

**OPTIMALISASI ASPEK TEKNIS DAN KELEMBAGAAN TEMPAT
PENGOLAHAN SAMPAH (TPS) 3R (*REDUCE, REUSE, RECYCLE*)
TAMPOMAS KOTA SUKABUMI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Melengkapi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S.T) pada Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun Oleh

DEFI ARIANTI
NIM. H05217004

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Nama : Defi Arianti

NIM : H05217004

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul “Optimalisasi Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R (reduce, reuse, recycle) Tampomas Kota Sukabumi”

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila suatu saat nanti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan

Surabaya, 15 Juli 2022

Yang menyatakan,



Defi Arianti
(Defi Arianti)
NIM. H05217004

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh,

NAMA : Defi Arianti

NIM : H05217004

JUDUL : Optimalisasi Aspek Teknis dan Kelembagaan Tempat Pengolahan
Sampah (TPS) 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) Tampomas Kota Sukabumi

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 21 Juni 2022

Dosen Pembimbing I



Arqowi Pribadi, M.Eng
NIP. 198701032014031001

Dosen Pembimbing II



Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T
NIP. 198503222014032003

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Oleh,

Nama : Defi Arianti

NIM : H05217004

Judul : Optimalisasi Aspek Teknis dan Kelembagaan Tempat Pengolahan Sampah
(TPS) 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) Tampomas Kota Sukabumi

Telah dipertahankan di depan tim penguji tugas akhir

Surabaya, 11 Juli 2022

Mengetahui

Dosen Penguji,

Dosen Penguji I



Arqowi Pribadi, M.Eng
NIP. 198701032014031001

Dosen Penguji II



Dyah Ratri Nurmaningsih, M.T
NIP. 198503222014032003

Dosen Penguji III



Shinfi Wazna Auvaria, M.T
NIP. 198603282015032001

Dosen Penguji IV



Widya Nilandita, M.KL
NIP. 198410072014032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Defi Arianti
NIM : 105217004
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Lingkungan
E-mail address : deardefia@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
 Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Optimalisasi Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R (Reduce, reuse, recycle)
Tampomas Kota Sukabumi

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 11 Juli 2022


Defi Arianti

ABSTRAK

Data DLH Kota Sukabumi menyebutkan bahwa timbulan sampah Kota Sukabumi di TPA sebanyak 171 ton/hari. Reduksi sampah di TPA Cikundul sangat diperlukan dikarenakan lahan tersisa hanya sebesar 1,2 ha. Reduksi dapat dilakukan dengan optimalisasi TPS. Salah satu TPS 3R aktif di Kota Sukabumi adalah TPS 3R Tampomas yang belum memaksimalkan pengolahan sampah organiknya. TPS ini dikelola oleh KSM, tetapi pada pelaksanaannya, tugas pokok dan fungsi dari KSM Tampomas tidak berjalan sebagaimana mestinya dengan tugas sekretaris dan bendahara dikerjakan oleh Ketua KSM Tampomas dan petugas pengelolaan hanya 1 orang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi optimalisasi pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas dan optimalisasi aspek kelembagaan KSM Tampomas. Optimalisasi kedua aspek tersebut menggunakan instrumen metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan menggunakan *software Expert Choice V.11*. Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan data timbulan, komposisi dan densitas sampah Kota Sukabumi dengan metode SNI 19-3964-1994. Hasilnya timbulan sampah Kota Sukabumi 0,68 kg/orang/hari. Densitas rata-rata sampah sebesar 140,3 kg/m³. Komposisi sampah 59,9% sampah organik dan 40,8% sampah anorganik. Strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas secara teknis dilakukan dengan evaluasi kondisi eksisting dengan mengoptimalkan kegiatan pemilahan dan komposting dengan pengoptimalan lahan eksisting. Strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas secara non teknis (kelembagaan) dengan melakukan penambahan SDM sebagai pengurus dan petugas pengolahan, pembinaan dari pejabat desa, pengawasan dari DLH serta penyusunan legalitas dan SOP TPS 3R Tampomas.

Kata Kunci: TPS 3R, AHP, kelembagaan, pengelolaan sampah, pengolahan sampah

ABSTRACT

Data from the DLH for the City of Sukabumi states that the waste generated by the City of Sukabumi in the TPA is 171 tons/day. Waste reduction at TPA Cikundul is essential because the remaining land is only 1.2 ha. The reduction can be made by optimizing TPS. One of the active Waste Recovery Facilities (TPS 3R) in Sukabumi City is Tampomas Waste Recovery Facilities which has not maximized its organic waste processing. This waste recovery facility is managed by KSM. Still, in practice, the main tasks and functions of KSM Tampomas do not run properly, with the secretary and treasurer duties being carried out by the Head of KSM Tampomas and only one waste sorter. This study aims to determine the strategy for optimizing waste management at Tampomas Waste Recovery Facilities and optimizing the institutional aspects of KSM Tampomas. The optimization of these two aspects uses the AHP (Analytical Hierarchy Process) method instrument using Expert Choice V.11 software. This study also collected the amount, composition, and density of waste in Sukabumi City using the SNI 19-3964-1994 method. The result is that the amount of waste in Sukabumi City is 0.68 kg/person/day. The average density of waste is 140.3 kg/m³. The waste composition is 59.9% organic waste and 40.8% inorganic waste. The strategy for optimizing the Tampomas Waste Recovery Facilities is technically by evaluating the existing condition and optimizing sorting and composting activities by optimizing the existing land. The strategy for optimizing the non-technical aspect (institutional) of Tampomas Waste Recovery Facilities is by adding human resources as administrators and waste sorters, coaching from village officials, supervision from DLH, as well as drafting legality and standard operating procedure (SOP) for Tampomas Waste Recovery Facilities.

Keywords: TPS 3R, AHP, institutional, waste management, waste processing

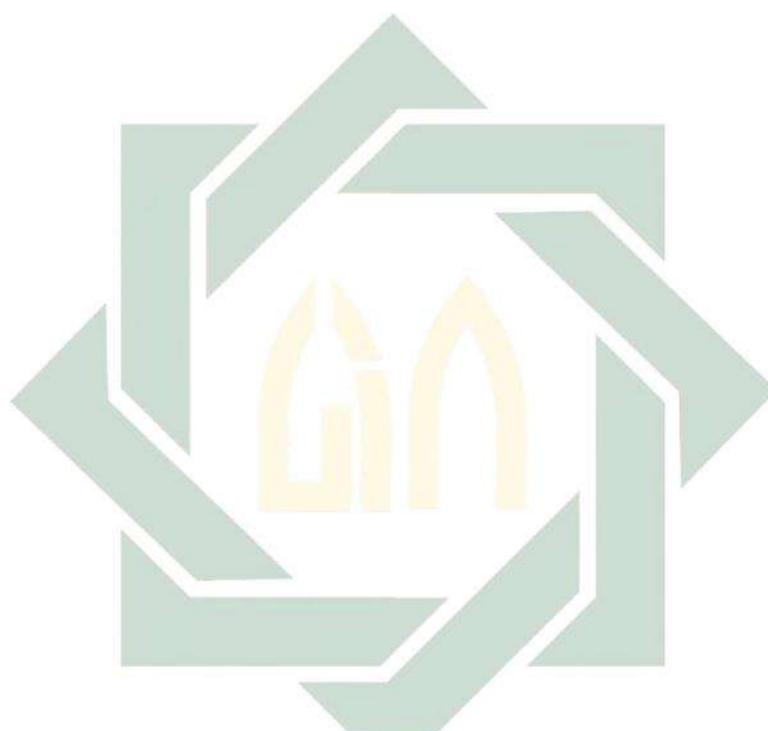
DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sampah	7
2.1.1 Sumber Sampah	7
2.1.2 Klasifikasi Sampah	8
2.1.3 Timbulan Sampah.....	10
2.1.4 Komposisi Sampah	13
2.1.5 Jenis Sampah.....	15

2.1.6	Pengelolaan Sampah.....	16
2.1.7	<i>Recovery Factor</i>	17
2.1.8	Pengolahan Sampah.....	18
2.1.9	Aspek Kelembagaan Dalam Pengelolaan Sampah	24
2.2	Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R	26
2.2.1	Definisi TPS 3R.....	26
2.2.2	Kriteria TPS 3R	27
2.2.3	Komponen TPS 3R	28
2.3	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk.....	28
2.3.1	Metode Aritmatik.....	29
2.3.2	Metode Geometrik	29
2.3.3	Metode <i>Least Square</i>	30
2.4	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	30
2.5	Integrasi dengan perspektif Islam.....	32
2.6	Penelitian Terdahulu.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1	Umum	44
3.2	Waktu Penelitian.....	44
3.3	Lokasi Penelitian	44
3.4	Kerangka Pikir.....	47
3.5	Tahapan dan Metode Penelitian.....	48
BAB IV GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN		59
4.1	Gambaran Umum Wilayah Kota Sukabumi.....	59
4.2	Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Baros.....	59
4.3	Kondisi Eksisting TPS 3R Tampomas	61
4.4	Kondisi Eksisting Persampahan Kota Sukabumi	61

4.4.1	Pewadahan	61
4.4.2	Pengumpulan Sampah.....	62
4.4.3	Pemindahan dan Pengangkutan Sampah	64
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		65
5.1	Timbulan, Densitas dan Komposisi Sampah Kota Sukabumi	65
5.1.1	Timbulan dan Komposisi Sampah <i>Low Income</i>	66
5.1.2	Timbulan dan Komposisi Sampah <i>Middle Income</i>	69
5.1.3	Timbulan dan Komposisi Sampah <i>High Income</i>	73
5.1.4	Total Timbulan Sampah Pemukiman	75
5.1.5	Timbulan Sampah Fasilitas Umum (Non pemukiman)	77
5.1.6	Densitas.....	79
5.1.7	Timbulan dan Komposisi Sampah Kota Sukabumi.....	81
5.2	Proyeksi Penduduk dan Timbulan Sampah Kota Sukabumi	84
5.3	Optimalisasi Pengolahan Sampah TPS 3R Tampomas (Kecamatan Baros) 91	
5.3.1	<i>Recovery Factor</i>	93
5.3.2	<i>Recovery Factor</i> TPS 3R Tampomas	94
5.3.3	<i>Mass Balance</i> TPS 3R Tampomas.....	97
5.3.4	Kebutuhan Luas Area Sarana dan Prasarana	99
5.4	Aspek Kelembagaan TPS 3R Tampomas.....	108
5.5	Strategi Optimalisasi TPS 3R Tampomas	109
5.6	Analisis Optimalisasi TPS 3R Tampomas.....	116
5.6.1	Aspek Teknis	116
5.6.2	Aspek Kelembagaan	119
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		121
6.1	Kesimpulan.....	121
6.2	Saran	122

DAFTAR PUSTAKA 123



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

BAB II

Tabel 2.1 Jumlah Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota.....	12
Tabel 2.2 Jumlah Timbulan Sampah Menurut Komponen Sumber Sampah	12
Tabel 2.3 Komposisi Sampah Domestik	13
Tabel 2.4 Tipikal Komposisi Sampah Domestik (% berat basah).....	15
Tabel 2.5 Persentase Pemulihan pada Tempat Pengumpulan	17
Tabel 2.6 Faktor Pemulihan (<i>Recovery Factor</i>) untuk daur ulang di TPS 3R	18
Tabel 2.7 <i>Recovery Factor</i> Timbulan Sampah.....	18
Tabel 2.8 Kelebihan dan Kelemahan Alternatif Sistem Pengolahan Sampah.....	22
Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu.....	33

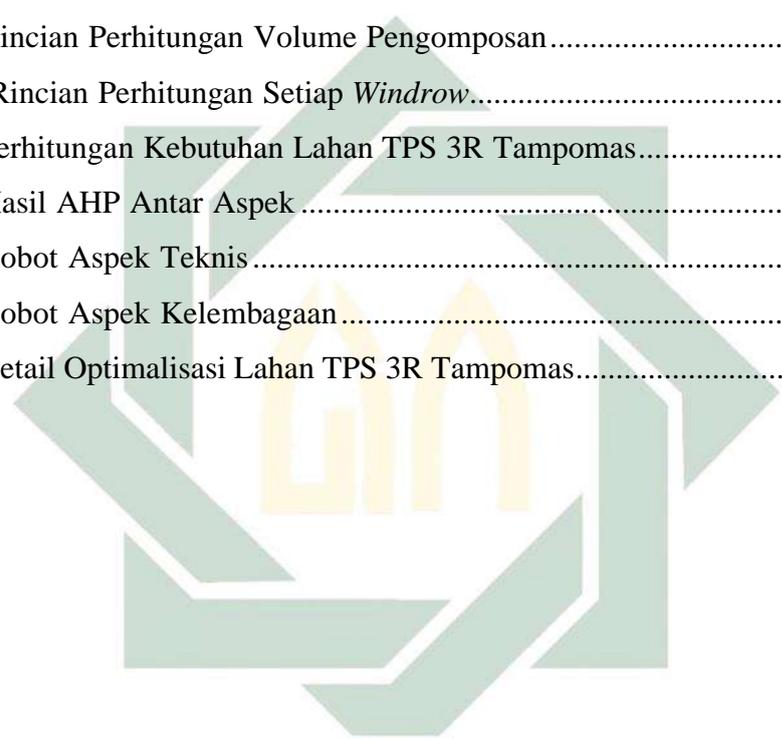
BAB III

Tabel 3.1 Data Primer Penelitian.....	52
Tabel 3.2 Data Sekunder	53
Tabel 3.3 Perencanaan <i>Recovery Factor</i> Sampah.....	55

BAB V

Tabel 5.1 Kategori Daerah Sampling	65
Tabel 5.2 Timbulan Sampah <i>Low Income</i>	68
Tabel 5.3 Timbulan Sampah <i>Middle Income</i>	71
Tabel 5.4 Timbulan Sampah <i>High Income</i>	74
Tabel 5.5 Timbulan Sampah Pemukiman Kota Sukabumi	77
Tabel 5.6 Timbulan Sampah Fasilitas Umum Kota Sukabumi	78
Tabel 5.7 Densitas Timbulan Sampah <i>Low Income</i>	79
Tabel 5.8 Densitas Timbulan Sampah <i>Middle Income</i>	80
Tabel 5.9 Densitas Timbulan Sampah <i>High Income</i>	80
Tabel 5.10 Densitas Timbulan Sampah Fasilitas Umum	81
Tabel 5.11 Timbulan Sampah Kota Sukabumi.....	82
Tabel 5.12 Komposisi Domestik dan Non Domestik.....	82
Tabel 5.13 Rekap Komposisi Kota Sukabumi	83
Tabel 5.14 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kota Sukabumi	84
Tabel 5.15 Perhitungan Dengan Metode Aritmatika.....	85

Tabel 5.16 Perhitungan Dengan Metode Geometri.....	86
Tabel 5.17 Perhitungan Dengan Metode <i>Least Square</i>	87
Tabel 5.18 Rekapitan Perhitungan Metode	88
Tabel 5.19 Proyeksi Penduduk <i>Least Square</i>	88
Tabel 5.20 Proyeksi Penduduk Kota Sukabumi	89
Tabel 5.21 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Sukabumi Tahun 2021-2030.....	90
Tabel 5.22 Timbulan Sampah Pemukiman <i>Middle Income</i>	91
Tabel 5.23 Rencana <i>Recovery Factor</i> TPS 3R Tampomas	97
Tabel 5.24 Rincian Perhitungan Volume Pengomposan.....	103
Tabel 5. 25 Rincian Perhitungan Setiap <i>Windrow</i>	104
Tabel 5.26 Perhitungan Kebutuhan Lahan TPS 3R Tampomas.....	106
Tabel 5.27 Hasil AHP Antar Aspek	110
Tabel 5.28 Bobot Aspek Teknis	111
Tabel 5.29 Bobot Aspek Kelembagaan.....	114
Tabel 5.30 Detail Optimalisasi Lahan TPS 3R Tampomas.....	117



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.1 Struktur Hierarki Kriteria dan Alternatif AHP	31
---	----

BAB III

Gambar 3.1 Peta Kota Sukabumi.....	45
Gambar 3.2 Lokasi TPS 3R Tampomas.....	46
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian.....	47
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 3.5 Diagram Alir Tahapan AHP.....	58

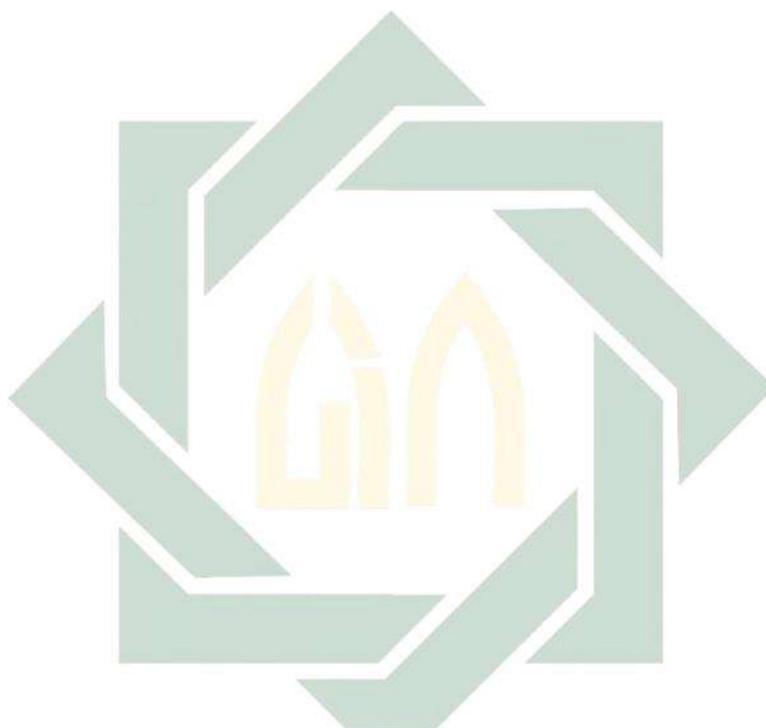
BAB IV

Gambar 4.1 Peta Kecamatan Baros	60
Gambar 4.2 Tempat Pewadahan Sampah Pemukiman.....	62
Gambar 4.3 Tempat Pewadahan Sampah Fasilitas Umum.....	62
Gambar 4.4 Gerobak Sampah dan Motor Sampah Kota Sukabumi.....	63
Gambar 4.5 Proses Pengangkutan Sampah dari TPS 3R	64

BAB V

Gambar 5.1 Diagram Komposisi Sampah <i>Low Income</i>	69
Gambar 5.2 Diagram Komposisi <i>Middle Income</i>	72
Gambar 5.3 Diagram Komposisi Sampah <i>High Income</i>	75
Gambar 5.4 Diagram Komposisi Sampah Kota Sukabumi.....	84
Gambar 5.5 Sampah Makanan Sampling <i>Middle Income</i>	92
Gambar 5.6 Diagram Prediksi Reduksi Timbulan Sampah Di TPS 3R.....	93
Gambar 5.7 Diagram <i>Mass Balance</i> TPS 3R Tampomas	98
Gambar 5.8 Layout Eksisting TPS 3R Tampomas.....	107
Gambar 5.9 Struktur Organisasi KSM Tampomas.....	108
Gambar 5.10 Matriks Antar Aspek.....	110
Gambar 5.11 Matrik Antar Kriteria Aspek Teknis.....	112
Gambar 5.12 Matriks Sub-Kriteria Sarana TPS 3R	112
Gambar 5.13 Matriks Sub-Kriteria Sarana TPS 3R	113
Gambar 5.14 Matriks Sub-Kriteria Pelayanan Sampah	113

Gambar 5.15 Matriks antar Aspek Kelembagaan.....	114
Gambar 5.16 Matriks Sub-Kriteria SDM	115
Gambar 5.17 Matriks Sub-Kriteria Manajemen/Pengelolaan	116
Gambar 5.18 Layout Optimalisasi TPS 3R Tampomas	118
Gambar 5.19 Contoh Struktur Organisasi	119



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi manusia, industri, dan urbanisasi akan mempengaruhi jumlah sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia seiring dengan perubahan pola konsumsi dan gaya hidup (Nguyen dalam Djaguna, 2019). Pengelolaan dan pembuangan sampah telah menjadi masalah yang mengkhawatirkan yang dihadapi oleh banyak kawasan perkotaan dan industri di negara berkembang termasuk di Indonesia (Singh *et al.*, 2018). Berdasarkan siaran pers yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada Tahun 2020 menyebutkan bahwa timbulan sampah di Indonesia sekitar 67,8 juta ton dalam satu tahun. Pada akhirnya sampah tidak bisa dianggap masalah ringan sehingga diperlukan sistem pengelolaan dan pembuangan sampah kota yang terorganisir untuk menciptakan lingkungan yang bersih, asri dan tidak mengganggu kesehatan manusia.

Sampah merupakan sisa atau buangan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia yang bentuknya padat. Pengelolaan sampah dalam Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 menyebutkan bahwa setiap orang wajib mengurangi dan menangani sampah rumah tangganya dengan cara berwawasan lingkungan. Hal ini sesuai dengan Fatwa Pengelolaan Sampah Untuk Mencegah Kerusakan Lingkungan Tahun 2014. Rasulullah bersabda:

إِنَّ اللَّهَ طَيِّبٌ يُحِبُّ الطَّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكِرَامَ جَوَادٌ يُحِبُّ
الْجُودَ فَتَطَهَّرُوا أَفْنِيَّتَكُمْ (رواه الترمذي)

Artinya: "Sesungguhnya Allah Ta'ala itu baik (dan) menyukai kebaikan, bersih (dan) menyukai kebersihan, mulia (dan) menyukai kemuliaan, bagus (dan) menyukai kebagusan. Oleh sebab itu, bersihkanlah lingkunganmu". (HR. At-Tirmidzi)

Penanganan sampah di perkotaan saat ini umumnya masih menggunakan metode kumpul-angkut-buang. Pengumpulan sampah dilakukan di sumber dan diangkut menuju Tempat Penampungan Sampah

Sementara (TPS) dan selanjutnya akan diangkut menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Mardiana, 2019). Metode penanganan sampah dengan kumpul-angkut-buang akan memberi dampak negatif pada TPA mengingat tidak adanya upaya reduksi sampah di sumber sehingga memengaruhi luas lahan dan usia TPA yang singkat (Suherdy dkk., 2019).

Data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Sukabumi Desember Tahun 2019 mencatat produksi sampah di Kota Sukabumi sebanyak 171 ton sampah tiap harinya yang sangat berdampak pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Cikundul yang menurut DLH hanya bertahan 2-3 tahun kedepan apabila tidak dilakukan perluasan lahan tersisa sebesar 1,2 ha. Berdasarkan kondisi TPA Cikundul tersebut pengelolaan sampah yang dapat diterapkan adalah pengelolaan sampah terpadu dengan menggunakan konsep 3R (*reduce, reuse, recycle*). Konsep 3R (*reduce, reuse, recycle*) adalah metode penanganan sampah yang dilakukan dari sumber sampah dengan cara teknis mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah sehingga diharapkan dapat mereduksi jumlah sampah yang akan dibuang ke TPA dan dapat memperpanjang umur TPA. Konsep ini dilakukan pada lokasi terdekat sumber sampah untuk hasil reduksi sampah yang maksimal (Sitanggang, dkk., 2017).

Lokasi paling dekat dalam pengolahan sampah di pemukiman adalah Tempat Pengolahan Sampah (TPS). Tempat pengolahan sampah yang menerapkan konsep 3R disebut dengan TPS 3R. TPS 3R melakukan pelayanan pengolahan sampah di suatu kawasan pemukiman guna mereduksi timbunan sampah yang akan diangkut ke TPA dari kawasan tersebut (Pangow, 2020).

Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi mencatat jumlah TPS 3R di Kota Sukabumi sebanyak sebelas (11) TPS 3R salah satunya adalah TPS 3R Tampomas yang berada di Kecamatan Baros. Kecamatan Baros berdasarkan data BPS tahun 2020 memiliki luas total wilayah sebesar 5,59 km² yang terdiri dari 4 kelurahan dengan jumlah penduduk sebanyak 37.575 jiwa dengan laju pertumbuhan sebanyak 1,36%. Pengelolaan sampah berbasis 3R

(*reduce, reuse, recycle*) di TPS 3R Tampomas telah dilakukan sejak tahun 2008 dengan lingkup pelayanan sebanyak sembilan (9) rukun warga.

Petunjuk Teknis TPS 3R Kementerian PUPR (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) tahun 2017 menyebutkan hal-hal pokok terkait penyelenggaraan TPS 3R salah satunya adalah TPS 3R melakukan pengolahan sampah organik, anorganik, pemilahan, pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang atau dijual kembali dan pengangkutan residu ke TPA dengan melakukan pemadatan atau pencacahan sampah sebelumnya. TPS 3R Tampomas saat ini belum melakukan pengolahan kompos secara mandiri meskipun alat pencacah organik telah tersedia di tempat pengolahan sampah (TPS) 3R Tampomas. Pengelolaan sampah yang dilakukan pada TPS 3R Tampomas tersebut masih berfokus pada pemilahan sampah anorganik yang dapat dijual.

Operasional Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R tidak hanya tentang masalah pengolahan sampah serta sikap dan pola pikir masyarakat mengenai pengelolaan sampah tetapi juga tentang manajemen kelembagaan yang tepat (Widieana dkk., 2017). Struktur organisasi KSM TPS 3R Tampomas masih belum sesuai dengan tugas, pokok, dan fungsinya karena tugas sekretaris dan bendahara dilakukan oleh ketua KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) dan petugas pemilahan sampah realitanya hanya sebanyak satu orang meskipun dalam struktur organisasi tercantum 3 orang. Petunjuk Teknis TPS 3R menyebutkan bahwa KSM pengelola dipilih dengan musyawarah yang kemudian diberikan surat keputusan yang ditetapkan kepala desa atau lurah dengan sepengetahuan pemerintah daerah. Pada kenyataannya KSM Tampomas belum memiliki legalitas kelembagaan. Hanya tersedia Surat Keputusan tentang Bank Sampah Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) Tampomas dari Kelurahan Baros pada tahun 2015.

Berdasarkan permasalahan di atas maka sangat dibutuhkan strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas dengan pengembangan aspek teknis dan aspek kelembagaan. Diharapkan dengan optimalisasi TPS 3R Tampomas pengelolaan sampah di TPS 3R Tampomas dapat berjalan lebih maksimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan pada optimalisasi TPS 3R Tampomas di Kecamatan Baros Kota Sukabumi adalah:

1. Meningkatnya jumlah penduduk di Kota Sukabumi yang akan berakibat pada jumlah produksi sampah Kota Sukabumi.
2. Pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas yang kurang sesuai dengan komposisi sampah rumah tangga yang dihasilkan masyarakat Kota Sukabumi
3. Lahan Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Cikundul Kota Sukabumi yang sudah terbatas menampung sampah
4. Struktur organisasi KSM Tampomas yang masih belum sesuai dengan tugas, pokok, dan fungsinya

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah optimalisasi TPS 3R Tampomas adalah sebagai berikut:

1. Data sampling sampah dilakukan di Kota Sukabumi pada musim penghujan dengan kurun waktu penelitian pada bulan Maret hingga bulan Mei
2. Penilaian TPS 3R Tampomas menggunakan acuan dasar dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 3242-2008, Permen PU No. 3 Tahun 2013 serta Buku Pedoman Petunjuk Teknis TPS 3R yang disusun Kementerian Pekerjaan Umum Indonesia Tahun 2017
3. Proyeksi timbulan sampah dihitung dengan jangka waktu 10 tahun ke depan
4. Penentuan prioritas pengembangan ditentukan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan *software Expert Choice*
5. Strategi optimalisasi dilakukan dengan pengembangan aspek teknis terkait pengolahan sampah organik dan anorganik dengan menggunakan data sampah masuk di TPS 3R Tampomas pada tahun 2021 (tanpa di proyeksikan).
6. Strategi optimalisasi pengembangan aspek kelembagaan (non teknis) terkait sumber daya manusia KSM Tampomas

7. Pengolahan sampah organik TPS 3R Tampomas menggunakan komposting *open windrow*

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian optimalisasi TPS 3R Tampomas adalah sebagai berikut:

1. Berapa timbulan, densitas, dan komposisi sampah Kota Sukabumi?
2. Bagaimana strategi optimalisasi pengolahan sampah di TPS (Tempat Pengolahan Sampah) 3R Tampomas?
3. Bagaimana strategi optimalisasi aspek kelembagaan KSM Tampomas?
4. Bagaimana *layout* TPS 3R Tampomas?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari optimalisasi TPS 3R Tampomas di Kecamatan Baros Kota Sukabumi adalah:

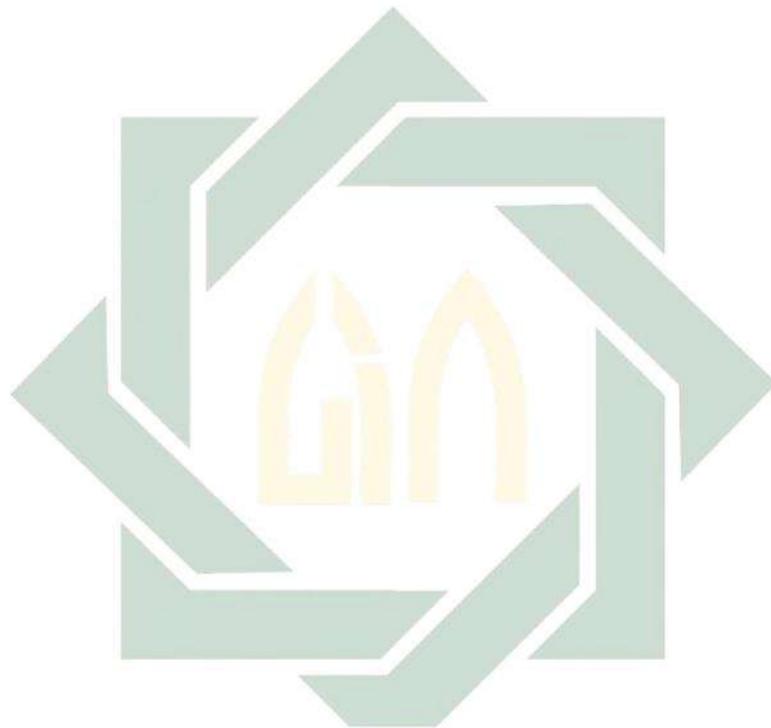
1. Menganalisis timbulan, densitas dan komposisi sampah di Kota Sukabumi
2. Merencanakan strategi optimalisasi pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas
3. Merencanakan strategi optimalisasi aspek kelembagaan KSM Tampomas
4. Mendesain *layout* TPS 3R Tampomas

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian optimalisasi TPS 3R Tampomas adalah sebagai berikut:

1. Bagi Instansi
 - Menjadi evaluasi TPS 3R berdasarkan Undang-Undang (UU) Nomor 18 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 81 Tahun 2012.
2. Bagi Akademisi
 - a. Sarana menambah ilmu mengenai evaluasi dan optimalisasi pada TPS 3R
 - b. Sarana penerapan ilmu yang diperoleh pada waktu kuliah.

