambak Asri RT 20, 21	0,84	1	1	176,40
	Tambak Asri RT 15	1,08	1	1	226,80
	Tambak Asri RT 9	0,96	1	1	201,60
	Tambak Asri Gang 1	1,20	1	1/2	126,00
	Tambak Asri Gang 5 dan 6	0,96	1	1	201,60
	Tambak Asri RT 34 dan 35	1,32	1	1	277,20
	Tambak Asri RT 1 RW 9	1,20	1	1	252,00
	Tambak Asri RT 21, 23 RW 6	1,12	1	1	235,20
	Tambak Asri RT 6, 7 RW 9	1,20	1	1	252,00
	Tambak Asri RT 7, 10 RW 6	0,95	1	1	198,45
	Tambak Asri RT 26 RW 6	1,08	1	1/2	113,40
	Tambak Asri RT 39 dan 41	0,95	1	1	198,45
	Total Sampah				6.499,29
Tanjung Sadari	Jl. Tanjung Raja 1 dan 2	1,80	1	1/3	136,80
	Jl. Ikan Lumba-lumba	1,80	1	1/3	136,80
	Jl. Ikan Gurami (4 RT)	0,96	1	1	218,88
	Jl. Tanjung Sadari (1 RT)	0,96	1	1	218,88
	Jl. Ikan Cumi-cumi RT 3	1,31	1	1/2	149,63
	Jl. Ikan dorang RT 4	0,77	1	1/2	88,18
	Jl. Ikan Bandeng	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Gurami (2 RT)	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Mungsing RT 16	1,10	1	1	251,26

TPS	Area Pelayanan	Volume Sampah	Ritasi	Frekuensi Pengumpulan	berat sampah
	Jl. Ikan Mungsing RT 15	0,95	1	1	215,46
	Jl. Ikan Gurami RT 11	1,80	2	1/3	273,60
	Jl. Ikan Kerapu RT 08	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Gurami RT 9	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Duyung RT 14	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Mungsing XI	0,88	1	1/2	100,55
	Jl. Ikan Mungsing XII	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Ikan Gurami Gag 6	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Ikan Mungsing VII	1,00	1	1	227,43
	Jl. Ikan Kerapu RT 13	1,04	1	1	238,03
	Jl. Ikan Kerapu Gang 2 dan 3	1,08	1	1/2	123,12
	Jl. Ikan Mungsing X	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Tanjung Pura	1,62	1	1/3	123,12
	Jl. Tanjung Karang	1,62	1	1/3	123,12
	Jl. Tanjung Batu	1,62	1	1/3	123,12
	Jl. Ikan Mungsing 2 RT	0,84	2	1/3	127,68
	Jl. Ikan Mungsing 6	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Ikan Mungsing 6	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Ikan Kerapu gang 1	1,20	1	1/3	91,20
	Jl. Ikan Torawitan RW 2	0,95	1	1	215,46
	Jl. Ikan Dorang	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Ikan Gurami RT 12	0,98	1	1/2	111,72
	Jl Ikan Dorang Baru RT 9	0,88	1	1/2	100,55
	Jl Ikan Kerapu Gg 4	0,95	1	1/2	107,73
	Jl. Tanjung Torawitan	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Tanjung Sadari	0,95	1	1/3	71,82
	Jl. Tanjung Sadari Colombo	1,01	1	1/2	115,43
	Jl. Ikan Mungsing IX	1,01	1	1/2	115,43
	Jl. Ikan Mungsing 13 dan 14	0,95	1	1/2	107,73
	Total Sampah				5.025,92
Dupak Bangunsari	Bangunsari RT 1	0,60	1	1	125,24
	Bangunsari RT 2	0,74	2	1/3	102,90
	Bangunsari RT 3	0,70	1	1	146,12
	Bangunsari RT 4	0,94	3	1/7	84,35
	Bangunsari RT 5	0,85	3	1/3	178,92
	Bangunsari RT 6	0,85	3	1/3	178,92
	Bangunsari RT 7	0,99	2	1/3	139,16
	Bangunsari RT 8	1,20	1	1	252,00
	Bangunsari RT 9	0,99	3	1/2	313,11
	Bangunsari RT 10	1,09	2	1/3	229,61
	Bangunsari RT 12	0,60	3	1/3	125,24
	Bangunsari RT 13	0,80	1	1/2	166,99
	Bangunsari RT 14	0,80	3	1/3	166,99
	Bangunsari RT 15	0,80	2	1/3	166,99
	Bangunsari RT 1	0,80	2	1/3	166,99
	Bangunrejo RT2	0,70	2	1/3	97,41
	Bangunrejo RT3	0,89	1	1/3	187,87
	Bangunrejo RT4	1,19	2	1/2	250,49
	Bangunrejo RT5	0,80	2	1/3	166,99
	Bangunrejo RT6	1,09	1	1/3	76,54
	Bangunrejo RT7	0,80	2	1/3	166,99