- c. Sumber data dan bahan perbandingan penelitian terutama di bidang TPS 3R
3. Bagi Masyarakat
- a. Sarana menambah wawasan pada masyarakat mengenai evaluasi dan optimalisasi TPS 3R
 - b. Sarana informasi pada masyarakat terkait cara pengolahan dan pengelolaan sampah.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Pengertian sampah menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-2454-2002 adalah limbah padat yang terbagi menjadi 2 macam yaitu sampah organik dan anorganik. Kedua jenis sampah tersebut yang tidak berguna lagi sangat perlu dikelola agar tidak mencemari lingkungan. Menurut Undang-Undang No.18 tahun 2008 pengertian dari sampah adalah sisa atau buangan aktivitas manusia maupun dari proses alam yang berbentuk padat. Sampah perlu dikelola dengan baik agar tidak menyebabkan timbulan sampah yang berlebih dan memberi dampak tidak baik pada kesehatan manusia dan lingkungan.

2.1.1 Sumber Sampah

Sumber timbulan sampah menurut (Damanhuri & Padmi, 2016) yaitu:

1. Sampah Pemukiman (*residential*)
Sampah aktivitas rumah tangga atau keluarga (keluarga kecil maupun besar) dan dari semua kalangan bawah maupun atas. Sampah pemukiman biasanya terdiri dari sampah sisa makanan, kertas, kaleng, kain atau tekstil, kaca, sampah taman, kayu, alumunium, debu maupun abu, sampah jalanan, sampah elektronik, maupun sampah B3 seperti baterai dan oli.
2. Sampah Pusat Perdagangan
Sampah ini adalah sampah dari kegiatan perdagangan di pusat kota seperti pasar, toko, tempat makan, hotel, kantor, bengkel dan sebagainya yang menghasilkan sampah. Sampah yang dihasilkan hampir sama dengan sampah pemukiman yaitu berupa plastik, kertas, kayu, sisa makanan dan lain-lain.
3. Sampah Institusional
Sampah institusional berasal dari kegiatan institusi seperti kantor pemerintahan, sekolah, rumah sakit, dan sebagainya. Sampah yang dihasilkan jenisnya hampir sama dengan sampah pemukiman kecuali

untuk sampah rumah sakit yang termasuk jenis sampah B3 yang perlu penanganan khusus.

4. Sampah Konstruksi

Sampah konstruksi berasal dari kegiatan konstruksi. Kegiatan konstruksi contohnya adalah pembangunan atau perbaikan jalan, pendirian bangunan dan kegiatan serupa yang menghasilkan sampah berupa puing-puing beton kayu dan lainnya.

5. Sampah Pelayanan Umum

Sampah pelayanan umum berasal dari aktivitas yang dilakukan oleh banyak orang di suatu tempat seperti tempat rekreasi, masjid, gereja, lapangan olahraga, dan sebagainya. Dari kegiatan pelayanan umum biasanya menghasilkan sampah organik yang lebih banyak.

6. Sampah Instalasi Pengolahan

Sampah ini berupa limbah dari instalasi pengolahan. Instalasi pengolahan contohnya adalah instalasi pengolahan air limbah yang ada di industri. Sampah dari instalasi pengolahan berbentuk lumpur ataupun limbah buangan yang sudah terolah.

7. Sampah Industri

Sampah industri bersumber dari aktivitas pabrik termasuk industri berat maupun ringan dan industri besar maupun kecil.

8. Sampah Pertanian dan Perkebunan

Sampah ini didapat dari kegiatan bertani dan berkebun biasanya dari pertanian padi, sayuran, dan lain-lain yang sebagian besar sampahnya mempunyai peluang untuk dijadikan pupuk.

2.1.2 Klasifikasi Sampah

Klasifikasi sampah dibagi menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah menurut Permen PU No. 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga yang terdiri atas:

1. Sampah B3 yaitu sampah yang mengandung kandungan berbahaya dan beracun seperti kemasan obat maupun obat yang

kadaluarsa, jarum suntik, wadah oli, peralatan listrik dan elektronik rumah tangga.

2. Sampah mudah terurai, contohnya sampah dari tumbuhan dan hewan. Sampah tersebut dapat terurai oleh mikroorganisme seperti sampah makanan manusia.
3. Sampah yang dapat digunakan kembali tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Contohnya sampah kertas kardus, botol minuman, dan kaleng.
4. Sampah yang dapat didaur ulang dengan melalui proses pengolahan antara lain plastik, sisa kain, kertas, dan kaca.
5. Sampah residu, merupakan sampah yang tidak bisa digunakan maupun diolah lagi.

Jenis sampah berdasarkan sifat kimia unsur pembentuknya, terdapat 3 kategori yaitu (Damanhuri dan Padmi, 2016):

1. Sampah Organik, merupakan sampah yang mengandung senyawa organik dan tersusun oleh unsur-unsur oksigen, karbon, hidrogen, dan nitrogen. Contohnya adalah sampah dedaunan, kayu, kertas, tulang, sisa makanan, sayuran dan buah-buahan.
2. Sampah Anorganik, merupakan sampah dari bahan-bahan yang tidak mengandung senyawa organik dan tidak dapat terurai oleh mikroorganisme. Contohnya besi, kaca, plastik dan lain sebagainya.
3. Sampah B3 rumah tangga.

Klasifikasi sampah dari keadaan fisiknya dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis, yaitu (Damanhuri dan Padmi, 2016):

1. Sampah basah (*garbage*) yaitu sampah dari bahan organik yang sifatnya mudah membusuk terlebih di daerah tropis seperti di Indonesia dan banyak mengandung air. Contohnya sisa makanan, buah atau sayuran.
2. Sampah kering (*rubbish*) yaitu sampah dari bahan organik

maupun anorganik yang bersifat lambat atau tidak membusuk. Sampah kering ini dapat dibagi 2 golongan yaitu sampah kering logam (*metallic rubbish*) contohnya pipa besi tua, kaleng-kaleng bekas dsb, sementara sampah kering bukan logam (*non metallic rubbish*) contohnya adalah kertas, kayu, sisa-sisa kain, kaca, mika, keramik dan batu-batuan

3. Sampah lembut adalah sampah berupa partikel-partikel kecil dan ringan. Sifat sampah ini mudah berterbangan dan dapat membahayakan/mengganggu pernafasan dan mata. Sampah lembut dapat dibagi menjadi 2 macam menurut bentuknya, yaitu:
 - a. Debu, berasal dari kegiatan yang menghasilkan debu seperti kegiatan penyapuan lantai rumah dan gedung, pengrajin kayu, pabrik semen, pabrik kapur, pabrik tenun dan lain sebagainya.
 - b. Abu, berasal dari sisa pembakaran kayu, sekam, rokok, sampah yang dibakar dan sebagainya.

2.1.3 Timbulan Sampah

Timbulan sampah berdasarkan Standar Nasional Indonesia 19-2454-2002 terkait Tata Cara Pengelolaan Sampah Perkotaan menyatakan timbulan sampah masyarakat mengacu pada jumlah sampah yang dihasilkan dalam satuan volume maupun berat per orang per hari atau perluas bangunan. Manfaat mengetahui jumlah timbulan sampah adalah dapat digunakan sebagai acuan memilih desain sistem pengolahan persampahan berupa fasilitas pengolahan sampah seperti peralatan yang akan digunakan dalam mengolah sampah. Jumlah timbulan sampah juga bisa menjadi acuan desain TPA (Damanhuri dan Padmi, 2010).

Setiap kegiatan yang dilakukan manusia akan menghasilkan limbah yang teridentifikasi tidak bernilai yang kemudian akan dibuang atau dikumpulkan terlebih dahulu. Metode perhitungan sampah terdiri dari 3 metode (Tchobanoglous *et al.*, 1993) yaitu:

1. *Load Count Analysis* (Analisis Perhitungan Beban)
Load Count Analysis dilakukan dengan cara mengkalkulasikan jumlah kendaraan pengangkut sampah yang masuk kemudian dicatat volumenya.
2. *Weight Volume Analysis* (Analisis Berat Volume)
Analisis ini dilakukan dengan menghitung volume dan berat kendaraan pengangkut sampah. Dengan analisis ini informasi data yang didapat akan lebih detail.
3. *Material Balance Analysis* (Analisis Kesetimbangan Bahan)
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui timbulan dan aliran/pergerakan sampah dengan menggunakan kesetimbangan massa. Data analisis didapatkan dari setiap kegiatan program daur ulang sampah yang dijalankan sehingga dapat menentukan jumlah sampah yang dapat di daur ulang dan tingkat beban yang sesuai untuk setiap unit operasi dan proses di TPS 3R.

Data timbulan dan komposisi sampah sangat menunjang untuk penyusunan strategi pengelolaan persampahan di suatu wilayah. Data timbulan, komposisi, dan karakteristik dapat memudahkan penyusunan strategi pengelolaan sampah dengan menentukan unit pengelolaan sampah dan fasilitas pengelolaan sampah. Informasi timbulan dan komposisi sampah juga sangat berguna untuk penentuan luas dan jenis TPA.

Kota Sukabumi melakukan perhitungan jumlah timbulan sampah pada tahun 2012 yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi di dua lokasi yaitu Perumahan Baros dan Pemukiman Sindangsari. Hasilnya Perumahan Sindangsari memiliki nilai laju timbulan sampah sebesar 1,34 liter/orang/hari dan komposisi sampah di dominasi oleh sampah organik sebesar 91%, nilai timbulan sampah Pemukiman Sindangsari tersebut belum mewakili nilai timbulan berdasarkan komponen sumber sampah maupun berdasarkan komponen klasifikasi kota yang tercantum dalam **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2**. Sementara itu, Perumahan Baros memiliki laju timbulan sampah

2,5 liter/orang/hari dengan komposisi sampah terdominasi oleh sampah organik sebesar 88%. Nilai timbulan yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai besaran timbulan komponen sampah yang sesuai dengan komponen sumber sampah untuk rumah permanen yang tercantum dalam **Tabel 2.2** dan termasuk jumlah timbulan sampah kota kecil berdasarkan **Tabel 2.1** (Rahmawati, 2019).

Besaran timbulan sampah ini disusun oleh Badan Standardisasi Nasional untuk acuan apabila ada perencanaan pengelolaan sampah di suatu kota. Pengelompokan besaran timbulan sampah dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2** di bawah ini:

Tabel 2.1 Jumlah Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

No	Klasifikasi Kota	Jumlah Jiwa	Volume (liter/orang.hari)	Berat (Kg/orang.hari)
1	Kota Sedang	(100.000–500.000)	2,75 – 3,25	0,70 – 0,80
2	Kota Kecil	(20.000–100.000)	2,50 – 2,75	0,625 – 0,70

Sumber: Standar Nasional Indonesia 10-3983-1995

Tabel 2.2 Jumlah Timbulan Sampah Menurut Komponen Sumber Sampah

No	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (Kg)
1	Rumah permanen	orang/hari	2,25 - 2,50	0,35 - 0,40
2	Rumah non permanen	orang/hari	1,75 - 2,00	0,25 - 0,30
3	Rumah semi permanen	orang/hari	2,00 - 2,25	0,30 - 0,35
4	Kantor	orang/hari	0,50 - 0,75	0,025 - 0,10
5	Sekolah	orang/hari	0,10 - 0,15	0,01 - 0,02
6	Toko/Ruko	orang/hari	2,50 - 3,00	0,15 - 0,35
7	Jalan arteri sekunder	orang/hari	0,10 - 0,15	0,02 - 0,10
8	Jalan kolektor sekunder	orang/hari	0,10 - 0,15	0,01 - 0,05
9	Jalan lokal	orang/hari	0,05 - 0,10	0,005 - 0,025
10	Pasar	orang/hari	0,20 - 0,60	0,10 - 0,300

Sumber: SNI 10-3983-1995

2.1.4 Komposisi Sampah

Komposisi sampah yaitu komponen fisik yang dinyatakan dalam persen (%) berat atau persen (%) volume terhadap kelompok atau tiap jenis sampah. Jenis komposisi sampah dapat berbeda pada sumber sampah di setiap wilayah yang dipengaruhi oleh tingkat ekonomi masyarakat, karakteristik perilaku masyarakat dan proses penanganan sampah di sumber sampah (Mardiana, 2019).

Komponen kandungan sampah sesuai SNI 19-3964-1995 adalah komponen fisik dari sampah. Komponen fisik contohnya adalah sisa makanan, kertas karton, kayu, kain atau *textile*, logam besi, plastik, kulit, karet, kaca, logam non-besi dan lain-lain (contohnya keramik, batu, pasir dan tanah). Komposisi sampah adalah data yang sangat penting, data tersebut dapat digunakan sebagai acuan pemilihan dan penentuan cara pengoperasian setiap alat dan fasilitas pengolahan sampah serta perkiraan daur ulang sampah (Damanhuri dan Padmi, 2016).

Komposisi sampah pemukiman atau domestik yang ditulis dalam persen berat dan volume basah contohnya dapat dilihat pada **Tabel 2.3** sebagai berikut:

Tabel 2.3 Komposisi Sampah Domestik

Kategori Sampah	Berat (%)	Volume (%)
Kertas dan produk berbahan kertas	32,98	62,61
Kayu dan produk dari kayu	0,38	0,15
Plastik, kulit dan produk karet	6,84	9,06
Kain dan tekstil	6,36	5,1
Gelas	16,06	5,31
Logam	10,74	9,12
Bahan batu, pasir	0,26	0,07
Sampah organik	26,38	8,58

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2016

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi komposisi sampah adalah:

1. Cuaca: mempengaruhi kelembapan sampah, apabila suatu wilayah memiliki kandungan air yang tinggi maka kelembapan sampah juga tinggi.
2. Frekuensi pengumpulan: sampah yang rajin dikumpulkan mengakibatkan tingginya tumpukan sampah dan sampah yang basah akan cepat membusuk sementara sampah kering seperti kertas akan bertambah.
3. Musim: jenis sampah ditentukan pada musim buah-buahan yang berlangsung.
4. Tingkat sosial ekonomi: suatu wilayah yang memiliki tingkat ekonomi tinggi umumnya menghasilkan sampah berbahan kertas, kaleng dan lain-lain.
5. Pendapatan perkapita: Tingkat taraf ekonomi dibawah menghasilkan volume sampah dengan jumlah lebih rendah dan sejenis.
6. Kemasan (*packaging*): kemasan barang konsumsi sehari-hari sangat mempengaruhi komposisi sampah. Contohnya pada negara maju seperti Amerika penggunaan kertas sebagai pengemas semakin banyak, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia masih banyak yang menggunakan plastik sebagai pengemas (Damanhuri dan Padmi, 2016).

Komposisi sampah sering dijadikan acuan pengelompokan sampah dan dinyatakan sebagai persen (%) berat atau persen (%) volume dari kertas, kayu, kulit, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan dan lain-lain. Pengelompokan komposisi sampah tersebut dapat diketahui pengolahan sampah yang tepat dan yang paling efisien. Tipe komposisi sampah disesuaikan dengan tingkat pendapatan dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

Tabel 2.4 Tipikal Komposisi Sampah Domestik (% berat basah)

Komposisi Sampah	Pemukiman (Low income)	Pemukiman (Middle income)	Pemukiman (High income)
Kertas	1-10	15-40	15-40
Kaca, keramik	1-10	1-10	4-10
Logam	1-5	1-5	3-13
Kayu	1-5	-	-
Tekstil	1-5	2-10	2-10
Plastik	1-5	2-6	2-10
Kulit, karet	1-5	-	-
Sisa makanan	40-85	20-65	20-50
Lain-lain	1-40	1-30	1-20

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2016

2.1.5 Jenis Sampah

Klasifikasi sampah berdasarkan sifatnya terbagi menjadi dua:

a. Sampah Organik

Buangan dari aktivitas manusia yang cepat membusuk. Pengolahan sampah organik biasanya dengan komposting. Contoh sampah organik adalah sisa makanan, sayuran, daun-daun kering.

b. Sampah Anorganik

Buangan atau sampah dari aktivitas manusia yang tidak mudah membusuk. Contohnya adalah benda yang terbuat dari plastik, styrofoam, kertas, botol, kaleng, dan gelas minum. Pengolahan sampah anorganik biasanya dapat dilakukan dengan memilah sampah yang memiliki nilai ekonomi seperti botol, gelas plastik, kaleng dan kaca (Fadhlullah, 2019).

Jenis sampah yang disebut di Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 diantaranya:

- a. Sampah dari kegiatan rumah tangga
Buangan dari aktivitas manusia yang bersumber dari rumah maupun perumahan yang berbentuk padat. Jenis sampah ini tidak termasuk tinjak dan sampah spesifik.
- b. Sampah sejenis rumah tangga
Buangan yang berasal dari tempat umum semacam toko, industri, pusat perdagangan, pasar, sekolah, hotel, restoran, taman dan sebagainya.
- c. Sampah Spesifik
Sampah yang dari banyaknya memerlukan penanganan spesial yang biasanya mencuat secara periodik seperti sampah setelah bencana berupa puing-puing dan limbah B3.

2.1.6 Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah dapat berupa metode pengurangan sampah dengan cara memilah dari sumber sampah. Pengelolaan sampah semestinya dilakukan melalui pendekatan berbasis masyarakat dimulai dari pengumpulan, penyimpanan sementara, pengangkutan, dan pemrosesan akhir. Pengelolaan sampah dalam Undang-Undang No. 18 tahun 2008 adalah kegiatan sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan, dan penanganan sampah.

Pengelolaan sampah dalam Standar Nasional Indonesia 19-3242-2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman meliputi lima (5) aspek utama yaitu aspek teknik operasional, aspek pembiayaan, aspek peraturan, aspek kelembagaan dan aspek peran serta masyarakat. Pengelolaan sampah terpadu juga dapat bermanfaat untuk menentukan metode, teknologi, dan program manajemen yang sesuai dalam pengelolaan sampah (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

2.1.7 Recovery Factor

UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menganjurkan daur ulang sebagai salah satu cara minimasi sampah, selain dengan pembatasan timbulan sampah serta pemanfaatan kembali sampah. Metode daur ulang berkonsep sama dengan 3R (*reduce, reuse, dan recycle*) mempunyai kelebihan memberi lapangan pekerjaan baru seperti pengepul sampah anorganik yang dapat dijual kembali sehingga dapat berdampak pada sampah yang diangkut ke TPA menjadi berkurang. Daur ulang sampah tidak bisa digunakan pada semua tipe sampah dan cenderung kurang sehat bagi pemulung maupun pengepul sampah (Rahmawati, 2019).

Berbagai komponen sampah menyimpan potensi untuk dapat dimanfaatkan kembali, atau diolah untuk menghasilkan produk baru melalui proses *recovery* dan *recycling*. Kemampuan reduksi sampah kota bisa dilihat dari *material balance*, dengan memperhitungkan *recovery factor* tiap komponen sampah. *Recovery factor* dapat dilihat dengan memastikan ruang lingkup sistem yang selanjutnya perlu mengenali seluruh aktivitas jenis sampah yang masuk, keluar serta yang diletakkan. Langkah ketiga merupakan mengenali jumlah sampah yang didapat dari tiap kegiatan sebelumnya, serta langkah terakhir ialah penghitungan jumlah sampah yang didapatkan, dikumpulkan serta disimpan untuk dijual atau didaur ulang (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Tabel persentase pemulihan dapat dilihat pada **Tabel 2.5 - Tabel 2.7** di bawah ini:

Tabel 2.5 Persentase Pemulihan pada Tempat Pengumpulan

Persentase Pemulihan (<i>Recovery Factor</i>)		
Bahan	Pemilahan Sampah Manual dari Sumbernya	
	Rentang (%)	Tipikal (%)
HDPE	70-90	80
PET	70-90	80
Kertas	40-60	50
Plastik Campur	30-70	50

Persentase Pemulihan (<i>Recovery Factor</i>)		
Bahan	Pemilahan Sampah Manual dari Sumbernya	
	Rentang (%)	Tipikal (%)
Logam	70-95	85
Kaca	50-80	65

Sumber: Kreith & Tchobanoglous, 2002

Tabel 2.6 Faktor Pemulihan (*Recovery Factor*) untuk daur ulang di TPS 3R

Persentase Pemulihan (<i>Recovery Factor</i>)		
Bahan	Pemilahan Sampah Manual dari Sumbernya	
	Rentang (%)	Tipikal (%)
Organik*		80
Plastik Campur**	80-98	90
HDPE & PET	80-95	90
Kertas**	60-95	90
Logam**	80-95	90
Kaca**	80-98	90

Sumber: *Tchobanoglous et al, 1993 ** Kreith & Tchobanoglous, 2002

Tabel 2.7 *Recovery Factor* Timbunan Sampah

Jenis	Kuantitas Pemulihan (RF) (%)
Plastik*	50
Kertas*	40
Logam*	80
Gelas/kaca*	70

Sumber: *Trihadiningrum dkk, 2006

2.1.8 Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah merupakan penanganan sampah yang menurut UU Nomor 81 tahun 2008 merubah bentuk sampah dengan mengubah

karakteristik, komposisi dan jumlah sampah. Teknologi pengolahan yang tercantum dalam SNI 19-2454-2002 adalah:

1. Pengomposan

Kompos memiliki unsur hara mikro yang mempunyai guna untuk membantu memperbaiki struktur tanah dengan cara porositas tanah menjadi meningkat sehingga tanah menjadi subur dan gembur serta lebih mampu menyimpan air (Tchobanoglous, 1993). Pengomposan dapat dilakukan secara individu, komunal maupaun di skala kawasan. Proses komposting merupakan suatu proses yang paling relatif mudah dan murah, serta menimbulkan dampak lingkungan yang paling rendah. Pengomposan berasal dari proses alami dengan memanfaatkan proses biologis dengan cacing ataupun mikroorganisme tambahan yang akan memakan sampah. Sementara itu udara dan air juga memiliki pengaruh dalam proses terjadinya pengomposan. Metode pengomposan dasar antara lain:

1. *Bin Composting*

Metode ini dilakukan dengan bak sampah yang biasa ditemui digunakan untuk sampah daun, peternakan dan lain-lain. Waktu komposting dengan metode ini selama kurang lebih dua bulan dengan hasil kompos yang tidak terlalu banyak.

2. *Windrow Composting*

Pengomposan dilakukan di lahan dengan membuat tanah menjadi gundukan yang memanjang. Kelebihan dari *windrow composting* adalah sebagai berikut:

- a. Biaya relatif murah untuk *windrow* komposting
- b. Proses lebih sederhana dan cepat (khususnya yang menggunakan aerasi mekanis)
- c. Dapat dibuat dalam skala kecil dan mobile (*in-vessel composting*) Sehingga dapat dibuat dalam bentuk modul-modul

3. *Aerated Static Pile*

Sistem kerja sama dengan *windrow* dengan perbedaan

penambahan pipa di bawah timbunan sampah yang akan dijadikan kompos serta blower guna menyalurkan udara melalui pipa berlubang (Pradini, 2019).

2. Insenerasi dengan wawasan lingkungan

Insinerasi dikenal sebagai pembakaran limbah padat dan cair di lingkungan yang terkendali. Ada jenis sampah yang bisa dibakar yang meliputi limbah industri, lumpur limbah, limbah padat kota, limbah berbahaya dan limbah klinis. Teknik ini bisa juga digambarkan sebagai proses yang melibatkan pembakaran langsung sampah di sistem terkontrol dan melibatkan keberadaan oksigen pada suhu tinggi mulai dari 700°C hingga 1000°C. Proses ini membebaskan gas dan energi dalam bentuk panas. Proses insinerasi mengurangi volume limbah yang mudah terbakar hingga 80 hingga 95%. Salah satu kelemahan utama dalam penerapannya adalah pengendalian polusi udara serta biaya pemasangan mesin yang diperlukan untuk pabrik insinerasi sangat mahal begitupun tenaga kerja untuk mengoperasikannya (Ugwu *et al.*, 2021).

3. Daur ulang (*recycling*)

Daur ulang ini melibatkan pemrosesan ulang atau transformasi bahan limbah ke dalam bentuk lain sebelum digunakan. Ketika limbah didaur ulang atau diolah, mereka menjadi sumber daya yang berharga daripada limbah. Misalnya

- a. Kertas limbah dapat diubah menjadi produk kertas baru yang dapat digunakan untuk tujuan yang berbeda seperti pencetakan, kertas tisu, karton, dll;
- b. Logam dan gelas dapat dicairkan dan diubah menjadi barang lain yang bermanfaat
- c. Botol plastik (PET atau HDPE) dapat diubah menjadi tali plastik atau karet pelapis untuk kabel listrik (Ugwu *et al.*, 2021).

4. Pengurangan jumlah sampah dengan pencacahan atau pemadatan

Pemadatan dilakukan dengan menekan secara manual maupun dengan tekanan kompaksi. Tujuan dari kegiatan ini adalah menekan kebutuhan ruang sehingga tidak begitu menghabiskan banyak tempat, mempermudah penyimpanan, dan dapat mengurangi biaya maupun mempermudah jalannya pengangkutan dan pembuangan. Jenis sampah yang membutuhkan reduksi volume antara lain: kertas, karton, plastik, kaleng. Sementara untuk pencacahan mempunyai tujuan hampir sama dengan proses kompaksi dan juga bertujuan memperluas permukaan kontak dari komponen sampah (Infrasda Jateng, 2018)

5. Biogasifikasi

Menurut SNI 19-2454-2002 biogasifikasi adalah proses memadatkan energi hasil pengolahan sampah. Gasifikasi melibatkan konversi termal dan kimia dari bahan berkarbon dengan adanya agen gasifikasi, di bawah suhu tinggi (700°C) menjadi produk gas. Bisa juga digambarkan sebagai konversi termokimia zat padat atau cair yang berbasis karbon, yang meliputi bahan baku dan bahan organik lainnya, menjadi produk gas yang dikenal sebagai gas yang mudah terbakar dengan bantuan agen gasifikasi. Proses gasifikasi memiliki kemampuan, berdasarkan teknologi reaktor dan komposisi limbah, untuk mengurangi volume limbah hingga 95% atau lebih bahkan tanpa melibatkan setiap pengolahan limbah. Selain itu, emisi karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan pada proses gasifikasi lebih rendah dibandingkan dengan proses insinerasi (Ugwu *et al.*, 2021).

Kelebihan dan kekurangan dari beberapa alternatif pengolahan sampah dapat dilihat pada **Tabel 2.8**

Tabel 2.8 Kelebihan dan Kelemahan Alternatif Sistem Pengolahan Sampah

Jenis Pengolahan	Kelebihan	Kelemahan	Catatan
Komposting (Pengomposan) <i>High rate</i> (modern)	<ul style="list-style-type: none"> - Proses pengomposan lebih cepat - Volume sampah yang terbangun berkurang 	<ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan peralatan lebih banyak dan kompleks - Biaya investasi mahal 	<ul style="list-style-type: none"> - Harga kompos yang dihasilkan lebih mahal daripada pupuk kimia - Biaya operasional lebih tinggi dari harga jual
Windrow Komposting (sederhana)	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak memerlukan banyak peralatan - Sesuai untuk sampah yang banyak mengandung unsur organik - Volume sampah yang terbangun berkurang - Biaya investasi lebih murah 	<ul style="list-style-type: none"> - Perlu perawatan yang baik dan kontinu - Proses pengomposan lebih lama - Memerlukan tenaga lebih banyak 	
Pemadatan	<ul style="list-style-type: none"> - Volume sampah yang terbangun dapat dikurangi - Praktis/efisien dalam pengangkutan 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya investasi, operasi dan pemeliharaan relatif mahal 	<ul style="list-style-type: none"> - Dianjurkan bila jarak ke pemrosesan akhir lebih dari 25 km

Jenis Pengolahan	Kelebihan	Kelemahan	Catatan
	ke TPA		
Insenerasi (pembakaran)	<ul style="list-style-type: none"> - Untuk kapasitas besar hasil sampingan dari pembakaran dapat dimanfaatkan antara lain untuk pembangkit tenaga listrik - Volume sampah menjadi sangat berkurang - Hygienis 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya investasi dan operasi mahal - Dapat menimbulkan polusi udara 	<p>Ada 2 (dua) tipe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistem pembakaran berkesinambungan untuk kapasitas besar (>100 ton/hari) - Sistem pembakaran terputus untuk kapasitas kecil (<100 ton/hari)
Recycling (daur ulang)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanfaatan kembali bahan-bahan (anorganik) yang sudah terpakai - Merupakan lapangan kerja bagi pemulung sampah (<i>informal</i>) - Volume sampah yang terbuang 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak semua jenis sampah bisa di daur ulang - Memerlukan peralatan yang relatif lebih mahal bila dilaksanakan secara mekanis - Kurang sehat bagi pemulung sampah (<i>informal</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Dianjurkan pemisahan mulai dari sumber sampahnya

Jenis Pengolahan	Kelebihan	Kelemahan	Catatan
	berkurang, menghemat lahan pembuangan akhir		

Sumber: Rahmawati, 2019

2.1.9 Aspek Kelembagaan Dalam Pengelolaan Sampah

Aspek kelembagaan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 21/PRT/M/2006 menyebutkan bahwa lembaga atau instansi pengelola persampahan merupakan penggerak seluruh kegiatan pengelolaan sampah dari sumber sampah ke TPA. Setiap jabatan pada struktur organisasi pengelola sampah semestinya mempunyai beban kerja yang seimbang dan masing-masing bagian menggambarkan aktifitas utama dalam pengelolaan sampah seperti pengumpulan, pengangkutan, pembuangan akhir dan penyuluhan. Organisasi pengelola sampah harus memiliki sumber daya manusia yang dapat diandalkan dalam hal manajemen pengelolaan sampah dan teknis pengelolaan sampah. Berdasarkan SNI 3242-2008 penanggung jawab pengelolaan persampahan dilaksanakan oleh:

1. Swasta/developer dan atau;
2. Organisasi kemasyarakatan.
3. Sampah B3-rumah tangga ditangani khusus oleh lembaga tertentu

Tanggung jawab lembaga pengelola sampah permukiman adalah:

1. Pengelolaan sampah di lingkungan permukiman dari mulai sumber sampah sampai dengan TPS dilaksanakan oleh lembaga yang dibentuk/ditunjuk oleh organisasi masyarakat permukiman setempat.
2. Pengelolaan sampah dari TPS sampai dengan TPA dikelola oleh lembaga pengelola sampah kota yang dibentuk atau dibentuk oleh

pemerintah kota

3. Mengevaluasi kinerja pengelolaan sampah atau mencari bantuan teknis evaluasi kinerja pengelolaan sampah
4. Mencari bantuan teknik perkuatan struktur organisasi
5. Menyusun mekanisme kerjasama pengelolaan sampah dengan pemerintah daerah atau dengan swasta
6. Menggiatkan forum koordinasi asosiasi pengelola persampahan
7. Meningkatkan kualitas SDM berupa mencari bantuan pelatihan teknis dan manajemen persampahan ke tingkat daerah.
8. Untuk sampah B3-rumah tangga diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Susunan dan Tugas pengurus KSM TPS 3R, adalah bertanggung jawab dalam kegiatan pemeliharaan dan pengoperasionalan sarana dan prasarana TPS 3R. Peran pengurus KSM yang tercantum dalam Petunjuk Tenis TPS 3R adalah sebagai berikut:

- a. Mampu mengorganisasikan anggotanya dalam mendukung program kerja yang telah disepakati;
- b. Menjamin kepentingan pengguna dan mencari pemecahan masalah yang dihadapi
- c. Mampu melakukan hubungan kerja dengan lembaga lain
- d. Mampu menerapkan sanksi bagi pelanggar peraturan

Tugas pokok masing-masing seksi adalah:

1. Seksi Usaha Dana:

- a. Merencanakan tentang besarnya iuran anggota;
- b. Mengumpulkan iuran anggota;
- c. Mencari sumber dana diluar iuran warga;
- d. Membukukan uang iuran;
- e. Membuat laporan keuangan secara rutin

2. Seksi Operasi dan Pemeliharaan:

- a. Mengoperasikan sarana TPS 3R;

- b. Mengoperasikan dan memelihara sarana pengelolaan sampah;
 - c. Meningkatkan mutu pelayanan;
 - d. Melakukan pengujian sampel kompos
 - e. Mengelola sampah organik dan non-organik
3. Seksi Penyuluhan:
- a. Melakukan penyuluhan tentang pemilahan sampah di rumah tangga;
 - b. Mengembangkan sarana sampah rumah tangga yang disediakan;
 - c. Melakukan pemeliharaan terhadap sarana sampah rumah tangga yang disediakan serta melakukan perbaikan apabila ada kerusakan;
 - d. Melakukan kampanye tentang Kesehatan (PHBS) di rumah tangga dan lingkungan. (Petunjuk Teknis TPS 3R, 2017)

2.2 Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R

2.2.1 Definisi TPS 3R

Pengelolaan sampah dalam Modul Pengelolaan Sampah Berbasis 3R menyatakan sudah semestinya pengelolaan sampah melakukan pendekatan berbasis 3R (*reduce, reuse, recycle*) dan berbasis masyarakat, pengelolaan sampah secara terpadu dengan melaksanakan pengelolaan dimulai dari sumbernya. Pengertian 3R adalah upaya reduksi sampah yang meliputi kegiatan mengurangi (*reduce*), menggunakan kembali (*reuse*) dan mendaur ulang sampah (*recycle*).

Pengelolaan sampah dalam Undang-Undang No. 18 tahun 2008 pada Bab I pasal 1 ayat 3 menyatakan pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis dan berkelanjutan yang terdiri dari kegiatan pengurangan dan penanganan. Pengurangan sampah merupakan upaya untuk mengurangi jumlah sampah dengan kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, dan pendauran ulang di suatu kawasan yang akan diangkut dan diproses di TPA. Salah satunya menggunakan metode 3R merupakan kepanjangan dari *reduce, reuse* dan *recycle*.

a. *Reduce* (pengurangan sampah)

Reduce adalah kegiatan reduksi timbulan sampah di sumber. Reduksi dapat mengurangi toksisitas dari sampah yang ditimbulkan (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

b. *Reuse* (penggunaan kembali)

Reuse adalah upaya reduksi timbulan sampah dengan menggunakan kembali barang yang kemungkinan masih bisa terpakai sehingga tidak begitu saja menjadi sampah (Arisona, 2018).

c. *Recycle* (daur ulang sampah)

Daur ulang sampah dengan mendaur ulang bahan yang tidak berguna menjadi bentuk lain yang memiliki nilai ekonomis setelah dilakukan pengolahan. Daur ulang ini adalah faktor penting untuk membantu reduksi sampah di TPA yang diawali dengan pengumpulan di sumber sampah (Stiawan, 2018).

2.2.2 Kriteria TPS 3R

Ciri dan kriteria TPS 3R yang termuat di Buku Petunjuk Teknis TPS 3R Tahun 2017 adalah sebagai berikut:

- a. Kawasan memiliki tingkat kerawanan sampah yang tinggi, mengacu pada SSK dan data dari BPS;
- b. Lahan TPS 3R berada di wilayah administrasi yang sama dengan area pelayanan TPS 3R;
- c. Lahan TPS 3R adalah tanah milik Pemerintah setempat Kabupaten atau Kota, fasilitas umum, dan tanah milik desa;
- d. Ukuran tanah yang disediakan minimal 200 m²;
- e. Letak TPS 3R dekat tempat pelayanan daerah

Kriteria TPS 3R dalam Buku Petunjuk Teknis TPS 3R Tahun 2017 tidak jauh berbeda dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03 Tahun 2013 Pasal 30 mengenai Penyelenggaraan Prasarana

dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah yaitu:

- a. Luas TPS 3R $\leq 200 \text{ m}^2$;
- b. Tersedia tempat untuk pengelompokkan sampah paling sedikit 5 (lima) jenis sampah;
- c. TPS 3R dilengkapi dengan pengomposan sampah organik, ruang pemilahan, dan/atau unit penghasil gas bio, gudang, zona penyangga, dan tidak mengganggu estetika serta lalu lintas.
- d. Jenis pembangunan penampungan sisa pengolahan sampah di TPS 3R bukan merupakan wadah permanen;
- e. TPS dekat dengan wilayah pelayanan dalam radius tidak lebih dari 1 km dan mudah untuk diakses;
- f. Luas lokasi dan kapasitas TPS 3R sesuai kebutuhan;
- g. Tidak mencemari lingkungan sekitar TPS 3R; dan
- h. Memiliki jadwal pengumpulan dan pengangkutan.

2.2.3 Komponen TPS 3R

Berdasarkan Petunjuk Teknis TPS 3R. TPS 3R semestinya memiliki zona bangunan sebagai berikut:

- a. Zona penerimaan sampah
- b. Zona separasi sampah
- c. Zona pencacahan sampah organik maupun anorganik
- d. Zona komposting dengan cara yang terpilih
- e. Zona pematangan kompos
- f. Zona gudang untuk penyimpanan kompos dan residu
- g. Kantor dan memiliki fasilitas air bersih serta sanitasi

2.3 Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan perubahan populasi di suatu daerah yang terjadi sewaktu-waktu, dan dapat dihitung sebagai perubahan dalam jumlah individu dalam sebuah populasi menggunakan "per waktu unit" (Tarigan dkk., 2016). Menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 sebagai berikut:

2.3.1 Metode Aritmatik

Metode Aritmatik digunakan jika jumlah penambahan penduduk cenderung konstan tiap tahunnya.

$$P_n = P_o + r n \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan: P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_o = jumlah penduduk awal

n = periode waktu proyeksi

r = angka pertambah penduduk/ tahun

Persamaan diatas pindah dan menjadi:

$$P_n = P_o + r n$$

$$Y = a x + b$$

Keterangan: $P_n = y$ = jumlah penduduk pada tahun ke- n

$P_o = b$ = jumlah penduduk awal

$n = x$ = periode waktu proyeksi

$r = a$ = koefisien x

2.3.2 Metode Geometrik

Metode Geometrik ini dapat digunakan jika laju pertumbuhan penduduk meningkat dari tahun sebelumnya dan berubah dengan cara ekuivalen atau berganda.

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan: P_n = banyaknya penduduk pada tahun ke- n

P_o = banyaknya penduduk pada tahun awal

n = periode perhitungan/jumlah interval

r = nilai pertumbuhan penduduk tiap tahun

Rumus diatas pindah dan menjadi:

$$\log P_n = \log P_o + n \log (1 + r)$$

$$\log y = a \log x + \log b$$

Keterangan: $\log P_n = y$ = Angka penduduk pada tahun n

$\log P_o = b$ = koefisien

$\log n = x$ = tahun penduduk yang akan dihitung

$r = a$ = koefisien x

2.3.3 Metode *Least Square*

Berfungsi sebagai garis lurus yakni angka peningkatan penduduk yang lalu dan menyajikan kecenderungan garis lurus atau *linear* walaupun penambahan penduduk tidak selalu meningkat.

$$P = a + (b \times t) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan: p = angka variabel

t = variabel independen

a = konstanta

b = koefisien arah regresi linier

dengan persamaan:

$$a = \frac{\{(\sum p)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum p.t)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

$$b = \frac{\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}}$$

Harga koefisien korelasi yang tepat yakni angka yang mendekati angka satu. Persamaannya antara lain sebagai berikut:

$$r = \frac{\{n(\sum p.t) - (\sum t)(\sum p)\}}{\{n(\sum t^2) - (\sum t)^2\}\{n(\sum p^2) - (\sum p)^2\}^{0,5}} \dots \dots \dots (2.4)$$

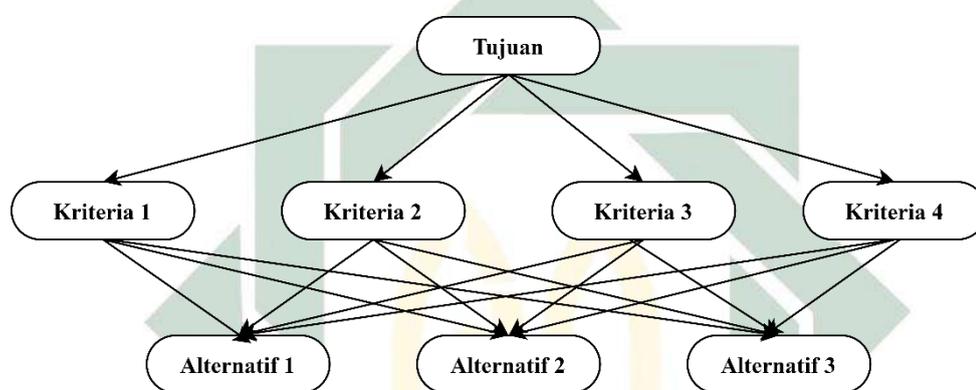
Keterangan: n = jumlah data

2.4 *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Metode AHP merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang diperkenalkan oleh Saaty pada tahun 1980. Metode ini diawali dengan pembentukan hierarki pohon menggunakan analisis hierarki. Pohon hierarki adalah representasi grafis dari masalah yang kompleks. Di atas adalah tujuan utama dari masalah, dan di tingkat berikutnya adalah kriteria, subkriteria, dan opsi (Shahnazari *et al.*, 2020).

AHP adalah analisis yang dapat digunakan apabila banyak aspek yang butuh dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan. Dengan memakai AHP hingga proses pengambilan keputusan bisa dilakukan dipecah menjadi sebagian tingkatan hierarki, serta dengan memakai berpasangan

perbandingan di tiap tingkatan, keputusan bisa terbuat berdasarkan pengetahuan serta pengalaman banyak pakar (Saaty, 1996). Kelas pengambilan keputusan ditentukan dengan pada sesi awal, yang bisa jadi sangat banyak langkah berarti dalam pelaksanaan AHP. Sesi kedua mengumpulkan penilaian informasi memakai perbandingan berpasangan antara faktor- faktor pengambilan keputusan, serta pula menggambar matriks lewat berpasangan perbandingan dalam subkelas yang didedikasikan untuk menyelesaikan tujuan dari tiap-tiap aspek (Kim *et al.*, 2013). Struktur hirarki kriteria dan alternatif dapat dilihat pada **Gambar 2.1** di bawah ini:



Gambar 2.1 Struktur Hierarki Kriteria dan Alternatif AHP

Pengolahan data untuk menemukan strategi optimalisasi menggunakan alat bantu *software Expert Choice V.11*. *Software Expert Choice* adalah *software* atau *tool* untuk membantu pengambilan keputusan. *Expert Choice V.11* yang sangat mudah dioperasikan dengan interface yang sederhana memiliki opsi bagi pengambil keputusan untuk input data-data kriteria, beberapa alternatif pilihan, sampai dengan penentuan tujuan yang digambarkan dengan grafik dua dimensi (Handayani, 2015). Aplikasi *Expert Choice* sangat memudahkan analisa permasalahan dalam pengambilan keputusan dengan alternatif yang banyak dan hirarki yang multi-level sehingga tidak perlu menghitung bobot secara manual, tingkat kesalahan dalam perhitungan pun akan terminimalisir.

2.5 Integrasi dengan perspektif Islam

Ajaran Islam tentang kesehatan lingkungan dan pengelolaan sampah dapat dilihat dari berbagai ajaran Islam, salah satunya dari hadist Riwayat Muslim sebagai berikut:

الطُّهُورُ شَطْرُ الْإِيمَانِ

Artinya: “Bersuci itu sebagian dari keimanan.” [HR. Muslim]

Ini berarti bahwa, sekitar 50% dari kewajiban agama seseorang adalah untuk membersihkan dan memelihara gaya hidup higienis, meliputi tubuh, pakaian, rumah, mulut dan aspek kebersihan lain yang diperlukan (Mohd Omar *et al.*, 2018)

Sebuah hadist yang diriwayatkan oleh Abu Hurairah bahwa Nabi Muhammad SAW berkata:

“Ketika seseorang sedang berjalan, dan di jalan dia menemukan cabang berduri dan dia memindahkannya ke tepi. Allah menghargai perbuatan itu dan memberi maghfirah padanya.” (Sahih Al-Bukhari hadits ke 2340, Sahih Muslim hadits ke 1914)

Pada hadist diatas Rasulullah menganjurkan untuk menyingkirkan gangguan di jalan agar tidak menyakiti orang yang melintas. Pola pikir mulia tersebut dapat diaplikasikan juga pada masalah sampah yang kita hasilkan. Jangan sampai kita membuat “gangguan” pada lingkungan akibat perilaku kita yang tidak bisa bertanggung jawab atas sampah yang kita hasilkan tersebut (cakoyong, 2021). Penurunan kualitas lingkungan atau kerusakan lingkungan tidak hanya berdampak pada lingkungan dan manusia itu sendiri tetapi bisa berdampak pada manusia dan makhluk hidup. Contohnya saja apabila kegiatan membuang sampah sembarangan dilakukan oleh penduduk di hulu maka dampak yang ditimbulkan akan sampai pada penduduk hilir. Hal tersebut sesuai dengan hadist sebagai berikut:

Abu Sa'id al-Khudri meriwayatkan Nabi Muhammad SAW bersabda, “Janganlah kalian bertindak yang menyebabkan kerusakan/bahaya (bagi

pihak lain), atau tindakan kerusakan/bahaya (bagi diri sendiri). Barangsiapa mencelakai orang lain, maka Allah akan mencelakakannya. Barangsiapa yang keras terhadap orang lain, maka Allah akan keras pula kepadanya.” (al-Sunan al-Kubra, hadits ke 11070).

2.6 Penelitian Terdahulu

Acuan penelitian dalam optimalisasi TPS 3R Tampomas disajikan pada **Tabel 2.9** sebagai berikut:

Tabel 2.9 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
1	<i>Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas</i> (2020)	Doris Knickmeyer	Penelitian ini menekankan relevansi dan pertimbangan faktor-faktor sosial yang mendasar dalam hal keberhasilan implementasi MSWMS. Kompilasi pengaruh yang saling bergantung pada kinerja daur ulang di daerah perkotaan menyoroti perlunya perencanaan yang baik dan strategi perubahan perilaku yang dirancang dengan cermat. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku sosial dan hambatan untuk mendaur ulang dapat sangat berbeda antar daerah perkotaan. Mereka harus diselidiki secara mendalam sebelum penerapan intervensi dan sistem baru - kemudian

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			<p>diuji dan dipantau. Sintesis pendekatan demografis, situasional, psikologis, keuangan dan hukum harus diseimbangkan agar sesuai dengan konteks lokal.</p>
2	<p>Perencanaan Studi Timbulan, Komposisi dan Potensi Daur Ulang Sampah di TPS 3R Kota Sukabumi (2019)</p>	<p>Dini Rahmawati</p>	<p>Tujuan penelitian untuk mengetahui timbulan, komposisi dan potensi daur ulang sampah beserta teknologi pengolahan sampah yang tepat di TPS 3R Kota Sukabumi. Hasil pengukuran sampel didapatkan rata-rata timbulan sampah total sebanyak 503,605 kg/hari dengan hasil setiap orang menghasilkan sampah 2,43 liter/orang/hari atau 0,50 kg/org/hari. TPS 3R Kota Sukabumi menghasilkan sampah organik sebesar 72,54% dengan komposisi sampah anorganik sebesar 27,46%. Densitas sampah sebesar 211,37 kg/m³. TPS 3R Kota Sukabumi berpotensi melakukan pengomposan sebesar 80% untuk sampah organik, 30-34% sampah anorganik dan 20% residu.</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			<p>Hasilnya didapat rekomendasi teknologi pengolahan sampah di TPS 3R Kota Sukabumi berupa komposting dengan metode windrow komposting dan daur ulang sampah. Memaksimalkan kegiatan 3R dengan bank sampah.</p>
3	<p><i>Recycling of Communal Waste: Current State and Future Potential for Sustainable Development in the EU (2019)</i></p>	<p>Marcela Taušová, Eva Mihalíková, Katarína Culkov, Beáta Stehlíková, Peter Tauš, Dušan Kudelas, dan L'ubomír Štrba</p>	<p>Konsumsi sumber daya yang konstan memberikan tekanan pada lingkungan. Dalam hal ini, pengelolaan sampah semakin mendapat perhatian dari sudut pandang ekonomi sirkular. Uni Eropa menangani aspek-aspek tersebut, berusaha mempertahankan daya saing jangka panjang dan menyediakan pembangunan berkelanjutan sesuai dengan semua aspek lingkungan terkait. Makalah ini berfokus pada evaluasi produksi sampah komunal di 36 negara Uni Eropa. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi keberhasilan upaya negara-negara untuk menurunkan produksi limbah dan meningkatkan laju daur ulang..</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			<p>Hasil analisis cluster menunjukkan bahwa meskipun undang-undang pengelolaan limbah UE jelas, negara-negara anggota UE memiliki sistem pengelolaan sampah yang berbeda secara signifikan di tingkat nasional. Namun, secara umum, kami dapat melihat korelasi positif antara timbulan sampah dan laju daur ulang. Meskipun Malta, Austria, Yunani, dan Norwegia mencatat penurunan tingkat daur ulang sampah selama beberapa tahun terakhir, beberapa negara (Slovakia, Polandia, Republik Ceko, Latvia, Lituania) memiliki tingkat daur ulang yang jauh lebih rendah disertai dengan pajak TPA yang rendah. Evaluasi produksi dan daur ulang sampah dapat digunakan untuk kebijakan pemerintah di bidang pengelolaan sampah, serta untuk komunitas individu yang menangani sampah komunal.</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
4.	Evaluasi Operasional dan Pengembangan TPS 3R di Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar (2019)	Agung Stiawan	<p>Penelitian ini mengevaluasi empat depo 3R/TPS 3R. Hasil evaluasi TPS 3R Palasari adalah satu-satunya depo 3R yang dapat melakukan pengomposan pada tahun 2027, dengan jumlah terbatas dengan luas 546,88 m² yang dapat mengolah sampah sebanyak 4.004,15 kg/hari, Depo 3R Restu Bumi Alam Serangan dengan luas 650 m² dapat mengolah sampah sebanyak 10.333,38 kg/hari. Depo 3R Cemara memiliki luas 1.182,85 m² dapat mengolah sampah sebanyak 19.305,65 kg/hari. Depo 3R Citarum seluas 378,68 m² dengan jumlah sampah yang dapat diolah 5.513,09 kg/hari. Strategi pengembangan berfokus pada penambahan pemilah, dukungan finansial dari desa/kelurahan serta meningkatkan jumlah sumber daya manusia untuk mengelola TPS.</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
5.	<p><i>An Overview Solid Waste Management Toward Zero Landfill: A Swedish Model</i> (2019)</p>	<p>Kim Bolton dan Kamran Roustia</p>	<p>Menjelaskan pentingnya pengelolaan limbah yang tepat untuk mendekati nol limbah. Pengelolaan limbah yang tepat akan membuka jalan menuju ekonomi sirkular, dengan berbagai jenis limbah akan diolah pada tingkat yang tepat dalam hierarki limbah. MSW sangat kompleks karena mengandung banyak fraksi seperti makanan, logam, kertas, plastik, bahan berbahaya, dan sampah besar. Pecahan ini perlu disortir agar dapat diakses untuk penggunaan kembali, daur ulang, atau pemulihan energi yang efisien. Di Swedia, penyortiran ini dilakukan di sumbernya. Pelaku, seperti rumah tangga, diwajibkan untuk memilah sampah mereka di tempat sampah dihasilkan, misalnya di rumah. Penerapan yang tepat dari sistem pengelolaan limbah di Swedia, termasuk pendidikan, undang-undang, dan pajak, telah menyebabkan penurunan yang</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			<p>besar dalam penimbunan limbah dan akibatnya meningkatkan daur ulang bahan dan pemulihan energi. Perubahan kebiasaan dan budaya warga Swedia mengharuskan sistem pengelolaan sampah terus dimodifikasi dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan rumah tangga.</p>
6.	<p>Evaluasi Pengolahan Sampah dan Pengembangan Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) Menjadi Tempat Pengolahan Sampah (TPS 3R) di Desa Ngampelsari, Kabupaten Sidoarjo (2019)</p>	<p>Nanda Panji Fadhlullah</p>	<p>Evaluasi di TPS Ngampelsari menghasilkan data rerata densitas 159,84 kg/m³ dengan timbulan sampah 1611,96 kg per hari. Pengolahan sampah organik potensi nilai ekonominya Rp.161.001,-/hari dan sampah anorganik yang bisa dijual Rp. 51.516,-/hari - Rp. 909.088,-/hari. Membutuhkan lahan seluas 305,6 m² dengan rincian 293,6 m² untuk komponen utama dan 12 m² untuk komponen penunjang agar dapat menampung sampah sampai tahun 2028.</p>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
7.	Perencanaan Teknis Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Kecamatan Jekan Raya Kota Palangkaraya (2018)	Nur Lailis Aprilia	Kecamatan Jekan Raya memiliki jumlah timbulan sampah sebanyak 2,94 m ³ per orang per hari dengan rerata komposisi sampah organik mudah membusuk 44,3%, sampah organik tidak mudah membusuk 1,3%, dan sampah anorganik 54,5%. Timbulan sampah yang ditampung sebesar 6 m ³ per hari dengan wilayah pelayanan adalah Kelurahan Menteng yang merupakan wilayah rawan sanitasi persampahan dengan jumlah penduduk terlayani sebanyak 2.102 jiwa.
8.	Kajian Kelayakan dan Pengembangan TPS dan TPS 3R di Kecamatan Pare Kabupaten Kediri (2018)	Monica Dewi	Kecamatan Pare memiliki 7 TPS dan 1 TPS 3R dengan cakupan pelayanan 35-55,97%. Dalam pengelolaannya masih butuh bantuan dari pemerintah. KSM TPS juga belum optimal dalam menjalankan TPS 3R. Hasil penelitian TPS 3R Tulungrejo masih mampu berkembang di tahun 2027 dengan luas bangunan ±317 m ² sementara untuk luas hasil analisa sebesar

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			±312,91 m ² dan sampah yang diolah 2999,72 kilogram per hari. Kecamatan Pare membutuhkan TPS tambahan 6 unit.
9.	Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu Studi Kasus: Kelurahan Palabuhanratu, Kecamatan Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat (2017)	M. Permana Laksana, Budi Prasetyo.Sama dikun, Ika Bagus Priyambada	Tingginya laju pertumbuhan penduduk, ekonomi dan pembangunan di Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat akan berjalan seiring dengan meningkatnya sampah yang dihasilkan dari aktifitas manusia. Kurangnya reduksi sampah dari hulu juga dapat mengakibatkan penumpukan sampah di TPA. Perencanaan pengelolaan sampah dengan cara mereduksi sampah dari hulu sangat perlu dilakukan. Kelurahan Palabuhanratu telah memiliki bank sampah yaitu Bank Sampah Ratu Indah tetapi wilayah pelayanannya masih terbatas sehingga tidak begitu memberikan dampak mereduksi sampah dari hulu secara signifikan. Pengelolaan sampah di Kelurahan Palabuhanratu masih bertumpu pada pola lama, yaitu sampah

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			dikumpulkan dari sumber dan diangkut ke TPS atau dibuang langsung ke TPA oleh petugas pengambil sampah. Sehingga konsep pengelolaan sampah terpadu (TPS 3R) dapat diintegrasikan dengan bank sampah harapannya sampah yang akan dibuang ke TPA akan menjadi lebih sedikit.
10	<i>Application of Delphi-AHP methods to select the priorities of WEEE for recycling in a waste management decision-making tool</i> (2013)	Mincheol Kim, Yong-Chul Jang, Seunguk Lee	Pembobotan kuantitatif dari model AHP dihitung mengidentifikasi prioritas produk listrik dan elektronik yang berpotensi diatur. Setelah menerapkan semua kriteria menggunakan model AHP, hasilnya menunjukkan bahwa 10 produk daur ulang target teratas untuk perluasan daftar WEEE ditemukan menjadi penyedot debu, kipas angin listrik, penanak nasi, freezer besar, oven microwave, pemurni air, pemurni udara, pelembab udara, pengering, dan telepon secara berurutan dari yang pertama Metode Delphi-AHP yang diusulkan dapat menawarkan cara yang

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Ringkasan
			<p>lebih efisien untuk memilih WEEE daripada metode penilaian subjektif yang seringkali didasarkan pada penilaian profesional atau data yang tersedia terbatas. Metode Delphi-AHP yang diusulkan dapat menghilangkan ketidakpastian dan penilaian subjektif dan memungkinkan pembuat kebijakan manajemen WEEE untuk mengidentifikasi prioritas. Secara lebih umum, pekerjaan yang dilakukan penelitian ini adalah contoh bagaimana Delphi-AHP pemodelan dapat digunakan sebagai alat proses pengambilan keputusan dalam manajemen WEEE.</p>

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan dengan tujuan agar proses pengerjaan berjalan secara sistematis dan terarah. Metode dalam penelitian optimalisasi TPS 3R ini yaitu deskriptif kuantitatif untuk mengetahui strategi pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas berdasarkan timbulan, densitas, komposisi, *recovery factor* dan *mass balance* sampah rumah tangga Kota Sukabumi. Penelitian ini juga membahas aspek kelembagaan TPS 3R Tampomas seperti legalitas kelembagaan dan sumber daya manusia KSM Tampomas dengan pengisian kuisioner. Data yang diperoleh akan menjadi bahan strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas dengan pengembangan dari aspek teknis pengolahan sampah dan aspek kelembagaannya.