TPS	Area Pelayanan	Volume Sampah	Ritasi	Frekuensi Pengumpulan	berat sampah
	Bangunrejo RT8	0,89	2	1/3	187,87
	Bangunrejo RT9	0,70	1	1	146,12
	Bangunrejo RT10	0,80	1	1/3	166,99
	Bangunrejo RT11	0,89	1	1/3	187,87
	Bangunrejo RT12	0,99	1	1/3	208,74
	Bangunrejo RT13	0,99	2	1/3	208,74
	Bangunrejo RT14	0,60	2	1/3	83,50
	Bangunrejo RT16	0,80	2	1/3	166,99
	Bangunrejo RT17	0,99	2	1/3	208,74
	Bangunrejo RT18	0,89	2	1/3	187,87
	Bangunrejo RT20	0,80	2	1/3	166,99
	Bangunrejo RT21	0,99	3	1/3	208,74
	Total Sampah				5.618,98
Dupak Bandarejo	Babadan Rukun RW 2	0,84	2	1/3	58,80
	Babadan Rukun RW 2	0,84	2	1/3	58,80
	Babadan Rukun RW 2	0,95	2	1/3	66,15
	Babadan Rukun RW 2	1,05	2	1/3	73,50
	Babadan Rukun RW 2	1,16	2	1/3	80,85
	Dupak Bandarejo RW 1	0,99	2	1/3	69,58
	Dupak Bandarejo RW 1	0,70	2	1/3	48,71
	Dupak Bandarejo RW 1	0,60	2	1/3	41,75
	Dupak Bandarejo RW 1	0,70	2	1/3	48,71
	Dupak Bandarejo RW 1	0,60	2	1/3	41,75
	Dupak Bandarejo RW 3	0,99	2	1/3	69,58
	Dupak Bandarejo RW 3	0,70	2	1/3	48,71
	Dupak Bandarejo RW 3	0,89	2	1/3	62,62
	Dupak Bandarejo RW 3	0,99	2	1/3	69,58
	Dupak Bandarejo RW 3	1,09	2	1/3	76,54
	Dupak Bandarejo RW 3	1,19	2	1/3	83,50
	Dupak Bandarejo RW 3	0,99	2	1/3	69,58
	Dupak Bandarejo RW 3	1,09	2	1/3	76,54
	Dupak Bandarejo RW 3	0,99	2	1/3	69,58
	Dupak Bandarejo RW 3	0,80	2	1/3	55,66
	Dupak Bandarejo RW 3	1,05	1	1/3	73,50
	Dupak Bandarejo RW 3	0,95	2	1/3	66,15
	Dupak Bandarejo RW 3	0,74	2	1/3	51,45
	Dupak Bandarejo RW 3	0,95	2	1/3	66,15
	Dupak Bandarejo RW 3	1,26	2	1/3	88,20
	Dupak Bandarejo RW 3	0,735	2	1/3	51,45
	Dupak Bandarejo RW 3	1,155	2	1/3	80,85
	Dupak Bandarejo RW 3	0,84	2	1/3	58,80
	Dupak Bandarejo RW 3	1,155	2	1/3	80,85
	Total Sampah				1.887,87

Tabel Hasil Pemetaan Sampah dari Luar Kecamatan Krembangan di TPS

TPS	Area Pelayanan	Ritasi	Frekuensi pengumpulan	Berat sampah (kg/hari)
Tanjung Sadari	Perak Timur	1	1	107,73
	Penjual Degan	1	1	172,00
	Total			279,73
Dupak Bangunsari	Demak rembang (Kecamatan Bubutan)	1	1	201,6
	Usaha Mebel		1/3	2,33
	Warung Dupak		1	20,00
	Warung Dupak		1	5,00
	Warung Dupak		1	7,00
	Warung Dupak		1	3,00
	Penjual Degan		1	93,00
	Penjual Makanan Keliling		1	9,20
	Total			341,13
Tambak Asri	Genting RT 2, 3, Kec. Asem Rowo	1	1	201,60
	Genting RT 1, Kec. Asem Rowo	1	1/2	107,10
	Genting Gg VI, Kec. Asem Rowo	1	1/2	99,23
	Total			407,93
Krembangan Barat	Perak Timur (Kec. Pabean Cantian)	1	1	228,38
	Jl. Karet (Kec. Pabean Cantian)	1	1	159,86
	Pasar Turi	1	1	228,38
	Rumah Makan Pancarasa (Kec. Pabean Catian)	1	1	274,05
	Penjual Kayu	1	1	243,60
	Penjual makanan	1	1	12,00
	PKL degan	1	1	53,43
	PKL	1	1	7,00
	PKL	1	1	8,00
	PKL	1	1	7,00
	Total			1221,69
Mbah Ratu	Penjual degan	1	1/2	182,25
	Tuban raya kel. Jepara RT 9, RW 03	1	1/3	113,40
	Jl. Jepara RW 4	1	1	315,56
	Jl. Purwodadi RW 4, RT 1,2, 3	1	1/2	148,50
	Jln Purwodadi RW 4, RT 4, 5, 6	1	1/3	129,94
	Jalan Rembang RW 5, RT 1-4	2	1	607,50
	Jalan Jepara RW 4	2	1	607,50
	Sisa ekspedisi sayur di Kel Jepara	1	1	212,63
	Warung di Krembangan Jaya		1	19,00
	Bekas pindahan		1	23,00
	Sampah pembersihan Saluran	1	1	248,06
	Total			2607,34
	Total sampah non krembangan			7108,30