3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga bulan Oktober 2021. Dalam rentang waktu tersebut dilakukan kegiatan survei lapangan, wawancara, pengambilan sampel, olah data, merencanakan strategi optimalisasi TPS 3R dan penyusunan laporan.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi sampling timbulan sampah rumah tangga dilakukan di Kota Sukabumi di 3 lokasi sebagai berikut

- a. *Low income* : Kelurahan Gedong Panjang, Kecamatan Citamiang
- b. *Middle income* : Perum Baros Kencana, Kelurahan Baros, Kecamatan Baros
- c. *High income* : Griya Selabumi Indah Estate, Kelurahan Sriwedari, Kecamatan Gunungpuyuh

Peta lokasi sampling dapat dilihat pada **Gambar 3.1**. Lokasi TPS 3R Tampomas di Perum Baros, Jalan Nilam Raya No. 176 Kel. Baros, Kec. Baros, Kota Sukabumi. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.2**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Judul Gamber
LOKASI TPS 3R TAMPOMAS

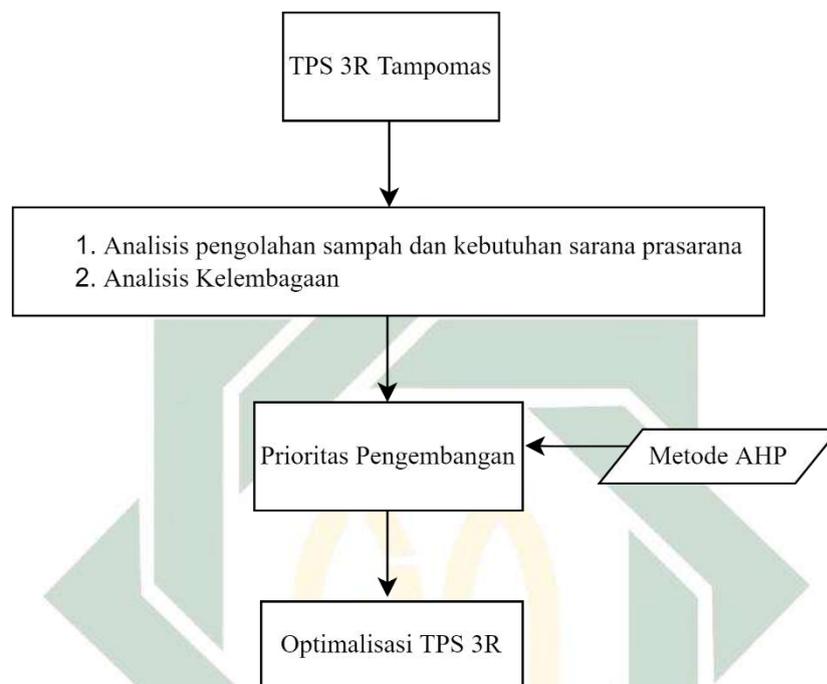
Keterangan
 TPS 3R TAMPOMAS

Nama Mahasiswa	Nomor Induk
Deff Arland	H08217004
Skala Gamber	Nomor Gamber
Tanpa Skala	1
Tanggal Digambar	Tanggal Diperiksa
Dosen Pembimbing	
1. Arqowi Pribeidi, M.Eng 2. Dyah Ratri N, M.T	

Gambar 3.2 Lokasi TPS 3R Tampomas

3.4 Kerangka Pikir

Penelitian ini memiliki kerangka pikir dengan beberapa tahapan pekerjaan. Kerangka pikir optimalisasi pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas dapat di lihat pada **Gambar 3.3**

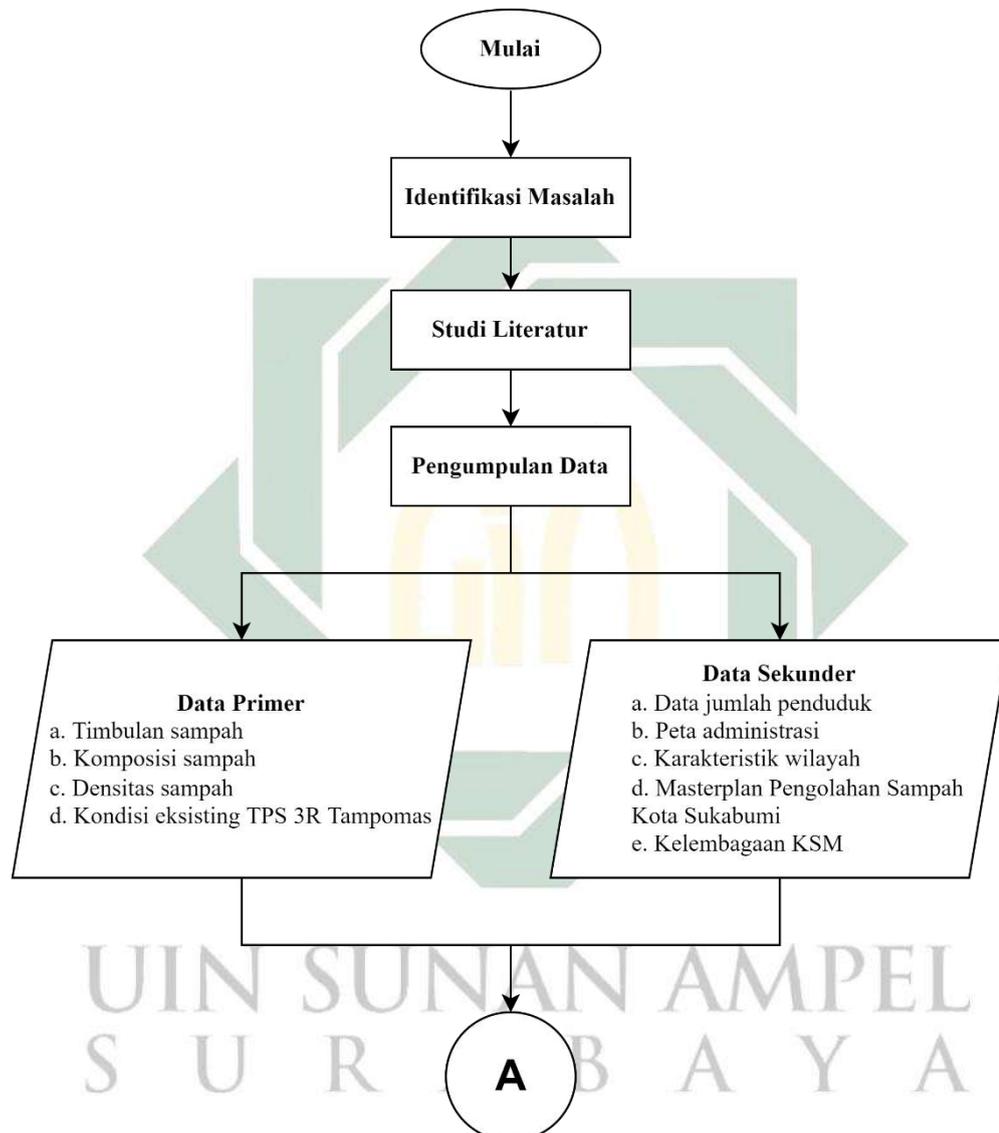


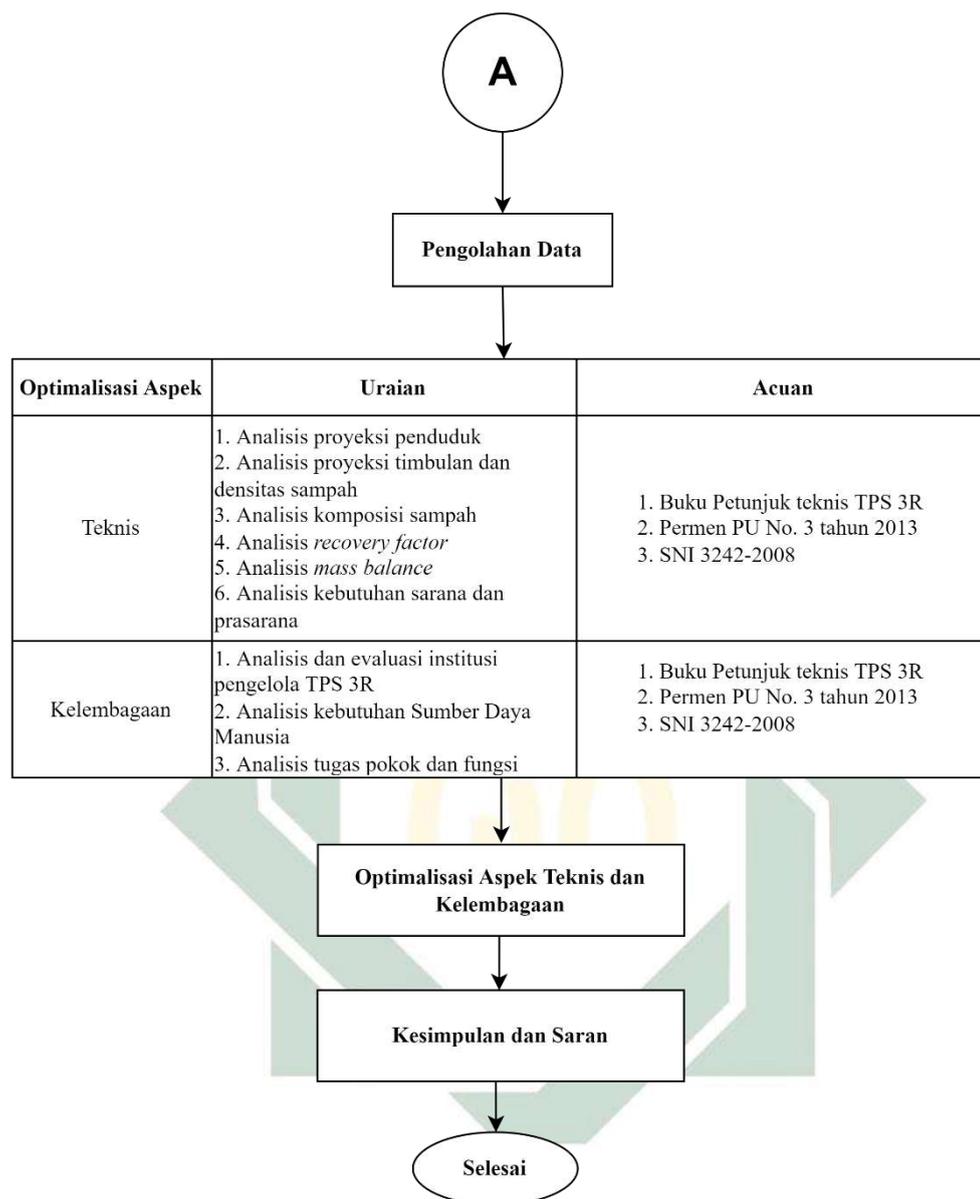
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Penelitian ini memiliki kerangka pikir yaitu analisis aspek teknis dan kelembagaan dari TPS 3R Tampomas dengan instrumen pengembangan menggunakan metode AHP yang nantinya dapat menjadi strategi pengembangan dan menghasilkan *output* yang dapat dijadikan sebagai dasar perencanaan *layout*.

3.5 Tahapan dan Metode Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tiga tahapan yang dilakukan. Tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap penyusunan laporan yang dapat digambarkan dalam diagram alir pada **Gambar 3.4**





Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

3.5.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan dilakukan dengan studi literatur yang sesuai dengan penelitian yang akan dijalankan. Pada tahapan ini juga dilakukan proses administrasi untuk persetujuan penelitian pada lokasi yang akan diteliti.

3.5.2 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan dilakukan dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Tujuan dari data primer untuk mengetahui jumlah

timbulan dan komposisi sampah perkotaan data yang didapatkan akan menjadi bahan pertimbangan tahap selanjutnya terkait strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas.

3.5.2.1 Optimalisasi Aspek Teknis

1. Data Timbulan Sampah

a. Menentukan Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi Pengambilan sampel sampah dilakukan dengan persentase tingkat pendapatan masyarakat persentase mengacu pada SNI 19-3964-1994 (proporsi *high income* 25%, *middle income* 30%, dan *low income* 45%).

b. Menentukan Jumlah Sampel

Jumlah sampel ditentukan dengan Rumus Slovin sebagai berikut:

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

Dimana: n = Ukuran sampel

N = Ukuran populasi

e = Batas toleransi kesalahan sebesar 5% (*error tolerance*)

c. Mempersiapkan Peralatan Pengambilan Sampel

1. Kantong plastik (*trash bag*);
2. Kotak ukur densitas ukuran 40 liter (20 cm x 20 cm x 100 cm);
3. Timbangan mekanik gantung (0 – 5) kg dan (0 – 100) kg;
4. Sarung tangan;
5. Masker;
6. Tali untuk pengait plastik ke timbangan

d. Membagikan kantong plastik ke setiap rumah yang telah ditentukan sebagai sampel sehari sebelum pelaksanaan sampling.

e. Pengambilan Sampel

Cara pengambilan sampel dilakukan di sumber sampah dan kemudian mengangkat sampah tersebut ke tempat pengukuran (TPS). Pengukuran terdiri dari berat, densitas dan komposisi.

f. Frekuensi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan selama delapan (8) hari berturut-turut termasuk hari kerja dan hari libur yang dimulai pada pukul 06.00 WIB hingga selesai.

2. Data Densitas Sampah

Densitas diukur dengan bantuan bak ukur 40 liter (20 cm x 20 cm x 100 cm) sesuai dan pengukuran mengikuti metode SNI 19-3964-1994. Mulanya menimbang kotak pengukur terlebih dahulu untuk mendapatkan berat kotak pengukur kemudian memasukkan sampah ke kotak pengukur densitas 40 liter. Angkat bak ukur yang berisi sampah ±20 cm dan kemudian dijatuhkan ke permukaan. Kegiatan tersebut diulangi sebanyak tiga kali. Lakukan pencatatan berat dan volumenya. Perhitungan densitas menggunakan rumus berikut:

$$\text{Densitas} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Berat sampah (kg)}}{\text{Volume Sampah} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\text{Rerata} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{Densitas hari 1} + \dots + \text{Densitas hari 8}}{8 \text{ hari}} (3.3)$$

3. Data Komposisi Sampah

Komposisi sampah dilakukan setelah mencari densitas sampah. Data komposisi ini didapat dengan pemilahan nantinya sampah per komposisi tersebut

setiap harinya dihitung beratnya selama waktu 8 hari sampling. Pengelompokan komposisi sampah pada penelitian ini mengambil acuan dari Laporan Neraca Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Kota Sukabumi Tahun 2019-2020.

Tahapan pelaksanaan untuk kebutuhan data primer dapat dilihat pada **Tabel 3.1** sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Primer Penelitian

No	Data Primer	Metode	Sumber
1	Jumlah timbunan sampah	Pengukuran secara langsung di sumber sampah selama delapan (8) hari berturut-turut	SNI 19-3964-1994 dengan <i>stratified random sampling</i>
2	Komposisi sampah	Pengukuran secara langsung di sumber sampah selama delapan (8) hari berturut-turut	
3	Densitas sampah	Pengukuran secara langsung di sumber sampah selama delapan (8) hari berturut-turut	
3	Kondisi eksisting TPS 3R Tampomas	Pengamatan langsung, pengukuran langsung Wawancara dan Kuisisioner	KSM Tampomas

Data sekunder didapatkan dari dokumen yang dikumpulkan dari instansi atau dinas terkait maupun referensi jurnal dan lain-lain. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat dilihat di **Tabel 3.2** di bawah ini:

Tabel 3.2 Data Sekunder

Nomor	Data Sekunder	Sumber Data
1	Data Kependudukan	a. Kota Sukabumi Dalam Angka (2006-2020), Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi b. Kecamatan Baros Dalam Angka (2020), Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi
2	Data Peta Administrasi	a. Peta Kota Sukabumi: Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Sukabumi dalam Buku Rencana Program Investasi Jangka Menengah (RPIJM) Kota Sukabumi Tahun 2015 – 2019 c. Peta Kecamatan Baros: Peraturan Wali Kota Kota Sukabumi No. 32 Tahun 2018 Tentang Batas Wilayah Administrasi Kecamatan Baros Kota Sukabumi
3	Data Karakteristik Wilayah Kecamatan Baros	Kecamatan Baros Dalam Angka (2020), Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi
4	<i>Masterplan</i> Pengolahan Sampah Kota Sukabumi	a. Neraca Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah Kota Sukabumi (2019-2020), Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi b. Laporan Akhir Studi Potensi Timbulan Sampah Kota Sukabumi (2021), DLH Kota Sukabumi c. Rencana Strategis Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi Tahun 2018-2023
5	Kelembagaan Pengelola Persampahan	Surat Keputusan Lurah Baros Nomor 583/01/05.1001 Tahun 2015 Tentang Bank

Nomor	Data Sekunder	Sumber Data
		Sampah KSM Tampomas

3.5.3 Tahapan Pengolahan Data

3.5.3.1 Optimalisasi Aspek Teknis

1. Data Proyeksi

Menghitung proyeksi timbulan sampah mengacu pada Permen Pekerjaan Umum (PU) No.18 Tahun 2007 dengan menggunakan tiga metode sebagai berikut:

a. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + r_n \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana, P_n adalah populasi setelah n dekade dan P adalah populasi saat ini.

b. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots \dots \dots (3.5)$$

Dimana, P_n adalah populasi pada dekade ke- n ; P_o adalah jumlah populasi pada dekade awal; n adalah jumlah interval, dan r adalah angka pertambahan populasi/ tahun

c. Metode *Least Square*

$$P = a + (b.t) \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana p adalah nilai variable; t adalah variabel independen; a adalah konstanta dan b adalah koefisien dari regresi linier

Hasil proyeksi jumlah penduduk dapat menjadi cara untuk mengetahui nilai besarnya timbulan sampah pada sepuluh tahun mendatang. Penulisan rumus matematisnya sebagai berikut:

$$Q_n = Q_t (1+P) \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan: Q_n : Volume sampah di tahun yang akan datang

Q_t : Volume sampah di tahun awal perhitungan

P : Perubahan pertambahan atau pengurangan penduduk

2. Data Recovery Factor

Perhitungan *Recovery factor* ialah perihal penting/krusial dari TPS 3R, sebab nilai *rf* menampilkan persentase (%) sampah yang bisa dimanfaatkan kembali entah sebagai bahan baku komposting, atau dijual kembali pada masing-masing jenisnya. Ada pula perhitungan *recovery factor (rf)* yang digunakan berikut:

Tabel 3.3 Perencanaan *Recovery Factor* Sampah

Bahan	%	Sumber
Organik	80	Tchobanoglous <i>et al</i> , 1993
HDPE & PET	80	Kreith & Tchobanoglous, 2002
Plastik Mix	80	
Kertas	50	
Logam	80	Trihadiningrum dkk, 2006
Gelas/Kaca	70	

3. Data Mass Balance

Perhitungan *mass balance* berguna dalam merencanakan sarana penunjang pendaur ulangan sampah semacam TPS 3R. Hasil penganalisaan *mass balance* bersumber pada banyaknya sampah yang masuk, jenis

komponen sampah yang pasti berpengaruh pada nilai daur ulangnya. Gambaran data ini diwujudkan dengan diagram untuk memberi gambaran yang lebih jelas.

4. Kebutuhan Sarana dan Prasarana

Tujuannya adalah mengenali kebutuhan teknologi dan fasilitas prasarana di TPS 3R Tampomas yang cocok dengan kebutuhan di TPS 3R tersebut. Data ini ditentukan berdasarkan perhitungan timbulan sampah pada tahap sebelumnya.

3.5.3.2 Optimalisasi Aspek Non Teknis (Kelembagaan)

Analisis kelembagaan ini di analisis dengan mengkaji:

- a. Tugas pokok serta guna lembaga di TPS 3R Tampomas yang sesuai terjadi di lapangan.
- b. Keadaan sumber daya manusia dari sisi kuantitas ataupun mutu yang berkaitan dengan operasional TPS 3R Tampomas.
- c. Tata kelola penyelenggaraan/operasional TPS 3R

3.5.3.3 Penentuan Prioritas

Hasil dari penilaian kedua aspek (teknis dan kelembagaan) menjadi acuan guna penentuan rencana optimalisasi. Formulasi serta penentuan prioritas strategi optimalisasi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Ada pula tahapan dalam penataan AHP sebagai berikut:

1. Menyusun hierarki untuk AHP
2. Menyusun Kuisisioner

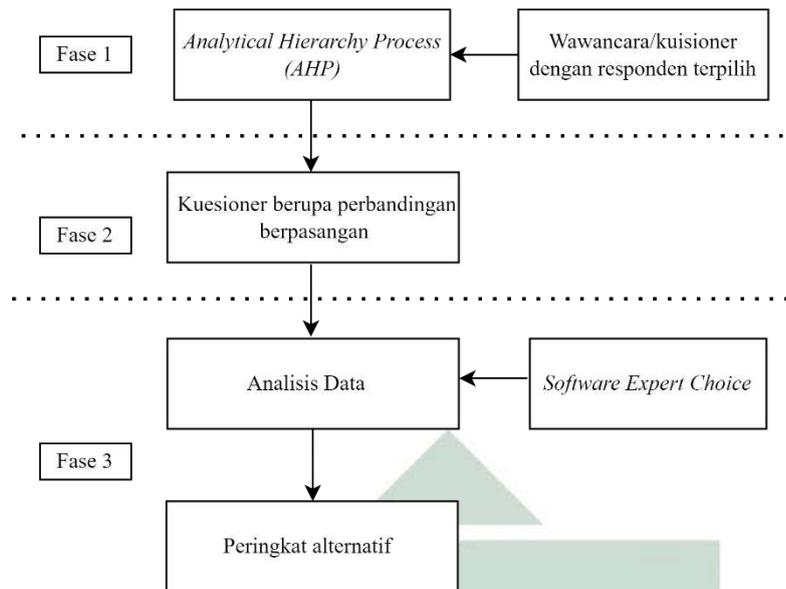
Data kuisisioner disini berfungsi sebagai alat bantu dalam penentuan strategi optimalisasi. Pengumpulan data dilakukan melalui kuisisioner yang diisi oleh para ahli atau orang yang berpengalaman terkait pengelolaan sampah

pada tempat yang dimaksud (Shahnazari *et al.*, 2020). Pada penelitian ini responden kuisioner berasal dari orang yang mempunyai wawasan mengenai TPS 3R (Stiawan, 2018). Penyusunan kriteria dalam kuisioner mengacu kriteria TPS 3R yang termuat dalam Petunjuk Teknis Tempat Pengolahan Sampah 3R yang diterbitkan oleh Kementerian PUPR. Berikut daftar responden yang memiliki wawasan terkait TPS 3R Tampomas:

- a. Kepala Bidang (Kabid) Pengelolaan Sampah, Limbah B3, Peran Serta Masyarakat Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi
 - b. Ketua seksi peran serta masyarakat Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi
 - c. Ketua KSM Tampomas
 - d. Petugas Pemilah Sampah KSM Tampomas
3. Dari data yang didapatkan berdasarkan hasil kuisioner selanjutnya akan dilakukan analisis. Analisis tersebut akan menghasilkan *output* alternatif optimalisasi mengacu dari penilaian tingkat kepentingan dari responden. Diagram alir tahapan metode AHP dapat dilihat pada

Gambar 3.5

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.5 Diagram Alir Tahapan AHP
Sumber: Shahnazari *et al.*, 2020

Langkah pertama dari penyusunan kuisisioner adalah menentukan isi dari kuisisioner yang nantinya akan diberikan pada responden untuk mengisi dengan metode perbandingan berpasangan antar kriteria, Kriteria dan alternatif dalam kuisisioner mengacu pada kriteria TPS 3R yang termuat dalam Petunjuk Teknis. Langkah selanjutnya data yang sudah didapatkan akan dimasukkan ke *software expert choice* dengan hasil akhir dapat mengetahui tingkat kepentingan dari setiap kriteria maupun alternatif.

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH PERENCANAAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Kota Sukabumi

Kota Sukabumi terletak di kaki Gunung Gede dan Gunung Pangrango yang berjarak 120 km dari Jakarta tepatnya di selatan Jawa Barat dengan titik koordinat $106^{\circ}45'50''$ Bujur Timur dan $106^{\circ}45'10''$ Bujur Timur, $6^{\circ}50'44''$ Lintang Selatan. Ketinggian dari permukaan air laut 584 meter dan memiliki luas daratan 48,33 km². Kota Sukabumi terbagi menjadi 7 kecamatan diantaranya Kecamatan Lembursitu, Warudoyong, Gunungpuyuh, Cikole, Citamiang, Cibeureum, dan Baros. Batas Kota Sukabumi sebelah utara adalah Kecamatan Sukabumi, Kabupaten Sukabumi. Batas sebelah selatan adalah Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi. Batas sebelah Barat adalah Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi. Batas sebelah timur adalah Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Sukabumi (BPS Kota Sukabumi, 2021).

4.2 Gambaran Umum Wilayah Kecamatan Baros

Kecamatan Baros adalah salah satu kecamatan di Kota Sukabumi yang berlokasi di sebelah selatan kaki Gunung Gede tepatnya di $6^{\circ}49' - 7^{\circ}49'$ LS dan $106^{\circ}45'' - 106^{\circ}50'$ BT dengan kondisi struktur tanah tidak rata (naik dan turun) kemiringannya mencapai 0%-3% di selatan dan 3%-8% di utara. Kecamatan Baros ini memiliki ketinggian 550 meter hingga 750 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Baros terbagi menjadi 4 kelurahan yaitu Kelurahan Baros, Sudajaya Hilir, Jayamekar, dan Jayareksa dengan total penduduk yang bermukim di Kecamatan Baros sebanyak 37.575 jiwa dengan jumlah penduduk mendominasi di Kelurahan Baros sebanyak 17.593 jiwa. Batas Kecamatan Baros sebelah timur Kecamatan Cibeureum dan Kecamatan Sukaraja Kabupaten Sukabumi. Batas sebelah selatan Kecamatan Lembursitu dan Kecamatan Nyalindung Kabupaten Sukabumi. Batas sebelah utara Kecamatan Citamiang dan Kecamatan Cibeureum. Batas sebelah barat Kecamatan Lembursitu (BPS, 2021). Peta Kecamatan Baros dapat dilihat pada **Gambar 4.1** dibawah ini:

4.3 Kondisi Eksisting TPS 3R Tampomas

TPS 3R Tampomas menjadi TPS 3R aktif di Kota Sukabumi dengan jumlah volume sampah paling tinggi per harinya dibanding dengan TPS 3R aktif lainnya. Data Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi mencatat volume sampah tertinggi per hari mencapai kurang lebih 5,16 ton di TPS 3R Tampomas. Volume sampah TPS 3R Tampomas tersebut terpaut jauh dengan volume TPS 3R aktif lain seperti TPS 3R Sindangpalay (1,73 ton/hari) dan TPS 3R Bersih Mandiri (1,68 ton/hari).

TPS 3R Tampomas mulai dibangun di tahun 2007 berlokasi di Kecamatan Baros, Kota Sukabumi. Setelah proses pembangunan selesai, TPS 3R Tampomas beroperasi dengan hasil musyawarah bahwa pengelolaan TPS 3R dilakukan oleh KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat). TPS 3R Tampomas hingga saat ini aktif beroperasi diatas tanah seluas 337,5 m² dengan luas bangunan 150 m².

Secara administratif TPS 3R Tampomas berlokasi di Perum Baros Jalan Nilam Raya No. 176 RT.001 RW.016 Kelurahan Baros, Kecamatan Baros, Kota Sukabumi. Jumlah area pelayanan TPS 3R Tampomas adalah 10 RW dengan total 1350 KK yang dilayani pengangkutan sampahnya setiap hari. Cakupan wilayah pelayanan TPS 3R Tampomas tersebut antara lain:

1. 7 RW di Perum Baros Kencana
2. 1 RW di Selagombong
3. 1 RW di Nanggela Asri

4.4 Kondisi Eksisting Persampahan Kota Sukabumi

4.4.1 Pewadahan

a. Rumah Tangga

Sebagian besar masyarakat Kota Sukabumi melakukan pewadahan secara mandiri tanpa melakukan pemilahan terlebih dahulu dengan menggunakan kantong kresek yang dilapiskan pada tempat sampah yang berbahan plastik, kayu, dan karet yang kemudian akan diletakkan di depan rumah untuk menunggu

diangkut. Rata-rata volume tempat sampah di pemukiman sebesar 10 hingga 25 liter. Gambaran tempat pewadahan sampah di pemukiman dapat dilihat pada **Gambar 4.2** sebagai berikut:



Gambar 4.2 Tempat Pewadahan Sampah Pemukiman
(a) *Low Income* (b) *Middle Income* (c) *High Income*

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

b. Fasilitas Umum

Pewadahan di fasilitas umum menggunakan wadah berbahan besi, karet, beton dan plastik. Di beberapa fasilitas umum tempat sampah dipisahkan berdasarkan jenis sampah basah (organik) dan kering (anorganik). Volume tempat sampah fasilitas umum berkisar antara 50 hingga 120 liter. Gambaran tempat pewadahan sampah di fasilitas umum dapat dilihat pada **Gambar 4.3** sebagai berikut:



Gambar 4.3 Tempat Pewadahan Sampah Fasilitas Umum

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

4.4.2 Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah dapat dibagi menjadi 4 pola sebagai berikut:

- a. Pola pengumpulan individual langsung

- b. Pola pengumpulan individual tidak langsung
- c. Pola pengumpulan komunal langsung, dan
- d. Pola pengumpulan komunal tidak langsung

Hasil pengamatan langsung di Kota Sukabumi mayoritas pengumpulan dilakukan dengan sistem *pick up the container*. Sistem *pick up the container* merupakan sistem pengumpulan dengan pengambilan sampah di tempat sampah yang sudah diletakkan di depan rumah oleh pemiliknya (Aspian, 2009). Sistem *pick up the container* disebut juga pola pengumpulan individual tidak langsung. Pola ini berarti kegiatan pengambilan sampah dilaksanakan langsung pada tempat sumber sampah yang kemudian akan diambil dan diangkut menuju TPS ataupun TPS 3R terdekat dan terakhir akan dibawa ke TPA Cikundul. Pola tersebut dapat diterapkan apabila terdapat lahan untuk pemindahan sampah (TPS) dan sarana dan prasarana yang ada untuk melakukan pemindahan tersebut. Alat pengumpul biasanya berupa motor pengangkut sampah maupun gerobak.



Gambar 4.4 Gerobak Sampah dan Motor Sampah Kota Sukabumi

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

Kota Sukabumi juga terdapat pemukiman yang tidak bisa diakses oleh gerobak atau motor sampah (pemukiman tidak teratur) dengan lebar jalan ± 1 meter sehingga pada pemukiman yang seperti ini pengumpulan dilakukan dengan pola komunal langsung. Pola komunal langsung adalah pola pengumpulan dimana masyarakatnya membuang sendiri wadahnya ke pewadahan komunal yang disediakan di depan pemukiman dimana lebar jalannya lebih luas

untuk akses pengangkutan oleh petugas ke TPA. Syarat dari pola ini disarankan untuk pemukiman yang tidak teratur (kondisi pelayanan berbukit, jalan/gang sempit) (Aspian, 2009).

4.4.3 Pemindahan dan Pengangkutan Sampah

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 tentang “Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan” Pemindahan adalah kegiatan pemindahan sampah yang telah dikumpulkan dari sumber sampah yang dibawa dengan alat pengumpul (berupa gerobak ataupun motor sampah) menuju tempat penampungan sementara (TPS/TPS 3R) yang selanjutnya akan dilakukan pengangkutan menuju TPA. Kota Sukabumi melakukan kegiatan pengangkutan sampah menggunakan *armroll* dengan sistem kontainer angkat HCS (*Hauled Container System*).