B. REDUKSI TPS

No	Nama TPS	Jumlah Penarik Gerobak	Jumlah Penarik Gerobak yang Memulung	Kertas	plastik	Kaca	Logam	Jumlah
1	TPS Dupak Bandarejo	8	5	2,40	2,90	0,00	0,00	5,30
2	TPS Dupak Bangunsari	15	8	2,45	3,57	0,00	0,00	6,02
3	TPS Mbah Ratu	40	14	3,01	4,34	0,00	0,00	7,35
4	TPS Tambak Asri	30	23	2,11	4,00	0,65	0,96	7,72
5	TPS Tanjung Sadari	26	26	2,86	2,14	0,57	1,10	6,66
6	TPS Krembangan Barat	35	24	2,19	2,06	0,71	1,62	6,57
	Jumlah	154	100	15,02	19,01	1,93	3,67	39,62
	Rata-Rata Reduksi Setiap Orang	25,67	16,67	2,50	3,17	0,32	0,61	6,60
				37,90%	47,96 %	4,87%	9,26%	100%

No	TPS	Petugas	Rata-rata				Jumlah
			Kertas	plastik	Kaca	Logam	
1	TPS Dupak Bandarejo	1	2,80	3,61	0,00	0,00	
		2	2,39	2,94	0,00	0,00	
		3	2,01	2,15	0,00	0,00	
2	TPS Dupak Bangunsari	1	2,77	3,55	0,00	0,00	
		2	2,24	4,22	0,00	0,00	
		3	2,34	2,94	0,00	0,00	
3	TPS Mbah Ratu	1	3,43	4,37	0,00	0,00	
		2	3,00	4,44	0,00	0,00	
		3	2,59	4,22	0,00	0,00	
4	TPS Tambak Asri	1	1,55	4,65	0,81	0,77	
		2	2,22	3,83	0,57	0,94	
		3	2,55	3,52	0,58	1,17	
5	TPS Tanjung Sadari	1	2,69	1,30	0,22	1,45	
		2	3,36	2,77	0,91	0,00	
		3	2,53	2,34	0,58	1,84	
6	TPS Krembangan Barat	1	2,18	2,07	0,87	0,25	
		2	2,33	2,26	0,59	3,39	
		3	2,07	1,84	0,67	1,20	
	Jumlah		45,05	57,02	5,79	11,01	0,00
	Rata-Rata		2,50	3,17	0,32	0,61	6,60

LAMPIRAN C

KUISIONER

PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA

	Kuisisioner ini akan digunakan penyusunan Tesis Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Kecamatan Krembangan Kota Surabaya oleh Aufiyah (Mahasiswa Magister Teknik Lingkungan ITS). <i>Identitas Bapak / Ibu tidak dipublikasikan. Terima kasih atas kerjasama yang diberikan.</i>
---	--

A. Identitas Responden

No	Karakteristik		Jawaban
1	Nama	:	
2	Usia	:	tahun
3	Jenis Kelamin	:	[A] Laki-laki [B] Perempuan
4	Status dalam keluarga		
5	Jumlah Keluarga dalam satu rumah		
6	Jumlah anggota keluarga	:	 orang
7	Pendidikan Terakhir	:	[A] SD [B] SLTP [C] SMU [D] S1/S2/S3
8	Pekerjaan Kepala Keluarga	:	[A] Tidak bekerja [B] Bekerja Pekerjaan:
9	Pendapatan Perbulan	:	[A] < 2.000.000 [B] 2.000.000 – 3.000.000 [C] > 3.000.000

B. Kondisi Pengelolaan Sampah

➤ Pewadahan Sampah

1. Berapa Banyak sampah yang dibuang setiap hari?

Kresek Kecil		Kresek Sedang		Kresek besar	
1	Kresek	1	Kresek	1	Kresek
2	Kresek	2	Kresek	2	Kresek
>2	Kresek	>2	Kresek	>2	Kresek

2. Ada berapa banyak tempat sampah yang anda miliki?

a	1	c	3
b	2	d	Lain-lain

3. Jenis Tempat sampah yang anda miliki?

a	Karet	c	Ban Bekas	e	Plastik
b	Kresek	d	Beton	f	dll

4. Bagaimana pengelolaan sampah di rumah anda apabila tempat sampah telah penuh? (jawaban boleh lebih dari 1)

a	Diambil Petugas Sampah	c	Dibakar	e	Tidak tahu
b	Dibuang ke sungai	d	Ditimbun	f	Lain-lain

➤ Pengumpulan Sampah

1. Berapa kali petugas mengambil sampah?

a	Setiap hari	c	Tiga hari sekali
b	dua hari sekali	d	Lain-lain

2. Kendaraan apa yang digunakan petugas sampah untuk pengumpulan sampah

a	Gerobak Dorong	c	Gerobak Motor
b	becak	d	Lain-lain

3. Dibayarkan kemana retribusi sampah tersebut?

a	RT/RW	c	Diambil petugas
b	Kelurahan	d	Lain-lain

SARAN PENGELOLAAN SAMPAH

1. Berikan saran atau masukan berkaitan dengan pengelolaan sampah :

.....

.....

2. Kendala apa saja yang dialami untuk melaksanakan pengelolaan sampah yang benar :

.....

.....

.....

C. Pengetahuan Mengenai Pengelolaan Sampah :

No	Apakah responden mengetahui	1	2	3	4	5
1	Perbedaan sampah basah dan kering					
2	bahwa sampah botol dan plastik dapat dijual?					
3	Pengelolaan sampah dengan pengomposan					
4	Pengelolaan sampah mengenai bank sampah?					