Gambar 4.5 Proses pengangkutan sampah dari TPS 3R

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Timbulan, Densitas dan Komposisi Sampah Kota Sukabumi

Pengukuran timbulan sampah yang dilakukan secara 8 hari secara berurutan terbagi menjadi 3 *cluster* berdasarkan tingkat pendapatan masyarakat Kota Sukabumi dengan mengacu pada SNI 19-3964-1994 serta merupakan salah satu pelaksanaan saran penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya (Rahmawati, 2019). Daerah sampling tersebut dapat dilihat pada **Tabel 5.1** sebagai berikut:

Tabel 5.1 Kategori Daerah Sampling

Daerah Sampling	Kecamatan	Rerata Pendapatan	Kategori
Kelurahan Gedongpanjang	Citamiang	≤ Rp.1.500.000	<i>Low Income</i>
Perum. Baros Kencana	Baros	Rp.1.500.000 – Rp.3.000.000	<i>Middle Income</i>
Selabumi Indah Estate	Sriwidari	≥ Rp.3.000.000	<i>High Income</i>

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Sukabumi, 2021

Perhitungan banyaknya sampel yang diambil di setiap daerah ditentukan menggunakan rumus slovin sebagai berikut:

Diketahui jumlah penduduk Kota Sukabumi di tahun 2021 sebanyak 350.377 (N) dan toleransi *error* 0,05

$$n = \frac{N}{1 + (Nxe^2)}$$

$$n = \frac{350.377 \text{ Jiwa}}{1 + (350.377 \times 0,05^2)}$$

$$n = \frac{350.377}{1 + 875,9425}$$

$$n = \frac{350.377}{876,9425}$$

$$n = 399,54 \approx 400 \text{ Jiwa}$$

Di asumsikan setiap kartu keluarga terdiri dari 5 orang, sehingga 400 jiwa dibagi 5 hasilnya 80 KK. Pembagian di setiap daerah sesuai dengan SNI 19-3964-1994 persentase jumlah KK *high income* 25%, *middle income* 30%, dan *low income* 45%. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{High} = 25\% \times 80 \text{ KK} = 20 \text{ KK}$$

$$\text{Middle} = 30\% \times 80 \text{ KK} = 24 \text{ KK}$$

$$\text{Low} = 45\% \times 80 \text{ KK} = 36 \text{ KK}$$

5.1.1 Timbulan dan Komposisi Sampah *Low Income*

Kawasan pemukiman ini pengumpulan sampahnya berpola komunal langsung dikarenakan kondisi pemukiman yang tidak teratur (kondisi jalan sempit untuk gerobak atau motor sampah bisa masuk). Berikut ini contoh perhitungan:

- Total Sampah adalah jumlah total sampah yang di dapatkan dari sumber sampah
- Berat komposisi didapatkan dari hasil pemilahan tiap komposisi sampah dari seluruh sampah yang didapatkan pada hari tersebut
- Berat komposisi rata-rata, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Berat setiap jenis komposisi hari 1 - 8}}{\text{Jumlah hari sampling}}$$

Contoh:

$$\text{Rata - rata} = \frac{13,5 + 11,4 + 4,47 + \dots + 7,08 + 5,13 \text{ (Tabel 5.2)}}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{55,48}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = 6,930 \text{ (Tabel 5.2)}$$

d. Persentase komposisi, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Komposisi (\%)} = \frac{\text{Berat rata – rata setiap komposisi}}{\text{Total rata – rata komposisi}} \times 100\%$$

Contoh:

$$\% \text{ Plastik} = \frac{6,930 \text{ (Tabel 5.2)}}{35,23 \text{ (Tabel 5.2)}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Plastik} = 19,681 \% \text{ (Tabel 5.2)}$$

Hasil pengukuran dan perhitungan timbulan dan komposisi secara lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.2**.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Tabel 5.2 Timbulan Sampah Low Income

Komposisi	Berat Sampah LI Hari Ke- (kg)								Berat Komposisi Rata-Rata	Persentase
	1	2	3	4	5	6	7	8	kg	(%)
Plastik	13,500	11,400	4,470	5,130	5,460	3,310	7,080	5,130	6,930	19,681
Sisa makanan	31,800	9,100	13,450	16,850	15,800	13,800	12,500	11,600	15,61	44,313
Sampah kebun	3,300	4,000	0,000	1,800	6,050	3,000	6,500	3,250	3,49	9,899
Kertas - Karton	3,736	5,270	1,820	5,610	1,030	0,965	2,595	2,380	2,93	8,304
Logam	0,115	0,450	0,001	0,001	0,340	0,200	0,001	0,000	0,14	0,393
Kaca	0,300	0,000	4,000	0,000	0,010	0,000	0,140	0,160	0,539	1,529
Kain	3,800	0,000	1,180	0,790	0,750	0,225	0,900	0,435	1,01	2,867
Karet	0,335	0,030	2,220	0,000	0,100	0,050	0,130	0,150	0,38	1,070
Lainnya	5,890	2,750	10,880	6,341	1,561	0,660	2,841	2,745	4,209	11,945
Total Sampah	62,77	33,00	38,02	36,52	31,10	22,21	32,68	25,85	35,23	100

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Hasil sampling di Kecamatan Gedongpanjang Kota Sukabumi menunjukkan hasil bahwa sampah sisa makanan merupakan timbulan sampah terbanyak sebesar 15,61 kg (44,3 % dari total sampah sampling). Timbulan sampah terbanyak ke dua adalah sampah plastik dengan berat 6,9 kg (19,68 % dari total sampah sampling). Hasil sampling pada pemukiman Kelurahan Gedongpanjang Kecamatan Citamiang ini menunjukkan bahwa sampah sisa makanan adalah sampah yang paling banyak dihasilkan kemungkinan faktornya adalah masyarakat di area kategori ini cenderung menghasilkan sampah yang karakteristiknya lebih basah dan berat (Lubis, 2018). Diagram persentasi komposisi sampah *low income* dapat dilihat pada **Gambar 5.1** sebagai berikut:



Gambar 5.1 Diagram Komposisi Sampah *Low Income*

5.1.2 Timbulan dan Komposisi Sampah *Middle Income*

Kawasan *Middle Income* ini adalah letak lokasi dari TPS 3R Tampomas dengan daerah pelayanan yaitu 7 RW di Perum Baros Kencana, 1 RW di Selagombong dan 1 RW di Nanggela Asri. Perhitungan jumlah *sampling* sampah sebagai berikut:

Diketahui banyak sample *Middle Income* yang diperlukan sebanyak 24 KK. Persentase sampling daerahnya sebagai berikut:

- a. Perum Baros Kencana: $80\% \times 24 = 18$ rumah
- b. Selagombong : $10\% \times 24 = 3$ rumah
- c. Nanggela Asri : $10\% \times 24 = 3$ rumah

Perhitungan timbulan dan komposisi adalah sebagai berikut:

- a. Total Sampah adalah jumlah total sampah yang di dapatkan dari sumber sampah
- b. Berat komposisi didapatkan dari hasil pemilahan tiap komposisi sampah dari seluruh sampah yang didapatkan pada hari tersebut.
- c. Berat komposisi rata-rata, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Berat setiap jenis komposisi hari 1 - 8}}{\text{Jumlah hari sampling}}$$

Contoh:

$$\text{Rata - rata} = \frac{3,45 + 5,20 + 6,20 + \dots + 1,82 + 3,75 \text{ (Tabel 5.3)}}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{34,223}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = 4,278 \text{ (Tabel 5.3)}$$

- d. Persentase komposisi, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Komposisi (\%)} = \frac{\text{Berat rata - rata setiap komposisi}}{\text{Total rata - rata komposisi}} \times 100\%$$

Contoh:

$$\% \text{ Plastik} = \frac{4,278 \text{ (Tabel 5.3)}}{33,93 \text{ (Tabel 5.3)}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Plastik} = 12,61 \% \text{ (Tabel 5.3)}$$

Hasil pengukuran dan perhitungan lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.3.**

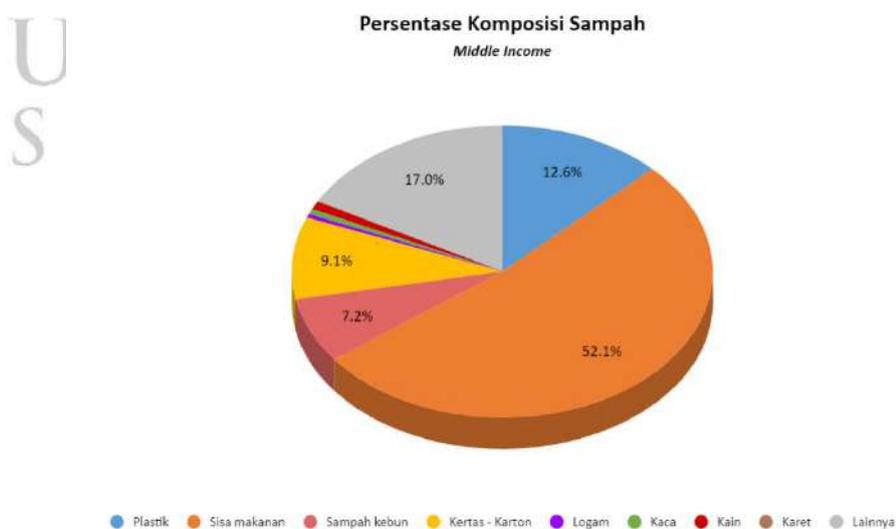
Tabel 5.3 Timbunan Sampah *Middle Income*

Komposisi	Berat Sampah MI Hari Ke- (kg)								Berat Komposisi Rata-Rata	Persentase
	1	2	3	4	5	6	7	8	kg	(%)
Plastik	3,456	5,201	6,201	4,651	4,732	4,400	1,827	3,755	4,278	12,61
Sisa makanan	13,850	17,100	14,350	10,950	17,350	23,150	22,450	22,250	17,681	52,11
Sampah kebun	3,000	1,450	3,000	3,000	3,000	0,200	3,000	3,000	2,456	7,24
Kertas - Karton	2,516	4,001	3,550	2,350	3,381	4,970	1,262	2,605	3,079	9,08
Logam	0,001	0,550	0,300	0,051	0,050	0,001	0,000	0,181	0,142	0,42
Kaca	0,060	0,801	0,150	0,000	0,000	0,100	0,100	0,510	0,203	0,60
Kain	0,275	0,000	0,500	0,500	0,200	0,050	0,000	0,920	0,306	0,90
Karet	0,200	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,07
Lainnya	8,015	5,300	4,850	5,050	4,521	4,251	8,921	5,175	5,760	16,98
Total Sampah	31,37	34,40	32,90	26,55	33,23	37,12	37,56	38,40	33,93	100

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Hasil sampling di Perumahan Baros Kencana Kota Sukabumi menunjukkan hasil bahwa sampah sisa makanan merupakan timbunan sampah terbanyak sebesar 17,68 kg (52,1 % dari total sampah sampling). Timbunan sampah terbanyak ke dua adalah sampah lainnya 5,76 kg (16,98 % dari total sampah sampling). Selanjutnya sampah plastik sebanyak 4,2 kg (12,61%).

Hasil sampling pada pemukiman Perum Baros Kencana Kecamatan Baros ini menunjukkan bahwa sampah sisa makanan adalah sampah yang paling banyak seperti di Pemukiman Citamiang tetapi perbedaannya pada area *middle income* ini sampah organik banyak dihasilkan dari makanan basah maupun kering yang masih utuh dan terbungkus rapi berbeda dengan area *low income* yang memang sampah organiknya berasal dari sisa pengolahan sayuran dan lainnya untuk makanan. Tchobanoglous berpendapat bahwa semakin sederhana pola hidup masyarakat maka semakin banyak komponen sampah organik (sisa makanan, dan lain-lain) sedangkan semakin besar dan beraneka ragam aktivitas sebuah kota maka sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga yang umumnya didominasi sampah organik akan memiliki proporsi yang lebih kecil (Stiawan, 2018) (Tchobanoglous, 1993). Diagram persentasi komposisi sampah *middle income* dapat dilihat pada **Gambar 5.2** sebagai berikut:



Gambar 5.2 Diagram Komposisi *Middle Income*

5.1.3 Timbulan dan Komposisi Sampah *High Income*

Perhitungan timbulan dan komposisi adalah sebagai berikut:

- Total Sampah adalah jumlah total sampah yang di dapatkan dari sumber sampah
- Berat komposisi didapatkan dari hasil pemilahan tiap komposisi sampah dari seluruh sampah yang didapatkan pada hari tersebut.
- Berat komposisi rata-rata, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Berat setiap jenis komposisi hari 1 - 8}}{\text{Jumlah hari sampling}}$$

Contoh:

$$\text{Rata - rata} = \frac{5,38 + 4,05 + 4,00 + \dots + 1,47 + 1,49 \text{ (Tabel 5.4)}}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{31,5}{8 \text{ hari}}$$

$$\text{Rata - rata} = 3,938 \text{ (Tabel 5.4)}$$

- Persentase komposisi, dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Komposisi (\%)} = \frac{\text{Berat rata - rata setiap komposisi}}{\text{Total rata - rata komposisi}} \times 100\%$$

Contoh:

$$\% \text{ Plastik} = \frac{3,938 \text{ (Tabel 5.4)}}{28,93 \text{ (Tabel 5.4)}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Plastik} = 13,15 \% \text{ (Tabel 5.4)}$$

Hasil pengukuran dan perhitungan lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.4**

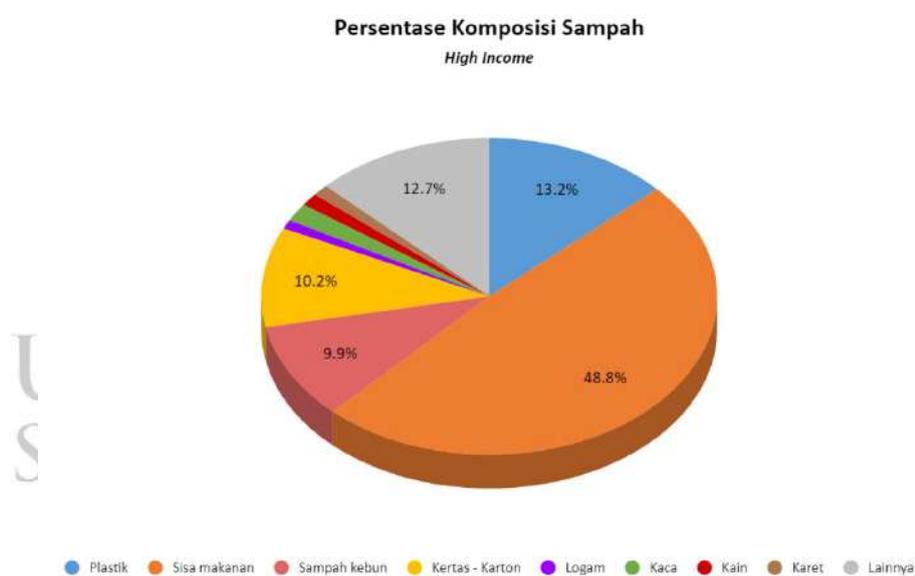
Tabel 5.4 Timbunan Sampah *High Income*

Komposisi	Berat Sampah HI Hari Ke- (kg)								Berat Komposisi Rata-Rata kg	Persentase (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Plastik	5,380	4,050	4,000	6,479	5,020	3,610	1,471	1,490	3,938	13,15
Sisa makanan	21,000	13,250	13,250	23,950	12,930	12,000	13,800	6,800	14,623	48,85
Sampah kebun	2,850	3,500	2,850	1,700	2,800	3,200	3,500	3,250	2,956	9,88
Kertas - Karton	3,280	2,690	2,690	8,195	3,070	2,620	0,771	1,080	3,050	10,19
Logam	0,550	0,500	0,320	0,001	0,060	0,060	0,350	0,350	0,274	0,91
Kaca	0,600	0,400	0,350	0,080	0,800	0,220	0,550	1,450	0,556	1,86
Kain	0,900	1,080	0,900	0,100	0,040	0,040	0,000	0,000	0,383	1,28
Karet	0,500	0,690	0,500	0,850	0,110	0,120	0,000	0,000	0,346	1,16
Lainnya	6,310	6,310	6,280	4,940	0,480	0,460	3,300	2,400	3,810	12,73
Total Sampah	41,37	32,47	31,14	46,30	25,31	22,33	23,74	16,82	29,93	100

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Hasil sampling di Selabumi Indah *Estate* menunjukkan hasil bahwa sampah sisa makanan merupakan timbunan sampah terbanyak sebesar 14,62 kg (48,85 % dari total sampah sampling). Timbunan sampah terbanyak ke dua adalah sampah plastik 3,93 kg (13,15 % dari total sampah sampling). Selanjutnya sampah lainnya sebanyak 3,8 kg (12,73%).

Hasil sampling pada pemukiman Selabumi Indah *Estate* hasilnya tidak jauh berbeda dengan pemukiman *low income* dan *middle income* dengan sampah sisa makanan masih yang terbanyak, salah satu yang bisa menjadi faktor adalah dalam perumahan Selabumi Indah *Estate* ini juga terdapat warga yang memiliki usaha *catering*. Selanjutnya untuk sampah plastik pada pemukiman ini ditemukan jenis sampah plastik keras dari *packaging skincare, makeup* yang kondisinya masih utuh. Diagram persentasi komposisi sampah high income dapat dilihat pada **Gambar 5.3** sebagai berikut:



5.1.4 Total Timbunan Sampah Pemukiman

Hasil sampling di Kecamatan Gedongpanjang, Perumahan Baros Kencana, dan Selabumi Indah *Estate* kemudian direkap tersendiri untuk mendapatkan nilai komposisi rata rata sampah pemukiman.

Kategori *Low Income* menghasilkan timbulan sampah terbanyak diantara 3 kategori. Rata-rata timbulan sampah pemukiman sebesar 33,03 kg/hari. Perhitungan timbulan sampah per KK menjadi 3 orang di setiap rumah sementara itu untuk timbulan per rumah menjadi *Low Income* sebanyak 33 rumah, *Middle Income* sebanyak 22 rumah, dan *High Income* sebanyak 18 rumah. Hal tersebut dilakukan untuk asumsi adanya sampah spesifik. Hasil perhitungan lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.5**. Contoh perhitungan yang digunakan untuk menghitung jumlah timbulan sampah pemukiman di Kota Sukabumi adalah sebagai berikut:

Diketahui:

a. Berat sampah rata-rata kawasan *low income* = 35,23 kg (Tabel 5.2)

b. Densitas rata rata sebesar 143,34 kg/m³ (Tabel 5.10)

c. Perhitungan timbulan sampah per hari:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Berat sampah rata-rata setiap kawasan}}{\text{Densitas sampah rata-rata setiap kawasan}} \\ &= \frac{35,23 \text{ kg (Tabel 5.2-Low Income)}}{143,34 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (Tabel 5.10)}} \\ &= 0,246 \text{ m}^3 \text{ (Tabel 5.5)} \end{aligned}$$

d. Timbulan tiap rumah per hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Berat sampah rata-rata setiap kawasan}}{\text{Jumlah rumah yang di sampling}} \\ &= \frac{35,23 \text{ kg (Tabel 5.2-Low Income)}}{33 \text{ rumah}} \end{aligned}$$

$$= 1,07 \text{ kg/rumah/hari (Tabel 5.5)}$$

e. Timbulan tiap orang per hari

$$= \frac{\text{Berat sampah per rumah}}{\text{Asumsi jumlah orang tiap rumah}}$$

$$= \frac{1,07 \frac{\text{kg}}{\text{rumah}}/\text{hari}}{3 \text{ orang}}$$

$$= 0,36 \text{ kg/orang/hari (Tabel 5.5)}$$

Tabel 5.5 Timbulan Sampah Pemukiman Kota Sukabumi

Lokasi	Timbulan per hari	Densitas	Timbulan per hari	Timbulan per rumah/hari	Timbulan per orang/hari	Timbulan per orang/hari	Timbulan per orang/hari
	(kg/hari)	(kg/m ³)	(m ³ /hari)	(kg/hari)	(kg/hari)	(liter/hari)	(m ³ /hari)
Low Income	35,23	143,34	0,246	1,07	0,36	2,51	0,0025
Middle Income	33,93	135,94	0,250	1,54	0,51	3,75	0,0038
High Income	29,93	102,28	0,293	1,66	0,55	5,38	0,0054
Rata-rata	33,03	127	0,26	1,42	0,47	3,70	0,0037

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

5.1.5 Timbulan Sampah Fasilitas Umum (Non pemukiman)

Sampling timbulan sampah dari beberapa lokasi non permukiman, dilakukan pada beberapa titik lokasi, yakni:

1. Fasilitas Umum: Taman Urang dan Alun-alun
2. Pertokoan: Toko di Jalan Ahmad Yani (toko baju, toko kue, toko ATK, toko sepatu, dll)
3. Pasar: Pasar Gudang dan Pasar Pelita
4. Perkantoran: Kantor Pemerintah Daerah Kota Sukabumi, Kelurahan Sriwidari, dan Bank BRI
5. Hotel: Hotel Fresh, Hotel Santika, dan Hotel Melati (Anugrah)
6. Sapuan jalan di sekitar Jalan Bhayangkara
7. Area Komersil

Pengambilan sampel fasilitas umum dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengambil sampah di setiap titik kategori lokasi

- b. Melakukan penimbangan dan proses pilah sampah dikelompokkan berdasarkan tiap jenisnya
- c. Melakukan pengukuran densitas

Hasil sampling fasilitas umum dapat dilihat pada **Tabel 5.6**. Contoh perhitungan sebagai berikut:

Diketahui berat sampah fasilitas umum yang didapatkan saat sampel adalah sebagai berikut:

Taman Urang; 2,28 Kg

Alun-alun; 6,03 Kg

$$\text{Timbulan} = \frac{\text{Jumlah sampah setiap kategori lokasi}}{\text{Banyaknya lokasi}}$$

$$\text{Timbulan} = \frac{2,28 \text{ Kg} + 6,03 \text{ Kg}}{2}$$

$$\text{Timbulan} = \frac{8,31 \text{ Kg}}{2}$$

$$\text{Timbulan} = 4,2 \text{ (Tabel 5.6)}$$

Tabel 5.6 Timbulan Sampah Fasilitas Umum Kota Sukabumi

Lokasi	Timbulan Sampah (kg/hari)	Keterangan	
	Fasilitas Umum	4,2	4,2
Pertokoan	6	0,8	kg/toko/hari
Pasar	1.826,3	1.826,3	kg/area pasar/hari
Perkantoran	19,8	0,7	kg/pegawai/hari
Hotel	197,3	3,7	kg/tempat tidur/hari
Sapuan Jalan	0,5	0,045	kg/meter/hari
Area Komersil	1.887,7	1.887,7	kg/area komersil/hari
Total	3.941,8 kg/hari		

Sumber: Laporan Akhir Potensi Timbulan Sampah Kota Sukabumi, 2021

5.1.6 Densitas

Densitas sampah disesuaikan dengan peraturan SNI 19-3694-1994 dengan menyediakan kotak densitas yang bervolume $0,04 \text{ m}^3$ yang didalamnya akan dimasukkan sampah hingga batas atas kotak yang kemudian dihentakkan (3 kali hentakkan dengan diangkat $\pm 20 \text{ cm}$) kemudian ditimbang. Kegiatan pengukuran densitas ini dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat sampah total (dengan bak ukur)} - \text{berat bak ukur}}{\text{Volume bak ukur}}$$

Contoh perhitungan densitas sampah adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Berat bak ukur: 2,45 kg

Volume bak ukur $0,04 \text{ m}^3$ ($0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$)

$$\text{Densitas} = \frac{\text{Berat sampah (dengan bak ukur)} - \text{berat bak ukur}}{\text{Volume bak ukur}}$$

$$\text{Densitas} = \frac{8,9 \text{ kg} - 2,45 \text{ kg}}{0,04 \text{ m}^3}$$

$$= \frac{6,45 \text{ kg}}{0,04 \text{ m}^3}$$

$$= 161,25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (Tabel 5.7)}$$

Densitas sampah *Low Income* dapat dilihat pada **Tabel 5.7** sebagai berikut:

Tabel 5.7 Densitas Timbulan Sampah *Low Income*

Hari Ke-	Kotak Ukur			Volume	Berat Total	Berat Sampah	Densitas
	P	L	T				
	(meter)						
1	0,2	0,2	1	0,04	8,90	6,45	161,25
2	0,2	0,2	1	0,04	8,80	6,35	158,75
3	0,2	0,2	1	0,04	7,98	5,53	138,25
4	0,2	0,2	1	0,04	7,45	5,00	125,00

Hari Ke-	Kotak Ukur			Volume	Berat Total	Berat Sampah	Densitas
	P	L	T				
	(meter)						
5	0,2	0,2	1	0,04	7,55	5,10	127,50
6	0,2	0,2	1	0,04	10,45	8,00	200,00
7	0,2	0,2	1	0,04	6,45	4,00	100,00
8	0,2	0,2	1	0,04	7,89	5,44	136,00
Rata-rata						5,7	143,34

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Densitas sampah *Middle Income* dapat dilihat pada **Tabel 5.8** sebagai berikut:

Tabel 5.8 Densitas Timbulan Sampah *Middle Income*

Hari Ke-	Kotak Ukur			Volume	Berat Total	Berat Sampah	Densitas
	P	L	T				
	(meter)						
1	0,2	0,2	1	0,04	11,35	8,90	222,50
2	0,2	0,2	1	0,04	6,90	4,45	111,25
3	0,2	0,2	1	0,04	8,80	6,35	158,75
4	0,2	0,2	1	0,04	7,20	4,75	118,75
5	0,2	0,2	1	0,04	7,75	5,30	132,50
6	0,2	0,2	1	0,04	5,45	3,00	75,000
7	0,2	0,2	1	0,04	10,40	7,95	198,75
8	0,2	0,2	1	0,04	5,25	2,80	70,000
Rata-rata						5,4	135,94

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Densitas sampah *High Income* dapat dilihat pada **Tabel 5.9** sebagai berikut:

Tabel 5.9 Densitas Timbulan Sampah *High Income*

Hari Ke-	Kotak Ukur			Volume	Berat Total	Berat Sampah	Densitas
	P	L	T				
	(meter)						
1	0,2	0,2	1	0,04	6,55	4,10	102,50
2	0,2	0,2	1	0,04	6,90	4,45	111,25
3	0,2	0,2	1	0,04	6,40	3,95	98,750

Hari Ke-	Kotak Ukur			Volume (m ³)	Berat Total (kg)	Berat Sampah (kg)	Densitas (kg/m ³)
	P	L	T				
	(meter)						
4	0,2	0,2	1	0,04	6,30	3,85	96,250
5	0,2	0,2	1	0,04	6,98	4,53	113,250
6	0,2	0,2	1	0,04	6,90	4,45	111,250
7	0,2	0,2	1	0,04	6,20	3,75	93,750
8	0,2	0,2	1	0,04	6,10	3,65	91,250
Rata-rata						4,1	102,28

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Densitas sampah fasilitas umum dapat dilihat pada **Tabel 5.10** sebagai berikut:

Tabel 5.10 Densitas Timbulan Sampah Fasilitas Umum

Lokasi	Berat Sampah	Keterangan		Densitas
	(kg/hari)			(kg/m ³)
Pertokoan	6	0,8	kg/toko/hari	184
Area Komersil	1,888	1,888	kg/area komersil/hari	157,7
Hotel	197,3	3,7	kg/tempat tidur/hari	160,1
Pasar	1.826,3	1,826	kg/area pasar/hari	195,1
Sapuan Jalan	0,5	0,045	kg/meter/hari	88,8
Fasilitas Umum	4,2	4,2	kg/fasilitas umum/hari	113,9
Perkantoran	19,8	0,7	kg/pegawai/hari	175
Rata-rata				153,5

Sumber: Laporan Akhir Potensi Timbulan Sampah, 2021

Rata-rata densitas sampah pemukiman sebesar 127,1 kg/m³. Sementara rata-rata densitas sampah fasilitas umum sebesar 153,5 kg/m³. Sehingga didapatkan hasil dari penambahan rata-rata densitas sampah pemukiman dan fasilitas umum, rata-rata densitas sampah Kota Sukabumi sebesar 140,3 kg/m³.

5.1.7 Timbulan dan Komposisi Sampah Kota Sukabumi

Jumlah timbulan sampah Kota Sukabumi berasal dari sampah pemukiman dan sampah fasilitas umum. Timbulan untuk sampah pemukiman sebesar 0,47 kg/jiwa/hari (**Tabel 5.5**) sementara untuk

sampah fasilitas umum sebesar 0,21 kg/jiwa/hari. Berikut total timbulan sampah Kota Sukabumi dapat dilihat pada **Tabel 5.11**

Tabel 5.11 Timbulan Sampah Kota Sukabumi

Kategori	Kg/jiwa/hari	Liter/jiwa/hari
Sampah Pemukiman*	0,47	3,7
Sampah Fasilitas Umum**	0,21	0,98
Total	0,68	4,68

Sumber: *Hasil Sampling, 2021

**Laporan Akhir Potensi Timbulan Sampah Kota Sukabumi, 2021

Komposisi sampah Kota Sukabumi dapat dilihat pada **Tabel 5.12** dengan contoh perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase per komposisi} = \frac{\text{Total berat sampah tiap komposisi}}{\text{Rata-rata total keseluruhan sampah}} \times 100\%$$

Persentase Sisa Makanan *Low Income* adalah:

$$= \frac{\text{Total berat sampah}}{\text{Rata-rata total keseluruhan sampah}} \times 100\%$$

$$= \frac{15,61 \text{ (Tabel 5.2)}}{35,23 \text{ (Tabel 5.2)}} \times 100\%$$

$$= 44,31 \%$$

Tabel 5.12 Komposisi Domestik dan Non Domestik

Kategori	Komposisi (%)								
	Organik		Anorganik						
	Sisa Makanan	Sampah Kebun	Plastik	Kertas-Karton	Logam	Kaca	Kain	Karet	Lainnya
Domestik*									
Low	44,31	9,9	19,68	8,3	0,39	1,53	2,87	1,07	11,94
Middle	52,11	7,24	12,61	9,08	0,42	0,6	0,9	0,07	16,98
High	48,85	9,88	13,15	10,19	0,91	1,86	1,28	1,16	12,73
Total	57,3		42,7						
Non Domestik**									
Pertokoan	57		26	13	-	-	-	-	4
Area Komersil	53		9,1	27,9	-	1	-	-	8,9
Hotel	18		38	25	0,06	-	-	-	18,94
Pasar	83		5,4	0,01	-	-	-	-	11,59

Kategori	Komposisi (%)								
	Organik		Anorganik						
	Sisa Makanan	Sampah Kebun	Plastik	Kertas-Karton	Logam	Kaca	Kain	Karet	Lainnya
Sapuan Jalan	100		-	-	-	-	-	-	-
Fasilitas Umum	72,8		11,4	11,5	-	-	-	-	4,4
Kantor	52		25	24,2	0,4	-	1,5	-	5,9
Total	62,3								39,03

Sumber: *Hasil Sampling, 2021

** Laporan Akhir Potensi Timbulan Sampah Kota Sukabumi, 2021

Komposisi sampah Kota Sukabumi diketahui dari hasil *sampling* untuk sampah organik sebesar 59,9% sementara untuk sampah anorganik sebesar 40,8 % dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase Organik} = \frac{\text{Rerata berat sampah organik dari 3 pemukiman}}{\text{Rata-rata total keseluruhan sampah}} \times 100\%$$

Persentase sampah organik domestik adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Rerata sampah organik domestik}}{\text{Rata - rata total keseluruhan sampah}} \times 100\% \\
 &= \frac{18,93 \text{ kg (Tabel 5.2-Tabel 5.4)}}{33,026} \times 100\% \\
 &= 57,3 \%
 \end{aligned}$$

Rekap komposisi dapat dilihat pada **Tabel 5.13** sebagai berikut:

Tabel 5.13 Rekap Komposisi Kota Sukabumi

Kategori	Organik	Anorganik
Domestik	57,3	42,7
Non Domestik	62,3	39,03
Rata-Rata (%)	59,9	40,8

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Persentase komposisi sampah Kota Sukabumi digambarkan secara diagram pada **Gambar 5.4** sebagai berikut:



Gambar 5.4 Diagram Komposisi Sampah Kota Sukabumi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

5.2 Proyeksi Penduduk dan Timbulan Sampah Kota Sukabumi

Proyeksi penduduk mengacu pada data jumlah penduduk yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2006 hingga tahun 2020.