D. Perilaku

1 :Tidak pernah; 2 : Jarang; 3 : Kadang-kadang; 4 : Sering; 5. Sangat sering

No	Bagaimana perilaku responden dalam	1	2	3	4	5
1	pemilahan sampah antara sampah basah dan kering					
Apa yang dilakukan terhadap sampah kering yang sudah dipilah? a. Diambil pemulung b. Dijual c. Diambil petugas sampah Jika dijual, dimanakah Saudara menjual sampah yang telah dipilah tersebut? a. Bank Sampah						

No	Bagaimana perilaku responden dalam	1	2	3	4	5
	b. Tukang Rombeng Pengepul					
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas					
	Jenis Sampah Yang dikumpulkan, dijual/dimanfaatkan a. Kertas/Kardus b. Botol plastik/plastik c. Kaca Lainnya					
3	Melakukan pengomposan					
4	Menabung sampah di bank sampah					
	Bagaimana pengolahan komposting yang Saudara lakukan? a. Keranjang takakura b. Ditimbun dalam tanah c. Tong Komposter d. Diserahkan petugas Setelah kompos matang dikemanakan kompos tersebut? a. Dimanfaatkan sendiri b. Dijual c. Diberikan tetangga d. Lain-lain					

E. Sikap Responden Terhadap Pengelolaan Sampah (Setuju/Tidak)

No	Apakah responden bersedia apabila	1	2	3	4	5
1	melakukan pemilahan sampah basah dan kering					
	Kenapa anda tidak melakukan pemilahan? a. Tidak tahu bagaimana melakukan pemilahan b. Ribet c. Tidak ada waktu Malas					
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas					
3	Melakukan pengomposan					
	Kenapa anda tidak melakukan pengomposan? a. Tidak tahu bagaimana melakukan pengomposan b. Malas c. Tidak ada waktu d. Tidak punya alatnya e. Ribet Lain-lain					
4	Menabung sampah di bank sampah					
	Kenapa anda tidak Menjadi Nasabah bank sampah? a. Tidak ada waktu b. Ribet					

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN D

HASIL KUISIONER

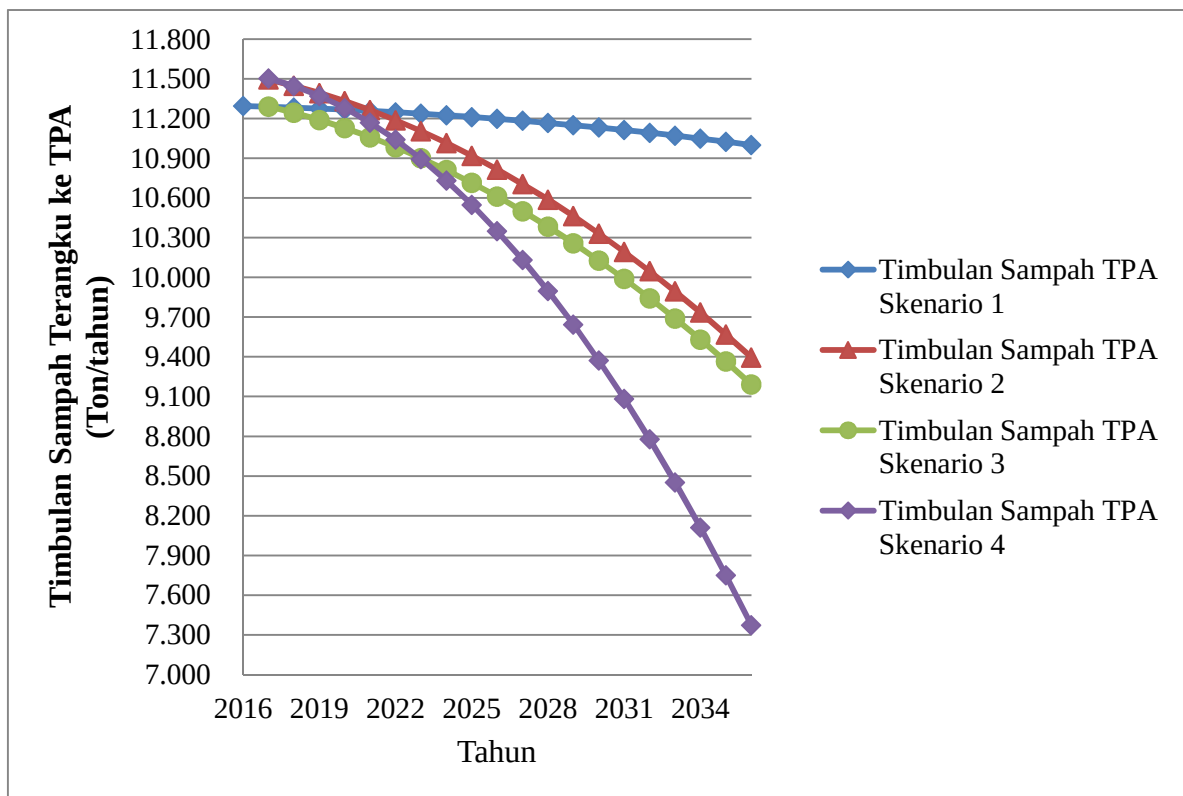
No	SIKAP	Jawaban					Total	Nilai					Total	Persentase
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
1	melakukan pemilahan sampah	18	12	3	72	5	110	18	24	9	288	25	364	66%
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas	8	12	10	76	4	110	8	24	30	304	20	386	70%
3	Menabung sampah di bank sampah	4	18	39	45	4	110	4	36	117	180	20	357	65%
4	melakukan pengomposan	15	11	46	36	2	110	15	22	138	144	10	329	60%
5	pengelolaan sampah sistem 3R	5	14	9	77	5	110	5	28	27	308	25	393	71%
													550	
No	PERILAKU	Jawaban					Total	Nilai					Total	
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
1	Melakukan pemilahan sampah organik dan sampah anorganik sebelum dibuang ke TPS?	48	27	10	23	2	110	48	54	30	92	10	234	43%
2	Mengumpulkan dan menjual/memanfaatkan botol, plastik dan kertas bekas	32	40	25	10	3	110	32	80	75	40	15	242	44%
3	Menabung sampah di bank sampah?	60	12	9	22	7	110	60	24	27	88	35	234	43%
4	Mendaaur ulang sampah menjadi pupuk kompos?	90	9	6	4	1	110	90	18	18	16	5	147	27%
5	pengelolaan sampah sistem 3R	62	18	8	17	5	110	62	36	24	68	25	215	39%
													550	
No	PENGETAHUAN	Jawaban					Total	Nilai					Total	
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
1	Perbedaan sampah basah dan kering	4	8	15	77	6	110	4	16	45	308	30	403	73%
2	bahwa sampah botol dan plastik dapat dijual?	3	3	12	85	7	110	3	6	36	340	35	420	76%
3	Pengelolaan sampah dengan pengomposan	1	26	30	51	2	110	1	52	90	204	10	357	65%
4	Pengelolaan sampah mengenai bank sampah?	2	5	18	81	4	110	2	10	54	324	20	410	75%
5	pengelolaan sampah sistem 3R	1	6	17	84	2	110	1	12	51	336	10	410	75%
													550	