Tabel 5.14 Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Kota Sukabumi

Tahun <i>year</i>	Jumlah <i>Jiwa</i>	Penambahan Jiwa <i>population growth</i>
2006	263.479	4.211
2007	280.647	17.168
2008	289.722	9.075
2009	294.394	4.672
2010	301.014	6.620
2011	304.704	3.690
2012	308.508	3.804
2013	311.822	3.314
2014	315.001	3.179
2015	318.117	3.116
2016	321.097	2.980
2017	323.788	2.691
2018	326.282	2.494
2019	348.945	22.663
2020	346.325	-2.620

Sumber: BPS Kota Sukabumi, 2021

Perhitungan proyeksi diputuskan dengan 3 metode yaitu metode geometri, metode aritmatika, dan metode *least square*. Untuk perhitungan metode aritmatik dapat dilihat pada **Tabel 5.15**. Metode Geometrik pada **Tabel 5.16** dan Metode *Least Square* pada **Tabel 5.17**

Tabel 5.15 Perhitungan Dengan Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah	X	Y	X ²	Y ²	XY
year	total	urutan tahun	pertumbuhan			
2006	263.479 Jiwa	1	0	1	0	0
2007	280.647 Jiwa	2	17.168	4	294.740.224	34.336
2008	289.722 Jiwa	3	9.075	9	82.355.625	27.225
2009	294.394 Jiwa	4	4.672	16	21.827.584	18.688
2010	301.014 Jiwa	5	6.620	25	43.824.400	33.100
2011	304.704 Jiwa	6	3.690	36	13.616.100	22.140
2012	308.508 Jiwa	7	3.804	49	14.470.416	26.628
2013	311.822 Jiwa	8	3.314	64	10.982.596	26.512
2014	315.001 Jiwa	9	3.179	81	10.106.041	28.611
2015	318.117 Jiwa	10	3.116	100	9.709.456	31.160
2016	321.097 Jiwa	11	2.980	121	8.880.400	32.780
2017	323.788 Jiwa	12	2.691	144	7.241.481	32.292
2018	326.282 Jiwa	13	2.494	169	6.220.036	32.422
2019	348.945 Jiwa	14	22.663	196	513.611.569	317.282
2020	346.325 Jiwa	15	-2.620	225	6.864.400	-39.300
TOTAL	4.653.845 Jiwa	120	82.846	1240	1.044.450.328	623.876

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Selanjutnya melakukan perhitungan untuk nilai r (koefisien korelasi) dari metode aritmatik sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum x \cdot y) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{15(623.876) - (120)(82.846)}{\{[15(1.044.450.328) - (82.846)^2][15(1240) - (120)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{-583.380}{6.080.611,8}$$

$$r = -0,0959$$

Tabel 5.16 Perhitungan Dengan Metode Geometri

Tahun	Jumlah	X	Y	X²	Y²	XY
<i>year</i>	<i>total</i>	<i>urutan tahun</i>	<i>LN Penduduk</i>			
2006	263.479 Jiwa	1	12,4817	1	155,794	12,482
2007	280.647 Jiwa	2	12,5449	4	157,373	25,090
2008	289.722 Jiwa	3	12,5767	9	158,173	37,730
2009	294.394 Jiwa	4	12,5927	16	158,575	50,371
2010	301.014 Jiwa	5	12,6149	25	159,136	63,075
2011	304.704 Jiwa	6	12,6271	36	159,444	75,763
2012	308.508 Jiwa	7	12,6395	49	159,757	88,477
2013	311.822 Jiwa	8	12,6502	64	160,027	101,202
2014	315.001 Jiwa	9	12,6603	81	160,284	113,943
2015	318.117 Jiwa	10	12,6702	100	160,533	126,702
2016	321.097 Jiwa	11	12,6795	121	160,770	139,474
2017	323.788 Jiwa	12	12,6878	144	160,981	152,254
2018	326.282 Jiwa	13	12,6955	169	161,176	165,042
2019	348.945 Jiwa	14	12,7627	196	162,886	178,677
2020	346.325 Jiwa	15	12,7551	225	162,693	191,327
TOTAL	4.653.845 Jiwa	120	189,639	1.240	2.397,603	1.521,6

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Keterangan:

LN adalah logaritma natural dari jumlah penduduk

Selanjutnya melakukan perhitungan untuk nilai r (koefisien korelasi) dari metode geometrik sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum x \cdot y) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{15(1.521,6) - (120)(189,639)}{\{[15(2.397,603) - (189,639)^2][15(1.240) - (120)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{67,445}{69,9697}$$

$$r = 0,9639$$

Tabel 5.17 Perhitungan Dengan Metode *Least Square*

Tahun	Jumlah	X	X²	Y²	XY
<i>year</i>	<i>Y</i>	<i>urutan tahun</i>			
2006	263.479 Jiwa	1	1	69.421.183.441	263.479
2007	280.647 Jiwa	2	4	78.762.738.609	561.294
2008	289.722 Jiwa	3	9	83.938.837.284	869.166
2009	294.394 Jiwa	4	16	86.667.827.236	1.177.576
2010	301.014 Jiwa	5	25	90.609.428.196	1.505.070
2011	304.704 Jiwa	6	36	92.844.527.616	1.828.224
2012	308.508 Jiwa	7	49	95.177.186.064	2.159.556
2013	311.822 Jiwa	8	64	97.232.959.684	2.494.576
2014	315.001 Jiwa	9	81	99.225.630.001	2.835.009
2015	318.117 Jiwa	10	100	101.198.425.689	3.181.170
2016	321.097 Jiwa	11	121	103.103.283.409	3.532.067
2017	323.788 Jiwa	12	144	104.838.668.944	3.885.456
2018	326.282 Jiwa	13	169	106.459.943.524	4.241.666
2019	348.945 Jiwa	14	196	121.762.613.025	4.885.230
2020	346.325 Jiwa	15	225	119.941.005.625	5.194.875
TOTAL	4.653.845	120	1.240	1.451.184.258.347	38.614.414

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Selanjutnya melakukan perhitungan untuk nilai r (koefisien korelasi) dari metode geometrik sebagai berikut:

$$r = \frac{n(\sum x \cdot y) - (\sum x)(\sum y)}{\{[n(\sum y^2) - (\sum y)^2][n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{15(38.614.414) - (120)(4.653.845)}{\{[15(1.451.184.258.347) - (4.653.845)^2][15(1240) - (120)^2]\}^{0,5}}$$

$$r = \frac{20.754.810}{21.444.358}$$

$$r = 0,9678$$

Penentuan penggunaan jenis metode yang digunakan dalam perhitungan proyeksi adalah dengan melihat nilai r yang paling dekat dengan nilai satu. Hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 5.18** sebagai berikut:

Tabel 5.18 Rekap Perhitungan Metode

Metode		
Aritmatika	Geometri	Least Square
0,0959	0,9639	0,9678

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Dari tabel diatas dapat diputuskan metode yang dipakai adalah Metode *Least Square*. Selanjutnya dilakukan perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode least square dengan rumus di bawah ini $y = a + bx$. Perhitungan awal metode least square dapat dilihat pada **Tabel 5.19** sebagai berikut:

Tabel 5.19 Proyeksi Penduduk *Least Square*

Tahun	Jumlah	X/t	X ²	XY
year	Y	skor/kode waktu		
2006	263.479 Jiwa	-7	49	-1.844.353
2007	280.647 Jiwa	-6	36	-1.683.882
2008	289.722 Jiwa	-5	25	-1.448.610
2009	294.394 Jiwa	-4	16	-1.177.576
2010	301.014 Jiwa	-3	9	-903.042
2011	304.704 Jiwa	-2	4	-609.408
2012	308.508 Jiwa	-1	1	-308.508
2013	311.822 Jiwa	0	0	0
2014	315.001 Jiwa	1	1	315.001
2015	318.117 Jiwa	2	4	636.234
2016	321.097 Jiwa	3	9	963.291
2017	323.788 Jiwa	4	16	1.295.152
2018	326.282 Jiwa	5	25	1.631.410
2019	348.945 Jiwa	6	36	2.093.670
2020	346.325 Jiwa	7	49	2.424.275
TOTAL	4.653.845	0	280	1.383.654

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Rumus koefisien a didapat dari persamaan di bawah ini dengan berdasarkan data

Tabel 5.19

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$a = \frac{4.653.845}{15}$$

$$a = 310.256,3$$

Rumus koefisien b didapat dari persamaan di bawah ini dengan berdasarkan data

Tabel 5.19

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$b = \frac{1.383.654}{280}$$

$$b = 4.941,621$$

Sehingga proyeksi penduduk pada tahun 2030 berdasarkan Metode *Least Square* adalah sebagai berikut:

$$y = a + bx$$

$$y = 310.256,3 + 4.941,621 (17)$$

$$y = 310.256,3 + 84.007,557$$

$$y = 394.264$$

Data hasil proyeksi penduduk Kota Sukabumi dengan Metode *Least Square* dapat dilihat pada **Tabel 5.20** sebagai berikut:

Tabel 5.20 Proyeksi Penduduk Kota Sukabumi

Tahun	Jumlah
<i>year</i>	<i>total</i>
2021	349.789
2022	354.731
2023	359.673
2024	364.614
2025	369.556
2026	374.497
2027	379.439
2028	384.381
2029	389.322
2030	394.264

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Cara perhitungan proyeksi timbulan sampah adalah hasil data proyeksi penduduk Kota Sukabumi yang dikalikan dengan timbulan sampah penduduk per hari (Stiawan, 2018).

Timbulan Sampah = timbulan sampah x jumlah penduduk

Timbulan sampah pada rumus ini adalah timbulan sampah yang dihasilkan setiap orang per hari di Kota Sukabumi (Tabel 5.11) dikalikan dengan jumlah penduduk Kota Sukabumi yang telah diproyeksikan dengan Metode *Least Square* pada **Tabel 5.20**. Sehingga timbulan sampah pada tahun 2030 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Timbulan Sampah Tahun 2030} &= 0,68 \text{ kg/jiwa/hari} \times 394.264 \text{ jiwa} \\ \text{Timbulan (2030)} &= 268.099 \text{ kg/hari} \\ &= 268 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Data hasil proyeksi timbulan sampah Kota Sukabumi dari tahun 2021-2030 dapat dilihat pada **Tabel 5.21** sebagai berikut:

Tabel 5.21 Proyeksi Timbulan Sampah Kota Sukabumi Tahun 2021-2030

Tahun	Jumlah Sampah
<i>year</i>	<i>kg</i>
2021	237.857
2022	241.217
2023	244.578
2024	247.938
2025	251.298
2026	254.658
2027	258.019
2028	261.379
2029	264.739
2030	268.099

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

5.3 Optimalisasi Pengolahan Sampah TPS 3R Tampomas (Kecamatan Baros)

TPS 3R Tampomas berada di Kecamatan Baros, Kota Sukabumi yang tepatnya berada di Perum Baros Jalan Nilam Raya No. 176 RT.001 RW.016 Kelurahan Baros, Kecamatan Baros, Kota Sukabumi. Kawasan TPS 3R Tampomas adalah bagian dari wilayah sampling sampah Kota Sukabumi dengan kategori *middle income*. Sampling dilakukan pada pemukiman saja dikarenakan di dalam Perum. Baros fasilitas umum sedang tutup (tidak ada kegiatan) dikarenakan pandemi COVID-19 yang mengharuskan masyarakat untuk menjaga jarak dan meminimalkan kegiatan di luar rumah. Kawasan *middle income* ini adalah kawasan pemukiman beraturan. Jadwal pengumpulan sampah tertib setiap hari pada pukul 6 pagi. Sampah selanjutnya dibawa ke TPS 3R terdekat yaitu TPS 3R Tampomas. Hasil timbulan, komposisi sampah dan densitas kawasan *middle income* secara berurutan sudah tercantum pada **Tabel 5.3** (Timbulan Sampah) dan **Tabel 5.8** (Densitas sampah) dengan densitas sampah sebesar 135,94 kg/m³. Rekapitan datanya dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5.22 Timbulan Sampah Pemukiman *Middle Income*

Komposisi	Berat Komposisi Rata-Rata	Persentase
	Kg	(%)
Plastik	4,278	12,61
Sisa makanan	17,681	52,11
Sampah kebun	2,456	7,24
Kertas – Karton	3,079	9,08
Logam	0,142	0,42
Kaca	0,203	0,60
Kain	0,306	0,90
Karet	0,025	0,07
Lainnya	5,760	16,98
Total Sampah	33,93	100

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Hasil sampling pada Perum Baros ini didapatkan bahwa sampah sisa makanan yang paling banyak disusul dengan sampah lainnya ini kebanyakan

adalah sampah *pampers*, pembalut dan residu lainnya. Saat sampling sering ditemukan cukup banyak makanan yang masih utuh, dokumentasi dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5.5 Sampah Makanan *Sampling Middle Income*

Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2021

Sejak awal, sampah telah menjadi masalah lingkungan bagi manusia, dengan memahami berbagai bentuk limbah dapat membantu kita mengidentifikasi cara untuk menghindari dan mengurangnya. Umat muslim telah memiliki pelajaran tentang menghindari dan mengurangi pemborosan selama lebih dari 1.400 tahun yang diajarkan oleh agama Islam melalui perintah Al-Qur'an dan Sunnah Nabi. Salah satu surat yang merujuk pada ajaran tersebut adalah sebagai berikut:

﴿ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرِ مَّعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ
وَالزَّرِيثُونَ وَالرُّمَّانَ مَنشَأَيْهَا وَغَيْرَ مَنشَأَيْهَا كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ
وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴾

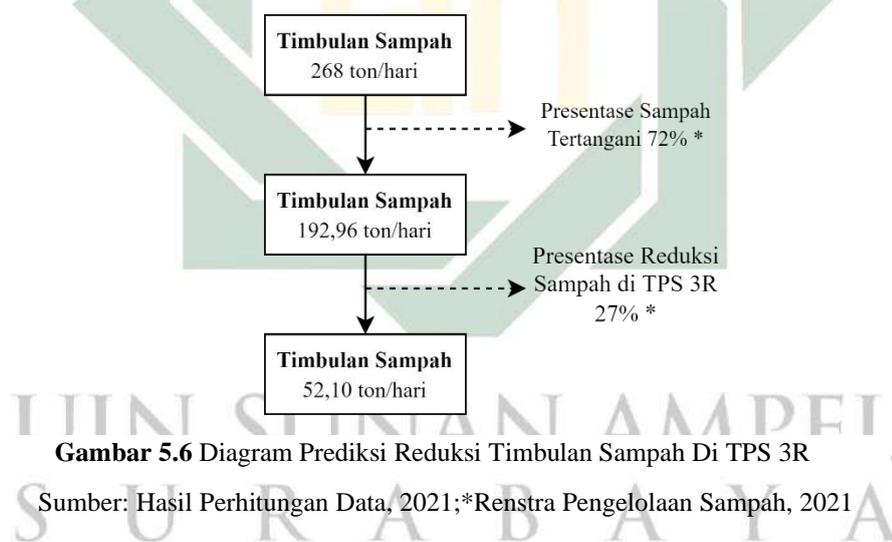
“Dan Dialah yang menjadikan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan,” – Al-An’am ayat 141

Dari ayat diatas kita memahami bahwa makanan adalah sumber utama sampah. Namun, Allah SWT tidak hanya memerintahkan kita untuk tidak menyia-nyiakannya, tetapi dalam ayat yang sama Allah SWT juga mengajarkan bagaimana menghindarinya. Tuhan memerintahkan kita untuk

membagikan makanan kita kepada sesama. Ayat ini juga mengidentifikasi pemborosan yang terjadi terhadap konsumsi makanan (Abdelhamid, 2021).

5.3.1 Recovery Factor

Timbulan sampah total Kota Sukabumi pada tahun 2030 adalah sebanyak 268.099 kg (**Tabel 5.21**) yang dibulatkan menjadi 268 ton/hari kemudian diketahui persentase sampah tertangani pada dokumen rencana strategis pengelolaan sampah di Kota Sukabumi pada Tahun 2021-2023 adalah sebanyak 72% dari sampah total sehingga didapatkan hasil timbulan sampah tertangani 192,96 ton/hari sedangkan presentasi reduksi sampah di TPS 3R dalam renstra pengelolaan sampah Kota Sukabumi adalah 27% yaitu sebesar 52,10 ton/hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram prediksi reduksi timbulan sampah di TPS 3R dalam **Gambar 5.6** sebagai berikut:



Gambar 5.6 Diagram Prediksi Reduksi Timbulan Sampah Di TPS 3R

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021; *Renstra Pengelolaan Sampah, 2021

Hasil analisis timbulan sampah yang dikelola TPS 3R pada tahun 2030 berdasarkan **Gambar 5.6** sebesar 52,10 ton/hari. Apabila semua TPS 3R dapat aktif berjalan di tahun 2030 (sebanyak 11 TPS 3R) maka setiap TPS 3R diasumsikan mengolah sampah sebanyak 4,73 ton/harinya.

5.3.2 Recovery Factor TPS 3R Tampomas

Pengelolaan sampah kota yang efisien dan berkelanjutan merupakan tantangan sosial, lingkungan, dan ekonomi. Suatu kota harus menghadapi keterbatasan sumber daya untuk pelaksanaan pengelolaan sampah kota yang baik, seperti kurangnya penyediaan layanan, pembiayaan, kontrol lingkungan, struktur kelembagaan, pemahaman sistem yang kompleks, dan sanitasi (*Trihadiningrum et al.*, 2017). Salah satu praktik yang meningkatkan keberhasilan pengelolaan sampah kota adalah membangun dan mengoperasikan daur ulang di sumber sampah (Cohen *et al.*, 2021). Oleh karena itu daur ulang di TPS 3R adalah salah satu alternatif pengelolaan yang perlu dikembangkan.

Pandangan Islam tentang pembangunan berkelanjutan yang berusaha untuk menghindari kerusakan yang timbul dari aktivitas manusia telah dijelaskan dalam beberapa ayat al Qur'an, salah satunya Surat Al-Maidah ayat 33 sebagai berikut:

إِنَّمَا جَزَاءُ الَّذِينَ يُحَارِبُونَ اللَّهَ وَرَسُولَهُ وَيَسْعَوْنَ فِي الْأَرْضِ فَسَادًا أَنْ يُقَتَّلُوا أَوْ يُصَلَّبُوا أَوْ تُقَطَّعَ أَيْدِيهِمْ وَأَرْجُلُهُمْ مِنْ خَلْفٍ أَوْ يُنْفَوْا مِنَ الْأَرْضِ ذَلِكَ لَهُمْ خِزْيٌ فِي الدُّنْيَا وَلَهُمْ فِي الْآخِرَةِ عَذَابٌ عَظِيمٌ

“Hukuman bagi orang-orang yang memerangi Allah dan Rasul-Nya dan membuat kerusakan di bumi hanyalah dibunuh atau disalib, atau dipotong tangan dan kaki mereka secara silang, atau diusir dari tempat kediamannya. Yang demikian itu kehinaan bagi mereka di dunia, dan di akhirat mereka mendapat azab yang besar.” – Al Ma'idah ayat 33

Konsep pembangunan berkelanjutan, khususnya dalam pengelolaan lingkungan juga terkait dengan kaidah-kaidah Hukum Islam. Pembangunan berkelanjutan harus mengutamakan unsur kemanfaatan, baik hari ini maupun yang akan datang, keduanya bagi

manusia dan makhluk hidup yang keberadaannya juga mendukung kehidupan manusia (Hartanto, 2019).

TPS 3R Tampomas tidak aktif mengolah sampah organiknya menjadi kompos secara mandiri. Sampah organik yang masuk ke TPS 3R Tampomas ini biasanya diberikan ke tempat budidaya magot. Berdasarkan data pencatatan TPS 3R Tampomas Bulan Oktober 2021 (*Lampiran*) rata-rata sampah organik yang terkelola sebanyak $\pm 229,67$ kg/hari. Hasil wawancara dengan ketua KSM Tampomas menyebutkan setiap minggunya TPS 3R Tampomas menerima hasil pupuk hasil kompos dari tempat budidaya magot sebanyak 10 buah (masing-masing beratnya 5 kg) totalnya 50 kg/minggu. Harga kompos setiap 5 kg seharga Rp.10,000. Sehingga total kompos yang dihasilkan adalah ± 1.500 kg/bulan dengan total sampah organik yang masuk pada TPS 3R Tampomas ± 7.000 kg/bulan (asumsi penyusutan sampah organik dari pengomposan 21%).

Pemilahan sampah organik di TPS 3R Tampomas masih dipilih manual oleh satu petugas pemilah. Hasil wawancara dengan ketua KSM Tampomas menyebutkan penghasilan dari penjualan sampah anorganik seperti kardus, botol dan besi sebesar Rp.150,000 - Rp.200,000. Tetapi tidak ada pendataan secara jelas berapa satuan sampah yang dijual setiap minggunya.

Pelayanan TPS 3R Tampomas sebanyak 9 RW di daerah kelurahan Baros, setiap RW nya ± 150 KK totalnya 1.350 KK terlayani sehingga persentase pelayanan TPS 3R Tampomas masih 25% dari total keluarga di kelurahan Baros yaitu sebesar 5.382 KK dengan rata-rata anggota keluarga 5 per keluarga sehingga total jumlah penduduk Kelurahan Baros 17.593 jiwa (BPS, 2021)

Analisis *recovery factor* didapat dari jumlah sampah masuk di TPS 3R Tampomas pada bulan Oktober. Rata-rata per hari sampah masuk di TPS 3R Tampomas sebanyak $\pm 3,49$ ton/hari. Sampah

masuk ini sesuai dengan hasil sampling sampah pada kawasan *middle income* yaitu setiap orang dalam sehari menghasilkan sampah rata-rata 0,51 kg. Perhitungannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Timbulan } middle \text{ income} &= \text{Berat sampah orang per hari} \times \text{penduduk} \\ &\text{terlayani} \\ &= 0,51 \times (1.350 \times 5) \\ &= 0,51 \times 6.750 \text{ jiwa} \\ &= 3.442,5 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Sementara itu untuk perhitungan analisis *recovery factor* dari TPS 3R Tampomas adalah sebagai berikut:

Contoh perhitungan:

Diketahui:

- a. Berat sampah organik: 2.073,1 kg/hari (Tabel 5.23)
- b. Nilai RF untuk sampah organik 80% (Tabel 5.23)

Laju Reduksi = Nilai RF x Berat sampah

$$\begin{aligned} &= 2.073,1 \text{ kg/hari} \times 80\% \\ &= 1.658,48 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Jumlah Residu = Berat sampah awal – laju reduksi

$$\begin{aligned} &= 2.073,1 \text{ kg/hari} - 1.658,48 \text{ kg/hari} \\ &= 414,62 \text{ kg/hari (Tabel 5.23)} \end{aligned}$$

Tabel 5.23 Rencana *Recovery Factor* TPS 3R Tampomas

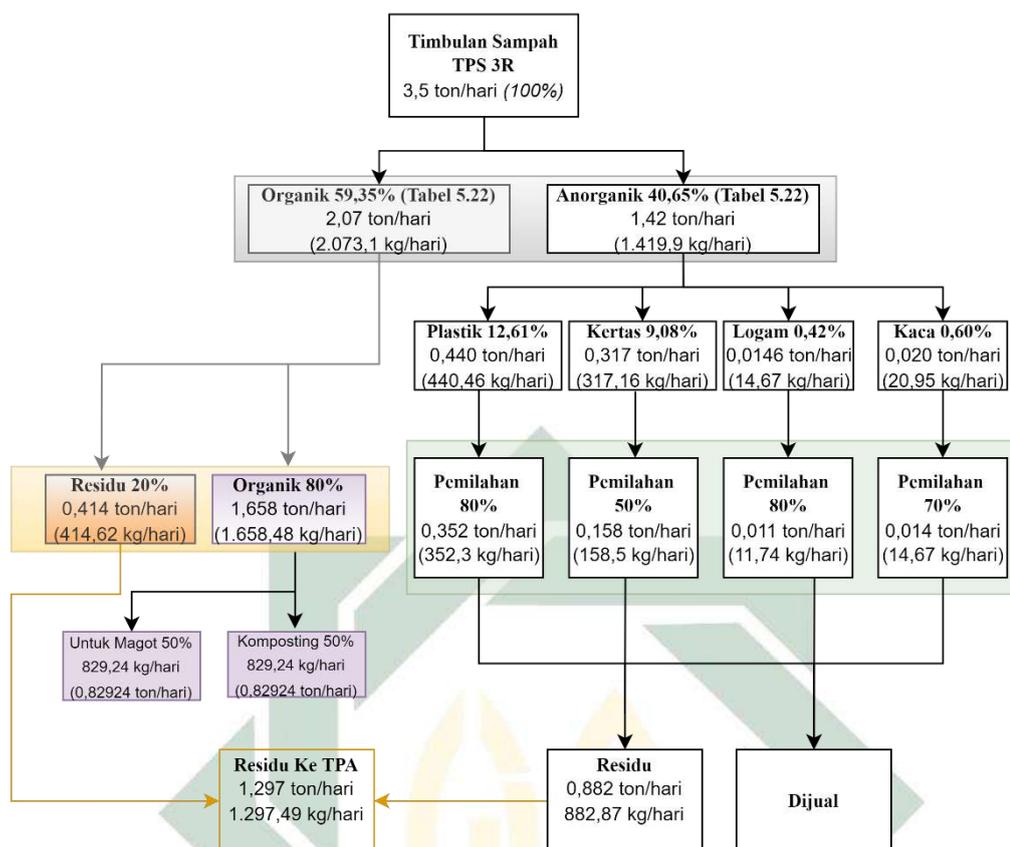
Jenis Sampah	Timbulan Sampah		<i>Recovery Factor</i>	Laju Reduksi	Jumlah Residu Sampah
	%	Kg/hari	%	Kg/hari	Kg/hari
Organik	59,35	2.073,1	80*	1.658,48	414,62
Kertas	9,08	317,16	50**	158,58	158,58
Plastik	12,61	440,46	80**	352,37	88,09
Logam	0,42	14,67	80***	11,74	2,93
Kain	0,90	31,43			31,43
Gelas/kaca	0,60	20,95	70***	14,67	6,29
Karet	0,07	2,44			2,44
Lainnya	16,98	593,11			593,11
Jumlah Total	100	3.493		2.195,83	1.297,49
Persentase(%)				62,86	37,14

Sumber: Hasil perhitungan data, 2021; * Tchobanoglous, Theisen dan vigil, 1993; ** Kreith & Tchobanoglous, 2002

Hasil perhitungan yang tercantum di **Tabel 5.23** bahwa TPS 3R Tampomas mengolah sampah sebanyak 3.493 kg/hari (3,4 ton/hari) dengan potensi pemulihan sampah sebanyak 2.195,83 kg/hari. Total sampah residu yang akan diangkut ke TPA sebanyak 1.297,49 kg/hari.

5.3.3 *Mass Balance* TPS 3R Tampomas

Analisis *mass balance* (kesetimbangan massa) umumnya digunakan sebagai cara mengetahui potensi proses pengolahan sampah yang masuk ke TPS 3R sehingga dapat diketahui jumlah residu yang terangkut ke TPA. Analisis *Mass Balance* juga digunakan dalam penentuan kebutuhan lahan suatu tempat pengolahan sampah (Laili, 2017). Analisis *mass balance* dari TPS 3R Tampomas dapat dilihat pada **Gambar 5.7** di bawah ini:



Gambar 5.7 Diagram *Mass Balance* TPS 3R Tampomas

Sumber: Hasil Analisis Perhitungan, 2021

Detail reduksi sampah untuk sampah organik sebanyak 50% dari total sampah akan diberikan ke tempat budidaya magot sebagai pakan magot sementara untuk 50% nya harapannya dapat diolah sendiri oleh TPS 3R Tampomas untuk dijadikan kompos. Hasil kompos akan dijual oleh KSM Tampomas dengan harga 50 ribu per kemasan (hasil wawancara dengan Ketua KSM). Reduksi sampah anorganik meliputi sampah plastik, kertas, logam dan gelas/kaca sesuai dengan rencana strategis pengolahan sampah di Kota Sukabumi adalah dijadikan kerajinan tangan atau dibawa ke industri daur ulang serta pengepul barang lapak. Harapannya perencanaan tersebut dapat berjalan maksimal dengan adanya bantuan juga dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi untuk pemasaran kompos, menjalin relasi dengan industri serta pengepul barang lapak.

5.3.4 Kebutuhan Luas Area Sarana dan Prasarana

5.3.4.1 Area *Loading Rate*

Luas lahan *loading rate* dari hasil pengukuran lapangan pada TPS 3R Tampomas sekaligus digunakan sebagai tempat pemilahan dengan luas $\pm 50 \text{ m}^2$. Kegiatan pilah sampah masuk di TPS 3R manual dilakukan oleh pemilah. Untuk mendapatkan kebutuhan luas area ini dilakukan dengan menghitung kuantitas sampah masuk harian lalu dibagi dengan tinggi rencana tumpukan sampah. Berat sampah masuk di TPS 3R Tampomas yaitu sebanyak 3.493 kg/hari dan dikalikan dengan densitas sampah *middle income* sebanyak $135,9 \text{ kg/m}^3$. Perhitungan kebutuhan area ini sebagai berikut:

$$\text{Volume: } \frac{\text{Berat Sampah Masuk}}{\text{Densitas}}$$

$$\text{Volume: } \frac{3.493 \text{ kg/hari}}{135,9 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volume: } 25,70 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

Selanjutnya setelah mengetahui volume sampah data yang dibutuhkan selanjutnya adalah tinggi tumpukan sampah yaitu 0,75 m (Stiawan, 2018). Sehingga kebutuhan luas lahan untuk area *loading rate* adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan Luas Lahan: } \frac{\text{Volume}}{\text{Tinggi Tumpukan Sampah}}$$

$$\text{Kebutuhan Luas Lahan: } \frac{25,70 \text{ m}^3 \text{ /hari}}{0,75 \text{ m}}$$

$$\text{Kebutuhan Luas Lahan: } 34,26 \text{ m}^2$$

Berdasarkan hasil hitung kebutuhan area *loading rate* sebesar $34,26 \text{ m}^2$ yang berarti luas area *loading rate* pada kondisi eksisting masih lebih besar yaitu sebesar 50 m^2 .