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN E

VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL DAN GRAFIK TIMBULAN SAMPAH TERANGKUT KE TPA HASIL SIMULASI

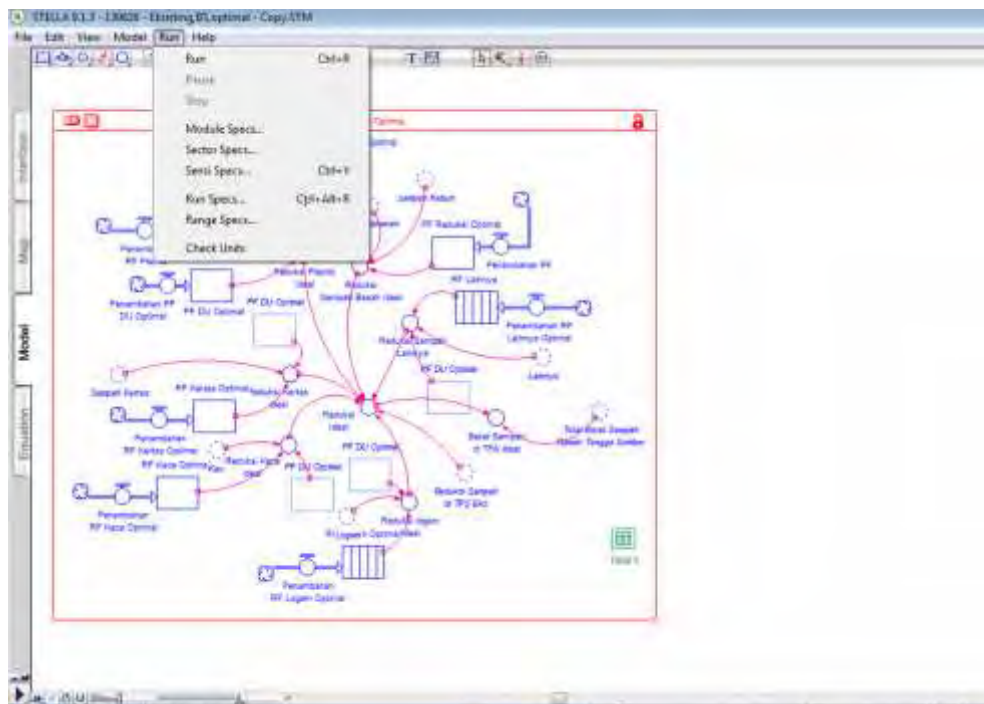
A. GRAFIK TIMBULAN SAMPAH TERANGKUT KE TPA



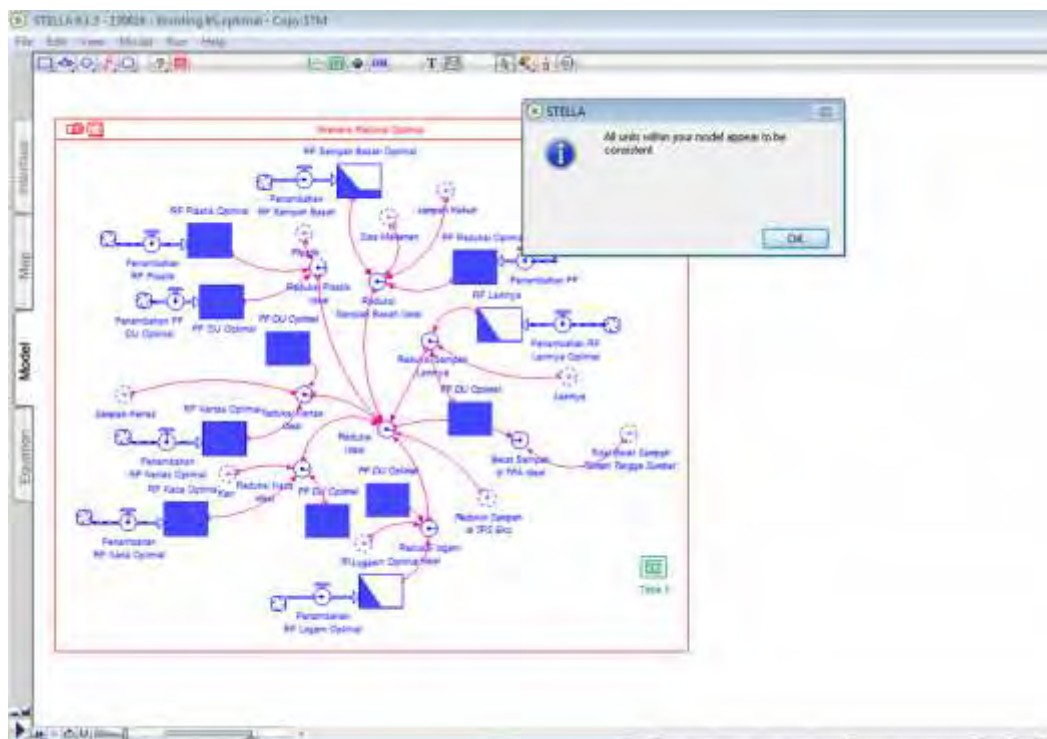
Grafik Sampah Terangkut Ke TPA Setiap Skenario pada excel

B. VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL

- Klik Run Pilih Check Units

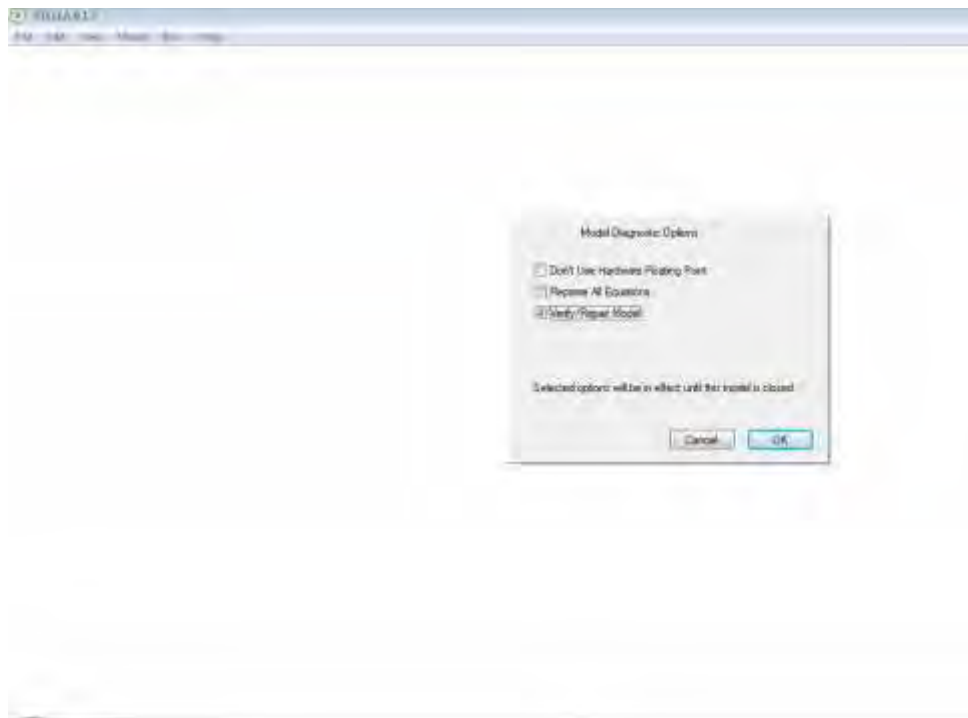


- Apabila model telah konsisten maka akan muncul tulisan 'All units within your model appear to be consistent'