5.3.4.2 Area Parkir Armada dan Container

TPS 3R Tampomas memiliki tiga unit mosam sebagai sarana pengumpul sampah. Armada pengumpul tersebut memiliki ukuran 140 cm x 60 cm x 100 cm. Asumsi penambahan jarak pada tiap sisi adalah 0,5 m, luas area:

$$\text{Luas area parkir motor sampah} = (1+1,4) \times (1+0,6) \times 3 = 11,52 \text{ m}^2$$

Berdasarkan pengamatan lapangan TPS 3R Tampomas menggunakan kontainer sebagai tempat residunya dan perhitungan kondisi eksisting (lapangan), besar jumlah sampah residu 1.297,49 kg/hari (**Gambar 5.7**). Asumsi densitas *container* 350 m² (Stiawan, 2018) sehingga volume sampah residu sebesar 3,7 m³. Apabila kontainer residu memiliki kapasitas 8 m³ dengan dimensi 3,3 meter x 1,8 meter dan tinggi 1,5 meter, maka jumlah kontainer yang diperlukan adalah 1 unit kontainer. Luas lahan yang dibutuhkan bila jarak keliling adalah 0,5 meter adalah:

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan} &= \text{jumlah kontainer} \times (\text{panjang} + \text{jarak}) \times (\text{lebar} + \text{jarak}) \\ &= 1 \text{ buah kontainer} \times (3,3 + 1) \times (1,8 + 1) \\ &= 12,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Total kebutuhan lahan parkir armada dan container adalah 23,56 m²

5.3.4.3 Area Penyimpanan Sampah Anorganik

Area lahan ini berguna untuk menyimpan sampah hasil pilahan. Sampah yang biasanya adalah sampah yang dapat dijual pada pengepul. Luas area penyimpanan ini pada TPS 3R Tampomas adalah 10 m². Sampah yang telah dipilah biasanya akan memiliki waktu penyimpanan sekitar 3 hari sampai dilakukan pengemasan agar tidak terjadi penumpukan sampah berlebih. Sehingga kalkulasi kebutuhan area penyimpanan sampah anorganik adalah sebagai berikut:

Diketahui berat sampah anorganik setelah dipilah yaitu plastik 352,37 kg/hari, kertas 158,58 kg/hari, logam 11,74 kg/hari dan kaca 14,67 kg/hari yang totalnya menjadi 537,36 kg/hari.

$$\text{Volume: } \frac{\text{Berat Sampah Anorganik Masuk}}{\text{Densitas}}$$

$$\text{Volume: } \frac{537,36 \text{ kg/hari}}{135,9 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volume: } 3,95 \text{ m}^3 \text{ /hari}$$

Dengan waktu penyimpanan 3 hari maka volume dikali 3 menjadi $11,85 \text{ m}^3/3$ hari dengan asumsi ketinggian penumpukan sampah sebesar 1 meter (Pradiptiyas, 2018), maka perhitungan kebutuhan luasnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan Lahan: } \frac{\text{Volume}}{\text{Tinggi Tumpukan Sampah}}$$

$$\text{Kebutuhan Lahan: } \frac{11,85 \text{ m}^3 / 3 \text{ hari}}{1 \text{ meter}}$$

$$\text{Kebutuhan Lahan: } 11,85 \text{ m}^2$$

Berdasarkan hasil hitung kebutuhan area diatas luas pemilahan di kondisi lapangan lebih sempit dibandingkan dengan hasil perhitungan optimalisasi sebesar $11,85 \text{ m}^2$

5.3.4.4 Luas Lahan Pencacahan Sampah Organik

Pencacahan sampah organik memiliki maksud untuk memperluas permukaan area bahan harapannya proses pengomposan berjalan lebih cepat dengan peningkatan kontak antara mikroba dengan bahan organik (Zahrina & Yenie, 2021). Area ini digunakan untuk penampung sampah organik sekaligus pencacahan sampah. Asumsi pengolahan sampah organik yang diolah menjadi kompos di TPS 3R Tampomas adalah 50% dari total sampah organik sedangkan setengahnya lagi diberikan pada komunitas budidaya magot. Oleh karena itu banyak sampah yang dilakukan pencacahan

adalah:

$$\begin{aligned} \text{Banyak sampah} &= 50\% \times 1.658,48 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{ (Gambar 5.7)} \\ &= 829,24 \frac{\text{kg}}{\text{hari}} \text{ (Gambar 5.7)} \end{aligned}$$

Area ini digunakan untuk penampung sampah organik sekaligus pencacahan sampah. Alat pencacah dengan dimensi 170x70x130 cm, berbahan bakar solar, mesin diesel 8 PK dengan kapasitas produksi 1,5 ton/jam. Jam kerja mesin adalah 3 jam (Stiawan, 2018). Sehingga kebutuhan alat pencacah:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan alat pencacah} &= \frac{\text{Berat sampah yang dicacah}}{\text{kapasitas mesin} \times \text{jam kerja}} \\ &= \frac{829,24 \text{ kg/hari}}{1500 \times 3 \text{ jam}} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Asumsi penambahan ruang mesin pencacah adalah 0,5 m (Stiawan, 2018), didapatkan lahan yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas lahan pencacahan} &= (p + \text{jarak keliling}) \times (l + \text{jarak keliling}) \\ &= (1,7 \text{ m} + 0,5 \text{ m}) \times (0,7 + 0,5) \\ &= 3,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

5.3.4.5 Area Komposting

Telah diketahui bahwa TPS 3R Tampomas masih belum melakukan kegiatan pengolahan sampah organiknya secara mandiri. Hasil *recovery* dari memasok sampah organik ke tempat magot berdasarkan data penanganan sampah pada bulan Oktober di TPS 3R Tampomas komposting hanya menekan $\pm 7\%$ dari total sampah organik yang masuk ke TPS 3R Tampomas. Diharapkan dengan TPS 3R Tampomas melakukan pengomposan sendiri akan menekan jumlah sampah yang terbuang ke TPA. Untuk mewujudkan hal tersebut maka dibutuhkan area pengomposan. Direncanakan metode

pengomposan dengan *open windrow* yang dikenal mudah, tidak harus menyediakan sarana yang modern dan kompleks dengan biaya pemeliharaan yang cukup terjangkau (Laili, 2017). Sistem *windrow composting* ini diperkirakan dapat menghasilkan 1/3 kompos dari jumlah bahan baku, sistem ini dianggap paling cocok untuk diterapkan pada semua jenis sampah organik dengan kualitas kompos yang baik (Zahrina & Yenie, 2021)

Sampah organik pada dasarnya dapat terurai sendiri tetapi cenderung membutuhkan waktu yang lama (5 minggu hingga 2 bulan) sedangkan dengan penambahan EM4 hasil pengomposan dapat dilihat pada hari ke 21 sampai 28, karena itu untuk mempercepat proses pengomposan ini direncanakan penambahan bioaktivator EM4. EM4 mudah diperoleh dan praktis penggunaannya untuk komposting (Wandansari, dkk., 2020).

Perhitungan kebutuhan lahan untuk komposting dengan metode *windrow* ini mengacu pada Buku Lampiran Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan TPS 3R yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Ditjen Cipta Karya Tahun 2018

- **Kriteria Desain Aerator Bambu**

Lebar Windrow: 2,5 – 3,5 m

Ketinggian maksimal: 1,75 m

Panjang: bebas

Langkah 1: Menghitung Total Volume Pengomposan (m³)

Tabel 5.24 Rincian Perhitungan Volume Pengomposan

Rincian Perhitungan		
Timbulan Sampah Organik	829,24 kg/hari	0,82924 ton/hari
Densitas Sampah	135,9 kg/m ³	0,135 ton/hari
Waktu Pengomposan	30 hari	

Sumber: KEMENPUPR, 2021

$$\text{Vol. Komposting: } \frac{\text{Waktu pengomposan (hari)} \times \text{timbunan sampah organik} \left(\frac{\text{ton}}{\text{hari}}\right)}{\text{densitas sampah} \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Vol. Pengomposan: } \frac{30 \text{ hari} \times 0,82924 \text{ ton/hari}}{0,135 \text{ ton/m}^3}$$

$$\text{Vol. Pengomposan: } 184,27 \text{ m}^3$$

Langkah 2: Menghitung volume setiap *windrow* (m³) menggunakan bentuk trapesium karena dianggap lebih stabil.

Tabel 5. 25 Rincian Perhitungan Setiap *Windrow*

Volume Setiap <i>Windrow</i>	
Lebar Bawah	3 m
Tinggi	1 m
Panjang	2,5 m
Lebar atas	1,8 m
Luas area melintang (trapesium)	2,4 m ²

Sumber: KEMENPUPR, 2021

Langkah pertama adalah mencari luas area melintang:

$$\begin{aligned} \text{Luas area melintang} &= \frac{1}{2} \times (a+b) \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (1,8+3) \times 1 \\ &= \frac{1}{2} \times (4,8) \times 1 \\ &= 2,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kemudian dilakukan penghitungan volume untuk setiap aerator bambu dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Vol/aerator} &= \text{Luas area melintang(m}^2\text{)} \times \text{panjang } \textit{windrow}\text{(m)} \\ &= 2,4 \text{ m}^2 \times 2,5 \text{ m} \\ &= 6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Langkah 3: Menghitung jumlah *windrow* (buah)

$$\text{Jumlah Windrow} = \frac{\text{Total Volume Kompos (m}^3\text{)}}{\text{Vol.tiap } \textit{windrow}\text{(m}^3\text{)}}$$

$$= \frac{184,27 \text{ m}^3}{6 \text{ m}^3}$$

$$= 31 \text{ buah}$$

Langkah 4: Menghitung luas area yang dibutuhkan untuk windrow (m²)

Panjang windrow diketahui berukuran 2,5 m di setiap sisinya ditambah dengan ruang pergerakan sebesar 0,5 m sehingga panjang totalnya 3.5 m. Sementara untuk lebar diketahui berukuran 3 m di setiap sisinya ditambah dengan ruang pergerakan sebesar 0,5 m sehingga panjang totalnya 4 m. Sehingga luas setiap area windrow adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas setiap windrow} &= \text{panjang windrow} \times \text{lebar windrow} \\ &= 4 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} \\ &= 14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas kebutuhan total} &= \text{Luas per windrow} \times \text{jumlah windrow} \\ &= 14 \times 31 \text{ m} \\ &= 434 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

5.3.4.6 Luas Lahan Pengayakan

Diproses ini kompos mengalami penyusutan pada berat dan volume. Persentase susutan tanpa tambahan bioaktivator mulai 35,3% dan 66,7% saat ditambahkan bioaktivator (Dewilda & Apris, 2016). Perhitungan luas pengayakan dibutuhkan sebagai berikut:

- a. Asumsi susutan= 40% (Stiawan, 2018)
- b. Waktu Kerja = 3 jam/hari
- c. Berat sampah= 40% x 829,24 kg/hari
= 331,696 kg/hari
- d. Spesifikasi mesin ayak berdimensi 300 x 100 x 150 cm dengan bahan bakar penggerak diesel 8 PK Solar. Satu mesin pengayak memiliki kapasitas pengayakan sampah sebanyak 900 kg/jam yang artinya dapat memenuhi kebutuhan proses pengayakan. Diasumsikan jarak keliling 0,5 m (Stiawan, 2018), maka luas yang dibutuhkan adalah:

$$\text{Luas lahan} = 1 \times (3 + 0,5) \times (1 + 0,5)$$

$$\text{Luas lahan} = 5 \text{ m}^2$$

5.3.4.7 Luas Gudang Penyimpanan Kompos

Berat kompos setelah penyusutan adalah 331,696 kg/hari dengan volume 2,44 m³ (densitas 135,9 kg/m³). Asumsi kompos diwadahi di kemasan dengan berat 5 kg/kemasan, sehingga totalnya ada 83 buah. Tinggi timbunan jika dibuat 1 meter (Stiawan, 2018), maka luas area pengemasan dan gudang kompos adalah sebesar 3,06 m²

Hasil perhitungan kebutuhan luas lahan TPS 3R Tampomas terhadap lahan eksisting dapat dilihat pada **Tabel 5.26** sebagai berikut:

Tabel 5.26 Perhitungan Kebutuhan Lahan TPS 3R Tampomas

No	Area	Luas Eksisting	Kebutuhan lahan	Selisih
		m ²		
1	Loading rate dan pemilahan	62,5	34,26	+4,68
2	Parkir Armada dan Container residu		23,56	
3	Penyimpanan sampah anorganik	11	11,85	-0,85
4	Penampung dan pencacah sampah organik	55	442,4	-387,4
5	Pengomposan			
6	Pengayakan			
7	Penyimpanan kompos	3,44	3,06	+0,38
9	Kantor, Galeri dan toilet	18	18	-
Total		150	533,13	-388,25

Sumber: Hasil Perhitungan Data, 2021

Hasil perhitungan lahan yang dibutuhkan untuk pengelolaan sampah di TPS 3R Tampomas memiliki selisih sebesar 388,25 m² dari luas lahan eksisting 150 m². Kurangnya lahan terbesar didapat dari area komposting (area pencacahan, pengomposan dan pengayakan) yang memiliki selisih kebutuhan lahan sebesar 387,4 m²



LAYOUT EKSISTING TPS 3R TAMPOMAS

SKALA 1:100



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

OPTIMALISASI TPS 3R TAMPOMAS KOTA SURABAYA

Judul Gambar
LAYOUT EKSISTING TPS 3R TAMPOMAS

Keterangan

Lahan TPS 3R Disewakan

A Tempat Penyimpanan Sampah Anorganik (Sudah Dikemas)

B Tempat Penyimpanan Sampah Anorganik (Belum Dikemas)

Satuan dalam cm

Nama Mahasiswa Nomor Induk

DEFI ARIANTI H05217004

Skala Gambar Nomor Gambar

1:100

Tanggal Digambar Tanggal Diperiksa

28-10-2021

Dosen Pembimbing

Argowi Priyadi, M.Eng
Dyah Ratri Nurmoaningah, MT

Gambar 5.8 Layout Eksisting TPS 3R Tampomas

5.4 Aspek Kelembagaan TPS 3R Tampomas

TPS 3R Tampomas adalah TPS 3R yang dikelola oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM Tampomas). Tetapi, tidak ada legalitas yang dapat memvalidasi tersebut dikarenakan KSM Tampomas hanya memiliki SK Bank Sampah yang ditanda tangani oleh Lurah Kecamatan Baros pada Bulan Desember Tahun 2015 dengan Nomor SK 383/01/05.0001 pada Tahun 2015. Adapun Struktur Organisasi KSM Tampomas (terlampir dalam lampiran) dapat dilihat pada **Gambar 5.9**



Gambar 5.9 Struktur Organisasi KSM Tampomas

Sumber: KSM Tampomas, 2021

Terlihat pada struktur organisasi di atas KSM Tampomas cukup mempunyai struktur organisasi yang lengkap. Dapat dibuktikan dengan adanya bendahara yang bertugas sebagai pengatur keuangan serta sekretaris yang bertugas untuk merekap timbulan sampah masuk setiap harinya. Tetapi yang terjadi di lapangan fungsi dari ketua, bendahara maupun sekretaris tidak berjalan sebagaimana mestinya. Tugas dari bendahara dan sekretaris dilakukan sekaligus oleh Ketua KSM. Ditambah lagi dengan tidak adanya keterbukaan Ketua KSM terkait pencatatan uang masuk dari penjualan sampah dan kompos. Sementara untuk petugas pemilahan juga hanya 1 orang dengan total sampah masuk \pm 3,5 ton/hari berdasarkan pencatatan sampah masuk oleh KSM Tampomas pada Bulan Oktober 2021.

5.5 Strategi Optimalisasi TPS 3R Tampomas

Strategi pengembangan ini dilakukan untuk pengoptimalan TPS 3R Tampomas. Sebelum dilakukan perencanaan optimalisasi terlebih dahulu melakukan evaluasi TPS 3R Tampomas berdasarkan Petunjuk Teknis TPS 3R serta Permen PU No. 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah dan Sampah Sejenis Rumah Tangga (terlampir dalam lampiran). Hasil evaluasi diketahui bahwa TPS 3R Tampomas tidak melakukan kegiatan pengomposan, kegiatan pemilahan yang masih belum maksimal dilakukan serta luas lahan dan kapasitas TPS 3R yang belum sesuai dengan kebutuhan (banyak sampah masuk). Dalam menganalisa strategi pengembangan TPS 3R Tampomas menggunakan instrumen metode AHP (*Analysis Hierarchy Process*) dengan media pengisian kuisisioner yang dilakukan oleh responden yang telah dibuat dengan melihat hierarki permasalahan yang kemudian menghasilkan kriteria untuk kuisisioner dengan mengacu pada Petunjuk Teknis TPS 3R. Kriteria responden adalah orang yang memiliki pengetahuan dan berkecimpung dalam pengelolaan sampah di TPS 3R Kota Sukabumi. Responden sebanyak 4 orang yang meliputi 2 responden dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi serta 2 responden dari KSM Tampomas dengan rincian sebagai berikut:

- a. Kepala Bidang (Kabid) Pengelolaan Sampah, Limbah B3, Peran Serta Masyarakat Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi
- b. Ketua Seksi Peran Serta Masyarakat Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi
- c. Ketua KSM Tampomas
- d. Petugas Pemilah Sampah KSM Tampomas

Pengisian kuisisioner dilakukan dengan melihat kriteria dan subkriteria dan kemudian dilakukan pemilihan (dibandingkan secara berpasangan) berdasarkan penilaian prioritas atau kepentingan. Penilaian dengan metode AHP ini juga dapat digunakan untuk menemukan aspek yang paling berpengaruh dalam pengembangan/optimalisasi TPS 3R Tampomas. Pengolahan data kuisisioner ini menggunakan *software Expert Choice*

5.5.1 Perbandingan Aspek Teknis dan Kelembagaan

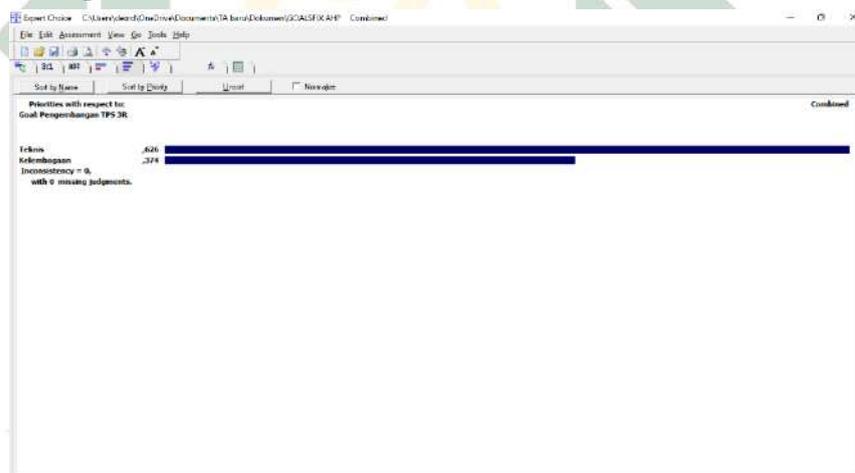
Perbandingan antar kriteria aspek teknis dan aspek kelembagaan menghasilkan aspek teknis berada di urutan prioritas pertama dan diikuti aspek kelembagaan di urutan kedua. Nilai atau bobotnya dapat dilihat pada **Tabel. 5.27** sebagai berikut:

Tabel 5.27 Hasil AHP Antar Aspek

Poin	Aspek Teknis	Aspek Kelembagaan
Nilai	0,626	0,374
Urutan Prioritas	1	2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria selesai *diinput* di software *Expert Choice*. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.10** dibawah ini



Gambar 5.10 Matriks Antar Aspek

5.5.2 Hasil Bobot Sub Kategori Aspek Teknis

Perbandingan antar sub kriteria dari aspek teknis menghasilkan aspek pemilahan dalam kriteria ketersediaan lahan menjadi pengembangan prioritas pertama yang disusul dengan lahan pengomposan di posisi kedua. Sarana TPS 3R yang terpilih menjadi prioritas pengembangan pertama adalah alat pencacah sampah organik dan disusul oleh pemilah sampah/*conveyor* dan yang ketiga

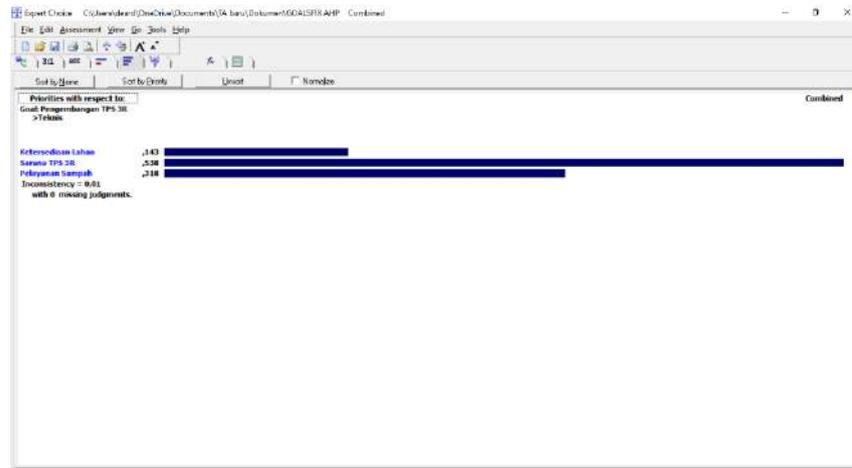
adalah alat pengayak kompos. Kriteria pelayanan sampah dalam urutan prioritas pengembangan pertama adalah jadwal pengumpulan dan yang kedua adalah jumlah pengangkutan. Nilai atau bobotnya dapat dilihat pada **Tabel. 5.28** sebagai berikut:

Tabel 5.28 Bobot Aspek Teknis

Kriteria	Bobot	Sub Kriteria	Bobot
Ketersediaan Lahan	0,143	Lahan Pemilahan	0,249
		Lahan Pengomposan	0,198
		Lahan Parkir Kendaraan	0,167
		Lahan Penunjang	0,107
		Lahan Gudang Produk Daur Ulang	0,102
		Lahan Sampah Residu/Container	0,093
		Lahan Pencacah Plastik	0,084
Sarana TPS 3R	0,538	Alat Pencacah Sampah Organik	0,248
		Pemilah Sampah/ <i>Conveyor</i>	0,169
		Armada Pengumpul	0,166
		Kontainer Residu	0,116
		Alat Pengayak Kompos	0,096
		Alat Kompaksi Sampah Kering	0,089
		Alat Pencacah Sampah Plastik	0,061
		Pengemas Produk Daur Ulang	0,054
Pelayanan Sampah	0,318	Jadwal Pengumpulan	0,391
		Jadwal Pengangkutan	0,272
		Perluasan Area Pelayanan di Luar Desa	0,182
		Penambahan Pelanggan	0,155

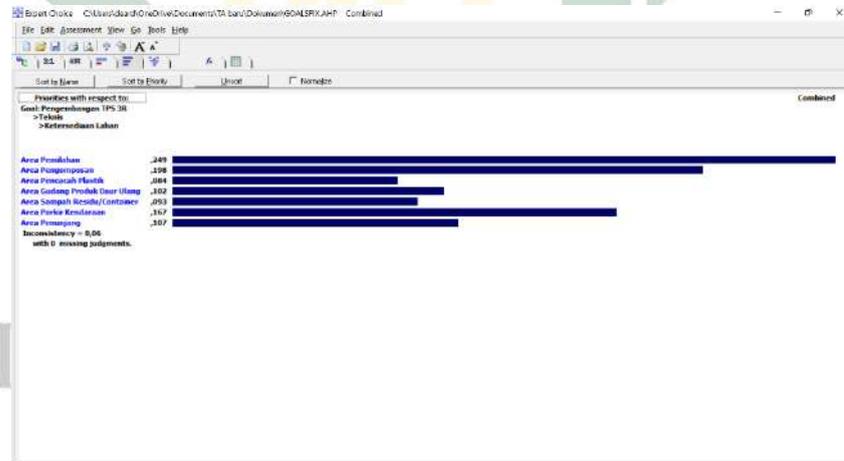
Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Hasil perbandingan antar kriteria ketersediaan lahan, sarana TPS 3R dan pelayanan sampah didapat sarana TPS 3R dalam prioritas pengembangan pertama disusul oleh pelayanan sampah dan kemudian ketersediaan lahan. Matriks dapat dilihat pada **Gambar 5.11** dibawah ini:



Gambar 5.11 Matrik Antar Kriteria Aspek Teknis

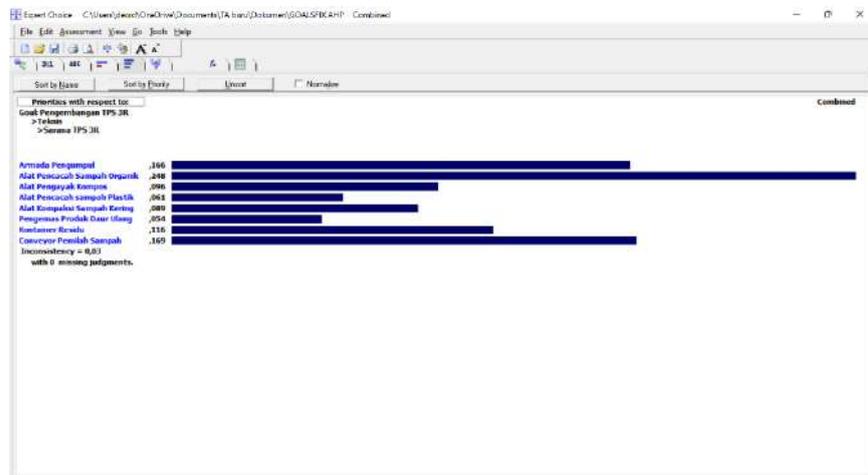
Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap sub-kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Sub-kriteria ketersediaan lahan yang menjadi prioritas secara berurutan adalah area pemilahan, area pengomposan, dan area parkir kendaraan. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.12** dibawah ini:



Gambar 5.12 Matriks Sub-Kriteria Sarana TPS 3R

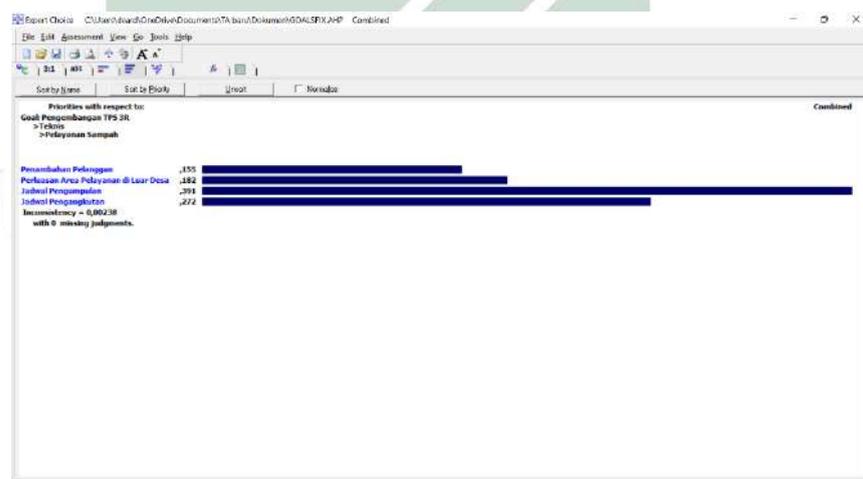
Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap sub-kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Sub-kriteria sarana pelayanan sampah yang menjadi prioritas secara berurutan adalah jadwal pengumpulan, jadwal pengangkutan,

perluasan area pelayanan di luar desa dan penambahan pelanggan. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.13** dibawah ini:



Gambar 5.13 Matriks Sub-Kriteria Sarana TPS 3R

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap sub-kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Sub-kriteria sarana pelayanan sampah yang menjadi prioritas secara berurutan adalah jadwal pengumpulan, jadwal pengangkutan, perluasan area pelayanan di luar desa dan penambahan pelanggan. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.14** dibawah ini:



Gambar 5.14 Matriks Sub-Kriteria Pelayanan Sampah

5.5.3 Hasil Bobot Sub Kategori Aspek Kelembagaan

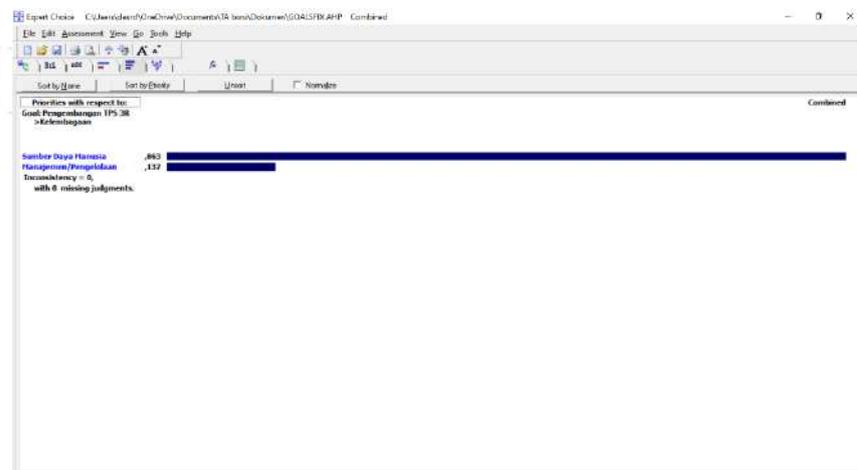
Perbandingan antar sub kriteria dari aspek kelembagaan

menghasilkan jumlah SDM pada kriteria sumber daya manusia menjadi prioritas pengembangan pertama. Kriteria Manajemen/pengelolaan menghasilkan pembinaan sebagai prioritas pengembangan. Nilai atau bobot lengkapnya dapat dilihat pada **Tabel. 5.29** sebagai berikut:

Tabel 5.29 Bobot Aspek Kelembagaan

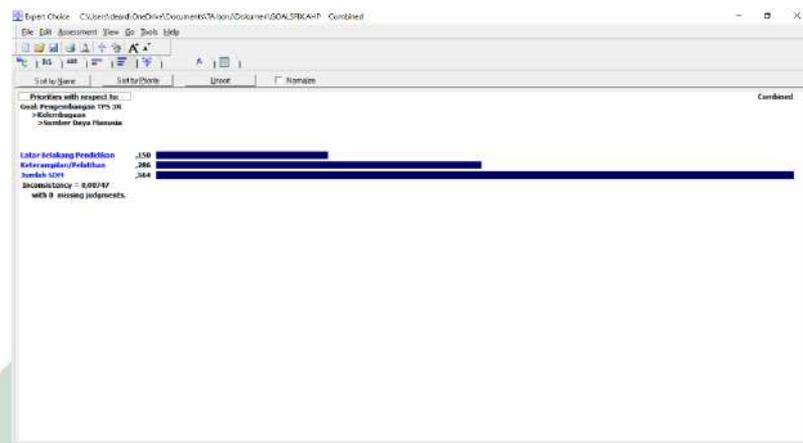
Kriteria	Bobot	Sub Kriteria	Bobot
Sumber Daya Manusia	0,863	Jumlah SDM	0,564
		Keterampilan/pelatihan	0,286
		Latar Belakang Pendidikan	0,150
Manajemen/Pengelolaan	0,137	Pembinaan	0,468
		Pemantauan/pengawasan	0,261
		Standar Operasional Prosedur	0,175
		Administrasi/Pencatatan	0,096

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Hasil perbandingan antar kriteria sumber daya manusia dan manajemen/pengelolaan didapatkan hasil bahwa prioritas pengembangan pertama adalah sub-kriteria sumber daya manusia dan disusul sub-kriteria manajemen/pengelolaan sebagai yang kedua. Matriks dapat dilihat pada Gambar 5.15 dibawah ini



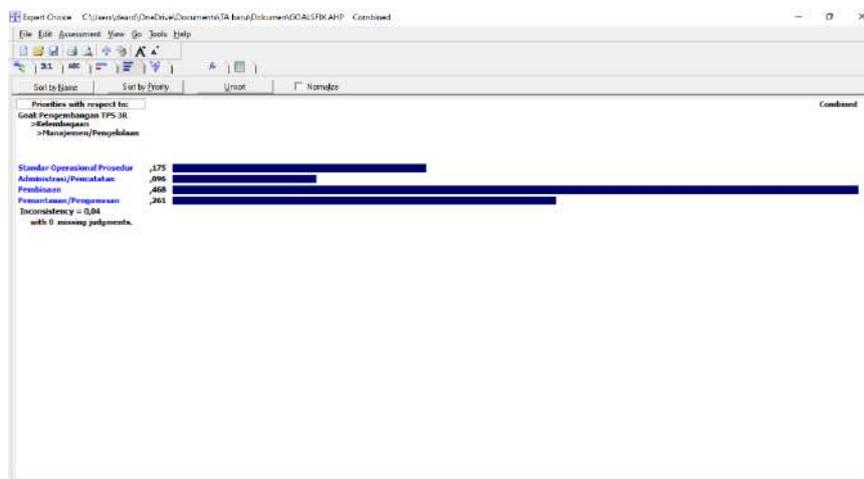
Gambar 5.15 Matriks antar Aspek Kelembagaan

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap sub-kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Sub-kriteria sumber daya manusia yang menjadi prioritas secara berurutan adalah jumlah SDM, keterampilan/pelatihan, dan latar belakang pendidikan. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.16** dibawah ini:



Gambar 5.16 Matriks Sub-Kriteria SDM

Matriks antar kriteria yang akan menentukan bobot setiap sub-kriteria didapatkan setelah data perbandingan berpasangan antar kriteria dan sub-kriteria selesai diinput di software *Expert Choice*. Sub-kriteria manajemen/pengelolaan yang menjadi prioritas secara berurutan adalah pembinaan, pemantauan/pengawasan, SOP, dan administrasi/pencatatan. Hasilnya dapat dilihat pada **Gambar 5.17** dibawah ini:



Gambar 5.17 Matriks Sub-Kriteria Manajemen/Pengelolaan

5.6 Analisis Optimalisasi TPS 3R Tampomas

5.6.1 Aspek Teknis

Optimalisasi aspek teknis pada TPS 3R Tampomas ditentukan dengan berdasarkan hasil perhitungan data dengan instrumen metode AHP. Strategi pengembangan akan tetap mempertimbangkan keselarasan hasil AHP dengan masalah yang sedang terjadi di TPS 3R Tampomas. Hasil perhitungan AHP untuk aspek teknis sub aspek pelayanan sampah adalah jadwal pengumpulan, dikarenakan jadwal pengumpulan sampah sudah teratur yaitu setiap jam 6 pagi sehingga sub aspek ini tidak termasuk dalam strategi pengembangan. Berikut adalah strategi optimalisasi TPS 3R Tampomas dari aspek teknis:

Prioritas pertama adalah dengan optimalisasi lahan pemilahan dan penambahan lahan untuk pengomposan sampah berdasarkan lahan yang telah tersedia dengan analisis penambahan lahan yang saat ini disewakan untuk bengkel. Area pemilahan memiliki peran yang penting dalam kegiatan pengolahan sampah. Hasil dari pemilahan sampah tersebut akan didaur ulang atau dijual. Sampah organik akan dikomposkan. Kegiatan pengomposan membutuhkan lahan yang luas.

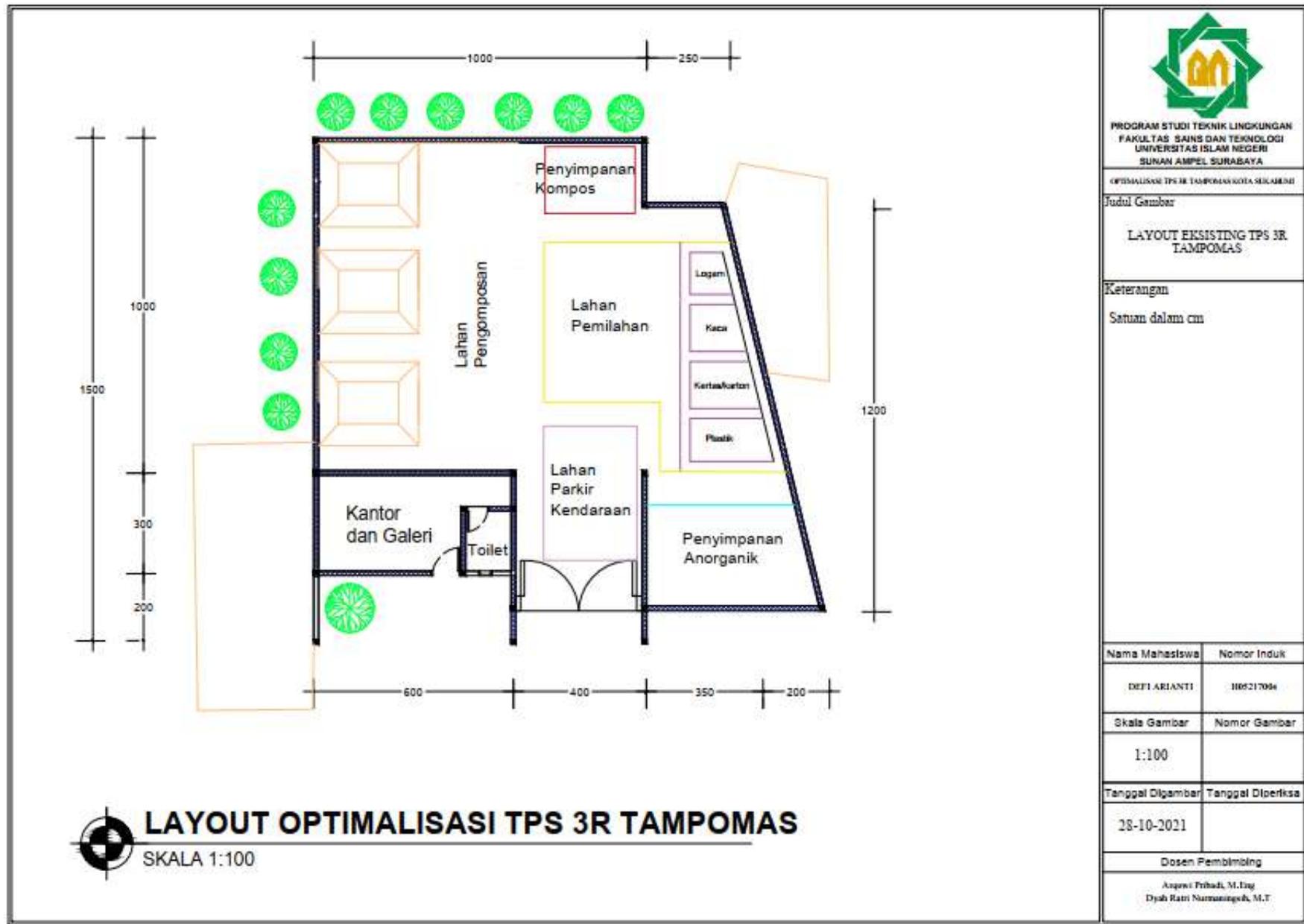
Berdasarkan perhitungan luas lahan komposting pada perhitungan kebutuhan luas area sarana dan prasarana jumlah sampah yang dikomposkan sebesar 829,24 kg/hari yang idealnya membutuhkan lahan untuk aktivitas pengomposan seluas 442,4 m². Sementara perencanaan optimalisasi untuk lahan pengomposan disesuaikan dengan standar acuan % luas yang tertera dalam PermenPU No. 3 Tahun 2013 terkait ketentuan perletakan TPS 3R (Lampiran II halaman 37). Dalam lampiran tersebut disebutkan untuk area pengomposan luasnya 50%, pemilahan 10 %, pengemasan 15%, dan penyimpanan 15% Detail optimalisasi beberapa area TPS 3R Tampomas yang telah disesuaikan dengan ketersediaan lahan eksisting dapat dilihat pada **Tabel 5.30** berikut:

Tabel 5.30 Detail Optimalisasi Lahan TPS 3R Tampomas

Area	Panjang	Lebar	Luas Total	Luas Optimalisasi (Tabel 5.26)
Pengomposan	10	6,8	68 m ²	442,4 m ²
Penyimpanan Kompos	2	2,5	5 m ²	3,06 m ²
Lahan Pemilahan dan Pengemasan	1. $1/2 \times (5,6 + 6,8) \times 5 = 31 \text{ m}^2 \approx 30 \text{ m}^2$ 2. $1/2 \times (3,2 + 3,8) \times 2 = 7 \text{ m}^2 \approx 7 \text{ m}^2$		37 m ²	34,26 m ²
Lahan Parkir Kendaraan	4	3	12 m ²	23,56 m ²
Penyimpanan Anorganik	$1/2 \times (4,4 + 5) \times 3 = 14,1 \text{ m}^2 \approx 14 \text{ m}^2$		14 m ²	11,85 m ²

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021

Layout TPS 3R Tampomas berdasarkan **Gambar 5.18** dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:

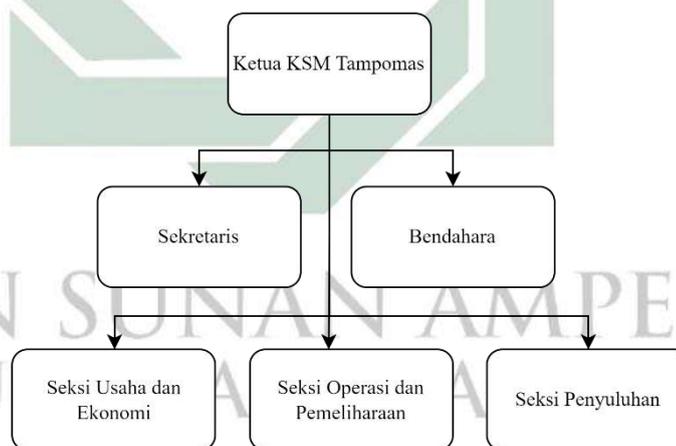


Gambar 5. 9 Layout Optimalisasi TPS 3R Tampomas

5.6.2 Aspek Kelembagaan

Hasil pengolahan data nilai optimalisasi aspek kelembagaan pada TPS 3R Tampomas disesuaikan dengan hasil strategi melalui perhitungan data dengan instrumen metode AHP adalah sebagai berikut:

1. Prioritas pertama adalah dengan penambahan jumlah SDM untuk urusan administrasi maupun teknis pengolahan. Untuk administrasi dan keuangan disarankan untuk TPS 3R Tampomas agar dapat menambah SDM khusus menangani dua hal tersebut agar tidak dikerjakan oleh satu orang saja sehingga dalam kelembagaan KSM Tampomas dapat berjalan sesuai dengan porsi tugas, pokok dan fungsinya. Contoh struktur organisasi dalam lampiran pedoman teknis pelaksanaan TPS 3R yang disusun oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat pada tahun 2020 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5.19 Contoh Struktur Organisasi TPS 3R
Sumber: Lampiran Pedoman Teknis KemenPUPR, 2020

Selanjutnya diperlukan penambahan pekerja pemilahan sampah dan pengomposan sehingga pengolahan sampah di TPS 3R Tampomas dapat memaksimalkan pemilahan sampah anorganik dan pengomposan sampah organiknya. Menurut Petunjuk Teknis TPS 3R minimal SDM dalam setiap TPS 3R sebanyak 3

orang untuk pemilahan dan pengolahan sampah yang sanggup bekerja penuh sesuai jam kerja. Penambahan jumlah SDM ini juga diharapkan disusul dengan mengadakan keterampilan atau pelatihan bagi petugas KSM khususnya pada bagian operasional pengolahan.

2. Prioritas kedua adalah dengan melakukan pembinaan dari pejabat desa setempat serta pemantauan/pengawasan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi. Pembinaan dan pengawasan ini otomatis juga akan berdampak pada teraturnya proses pencatatan atau administrasi. Setelah dilakukan pembinaan (pejabat desa) dan pengawasan (Dinas Lingkungan Hidup) maka dapat dilakukan koordinasi dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur (SOP) penyelenggaraan. Kegiatan-kegiatan diatas dapat didahului dengan pembuatan legalitas KSM Tampomas berupa SK TPS 3R oleh Dinas Lingkungan Hidup.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

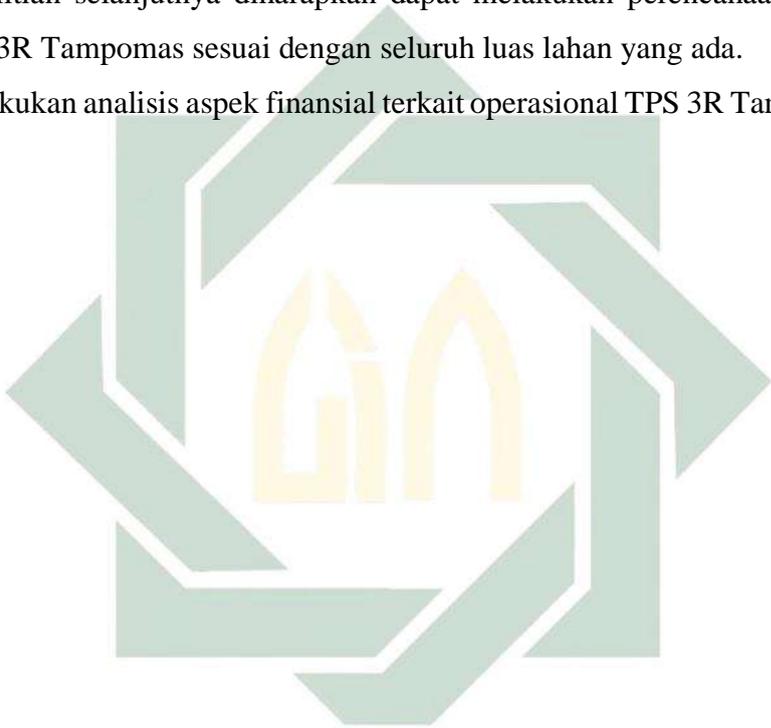
Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Timbulan sampah Kota Sukabumi adalah 0,68 kg/orang/hari dengan densitas rata-rata sampah sebesar 140,3 kg/m³. Komposisi sampah Kota Sukabumi terdiri dari 59,9% sampah organik dan 40,8% sampah anorganik (15,78% sampah plastik, 11,85% sampah kertas, 0,32% sampah logam, 0,74% sampah kaca)
2. Optimalisasi TPS 3R Tampomas secara teknis terkait pengolahan sampah adalah dengan mengoptimalkan kegiatan pemilahan dengan memanfaatkan lahan yang tersedia. Kedua dilakukan kegiatan pengomposan dengan mengoptimalkan lahan yang sudah tersedia. Dari kedua kegiatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan pendapatan KSM Tampomas dan dapat terealisasi nyata untuk sampah residu yang diangkut ke TPA menjadi 1,3 ton/hari dari total residu sebelumnya yang biasa diangkut ke TPA sebesar 3,01 ton/hari.
3. Optimalisasi TPS 3R Tampomas secara non teknis (kelembagaan) adalah dengan melakukan penambahan SDM. Adanya Pembinaan dari pejabat desa secara rutin begitupun dengan pengawasan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi. Koordinasi yang baik antar pejabat desa, Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi dan KSM Tampomas untuk menyusun SOP TPS 3R Tampomas. Sebelum dilakukannya kegiatan tersebut diharapkan legalitas KSM Tampomas berupa SK TPS 3R terlebih dahulu di terbitkan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran untuk penelitian selanjutnya terkait optimalisasi TPS 3R Tampomas adalah sebagai berikut:

1. Melakukan sampling timbulan sampah fasilitas umum yang ada pada daerah pelayanan TPS 3R Tampomas
2. Melakukan optimalisasi pengolahan sampah berdasarkan timbulan sampah pada beberapa tahun ke depan (proyeksi)
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan perencanaan *layout* TPS 3R Tampomas sesuai dengan seluruh luas lahan yang ada.
2. Melakukan analisis aspek finansial terkait operasional TPS 3R Tampomas.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhamid, A. (2021, Desember 30). *Islamic Principles on Waste Minimization / EcoMENA*. <https://www.ecomena.org/waste-minimization-islam/>
- Aprilia, N. L. (2018). *Perencanaan Teknis Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya*. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Arisona, R. D. (2018). Pengelolaan Sampah 3R (Reduce, Reuse, Recycle) pada Pembelajaran IPS Untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan. *Al Ulya : Jurnal Pendidikan Islam*, 3(1), 39–51.
- Aspian, S. A. (2009). *PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK PEMBANGUNAN WILAYAH DAN KOTA UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG*. 153.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. (2020). *Peta Kota Sukabumi 2020*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kecamatan Baros dalam angka 2020*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Kota Sukabumi dalam angka 2020*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Kota Sukabumi dalam angka 2019*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Kota Sukabumi dalam angka 2018*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Kota Sukabumi dalam angka 2017*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Kota Sukabumi dalam angka 2016*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2015). *Kota Sukabumi dalam angka 2015*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Kota Sukabumi dalam angka 2014*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Kota Sukabumi dalam angka 2013*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2012). *Kota Sukabumi dalam angka 2012*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2011). *Kota Sukabumi dalam angka 2011*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Kota Sukabumi dalam angka 2010*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2009). *Kota Sukabumi dalam angka 2009*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2008). *Kota Sukabumi dalam angka 2008*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2007). *Kota Sukabumi dalam angka 2007*. Kota Sukabumi
- Badan Pusat Statistik. (2006). *Kota Sukabumi dalam angka 2006*. Kota Sukabumi

- Biro Infrastruktur Sumber Daya Alam Provinsi Jawa Tengah. (2018). *Pengolahan Sampah*
- Bolton, K., & Roust, K. (2019). Solid Waste Management Toward Zero Landfill. Dalam *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* (hlm. 53–63). Elsevier.
- Cakoyong. (2021, Desember 17). Keimanan Sampah. *Cak Oyong*.
<https://cakoyong.com/keimanan-sampah/>
- Cohen, C., Halfon, E., & Schwartz, M. (2021). Trust between municipality and residents: A game-theory model for municipal solid-waste recycling efficiency. *Waste Management*, 127, 30–36.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2016). *Integrated Waste Management*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). *Pengelolaan Sampah*. Diklat Kuliah TL 3104. Program Studi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Dewi, M. (2018). *Kajian kelayakan dan pengembangan TPS dan TPS-3R di kecamatan Pare Kabupaten Kediri*. Tesis Program Magister Keahlian Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Dewilda, Y., & Apris, I. (2016). *STUDI OPTIMASI KEMATANGAN KOMPOS DARI SAMPAH ORGANIK DENGAN PENAMBAHAN BIOAKTIVATOR LIMBAH RUMEN DAN AIR LINDI*. 6.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil. (2020). *Data Agregat Kependudukan Kota Sukabumi 2020*. Kota Sukabumi
- Dinas Lingkungan Hidup. (2021). *Laporan Akhir Potensi Timbulan Sampah Kota Sukabumi*. Kota Sukabumi
- Dinas Lingkungan Hidup. (2020). *Masterplan Pengolahan Sampah Kota Sukabumi*. Kota Sukabumi
- Djaguna, A., Pelle, W. E., Schadu, J. N., Manengkey, H. W., Rumampuk, N. D., & Ngangi, E. L. (2019). Identifikasi sampah laut di pantai tongkaina dan talawaan bajo. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(3), 174-182.
- Fadhlullah, N. P. (2019). *Evaluasi pengolahan sampah dan pengembangan tempat penampungan sampah Sementara (TPS) menjadi tempat pengolahan sampah*

- (TPS 3R) di Desa Ngampelsari, Kabupaten Sidoarjo. UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Haerullah, A. A. (2019). *Perencanaan Pengembangan Aspek Teknik Operasional Dan Finansial Pengelolaan Sampah Kota Ternate*. ITN Malang.
- Handayani, R. I. (2015). *PEMANFAATAN APLIKASI EXPERT CHOICE SEBAGAI ALAT BANTU DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN (STUDI KASUS: PT. BIT TEKNOLOGI NUSANTARA)*. 7.
- Hartanto, S. (2019). Spirituality of Maslahah Based Waste Management. *Al-Iktisab: Journal of Islamic Economic Law*, 3(1), Article 1.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2018). *Lampiran Pedoman Teknis Pelaksanaan Kegiatan TPS 3R Tahun 2018*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2017). *Petunjuk Teknis TPS 3R Tahun 2017*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Republik Indonesia
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2010). *Modul Pengolahan Sampah Berbasis 3R*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. Bandung
- Keenterian Pekerjaan Umum. (2006). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 21/PRT/M/2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan (KSNP-SPP)*. Republik Indonesia
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). *Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Republik Indonesia
- Kim, M., Jang, Y.-C., & Lee, S. (2013). Application of Delphi-AHP methods to select the priorities of WEEE for recycling in a waste management decision-making tool. *Journal of Environmental Management*, 128, 941–948.
- Knickmeyer, D. (2020). Social factors influencing household waste separation: A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118605.

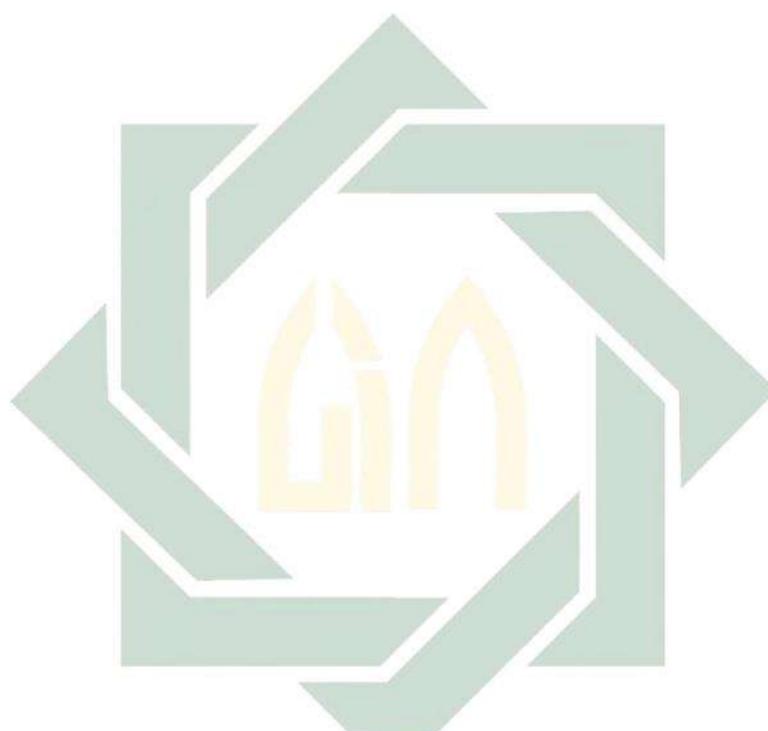
- Kreith, F., & Tchobanoglous, G. (Ed.). (2002). *Handbook of solid waste management* (2nd ed). McGraw-Hill.
- Laili, V. R. (2017). *STRATEGI PENINGKATAN OPERASIONAL TPST DI KABUPATEN SIDOARJO*. 362.
- Laksana, M. P., Samadikun, B. P., & Priyambada, I. B. (2017). *Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu Studi Kasus : Kelurahan Palabuhanratu, Kecamatan Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lubis, E. W. N. (2018). *Analisis Timbulan, Komposisi Dan Karakteristik Sampah Rumah Tangga Di Kota Medan Wilayah I (Studi Kasus : Kecamatan Medan Johor Dan Kecamatan Medan Tembung)*. 130.
- Majelis Ulama Indonesia. (2014). *Fatwa Pengelolaan sampah untuk mencegah kerusakan lingkungan tahun 2014*.
- Mardiana, E. (2019). *Perencanaan dan Pengelolaan TPS 3R di Kawasan Wisata Gerupuk (Desa Sengkol Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Mohd Omar, S., Chowdhury, A. J. K., & Abdulahi Hashi, A. (2018). *Islamic Ethics of Waste Management towards Sustainable Environmental Health*. *IIUM Medical Journal Malaysia*, 17(1).
- Pangow, Y. H. (2020). *Perencanaan Pengelolaan Sampah Dengan Menggunakan TPS 3R Di Kecamatan Garut Kota*. *GEOPLANART*, 3(1), 69–84.
- Pemerintah Kota Sukabumi. (2018). *Peraturan Wali Kota Sukabumi Nomor 32 Tahun 2018 Tentang Batas Wilayah Administrasi Kecamatan Baros Kota Sukabumi*. Kota Sukabumi.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). *PP No. 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Republik Indonesia.
- PPID KLHK. (2020). *Indonesia Memasuki Era Baru Pengelolaan Sampah*. Diambil 25 Februari 2021, dari <http://ppid.menlhk.go.id/berita/siaran-pers/5294/klhk-indonesia-memasuki-era-baru-pengelolaan-sampah>

- Pradini, A. N. (2019). *Komposting Sampah Sisa Makanan Dan Daun Dengan Metode Rotary Drum Composter (Studi Kasus: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)*. 142.
- Rahmawati, D. (2019). *Perencanaan Studi Timbulan, Komposisi Dan Potensi Daur Ulang Sampah Di TPS 3R Kota Sukabumi*. Fakultas Teknik Unpas. Bandung
- Saaty, T. L. (1996). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process* (Vol. 4922). Pittsburgh: RWS publications.
- Shahnazari, A., Rafiee, M., Rohani, A., Bhushan Nagar, B., Ebrahiminik, M. A., & Aghkhani, M. H. (2020). Identification of effective factors to select energy recovery technologies from municipal solid waste using multi-criteria decision making (MCDM): A review of thermochemical technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 40, 100737.
- Singh, J., Saxena, R., Bharti, V., & Singh, A. (2018). *The Importance of Waste Management to Environmental Sanitation: A Review*. 9, 7.
- Sitanggang, C. M., Priyambada, I. B., & Syafrudin, S. (2017). *Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu (Studi Kasus Rw 6, 7 Dan 8 Kelurahan Bandarharjo, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang)*. Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknik Lingkungan* (Vol. 6, Nomor 1, hlm. 1–10).
- Suherdy, A. Z., Ainun, S., & Halomoan, N. (2019). Perancangan Alat Penilaian untuk Pengembangan TPS Menjadi TPS 3R Di Wilayah Perencanaan IV Kota Bogor. *Jurnal Reka Lingkungan*, 7(1), 12–22.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3964-1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Badan Standar Nasional (BSN)
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 3242-2008. *Pengelolaan Sampah di Permukiman*. Badan Standar Nasional (BSN)
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-2454 -2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Badan Standar Nasional (BSN)
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3983-1995. *Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Kota Sedang Di Indonesia*. Badan Standar Nasional (BSN)

- Stiawan, A. (2018). *Evaluasi Operasional dan Pengembangan TPS 3R di Kecamatan Denpasar Selatan, Kota Denpasar*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tarigan, M., Setiawan, A., & Sideman, I. S. (2016). *Perencanaan TPS 3R di Kelurahan Dayan Peken*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram.
- Taušová, M., Mihaliková, E., Čulková, K., Stehlíková, B., Tauš, P., Kudelas, D., & Štrba, L. (2019). Recycling of communal waste: Current state and future potential for sustainable development in the EU. *Sustainability*, 11(10), 2904.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. McGraw-Hill.
- Trihadiningrum, Y., Laksono, I. J., Dhokhikah, Y., Moesriati, A., Radita, D. R., & Sunaryo, S. (2017). Community activities in residential solid waste reduction in Tenggilis Mejoyo District, Surabaya City, Indonesia. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(1), 526–535.
- Trihadiningrum, Y., S. Wignjosoebroto, N.D. Simatupang, S. Tirawaty, and O. Damayanti, (2006). Reduction capacity of plastic component in municipal solid waste of Surabaya City, Indonesia”. Proc. International Seminar on Environmental Technology and Management Conference 2006. Bandung, September 7--8, 2006.C
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., Ozor, P. A., Agwu, N., & Mbohwa, C. (2021). Waste reduction and utilization strategies to improve municipal solid waste management on Nigerian campuses. *Fuel Communications*, 9, 100025.
- Undang-Undang No. 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
Republik Indonesia
- Vergara, S. E., & Tchobanoglous, G. (2012). Municipal solid waste and the environment: a global perspective. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 277-309.
- Wandansari, N. R., Suntari, R., & Soemarno, S. (2020). Pembuatan kompos dari sampah pasar dengan teknologi open-windrow. *AGROINOTEK*, 1(1), 1–13.

Widieana, D., Samadikun, B. P., & Handayani, D. S. (2017). *Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah Terpadu Studi Kasus Kelurahan Banyumanik Kecamatan Banyumanik Kota Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. 6(1), 10.

Zahrina, I., & Yenie, E. (2021). Penerapan Teknologi Windrow Composting Bagi Masyarakat Sekitar Tpa Muara Fajar Pekanbaru. *Dharmakarya*, 10(2), 174.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A