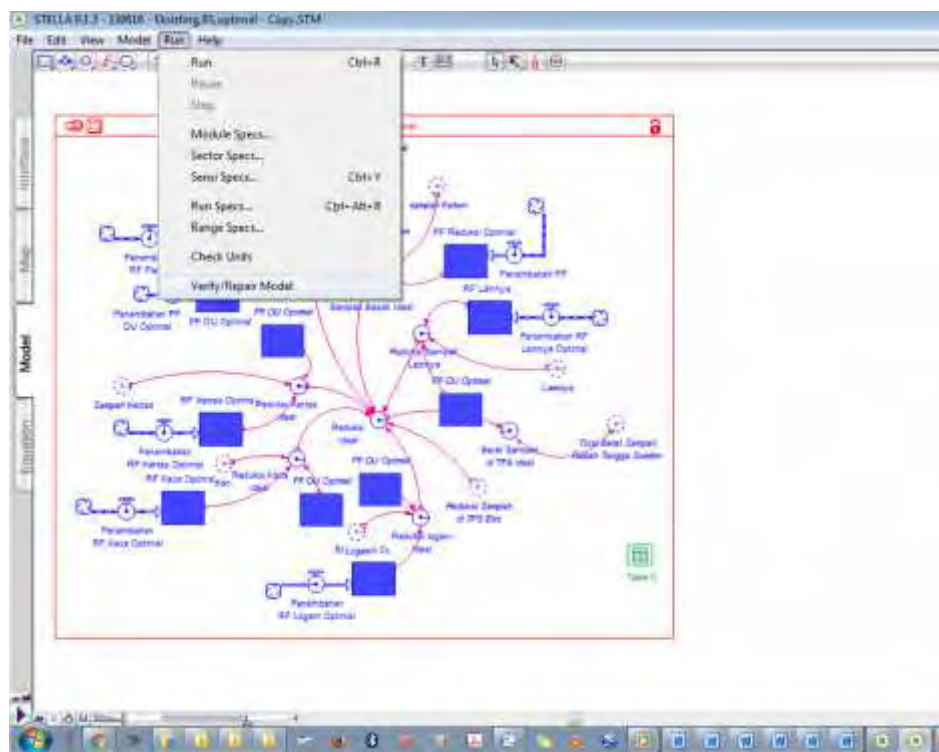


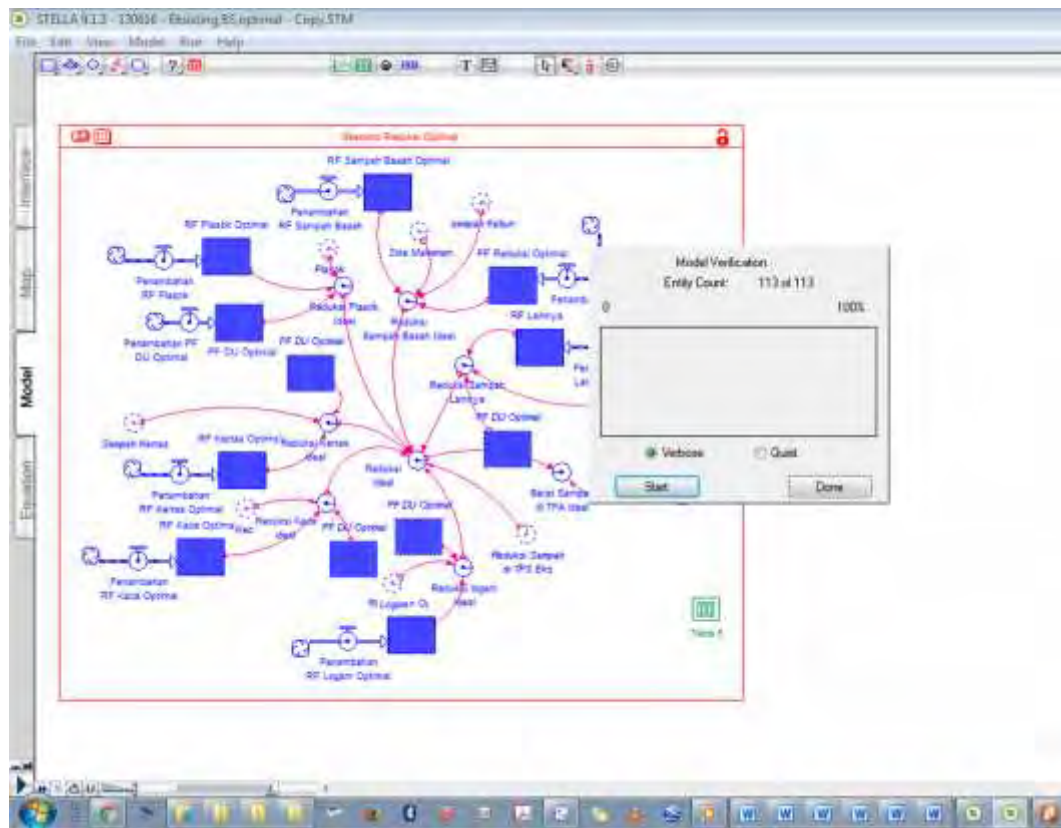
Gambar Verifikasi Unit Model

- Tekan Shift bersamaan dengan double klik model



- Klik Run kemudian pilih Verify/Repair Model





STELLA 9.1.3 - 130404 - Existing SS, optimal - Copy.STM



Gambar Verifikasi Struktur Model

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Timbulan sampah rumah tangga tahun 2016 adalah 31.633,41 kg/hari atau 217,30 m³/hari. Densitas sampah yang dihasilkan adalah 145,57 kg/m³, dari hasil sampling diketahui bahwa komposisi sampah rumah tangga di Kecamatan Krembangan terdiri dari sampah basah 67,99%, sampah plastik 12,28%, sampah kertas 7,65%, sampah kaca 6,62%, logam 0,6%, lainnya 4,85%.
2. Total reduksi pada skenario kondisi eksisting adalah 250,02 ton/tahun. Persentase tingkat reduksi tahun 2016 adalah 2,17%.
3. Skenario yang mungkin diterapkan adalah skenario 2 dengan reduksi 18,63%. Pengembangan TPS 3R membutuhkan biaya yang cukup besar, sehingga diprioritaskan pengelolaan sampah dengan biaya yang minim yaitu skenario 2. Skenario 2 memanfaatkan daur ulang dengan bank sampah, sebenarnya ke-2 skenario tersebut harus berjalan beriringan. Skenario 2 dapat diterapkan lebih mudah karena memudahkan dalam koordinasi kepada masyarakat. sehingga dapat disimpulkan bahwa skenario terbaik adalah skenario 2.

5.2. SARAN

Saran dari penelitian ini adalah

1. Pengukuran densitas sampah rumah tangga seharusnya menggunakan kotak densitas 1000 L.
2. Pengembangan penelitian dengan aspek lain seperti pembiayaan.
3. Penambahan aspek teknis lain dalam pengelolaan sampah yaitu pengumpulan dan pengangkutan untuk mengetahui kecukupan fasilitas pelayanan sampah pada tahun proyeksi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Agustia, Yevi Putri. 2014. Model Sistem Dinamik Pada Pengembangan Pengelolaan Sampah Kecamatan Gubeng Kota Surabaya. Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. SNI 19-3694-1994 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbunan dan Komposisi Sampah Perkotaan.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 19-2454-2002 Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 19-3241- Pemilihan lokasi tempat pembuangan akhir sampah
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 19-7030-2004. Spesifikasi dari sampah organik domestik
- Blumberga, A., Lelde Timma, Fransesco Romagnoli, Dagnija Blumberga. 2014. *Dynamic modelling of a collection scheme of waste portable batteries for ecological and economic sustainability*. 88 (2015) 224e233
- Chaerul, M., Tanaka, M., dan Shekdar, A.V. 2008. "A System Dynamic Approach for Hospital Waste Management". *Waste Management* **28**, Hal. 442–449
- Damanhuri, E. and Padmi, T. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan. (2012). Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. 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. 669-679.
- Guariso, G., F. Michetti, F. Porta., S. Moore. 2009. *Modelling the upgrade of an urban waste disposal system*. 24 (2009) 1314–1322.
- Jha, A. K., Sharma, C., Singh, N., Ramesh, R., Purvaja, R. dan 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.
- Kecamatan Krembangan Dalam Angka 2015. Badan Pusat Statistik. *Surabaya Dalam Angka 2015*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2013. Peraturan Menteri PU No. 03/PRT/M/2013 Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah 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.
- McDougall F., P. White, M. Franke, and P. Hindle. 2001. *Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory*. Oxford: Blackwell Science
- Muljono, P. 2007. Pengukuran Dalam Bidang Pendidikan. Jakarta : Gramedia
- Muhammadi, Aminullah, E., dan Soesilo, B. 2001. "Analisis Sistem Dinamis". Jakarta: UMJ Press
- Murbandono, L.H.S., 2000. Membuat Kompos. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2012. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, dan Recycle Melalui Bank Sampah.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya No 5 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Sampah Dan Kebersihan Di Kota Surabaya
- Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034
- Raghab, M.S., Abd El Meguid, M.A., Hegazi, A.H. 2013. *Treatment of leachate from municipal solid waste landfill*. Housing and Building National Research Center, 9. 187-192.
- Reddy, P. Jayarama. 2011. *Municipal Solid Waste Management Processing Energy Recovery Global Examples*. United Kingdom. CRC Press
- Safitri, Aida. 2015. Studi Pengumpulan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Simokerto Surabaya. Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya
- Safridah, Nur Laili. 2015. Studi Pengumpulan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Wonokromo Surabaya. Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya
- Setiadewi, Nurul. 2014. Pengaruh Stasiun Peralihan Antara Terhadap Pengelolaan Sampah Pemukiman di Kecamatan Tambaksari, Surabaya. Teknik Lingkungan – ITS. Surabaya
- Soma, Soekmana. 2010. Pengantar Ilmu Teknik Lingkungan Seri : Pengelolaan Sampah Perkotaan. IPB Press. Bogor.
- Sugiyono. 2012. Metode Penelitian Kombinasi. Bandung: Alfabeta
- Sutedjo, M. M. 2002. Pupuk Dan Cara Penggunaan. Jakarta : Rineka Cipta.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S. A. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. McGraw-Hill.

- Uslifah, Lusi. 2014. Pengaruh Super Depo Terhadap Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Mulyorejo Surabaya. Teknik Lingkungan ITS-Surabaya
- Wirjodirdjo.Budisantoso. 2012. Pengantar Metodologi Sistem Dinamik. ITS Press. Surabaya
- World Bank. 1994. Population Growth Decline
- 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. 604-612.
- Yuniawati, dkk. 2012.Optimasi Kondisi proses Pembuatan Kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4. Jurnal Teknologi, Vol 5 No.2 Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Aufiyah. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Harun Al Rosyid dan Chusnul Chotimah. Penulis lahir di Lumajang, 16 Februari 1991. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Nurul Huda pada tahun 1997-2003, SMP Negeri 1 Lumajang pada tahun 2003-2006 dan SMA Negeri 1 Lumajang pada tahun 2006-2009. Penulis diterima di Teknik Lingkungan ITS pada tahun 2009 melalui jalur SNMPTN tulis dan lulus pada tahun 2013. Penulis diterima kuliah Magister pada Teknik Lingkungan tahun 2014. Penulis pernah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan ITS bidang Pengabdian masyarakat dan Kesejahteraan Mahasiswa. Pada saat menempuh S1 penulis pernah kerja praktek di Indonesia Power Cilegon. Penulis bekerja di Konsultan AMDAL. Beberapa Proyek yang pernah dikerjakan oleh penulis adalah Pembangunan Hotel dan Apartemen My Tower di Rungkut Industri Surabaya dan Jembatan Melintasi Waduk Kedurus di Surabaya, Addendum ANDAL, RKL-RPL Apartemen Tanglin dan Orchard Pakuwon. Penulis dapat dihubungi via email Aufiyah@gmail.com.